

en muchos casos hasta 10°, habiendo alcanzado 19° en el puente Victoria en Montreal (Canadá).

Si á esto se agrega que la solidaridad de los tramos lleva consigo el cambio de direccion de los esfuerzos que pueden desarrollarse en ciertos puntos, se comprende que está suficientemente fundada la opinion de los Ingenieros americanos al preferir los puentes de tramos independientes, que no dan lugar á ningun reparo semejante.

Tampoco tiene fundamento la objecion hecha por los enemigos de estos sistemas de puentes de que no ofrecen buen aspecto arquitectónico, pues es dudoso que la belleza en las obras de hierro pueda consistir en imitar las formas de las edificaciones de fábrica; ántes al contrario, parece que la esbeltez y la ligereza son los caracteres más propios y adecuados de las construcciones metálicas, porque la belleza y elegancia de las obras consiste principalmente en la bien entendida disposicion de sus líneas y dimensiones para utilizar las resistencias de los materiales en ellas empleados.

En suma: la superioridad de los puentes americanos considerados bajo los múltiples aspectos de la economía y de la facilidad y rapidez de su construccion, de su solidez, económica conservacion y agradable aspecto arquitectónico, es hoy un principio reconocido por todos los Ingenieros, y la economía realizada adquiere mayor importancia á medida que aumenta la luz de la construccion.

Sin insistir más en esta cuestion, dirémos para terminar que en los caminos de hierro de los Estados de la Nueva Inglaterra, en los que se empezó empleando los puentes de celosía ordinaria, ha sido abandonado este sistema, adoptando en su lugar las vigas articuladas.

En el Canadá, donde los ferro-carriles están dirigidos por Ingenieros ingleses, la construccion de la mayor parte de los puentes metálicos está encomendada á fábricas de los Estados de la Union Americana.

Y por último, en el Perú se ensayaron en un principio para el camino de hierro de la Cordillera puentes contruidos en Inglaterra y en Francia; pero finalmente se ha dado la preferencia á los sistemas americanos, despues del completo éxito obtenido en el viaducto de Varrugas, que mide una longitud de 175,35 metros, alcanzando una de las pilas una altura de 76,80 metros, y cuyo montaje ha exigido ménos tiempo (tres meses y medio) que el empleado en la ejecucion de un puente de celosía de 50 metros de luz construido por una casa francesa. Un puente

de construccion inglesa, el de Pacasmayo, de 51 metros de luz, con un peso de 127 toneladas, en cuyo montaje se emplearon ocho meses, y que se rompió durante la prueba bajo una carga de 50 toneladas, ha sido reemplazado por un puente del sistema triangular, que pesa solamente 61 toneladas, y que se montó en ocho dias.

(Se continuará.)

CANAL DEL GÉVORA.

PROYECTO DE PRESA DE EMBALSE EN EL SITIO DENOMINADO PEÑA DEL ÁGUILA.

El estrecho del rio Zapaton donde se proyecta la presa se encuentra 18 kilómetros por cima de la confluencia de este rio con el Gévora; dicha estrechura se halla formada por dos cerros conocidos en el país con los nombres de Pamegro y la Peña del Aguila, que pertenecen á la formacion silúrica, como la mayor parte de la cuenca del Guadiana, caracterizada aquélla por la pizarra y los esquistos cuarzosos ó cuarcita que se hallan al descubierto en ellos; y se considera el emplazamiento elegido como el único sitio conveniente para el establecimiento de un pantano en el rio Zapaton, no sólo porque este rio no presenta otro más bajo, sino porque ademas los terrenos de las laderas que han de ser cubiertos por las aguas son incultos, de escaso valor y despoblados; quedando desde dicho punto hasta la falda de la sierra de San Pedro, que forma la divisoria de los rios Tajo y Guadiana, una extensa longitud de cuenca con numerosos afluentes, encontrándose la roca al descubierto, tanto en las laderas como en el fondo, este último recubierto apénas en algunos bajos por una delgada capa de acarreo; cuyas circunstancias dan una gran seguridad de éxito á este embalse, sin necesidad de adoptar en la construccion de la presa disposiciones especiales, limitándose éstas á un buen empotramiento de la obra en el fondo y laderas.

La capacidad del embalse, tenidas en cuenta todas las pérdidas, se fijó en el proyecto general en 15 millones de metros cúbicos, y se ha deducido por detenidos estudios que este volumen se alcanzaba al llegar á la curva de nivel situada á los 15 metros de altura sobre el fondo del rio en el emplazamiento elegido, y la cual, por lo tanto, es la cota de fondo de los aliviaderos de superficie.

