

Título: “A propósito de la restauración de una bomba de ariete”

Autores:

José Luis Orantes de la Fuente

Benito Centeno Cea

I.E.S. Zorrilla

Valladolid

Resumen:

La existencia de un modelo de Ariete Hidráulico en los antiguos fondos de la Cátedra de Física del Instituto de 2ª Enseñanza de Valladolid (I.E.S. Zorrilla) ha motivado el estudio y documentación de este dispositivo y su parcial restauración y limpieza. Esta bomba elevadora de agua, inventada por Joseh Montgolfier (1796) fue adquirida por el Instituto en 1867, tal como se acredita en la Memoria del centro de dicho año. Para comprender mejor el valor de este tipo de ‘ingenios’, hacemos un breve resumen de las distintas máquinas hidráulicas utilizadas en la antigüedad y su repercusión en la historia.

1. El agua en la Revolución Neolítica

El periodo post - glacial permite el surgimiento de la Revolución Neolítica mediante la agricultura y la ganadería. El sedentarismo inicial da lugar al nacimiento de pequeñas y grandes urbes cuyos moradores precisan agua para beber y para regar sus cultivos.

Surgen los dos grandes focos civilizadores de la historia: Egipto, que es un país creado por el Nilo, y Mesopotamia, la zona comprendida entre el Éufrates y el Tigris. En ambos casos aparece la necesidad de controlar y conducir el agua más allá de la corriente libre de los ríos. Así, hace 5.000 años, se empiezan a realizar grandes obras de ingeniería hidráulica como grandes canales, presas, rectificación de cursos fluviales, etc. Nuestros conocidos acueductos romanos serán una culminación de este tipo de estructuras.

2. Máquinas hidráulicas

El transporte del agua desde su lugar natural hasta donde era necesaria se haría inicialmente de modo rudimentario transportándola en vasijas u odres. Poco a poco se diseñaron dispositivos y máquinas que agilizaron esta operación. Para su funcionamiento es necesaria energía. Por ello distinguiremos dos grupos

en estos tipos de máquinas: las de energía animal (también llamada de 'sangre') y las de energía hidráulica propiamente dicha.

2.1 Máquinas de energía animal

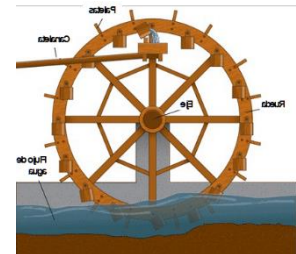
Empezando por las más antiguas, podemos señalar las siguientes.

- **Shaduf (o cigüeñal egipcio):** Consistía en una palanca con contrapeso y un cubo en un extremo. Una persona bajaba el cubo al agua y el contrapeso ayudaba a subirlo lleno. Este método era muy usado en Egipto y Mesopotamia.

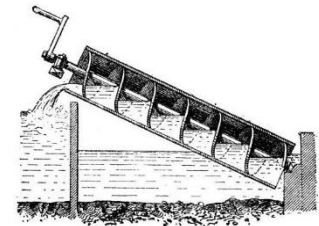


- **Poleas y tornos:** procedimiento habitual para la extracción habitual de agua de un pozo.

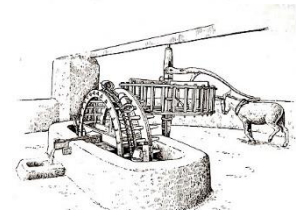
- **Noria:** Consiste en una rueda vertical con recipientes o cangilones en su perímetro. Podía hacerse girar por la corriente del río (aprovechando la energía del agua) o por tracción animal que, normalmente era una o varias personas. Recogía agua del río o de un pozo y la vertía en un canal superior. Muy difundida en el mundo romano e islámico.



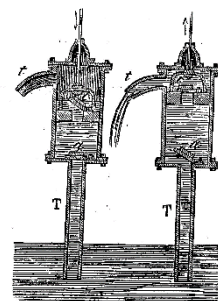
- **Tornillo de Arquímedes:** Es un conocido cilindro inclinado con una hélice interior que, al girar, hacía subir el agua o, incluso, materiales sólidos. Muy eficaz para riego y drenaje.



