

Y si bien se considera, nada tiene de admirable que tal suceda: un sistema que gira al rededor de su eje, y que solo se-halla sometido á la gravedad, ¿qué otra cosa que un péndulo podia ser?

Consecuentes con los principios espuestos en este artículo, hemos estudiado la célebre máquina del movimiento continuo como únicamente podiamos hacerlo; auxiliándonos de la mecánica; mas aun así hemos procurado simplificar la cuestion todo lo posible, en vez de considerar el problema en general, sin suponer un número determinado de ruedecillas, sin hacer la hipótesis de que no pasen á la vez dos ó mas por los arcos fijos; hemos particularizado la cuestion en obsequio de la claridad; la hemos particularizado para deducir números en vez de fórmulas, para presentar, en fin, un ejemplo.

Si al examinar el problema del movimiento continuo, y al estudiar la máquina á que hemos dedicado este artículo, hemos hablado á veces con demasiado calor, hemos sido hasta cierto punto escusivamente severos con los que se dedican á semejante investigacion y con sus admiradores, no ha sido nuestro objeto dirigirnos á tal ó cual inventor, ni mucho menos ajarlos en lo mas mínimo. Hemos hablado en nombre de la ciencia, por poco dignos que seamos de tal cargo; nos hemos dirigido *al error* y como personificacion de él al *ente moral* representado por el nombre siguiente: *autor de tal ó cual máquina*. Hemos preferido examinar detenidamente esta máquina, que goza al presente de gran celebridad, á describir otras muchas que ya pasaron, que ya fueron adonde en breve irá esta y cuantas se inventan con tal objeto, por el doble motivo de estar llamando en el día la atencion pública y de ser una de las que mas *ilusion* pueden producir. Ilusion hemos dicho y lo repetimos, porque movimiento continuo y espontáneo, es una ilusion, y aunque se vea mover una máquina una semana y otra, y aunque sea uno y otro año, esto nada prueba; no será la primera que por tanto tiempo ha parecido desmentir á la ciencia; pero al fin ha cesado de moverse, porque la ciencia no miente, y los sentidos sí; porque las leyes de la naturaleza jamás se contradicen.

JOSÉ ECHEGARAY.

CANAL DE ISABEL II.

PRESA DEL PONTON DE LA OLIVA.

La nivelacion practicada por los ingenieros don Juan Rafo y D. Juan Ribera, con el fin de formar el ante-proyecto de un canal derivado del rio Lozoya para abastecer de aguas á Madrid, comprobada escrupulosamente en 1851, dió por resultado que las aguas bajas de aquel rio en el ponton de la Oliva estaban 26,46 metros (95 pies) mas altas que el umbral de la puerta de Santa Bárbara.

Para que el abastecimiento de aguas de la capital fuese el mas perfecto posible, se consideró como indispensable construir una presa de contencion,

contigua y por encima del ponton de la Oliva, con el fin de levantar las aguas á una altura que permitiese situar el depósito de recepcion 45,57 metros (56 pies) mas alto que la puerta de Santa Bárbara. Es indudable que de esta altura depende que el agua llegue por solo su presion á los edificios situados en la parte mas elevada de Madrid y á sus pisos mas altos, y que pueda alcanzar tambien al nuevo barrio de Chamberí.

La longitud del trazado definitivo resulta de 70,04 kilómetros (12,57 leguas), es decir, cinco y media leguas menos que la del ante-proyecto, pues no era posible determinar en este, por falta de datos, el número de minas y acueductos que tanto habian de contribuir al acortamiento de la linea.

La pendiente general del canal es de 0,0002, ó sea 1 por 5000, que produce una velocidad suficiente para que no se altere la calidad de las aguas: pendiente que se ha aumentado ademas, por razón de economia, en las minas y acueductos que tendrán la de 1 por 1500 y 1,5 por 1000, contribuyendo su larga estension y su situacion alternada en la linea del canal, á que la velocidad media de las aguas sea muy superior á la que resultaria de la pendiente general que hemos indicado.

Con estas pendientes resulta un desnivel para el canal desde el ponton de la Oliva hasta la superficie del agua en el depósito de recepcion, de 50,64 metros (110 pies), al cual, añadiendo los 45,60 metros (56 pies) que esta se hallará sobre el umbral de la puerta de Santa Bárbara, resulta un total de 46,24 metros (166 pies); y como el desnivel que habia disponible entre las aguas bajas del Lozoya y dicha puerta era tan solo de 26,46 metros (95 pies), fue preciso establecer la solera del bocal en la presa á 49,78 metros (71 pies) de altura hasta el nivel de las mismas bajas aguas.

