

tiempo su pistón y empuja al agua, que, abriendo la válvula que está encima, entra en la columna ó tubo de ascensión. Cuando bajan los dos pistones, se abren sus válvulas por la resistencia que encuentran en el agua, y se cierran las de los tubos: la del superior por el peso del agua contenida en la columna, y la del inferior por el peso del agua del depósito. Cuando se repite el movimiento ascendente, los dos pistones están cargados de agua y la elevan: el de la bomba inferior al depósito en que está sumergida la superior, y el de esta al tubo de ascensión. Tal es el juego de una de las bombas que formaban la instalación del Puente de Notre-Dame. (Ewbank. *A des. and hist. acc. of. hyd. machines*, pág. 477.)

### De la máquina de Rannequin para regar los Jardines de Versailles.

---

Esta famosa máquina, establecida en Marly, cerca de París, en 1682, por el ingeniero holandés Rannequin, elevaba el agua del Sena á un depósito situado en la parte superior de una colina, distante un kilómetro proximamente del río, y á una altura sobre su nivel de 160 metros. Si Rannequin, obrando juiciosamente, hubiera ganado toda esa altura en un solo tramo, es decir, con bombas que desde el río hubieran forzado al agua á subir al depósito, sería preciso confesar que su obra fué la más atrevida y grandiosa de cuantas se acometieron en el mundo para la elevación del agua. No lo tuvo así por conveniente, y colocó entre el río y el depósito dos estanques ó cisternas escalonadas, resultando tres tramos ó series de bombas, que complicaron y aumentaron de tal modo el peso de la maquinaria con las trasmisiones de movimiento, que algún autor asegura que, por la resistencia y ruido que las piezas ocasionaban y las grandes distancias á que había que elevar el agua, adquirió esta obra el título de *Monumento de la Ignorancia*.

Primeramente, se construyó una presa en el río para proporcionar una caída y con ella la fuerza necesaria. Se dividió la presa con pilas en catorce canales distintos, y en cada uno se colocó una rueda hidráulica de choque inferior. En los dos extremos de los ejes de cada rueda se acoplaron manivelas que movían tirantes (*bielas*) para transmitir movimiento á los pistones de las 250 bombas que funcionaban entre los tres tramos ó series en que Rannequin dividió la altura y la distancia entre el Sena y el depósito. Cerca del río, seis ruedas movían 64 bombas que forzaban el agua por tubos de hierro hasta la primera cisterna, situada en la falda de la colina á unos 180 metros de distancia y á 48 metros sobre el nivel del Sena.

De esta cisterna á la segunda hay 400 metros de distancia y 55 de desnivel, y, para elevar el agua del río que recibía la primera, trabajaban 79 bombas. Por fin, 88 elevaban el agua desde la segunda al depósito, salvando un desnivel de 55 metros y una distancia de 420 metros. Las bombas de estas dos series se movían con las ocho ruedas restantes por medio de tirantes y cadenas de hierro sostenidas en caballetes colocados en la falda de la colina. Estas dos series pudieron evitarse habiendo preparado una instalación sólida junto al río, con lo cual se hubiera ahorrado mucho gasto y suprimido el ruido y la trepidación de las transmisiones, que tanto han contribuído al descrédito de esta máquina. Se supone que el 95 por 100 de la fuerza disponible se consumía en comunicar movimiento á las piezas que componían el aparato ó Ingenio.

El peligro de mover bombas con tirantes y cadenas se reconoció á los pocos años de su instalación, y en el de 1738 Camus ensayó á subir el agua directamente, prescindiendo de las cisternas, desde el río al depósito. La máquina, que no estaba preparada para un esfuerzo tan considerable, sufrió bastante en la prueba, pero al fin se logró parcialmente el resultado. Y esto confirma la opinión de que con obras, ruedas y bombas resistentes se hubiera podido, con mucho menos gasto y menor fuerza, elevar el agua á lo alto de la colina. Después se hizo otro ensayo, en 1775, para suprimir la primera cisterna, y, por consiguiente, un tramo ó serie de bombas; y, aun cuando

el resultado fué satisfactorio, no se instaló definitivamente la reforma por el mal estado de los tubos y dificultades pecuniarias. Por último, hallándose las ruedas hidráulicas muy deterioradas, se reemplazaron, por orden de Napoleón, con una máquina de vapor de 64 caballos; pero los tirantes, cadenas, etc., continuaban siempre funcionando. Además de las bombas de elevación mencionadas, hay otras destinadas á alimentar á las primeras y á conservar siempre cargados de agua los émbolos macizos de las que están situadas cerca del río, cuyos cuerpos de bomba estaban abiertos por la parte superior. Las de las cisternas eran iguales á las del puente de Notre-Dame, con la diferencia de que no tenían más que el cuerpo de bomba superior, sumergido en el agua de la cisterna, y sus pitones iban provistos de válvulas, según queda explicado.

Juanelo instaló su máquina en Toledo 200 años antes que Rannequin colocara la suya en Marly; y, aunque subió muy poca agua, no le arredró la altura de 90 metros, ni gastó más que sesenta y dos mil pesetas en el Artificio, y en vez de cadenas y barrones de hierro para la trasmisión del movimiento, colocó un tirante de madera, ligero y sencillo, imitando las escalas para los asaltos de las plazas, descritas por Vegecio y Valturio.

Y me limitaré á estas observaciones, porque ni las circunstancias, ni las condiciones de la localidad, ni los medios de que dispusieron los dos ingenieros, admiten comparación. Además, Juanelo proyectaba y resolvía las dificultades con su ingenio. Rannequin, incapaz de concebir un plan atrevido, y sin talento para luchar con los obstáculos que se le ofrecían, malgastaba cuantiosas sumas y disipaba la fuerza en lo accesorio.



# ÍNDICE

---

	PÁGINAS
ADVERTENCIA. ....	5
EL ARTIFICIO DE JUANELO Y EL PUENTE DE JULIO CÉSAR.— <i>No- ticia de algunas obras y proyectos para surtir de agua á Toledo, anteriores á la instalación del Artificio</i> .....	9
<i>Entra Juanelo al servicio del Emperador</i> .....	19
<i>Pasa Juanelo al servicio del Rey D. Felipe II.—Descripción del Artificio</i> .....	29
<i>De otras obras y comisiones que estuvieron á cargo de Jua- nelo</i> .....	76
<i>De las obras y proyectos para abastecer de agua á Toledo en épocas posteriores al abandono del Artificio</i> .....	79
<i>Del Puente que construyó Julio César sobre el Rhin para pasar el ejército romano al país de los germanos</i> .....	81
APÉNDICE.— <i>Libro X, capítulo XII. De la máquina Ctesibica. (Arquitectura de M. Vitruvio Polión)</i> .....	99
<i>Bombas antiguas del puente de Notre-Dame en París</i> .....	106
<i>De la máquina de Rannequin para regar los jardines de Versailles</i> .....	107



## ERRATAS

---

<i>Páginas.</i>	<i>Línea.</i>	<i>Dice.</i>	<i>Léase.</i>
11 (Nota.)	1. <sup>a</sup>	Josep.....	Joseph.
13 (Nota.)	1. <sup>a</sup>	acout, acout, etc.....	acount, etc.
24	7. <sup>a</sup>	Bermudez, que. ....	Bermudez y que.
31	11. <sup>a</sup>	Fascole.....	Fassole.
34	8. <sup>a</sup>	y en cada uno de ellos. ....	y en cada una de ellas.
104 (Nota.)	3. <sup>a</sup>	Spiritualium....	Spiritium.
109	12. <sup>a</sup>	pitones.....	pistones.