- **Sâqiya o rueda persa:** Semejante a la noria, pero en este caso para su movimiento se utilizan siempre animales. Las 'aceñas' españolas son una variedad de este tipo.



- **Bombas de pistón:** Se remontan a la antigüedad clásica, como las desarrolladas por **Ctesibio de Alejandría**. Variantes de este tipo son las conocidas en nuestros gabinetes como bombas aspirantes e impelentes.



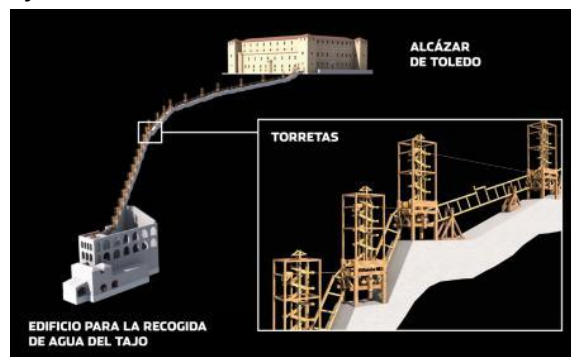
- **Bomba de estribo:** es un curioso dispositivo muy empleado por el servicio de bomberos en la Primera Guerra Mundial, equivalente a una especie de extintor portátil.

2.2 Máquinas de energía hidráulica

Como se ha indicado, el término de 'noria' se asocia técnicamente a una rueda movida por la corriente del agua, aunque también a ese tipo de ingenios más simples de acción manual para extraer agua de un pozo. Comentaremos brevemente varios ingenios mecánicos que utilizaban la energía hidráulica para la elevación de agua.

- Artificio de Juanelo Turriano en Toledo

Este artilugio, creado por Juanelo Turriano en 1569, permitía elevar agua del Tajo hasta el Alcázar de Toledo, salvando una altura de 90 metros. Utilizaba una noria primaria accionada por la propia corriente del río y otra rueda secundaria para poner en movimiento un singular mecanismo de palancas y cangilones. Sobrevivió algunos años a su autor, dejando de funcionar en 1617.



- Ingenio de Pedro Zubiaurre Ibarguren en el Pisuerga

Otro dispositivo singular, con el mismo propósito de elevar agua del río, aunque salvando menor altura, se ubicó en Valladolid en los tiempos que era 'villa y corte' de Felipe III. Aún se conserva la base sobre el Pisuerga, rematada por una moderna estructura cuya función es el control del Canal de Castilla que vierte aguas al río a unos pocos metros de distancia. Se construyó en 1604 con la finalidad de regar la huerta y al Palacio de la Ribera del duque de Lerma.

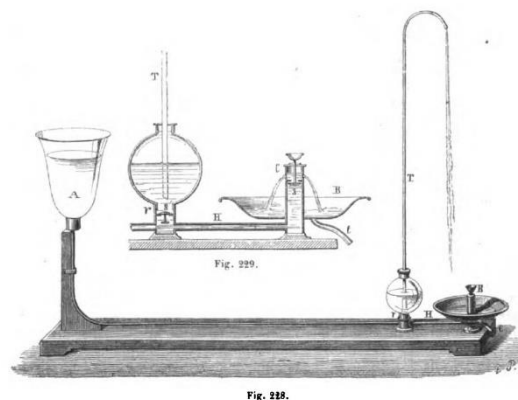


La máquina de Zubiaurre tenía la función de bombear agua del río mediante cuatro bombas de émbolo, las cuales se movían mediante dos ruedas hidráulicas

que aprovechaban el pequeño salto de agua de la pesquera por todos los vallisoletanos conocida. Acabó siendo destruida por completo en el siglo XVIII, debido a las crecidas del Pisuerga. Parece que la idea la copió Zubiaurre observando la bomba construida para elevar las aguas del Támesis, cuando pasó dos años como prisionero en la famosa Torre de Londres.