Innegable es la conveniencia de aumentar siempre esta altura para que la toma de aguas se haga con la debida limpieza y que los hielos no la obstruyan; y en el presente caso era hasta una necesidad este aumento, para obtener un depósito suplementario que repare las bajas que en el verano experimentan las aguas del Lozoya. Por esta razon se eleva 6,82 metros (24,5 pies) la cresta ó coronacion de la presa sobre la solera del canal.

Antes de dar á conocer la situacion y forma de esta obra, bueno será hacer una breve descripcion geológica de la cuenca del Lozoya. Este rio que hácia su nacimiento corre largo trecho por medio de rocas cristalinas, pasa en seguida por una pizarra antigua, casi siempre negra y dura, que se dirige próximamente al N. magnético, con buza-

miento de grande inclinacion á O. Sobre esta pizarra, en las inmediaciones del ponton de la Oliva, descansa una zona de caliza correspondiente á la creta, cuyas capas se dirigen, como la gran sierra Carpetana, de N. E. á S. O. con buzamiento de 20° al S. E. por lo regular. Su latitud es de unos 688,6 metros (2.400 pies) en dicho ponton, el cual se halla un poco mas bajo que la parte media de esta zona. Las aguas antiguas del Lozoya se han abierto paso en este parage de tal modo, que en algunos trechos sus costados se hallan casi verticales, distando entre sí de 70 á 140 metros (250 á 500 pies). En otros puntos el terreno cretaceo se compone de una serie de capas blancas con otras de arena y guijo, las cuales no existen en este parage; antes por el contrario, los bancos cretaceos alternan con gruesos bancos de caliza compacta, en que desaparecen las cavernillas ú oquedades que distinguen aquella formacion.

Para la situacion de la presa se han aprovechado los gruesos bancos de caliza de que acabamos de hablar, eligiendo, como era consiguiente, el parage mas estrecho de la abertura, y en cuyas laderas se pudiese ademas establecer con ventaja el aliviadero y las minas de limpia y de toma de aguas.

En cuanto á la línea de la cresta, ha parecido preferible adoptar la recta, pues teniendo la abertura en el punto elegido 72,44 metros (260 pies), cualquier arco que se hubiese trazado sobre esta cuerda con una curvatura conveniente, hubiera aumentado la estension de la línea y muy considerablemente el gasto en la mano de obra del paramento de caída, sin que por esta disposicion se obtuviese aumento notable de solidez, el cual se ha conseguido con esmero en la construccion y dando espesores que esceden en mucho á las prescripciones de la teoria y aun hasta los datos mas autorizados de la esperiencia. Esta misma tiene demostrado que las crestas curvas no pueden tener la verdadera representacion de arcos ni una ventajosa aplicacion, cuando las cuerdas esceden de 28 metros (100 pies).

El perfil de la presa tiene de base 59 metros (140 pies), de los cuales 13,66 metros (67 pies) pertenecen al macizo de silleria y el resto á la mamposteria de grandes bloques. La irregularidad del alveo del rio que aparece en el diseño, aumentada con la escavacion que hubo de practicarse hasta encontrar los bancos de roca, obligó á construir un embasamento escalonado para ganar la altura á que habia de hacerse el replanteo general de la obra.

Esta consta de un zócalo general corrido sobre el que descansan tres cuerpos separados entre sí por gradas y terminados por las hiladas de coronacion que forman la cresta de la presa. Desde luego puede observarse, examinando el perfil de la lámina, que su disposicion es la mas apropiada para que, aun en el caso de que reviertan las aguas en avenidas estraordinarias, no se comprometa la existencia de la obra ni padezca ningun deterioro en los sillares del paramento.

La naturaleza del suelo en que está fundada la presa, todo él de roca caliza compacta, asegura completamente la imposibilidad de que sea socavada por la caída de las aguas, habiéndose de reforzar ademas con escollera en la parte baja que formaba el antiguo cauce del rio.

La decoracion de la obra depende esclusivamente del aparejo y de la contraposicion de sus diferentes partes: los cuerpos centrales en vez de terminar en las laderas, se han limitado por planos verticales que forman las fajas de los costados, las cuales van á encontrar la peña y los macizos sobre que descansan los obeliscos, de donde salen tambien las escalinatas para comunicar por encima de la presa.

El paramento de embalse está formado por taludes que terminan en un muro, y por la parte anterior de este se ha rellenado con piedra y tierra hasta formar una cuenca artificial en que la altura de agua se reduce bastante respecto á la máxima de la presa, resultando de esta disposicion que la presion del embalse lejos de obrar en la destruccion de la fábrica, contribuye á darla mayor estabilidad.

No es fácil, sin haberlo visto, formarse idea exacta de las grandes dificultades que ha sido necesario vencer en la construccion de la presa, en especial por lo que respecta á su fundacion. Se ha creido generalmente que esta era fácil por la circunstancia de ser terreno de roca, pero sin atender á que para buscar esta roca habia que descender mas de 5 metros (13 pies) debajo del lecho del rio, y á que durante la construccion habian de pasar sobre la obra las cantidades de agua que se espresan en la relacion general de aforos publicada en la memoria de 1855, y las estraordinarias avenidas de 26 de mayo del mismo año y de 19 de abril último.

