

opinión de que conviene exigirlo, y así está establecido en la actualidad.

Las escuelas que no lo exigen, como todas las Academias militares, parten, sin duda, del supuesto de que esos estudios son deficientes, y quizás perjudiciales.

En mi opinión, conviene exigir el grado de Bachiller por varias razones.

En primer lugar, su supresión da por resultado la omisión de todo estudio de cultura literaria y filosófica, que en vano se pretenderá reemplazar con algunas clases en las Academias preparatorias, en las cuales existe la tradición de atender exclusivamente á la instrucción matemática. Considero inaceptable esta omisión de estudios tan esenciales para la cultura general, y por corto que se suponga el aprovechamiento en los Institutos de segunda enseñanza, hay que aceptar esas clases tal como son, puesto que no hay medio de reemplazarlas por otras mejores.

Si en una localidad sólo existe ladrillo de mala calidad para construir los cimientos de las casas, habrá que aceptar ese material, nunca suprimir el cimiento.

Tiene además la ventaja de impedir que los jóvenes, en el período que media entre la terminación de su instrucción primaria y el comienzo de los estudios superiores, adquieran hábitos de holganza, que es la peor preparación posible para toda clase de estudios, ó que acometan prematuramente y mal preparados aquellos estudios, otro daño muy grande. Hay que desconfiar de los niños precoces en todas las disciplinas, y muy especialmente en las matemáticas. Ni aun entre las eminencias de primera magnitud abundan mucho. Se citan pocos Pascal ó Mozart; son mucho más frecuentes los Newton y Beethoven, que no fueron precoces.

(Continuará.)

El pantano de la Sotonera.⁽¹⁾

(DEL PROYECTO DE OBRAS DE RIEGO DEL ALTO ARAGÓN)

(Continuación.)

El inferior tiene la entrada de su solera á la cota de 391,94 metros sobre el nivel del mar, 25,06 metros más baja que la máxima del embalse (417 metros). Como las aguas que queden por debajo de la entrada del túnel no podrán ser aprovechadas, las escalas del pantano deberán también tener su cero á la misma cota de 391,94 metros.

La entrada de la solera del túnel más alto, ó sea el correspondiente á la toma intermedia, se halla á la cota de 400,98 metros.

Por último, la entrada de la solera del canal de la toma alta se halla á la cota de 409,88 metros, 7,12 metros por debajo del nivel de embalse máximo.

Los planos detallan completamente las disposiciones proyectadas en cada una de las tomas, siendo análogas para los dos túneles inferiores, que tienen sección curva de 20,60 metros cuadrados de área, igual á la adoptada para el del canal del Gállego, revestida con hormigón de cemento portland artificial, con un espesor de 0,60 metros. Cada uno de estos túneles se prolonga luego por medio de canales que se reúnen aguas abajo, incorporándose al que se deriva de la toma superior. Para salvar los desniveles que resultan se emplean varios saltos y rápidos. Finalmente, los tres canales reunidos continúan hasta lo que se con-

sidera como el origen del de Monegros (situado 3,113 metros aguas abajo de la toma alta), y que, en realidad, no es más que su prolongación; pero antes de la unión se establece en el canal común, ó antecanal, un aliviadero de superficie, un cierre de compuertas (análogo al de la toma del canal del Gállego) y un desagüe, que vierte al río las aguas, todo lo cual permitirá rectificar cualquier maniobra equivocada de las compuertas, dar salida á filtraciones considerables que en las tomas pudieran producirse, y aun desaguar el pantano en el cauce del Sotón.