- Bomba de ariete hidráulico

Los hermanos Montgolfier (Joseph y Jacques) son bien conocidos como inventores del globo aerostático. Fue Joseph al que debemos la invención de esta bomba de ariete que la utilizó para elevar agua en su fábrica de papel. Posteriores versiones fueron patentadas en Inglaterra. Su uso se generalizó hasta la llegada de los motores eléctricos en el siglo XIX. Uno de los inconvenientes de la bomba de ariete es la necesidad de disponer de un flujo rápido de agua del que se desperdicia la mayor parte de su energía.



3. Funcionamiento del Ariete Hidráulico

La bomba de Ariete hidráulico se basa en el conocido fenómeno de ‘golpe de ariete’ (‘coup de bélier’ en francés y ‘water hammer’ en inglés). Este efecto es el que se observa al cerrar un grifo por el que circula un cierto caudal de agua. Se produce entonces una onda de presión en retroceso que puede, en algunos casos, romper la tubería. Es algo bastante conocido y controlado por los profesionales en las instalaciones de fontanería.

Esta sobrepresión es la que se utiliza en la bomba de ariete para elevar una fracción del agua que fluye por una tubería o caudal hídrico. Una válvula en el final de la conducción cierra rítmicamente el caudal de agua. Al retroceder la onda de presión creada, abre una segunda válvula por la que el agua asciende llenando un pequeño tanque en el que se comprime el aire en su interior. La presión incrementada en este tanque o reservorio permite la elevación del agua contenida en el mismo hasta una altura dependiente de dicha presión.

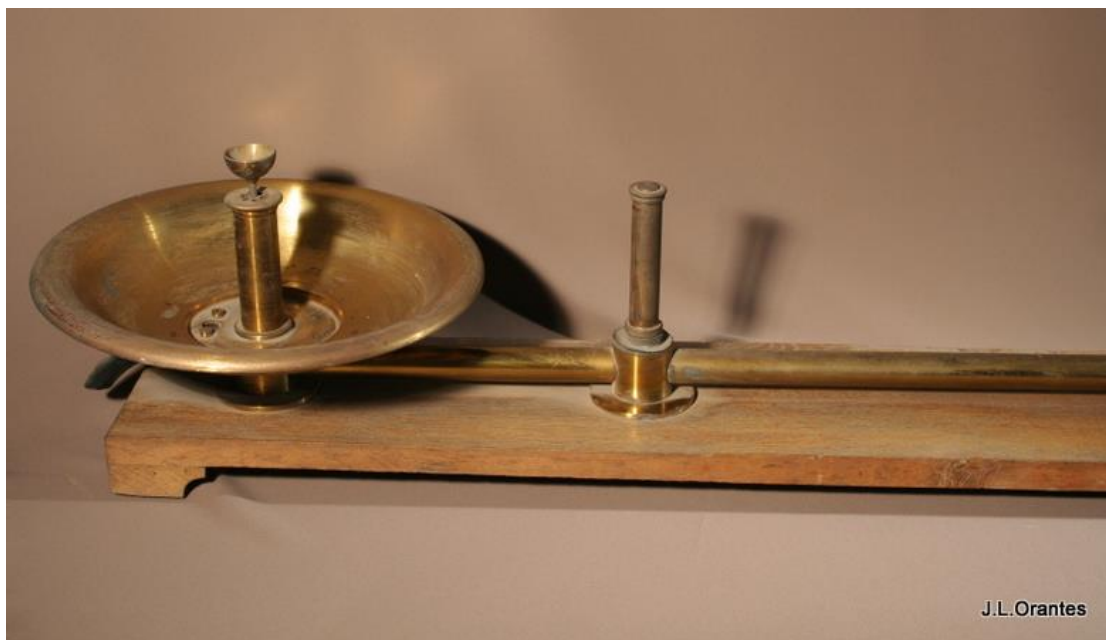
Dejando aparte bombas de ariete profesionales (*hydraulic ram pump*, en inglés), existe en internet un gran número de tutoriales y vídeos para la construcción casera y de bricolaje de este tipo de dispositivos.