Demos ahora una rápida idea de la construccion y de las principales dificultades que en ella se han presentado. Los cortes de la roca caliza en el punto elegido para la situacion de la presa, manifiestan bancos de grande espesor muy compactos y de tal correspondencia en su estratificacion, que no puede decirse que en lo antiguo fueron uno solo; toda la pro-

babilidad estaba, pues, porque continuarían á cierta profundidad debajo del lecho del río. Así se creía por los reconocimientos y las indicaciones del esterior; pero cuando en la campaña de 1852 se separaron las aguas del Lozoya por medio de una mina y se procedió á escavar el lecho del río para extraer todo el material de acarreo, se encontró que el banco estaba completamente interrumpido.

En tal situación fue preciso redoblar los esfuerzos para continuar la escavacion hasta encontrar el banco subsiguiente, empleándose constantemente en el trabajo 300 operarios, y jugando á veces 25 bombas de agotamiento, con mas los valdeos que era indispensable establecer donde no era fácil la colocacion de aquellas. Ya podrá comprenderse que la afluencia del agua á tal profundidad seria considerable; á ello contribuian las filtraciones del río y de varios manantiales muy abundantes, que existian antes y despues del sitio en que se ejecutaba la escavacion.

Por último, se logró descubrir el banco de fundacion, y despues de abrir en él las cajas horizontales para recibir los sillares, se sentó el primero de estos el dia 25 de agosto de 1852: por medio de ataguías se iba aislando el espacio, y por agotamientos parciales se conseguia hacer siempre en seco el asiento de la silleria, logrando por este lento procedimiento colocar en dicho año doce hiladas en el espesor de 67 pies que se ha indicado anteriormente. A primera vista parecerá enorme y dispendioso este macizo de silleria, pero á ello obligó el restablecimiento artificial del banco sobre que estriba la presa y la grande altura de 52,18 metros (115,5 pies) que tendrá esta desde el punto mas bajo de la fundacion hasta su cresta.

A este grande espesor de silleria se debe el que la presa no haya sufrido ningun deterioro en las avenidas de que se ha hecho mérito, sirviendo ademas para contener la fábrica de grandes mampuestos que tiene á su espalda. Esta fábrica, en la campaña de trabajos de 1855, se estableció descubriendo el banco de fundacion á una profundidad próximamente igual á la en que se colocaron los primeros sillares y en estension cerca de tres veces mayor

que la que ocupó la silleria: aunque este espacio quedó aislado por el muro de sillarejos que demuestra el perfil, no dejó de presentar tambien muchas y graves dificultades en su escavacion, en el acarreo de los materiales, y sobre todo en cegar algunos manantiales, que unidos á las filtraciones de las aguas del río que pasaban 50 pies mas altas, formaban en los puntos bajos depósitos de agua de bastante consideracion. Siguiendo un método análogo al que se ha manifestado para la silleria, se logró al fin de la campaña enrasar este grande espacio hasta la altura de las hiladas que forman el embasamento.

En tal estado se continuó con preferencia el asiento de silleria, estendiéndolo á las cajas que estaban abiertas de antemano en la parte del banco correspondiente á la margen izquierda; como esta operacion presentaba mas facilidad, se logró correr las hiladas de zarpa que forman la base del primer cuerpo de uno á otro costado de las laderas, quedando la obra regularizada al fin de la campaña, y en disposicion ya de proseguirla sin mas interrupcion que la que ocasionan las temporadas de grandes hielos.

Así se ha hecho en los meses transcurridos del presente año, habiéndose logrado subir la silleria en los dos tercios de la línea á muy cerca de la mitad del segundo cuerpo, y el resto de la línea se encuentra en la cuarta hilada del primer cuerpo, que es donde se van dejando las canales de la misma fábrica de silleria para dar paso á las aguas del río, por cuyo medio se irá levantando la obra en esta parte hasta igualarla con la anterior. La presa forma ya un remanso de media legua que en algunos puntos tiene 30 pies de profundidad, sin que se haya notado la menor pérdida de agua.

Habiendo dado á conocer la situación de la obra en la actualidad, terminaremos este artículo presentando un estado comparativo de las principales presas de España en el que se patentizan las notables ventajas que tiene sobre ellas la del ponton de la Oliva, así por su forma y dimensiones, como por las demas particularidades de su construccion.

CANAL DE ISABEL 2ª Presas del Ponton de la Oliva.

ISABEL II.

Nivel del Depósito.

Solera del Aliviadero.

Solera de la mina del bocal.

Solera de la ruina de limpia.

Escala de $\frac{1}{500}$