Aun cuando el proporcionar á los vertederos laterales las dimensiones necesarias para dar paso al ma-

por volumen de aguas conocidas en el río, lleva consigo un aumento de coste, el autor del proyecto se decide por este sistema porque considera que estos sacrificios están más que compensados con la seguridad que presta el sistema propuesto, y los gastos de conservacion que, por otra parte, exigiria la presa si la gran masa de agua procedente de las crecidas extraordinarias vertiese por encima de su coronacion, cayendo de una altura de 16 metros; y á este fin eleva dicha coronacion hasta donde esta condicion exija; y para quitar todo temor de que los vertederos fuesen insuficientes en algun caso, se coloca sobre el muro de la presa un pretil de un metro de altura por medio metro de ancho, construido de mampostería ordinaria coronado de albardilla de sillera, cuyo pretil, ademas del objeto indicado, servirá para seguridad de los encargados de maniobrar las compuertas; habiendo deducido el autor del proyecto de las fórmulas de Bresse que es necesario dar á los vertederos una longitud de 22 metros, y que la coronacion de la presa debe elevarse 18 metros sobre el plano de cimientos.

La presa afecta en planta una forma circular, siendo 100 metros el radio de la curva exterior que la limita opuesta á la corriente, con cuya disposicion, ademas de las ventajas conocidas de todos los ingenieros, las curvas de nivel de las laderas resultan cortadas normalmente, lo que produce en ellas una estribacion sólida y conveniente.

Para el perfil trasversal de la presa se desecha el sistema escalonado, porque, á pesar de sus ventajas, exigiria coronar cada escalon por una hilada de sillera, lo que conduciría á un gasto de consideracion, y porque la altura total de la obra es realmente de escasa importancia.

Esto sentado, teniendo en cuenta que en dicha construccion las mamposterías hidráulicas sólo deben emplearse en los puntos en que sea absolutamente preciso por ser caro el cemento en el emplazamiento de la obra de que nos ocupamos, y por otra parte, la conveniencia de prevenirse para las necesidades del porvenir, las cuales pudieran hacer necesario aumentar la altura de la presa, se calcula detalladamente la seccion trasversal de la misma, empleando las fórmulas convenientes, y de modo que pueda aumentarse su altura cuatro metros sin llegar en ningun punto á la presión máxima de nueve kilogramos por centímetro cuadrado, que resisten perfectamente las mamposterías ya endurecidas por el tiempo, ni variar la parte del perfil inferior á dicha elevacion; y adoptando en la coronacion una anchu-

ra de 2,30 metros, resulta para dimension en la base 12,20 metros. Conviene observar que como el paramento exterior de la presa está en talud, y el agua ordinariamente no alcanzará en los vertederos laterales más que ocho ó diez centímetros de elevacion, el grueso de la obra á la altura del nivel del agua en casi todos los días del año será de 3,60 metros; y por consiguiente, no son de temer, ni remotamente, las filtraciones por falta de espesor, y ménos aún con la capa de cemento de que va revestida la presa.

En la coronacion de la obra se coloca una hilada de sillera recta, y desde este punto hasta el enrase de la tajea de los desagües de fondo se adopta la mampostería ordinaria, hecha con esmero, empleando mampuestos cuyo tizon no deberá ser menor de 40 centímetros, y la mejor cal que pueda producirse en los hornos de Villar del Rey; ademas el paramento exterior irá enlucido con una capa general de cemento de dos centímetros de espesor. Desde dicho nivel hacia abajo, y en razon á que esta parte de la obra ha de permanecer desde su construccion cubierta por las aguas, se adopta la mampostería hidráulica.

Para los cimientos, aún cuando segun queda dicho la roca se halla al descubierto en el lecho y laderas del río en el emplazamiento elegido, á fin de evitar que se produzcan filtraciones, se abre en la base una excavacion general de 0,50 metros de profundidad, agregándole dos zanjas trasversales al lecho de 2,25 metros de ancho cada una y una profundidad bajo la base del muro de dos metros, rellenándose todo ello de buena mampostería hidráulica.

El empotramiento en las laderas se verifica por medio de escalones horizontales, cuya huella varía de 2,50 metros á 7,75 metros, segun la inclinacion que afectan aquéllas.

La poca decoracion que exige la obra proyectada por su objeto y por el sitio en que se ha de establecer, resulta de la faja superior de la imposta y albardilla del pretil vistas exteriormente.

Los desagües que presenta la presa en cuestion son de tres clases: los de fondo y limpia, la toma de aguas y los aliviaderos de superficie.

Se proyectan dos de los primeros, tanto con objeto de reducir en lo posible el tamaño de las compuertas, como por la evidente utilidad de disponer de dos mecanismos para alejar el temor de una interrupcion de servicio. Estos desagües se practican en desmante á cielo abierto, hecho en las laderas por

medio de galerías revestidas de sillería, que van empujadas en la roca por tres contrafuertes ó rastrillos de mampostería hidráulica, evitando además las filtraciones á través del terreno.