En el primer estudio que de este asunto se hizo, se pensaba verter las aguas de las tomas á los cauces del Sotón y Astón, estableciendo luego en aquél, pasada la confluencia de ambos, una presa de derivación junto á la cabeza del canal de Monegros, solución que tenía la ventaja de ser algo más económica que la adoptada. Ha sido preferida ésta, sin embargo, porque la primera vendría á constituir, por debajo de la presa, un nuevo embalse que empaparía de aguas el terreno y haría difícil el saneamiento del que sirve de base al dique, lo cual constituiría evidentemente una solución inaceptable, pues para afrontarla sin peligro cierto habría de exigir grandes trabajos de saneamiento que no son necesarios, estableciendo á continuación de las tomas los canales y dejando al río sin entorpecimientos para las aguas de drenaje que á él acudan.

Cierres de las tomas.—Los cierres de las tomas están constituidos por cuatro compuertas, de tipo igual á las empleadas en el túnel inferior del pantano de Mediano, circunstancia que nos revela de más explicaciones. La maniobra se hace desde una cámara superior al túnel, á la que da acceso un pozo, con su escalera de bajada; la varilla que mueve las compuertas atraviesa la bóveda del túnel por medio de un prensaestopas. El aparato de maniobra no difiere del empleado en el pantano de Mediano.

La toma superior no exige, como es natural, prensaestopas, puesto que está constituida por un verdadero canal, siendo comparable, por completo, á las disposiciones empleadas en las tomas de éstos; en lo demás, no difiere la toma superior de las dos restantes.

Funcionamiento de las tomas.—He aquí las fórmulas que dan el gasto de cada una de las tomas en función de la altura del agua en el embalse, medida en la escala del mismo:

Toma inferior:

$$Q = 56,55 \sqrt{H - 2,732}$$

Toma intermedia:

$$Q = 56,55 \sqrt{H - 11,796}$$

Toma superior:

$$Q = 51 \sqrt{H - 20,942}$$

Según estas formulas, deberá usarse la toma superior mientras el agua del embalse no descienda de la altura de 22,105 metros; la intermedia mientras no baje de 12,741 metros, y la baja desde esta última altura, todo ello en el supuesto de que haya que dar al canal de Monegros su dotación completa de 55 metros cúbicos por segundo.

Con dotaciones más reducidas aun serán más pequeñas las cargas con que habrá que manejar las compuertas y trabajar las tomas que, según se deduce de lo dicho, en el caso más desfavorable, no excede de 12,741 metros.

Sumando las fórmulas que se han consignado más arriba se obtendría la que expresase el caudal á que las tres tomas reunidas podrán dar paso, hallándose á la vez completamente abiertas; según las alturas que el agua alcance en el embalse. Claro está que este dato será, en general, de poca utilidad práctica;

(1). Véase el número anterior.

pero puede servir para comprobar que la toma resultaría bastante amplia para que el pantano pudiera desaguar con relativa rapidez vertiendo las aguas, parte al río Sotón, y el resto, al propio canal de Monegros, que las iría distribuyendo por las distintas almenaras que en su curso se encuentran. De esta suerte, aun cuando no los necesitara comunmente, podría en caso extraordinario desaguar el pantano, utilizando para este fin las tomas, si no pudiera esperarse á que quedara vacío por el consumo de agua que, en el transcurso del año, han de ir haciendo los riegos.

Desagüe de fondo y aliviadero de superficie.—Las condiciones especiales del pantano de la Sotonera han permitido suprimir los desagües de fondo y dar escasa importancia al aliviadero de superficie.

Los primeros no hacen falta, porque ya se ha dicho que no son de temer los arrastres del Sotón, y que son poco menos que nulos los que aporten los canales del Cinca y Gállego, pues si, debido á las socavaciones que en ellos se produjeran, llegaran á alcanzar alguna importancia, lo que, empero, no es de suponer, cabría establecer, en puntos convenientes de dichos canales, cuencos de sedimentación. Mas en todo caso, si una circunstancia cualquiera aconsejara las evacuaciones del pantano, nada impediría, según acaba de exponerse, que pudieran utilizarse á tal fin las tomas de aguas inferiores.