4. Nuestro aparato

El modelo didáctico de bomba de ariete que se encuentra en el Instituto Zorrilla de Valladolid fue adquirido en 1867 por el secretario y catedrático de Física Francisco López Gómez. Fue uno de los primeros aparatos que integran el gabinete de Física tras la emancipación del Instituto de la Universidad Literaria de Valladolid a la que había estado adscrito hasta la llegada de la Ley Moyano. Este aparato está documentada su adquisición en la Memoria del curso 1867-1868. Ese año se compran por el centro al menos 140 elementos de Física y otros tantos de Química y de Historia Natural.

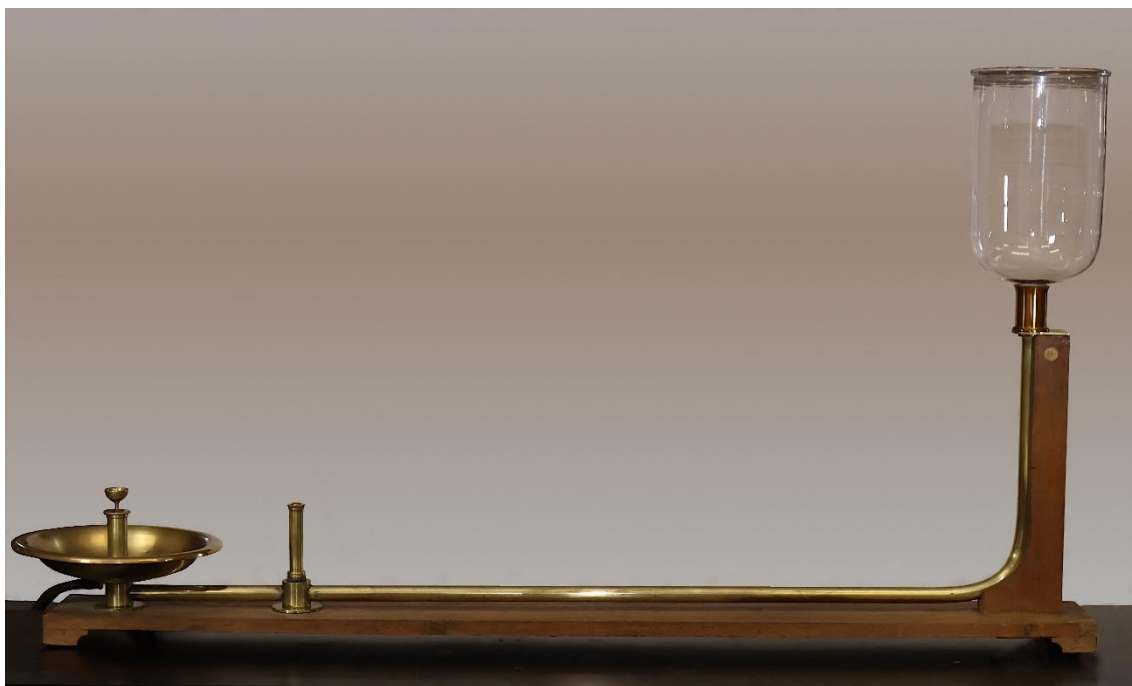
Los materiales del aparato son latón, madera y vidrio. Todo el conjunto está formado esencialmente por una tubería en 'ele' de latón que termina en una especie de palangana destinada a recoger el agua que fluye desde un recipiente de vidrio en el lado opuesto. Desgraciadamente se ha perdido uno de los elementos más importantes del conjunto: el balón de vidrio destinado a almacenar el agua bajo presión y el tubo de elevación.