Con la disposicion que se acaba de indicar sólo la bóveda de dichas galerías estará en contacto con el macizo de la presa; y como se hallan contrarestandos los empujes de dentro á fuera por la solidez del terreno, y aumenta considerablemente la seccion de desagüe de la galería á medida que se separa del paramento anterior, á fin de disminuir la velocidad de las aguas, cree el autor del proyecto conseguir la mayor parte de las ventajas anejas á los desagües independientes, que no adopta por el elevado coste que tendrían en el caso actual.

Hallándose estas galerías sometidas á presiones exteriores, se ha adoptado para su seccion la forma ovoide adovelada en todo su perimetro, dando un espesor de 0,40 metros á todo el revestimiento hecho de buena sillería; y para determinar las dimensiones de aquélla se tiene en cuenta que los arrastres que afluirán al embalse serán casi totalmente arenosos y en escaso volumen relativamente á la generalidad de las construcciones de esta clase, y que el embalse solamente se limpiará una vez por año.

Como la compuerta colocada en el paramento vertical del muro debe ser rectangular, se pasa de esta forma á la de la galería por medio de una superficie alabeada.

En virtud de estas consideraciones y de la necesidad de emplear tapas de sillería en la cubierta, se fija la anchura en la entrada de la galería en 0,80 metros, con lo que resulta un metro para la altura, y por lo tanto, una seccion de 1,60 metros cuadrados; esta superficie aumenta progresivamente, segun queda dicho, llegando á ser la seccion exterior de las galerías de 5,30 metros cuadrados.

La galería de toma, cuya solera se coloca á 4,60 metros sobre el plano superior de cimientos, obedece en un todo en su disposicion á los mismos principios que las de fondo. Su seccion, calculada de modo que pueda dar la dotacion entera del canal cuando el agua del embalse se halle á un metro sobre su cubierta, tiene en la boca de entrada 0,50 metros de ancho y 0,70 metros de altura, dando una seccion de 0,35 metros cuadrados. El revestimiento de esta galería se proyecta tambien de sillería aplantillada de 0,30 de espesor general.

Calculada, segun se ha dicho anteriormente, la longitud necesaria de vertedero, se distribuye ésta desigualmente en las dos laderas, en proporcion de

su inclinacion respectiva, para dar la menor altura posible á los córtes extremos de la roca.

Siendo necesario establecer un puente de servicio para dar paso á los encargados de maniobrar las compuertas, teniendo en cuenta, por una parte, el gasto que esta construccion representa, y por otra la consideracion de que podria aprovecharse este gasto con un pequeño aumento para elevar la potencia del embalse, el autor del proyecto propone la ejecucion de pilas de mampostería con tajamares é imposta de sillería de 0,80 metros de grueso, dejando entre sí claros de dos metros, que llevan ranuras para colocar unas viguetas y cerrar por este medio la altura de los vertederos que se quiera á partir de la solera. En armonía con el muro principal estas pilas tienen 2,45 metros de longitud entre los puntos extremos de los tajamares en la coronacion, y puesto que han de sostener fuerte empuje de agua el mismo talud de 0,45 que el tramo superior del perfil de dicho muro. Sobre estas pilas puede establecerse un paso de simples tablones para los encargados de la maniobra de las compuertas y de estos mismos cierres provisionales.

Los vertederos llevan del lado de la presa un muro de contencion de un metro de espesor en la coronacion, de paramento interior vertical y el exterior con talud de 0,45, que tienen por objeto separar las aguas vertientes del pié de aquéllos. Estos muros se proyectan de mampostería ordinaria, y se cubrirán con una capa de cemento de dos centímetros de espesor.

Los vertederos presentan además fuertes encachados de mampostería hidráulica con dos cadenas ó rastrillos de sillería desbastada para contenerlos.

Se han estudiado detenida y esmeradamente las compuertas para las galerías de fondo y de toma, como asimismo los accesorios y mecanismos para su maniobra; pero no entramos en su descripcion, por no permitirlo el espacio de que disponemos.

Dirémos, para terminar, que el presupuesto importa la cantidad de 182.217 pesetas, en cuya suma se comprenden el 3 por 100 del valor de las obras y el 15 por 100 de administracion y direccion.

VARIACION

DE LAS PÉRDIDAS POR ABSORCION Y FILTRACION
EN UN CANAL CUANDO SE MODIFICA SU SECCION
Ó EL CAUDAL DE AGUA.

Las pérdidas por filtracion y absorcion sabido es que constituyen la parte más importante de los gas-