Es lo más probable, por no decir seguro, que jamás sean necesarios aliviaderos de superficie en el pantano de la Sotonera. Imaginemos, en efecto, que en el caso más desfavorable de hallarse el embalse á su altura máxima, sobrevienen aguaceros extraordinarios que producen fuerte avenida en el río Sotón. Desde luego, por estar el embalse lleno, las aportaciones de los canales estarán suprimidas, con mayor motivo en tiempos lluviosos, en que los riegos no exigirán aguas del canal de Monegros. No es fácil calcular las aportaciones del Sotón; pero aun admitiendo que en su cuenca se produzca una lluvia muy extraordinaria, á razón de 100 milímetros de altura media diaria, hecho que acaso no haya jamás acontecido, á juzgar por los datos del Observatorio de Huesca, que durante cuarenta y un años, en el día más lluvioso, no ha registrado una altura pluviométrica superior á 85 milímetros, resultaría que la cantidad total de agua caída en la cuenca del Sotón, en el espacio de tiempo considerado, sería de 15 millones de metros cúbicos, de los cuales, suponiendo que el temporal continuase bastante tiempo y que el coeficiente de utilización se elevase al 50 por 100, llegarían al pantano en veinticuatro horas 7,5 millones, lo que produciría un aumento en su nivel de unos 40 centímetros, suponiendo, además, que las compuertas del pantano hubiesen estado cerradas durante todo el día. Pero es evidente que ello no habría de suceder, y que en caso tan sumamente extraordinario aquellas compuertas se abrirían, desaguando fácilmente más de 100 metros cúbicos por segundo, caudal superior á la aportación supuesta del Sotón.

Inútil es advertir que se han exagerado adrede las condiciones desfavorables para comprobar que, aun con ellas, la sobre-elevación resultante de las aguas del pantano no representaría ningún peligro para la presa, puesto que la coronación quedaría aún 2,70 metros por encima del nivel que las aguas alcanzarán. En realidad, no creemos nosotros que el caudal medio del Sotón durante veinticuatro horas pueda llegar nunca ni á 50 metros cúbicos por segundo, con lo que la sobre-elevación en el embalse no excedería al cabo de un día de 23 centímetros por encima del máximo admitido, suponiendo que no se quisiera abrir las compuertas de las tomas, pues con éstas abiertas cabría sostener el embalse á la cota normal máxima, y aun bajarlo, si fuere preciso.

A pesar de todo, y de que realmente no lo reputamos necesario, se ha establecido, para mayor seguridad, en un punto adecuado (uno de los extremos del dique), una escotadura en el terreno natural, con un vertedero de superficie enrasado á la cota de 418 metros, un metro por encima del nivel máximo admitido, con una longitud de 40 metros, que habría de bastar para hacer imposible toda contingencia debida á las avenidas del Sotón, de un caudal que bien podemos calificar de fabuloso, unido á una pasividad criminal en los encargados del pantano, que no es dable esperar en caso alguno.

Obras accesorias.—Exigirá el pantano diversas obras accesorias para su mejor funcionamiento. Ya se ha hecho referencia á la desviación del camino rural que desde Almudébar se dirige actualmente á Montmésa, atravesando el vaso.

No se habla del camino que habrá de establecerse para enlazar la presa con el apartadero que se ha de construir, á unos 10 kilómetros de distancia, en la línea férrea en ejecución, de Zuera á la Venta de Turuñana, porque, requiriéndose dicho camino para las necesidades que la construcción de la obra representa, se consignará una partida para su ejecución, sin que estimemos indispensable que se conserve en lo futuro, pues dada la clase de presa adoptada, no es de prever que haga falta copiar muchos materiales durante la explotación. Pero si así fuera, aparte de que lo llano del país siempre haría posible el transporte, en un caso preciso, nada se opondría á que el camino fuese reparado.

Se requerirá para el servicio del pantano un pabellón para el personal facultativo y administrativo, y un edificio para almacén y talleres, análogos á los de la presa de Mediano; dos casillas, cada una para dos guardas, del modelo adoptado, dos escalas en el embalse y una en cada uno de los canales de las tomas; un flotador que registre los niveles y caudales de las aguas de drenaje en el emisario general, y, finalmente, caminos de servicio que desde el de la coronación conduzcan á cada una de las tomas y á los de servicio de los canales.