Nuestro modelo se corresponde parcialmente con los detallados en el catálogo J. Salleron (1864) y en "El mundo físico" de A. Guillemin (Montaner y Simon, Ed. 1882). La principal diferencia que hemos encontrado está en el modelo de la válvula de presión central. También en el recipiente de vidrio conectado a la tubería que suministra el caudal de agua al dispositivo. El modelo de bomba de ariete que dispone el I.E.S. Padre Suárez de Granada sí corresponde fehacientemente con el modelo descrito por Salleron, lo cual nos genera algo de incertidumbre.



Estado del ariete antes de la limpieza

La situación de abandono secular de nuestro aparato se resume en lo siguiente. Deterioro del soporte de madera el cual ha perdido algunos elementos de apoyo, aunque la calidad de la madera utilizada está permitiendo una recuperación adecuada. Por otro lado, la suciedad acumulada en las válvulas ha exigido su desmontaje, limpieza y engrase adecuados. Así mismo, el barniz protector del latón estaba muy deteriorado e impedía acceder a las zonas de afloramiento del latón oxidado. Por ello, hemos tenido que proceder a eliminar el viejo barniz, realizar una limpieza eficaz del latón y posteriormente volver a depositar una fina capa de nuevo barniz. Como hemos dicho, falta el balón de



Estado después de la intervención

vidrio destinado a contener el agua a presión. Por el momento no tenemos elementos para paliar esta pérdida.

5. Conclusión

Los trabajos de documentación y restauración llevados a cabo sobre el ariete hidráulico nos han servido para entender mejor el uso de una tecnología simple pero eficaz en momentos de la historia reciente en los que no se disponía de las ventajas tecnológicas del uso de energías hoy día disponibles y fiables. Sin embargo, la historia reciente nos muestra lo importante de conocer el funcionamiento de dispositivos que no precisen de una infraestructura energética que puede fallar, escasear o, incluso desaparecer, en momentos puntuales.

Propondremos crear unos paneles informativos para ser expuestos en el Instituto y utilizarlos didácticamente en las aulas con los alumnos de ESO.

6. Documentación y bibliografía

- Memorias Históricas del I.E.S. Zorrilla (curso 1867-1868)
- “El agua en la antigua Mesopotamia”, Canal de Isabel II (2014)

Sobre el Artificio de Juanelo Turriano

- https://www.eldebate.com/espana/castilla-la-mancha/20251108/invento-convirtio-toledo-milagro-ingenieria-acabo-vida-creador_351703.html
- Video con la reconstrucción virtual del artificio
<https://www.youtube.com/watch?v=MwU6m9tjM2A&t=32s>

Sobre la máquina de Pedro Zubiaurre

- <https://www.elnortedecastilla.es/valladolid/el-cronista/maquina-duque-lerma-apropio-agua-valladolid-20260407070813-nt.html>
- “En el IV Centenario del fallecimiento de Pedro de Zubiaur, un marino vasco del siglo XVI” Manuel Gracia Rivas (p157-172)
<https://itsasmuseoa.eus/actividades/nuestras-publicaciones/revista-itsas-memoria/no5-guerra-maritima-corso-y-pirateria/>

Sobre la bomba de estribo

- <https://consorciobomberosalicante.es/divulgacion/bombas-estribo/>

Sobre el ariete hidráulico

- <https://arietesalba.es/onewebmedia/Gu%C3%ADa%20para%20la%20instalaci%C3%B3n%20del%20Ariete%20Hidr%C3%A1ulico%202017.pdf>
- “El ariete hidráulico. Proyecto e instalación en Ntongui (Angola)”, J.M. Romero Guerrero y L. Lorenzo Gutiérrez; DisTecD. Diseño y Tecnología para el Desarrollo 2014, pág. 224 – 237
- “El mundo físico” de A. Guillemin ; Montaner y Simon, Ed. Barcelona 1882 Tomo I, p.217
- Catálogo J. Salleron 1864 p.152
- Max Kohl, Chemnitz; Catalogue No.22, Appareils de Physique pag. 164~165