Materiales elegidos.—Los únicos materiales utilizables son las tierras arcillosas y arcillas, las areniscas y las gravas. Las calizas que se presentan en bancos delgados y á distancia considerable serían de un empleo poco económico.

Para la presa podrían utilizarse las gravas que existen en diversos puntos, habiéndose supuesto, sin embargo, que se emplearán las que en depósitos grandes se extienden á lo largo de la orilla izquierda del Gállego en una extensión considerable, con una distancia media al centro de la presa de 8 kilómetros.

Los diversos análisis verificados con estas gravas, de origen diluvial probablemente, difieren poco de unos á otros casos, habiendo dado, por término medio, la siguiente composición, en peso:

Gravas (cantos de más de 5 milímetros).....	83,9
Arenas.....	11,6
Arcilla.....	4,5
	100,0

Otras gravas procedentes de depósitos mucho menos abundantes y alejados del Gállego, han dado, por término medio, la siguiente composición, también en peso:

Gravas (de 5 á 60 milímetros).....	77,7
Arena.....	11,7
Arcilla.....	10,6
	100,0

El peso del metro cúbico de estas gravas, tal como están en el terreno, oscila entre 1.850 y 1.900 kilogramos; aceptando el de 1.875 kilogramos, y una compresión en la presa que reduzca á un metro cúbico, 1,16 metros de gravas medidas en el terreno, resultará que el metro cúbico de las gravas pesará en la presa 2.175 kilogramos.

Tanto unas como otras, son de condiciones adecuadas para la presa, constituyendo, mezcladas con las tierras arcillosas de la localidad, un material excelente. Las mismas gravas se usarán con ventaja para los hormigones.

Las arcillas próximas á la presa son más ó menos sabulosas; los análisis verificados han dado una proporción de arena variable entre 2,6 y 13,2 por 100. Ellos revelan que siendo muy adecuadas para la mezcla con las gravas, podrán servir también, debidamente elegidas, para relleno de las zanjás de unión de la presa y el terreno.

El peso de las tierras, tal como están en el terreno, es de 1.675 kilogramos, por término medio, suponiendo que en la presa 1,16 metros cúbicos se reducen á 1, el peso de ésta sería igual á 1.943 kilogramos.

En conjunto, la mezcla de gravas y tierras producirá un material cuyo peso, después de la compresión, se elevará nada menos que á 2.059 kilogramos por metro cúbico.

Se ha medido la cohesión de las tierras, determinado el talud mínimo que pueden formar con la vertical, resultando que, por término medio, la base para uno de altura alcanza el siguiente desarrollo:

En tierras secas, 1,5.

En tierras humedecidas, 1,8.

En tierras saturadas de agua, 2,1.

Medida la inclinación de los taludes en los diques de las albercas se ha encontrado que, como mínimo, para uno de altura, es:

En la parte exterior, de 2,0.

En la parte mojada, de 3,0.

No cabe duda que con estas tierras podrían formarse diques; pero con los gravísimos inconvenientes que presentan las muy arcillosas para las presas de gran altura.

Muy superior á ellas resulta la mezcla, por partes iguales, de gravas y tierras. Los taludes que toma son poco superiores á los de las gravas mismas, y el peso, después de comprimida, llega, según se ha calculado, á la elevada cifra de 2.059 kilogramos por metro cúbico, superior al de muchos hormigones y mamposterías, lo que representa una garantía seria para oponerse con eficacia al empuje de las aguas.

Existen en las proximidades del paraje en que se ha de construir la presa varias canteras de piedra arenisca que, aun cuando no muy dura, puede ser utilizada en los revestimientos del dique, pues la que se ve en varios puntos del cauce del Gállego, de calidad igual, demuestra que resiste perfectamente la acción del agua, como ocurre también con respecto á la del mar, en la empleada en los diques del puerto de Alicante, que es de condiciones muy parecidas. Las canteras referidas son poco abundantes, pero se prestan bien á ser explotadas para losas; tan sólo es de notar que, en general, los bancos que son de poco espesor, tienen carga de tierra algo grande, que encarece muy sensiblemente el arranque.

En el murete de coronación y revestimiento se empleará el

hormigón designado con el núm. 1, compuesto con el mortero de 350 kilogramos de cal hidráulica por metro cúbico de arena.

Indicaciones sobre la ejecución de las obras.—La obra no ofrece otra dificultad que la que nace de la ejecución de un volumen de terraplén, igual á 4.239.000 metros cúbicos, nada menos, con productos la mitad de los cuales se encuentran á la distancia de 8 kilómetros, y las que ofrece siempre la esmerada construcción de estos macizos.

Plazo de ejecución.—El problema es, ante todo, de transportes, y exigirá establecer numerosas vías Decauville ú otras más potentes, para el acopio de las tierras, y un ferrocarril de un metro, probablemente de vía doble, para el transporte de las gravas; con estos elementos y una organización adecuada, los trabajos podrían realizarse en unos seis años.

Régimen del pantano.—En el pantano de la Sotonera no existirá la necesidad de combatir los depósitos y, de consiguiente, podrá tenerse constantemente cerrado, fuera de las épocas en que se verifiquen los riegos, procurando tener el embalse lo más lleno posible, para lo cual se dispondrá de las aportaciones de los canales del Gállego y del Cinca. Lleno el pantano, mientras no haya consumo, deben cerrarse las tomas del Gállego y del Cinca, salvo el suministro de agua que exijan los riegos que se alimenten con el canal de este nombre. Al abrirse el pantano para dar aguas al de Monegros, se abrirá igualmente la toma del Gállego, y mientras los riegos del Cinca lo permitan, se utilizará este canal para alimentar el embalse. Eventualmente, podrán también aprovecharse las aguas del Guatizalema, introduciéndolas en el canal por la toma al efecto dispuesta, y en todo tiempo se utilizarán las aportaciones del Sotón y Astón.

Como se ve, bajo el supuesto admitido, el régimen del pantano de la Sotonera sería por demás sencillo.

Pero podrá ocurrir que exijan su desagüe accidentes sobrevenidos en la presa, asientos desiguales ó mayores que los que suelen ocurrir en los diques de tierra, el aumento anormal de filtraciones en los drenes, los desperfectos en el revestimiento y desagües y, sobre todo, la necesidad de reconocer, de vez en cuando, la parte sumergida del dique y los cierres y túneles. Lo mejor sería que el desagüe pudiese efectuarse todos los años. Esto, al principio, en que será el pantano menos necesario, no ofrecerá gran dificultad, pues mientras los riegos no adquieran todo su desarrollo, existirán aguas sobrantes y, por lo tanto, no se correrá el riesgo, al desaguar el embalse, de que no pueda llenarse oportunamente para la campaña venidera.

El pantano podrá tenerse vacío, si es preciso, desde mediados ó fines de Noviembre en adelante. Para ello, con tiempo suficiente, se podrán ir haciendo las evacuaciones necesarias, puesto que se conocerá el agua disponible y la que, como máximo, habrá de necesitarse. Es seguro que, pasados algunos años, con una observación cuidadosa de las necesidades de la zona regable, de los recursos que el Gállego, Cinca, Sotón, Astón y Guatizalema pueden proporcionar, y del régimen de estas corrientes, el del pantano de la Sotonera podrá ajustarse tan estrictamente, que de él quede eliminado todo factor aleatorio, salvo las perturbaciones á que pueden dar lugar accidentes imprevistos, por lo demás, poco probables.

JOSÉ NICOLAU. FÉLIX DE LOS RÍOS.

