

Las Obras Hidráulicas de Leonardo da Vinci

Francisco Aguilar Ortega

francisco.aguilar@uaz.edu.mx
 Unidad Académica de Ingeniería I, UAZ

Leonardo da Vinci es reconocido como uno de los genios más grandes de la historia, no solo por sus impresionantes obras de arte, sino también por sus contribuciones a varios campos de la medicina, botánica e Ingeniería, entre otras. Se destaca como un "Pensador sistémico" debido a su habilidad excepcional para interconectar observaciones e ideas procedentes de distintas disciplinas. Entre sus numerosos estudios y diseños, uno de los aspectos más fascinantes de sus trabajos es el enfoque en las obras hidráulicas. Da Vinci, adelantado a su tiempo, ideó sistemas y dispositivos relacionados con el manejo del agua que anticiparon avances fundamentales en la Ingeniería moderna. Este artículo, explora algunas de sus más destacadas obras hidráulicas y cómo su visión transformó el entendimiento de los flujos de agua y su aprovechamiento. (Contreras, 2015, Cerveró, 2021)

Presas sobre ríos

Leonardo estudió las estructuras necesarias para reforzar las márgenes de los ríos, desviar una corriente de agua, la cons-

trucción de puentes sobre ríos, pero pone especial énfasis en las presas que contuvieran cierto volumen de agua ya sea para su consumo doméstico o para la generación de energía y su posterior aprovechamiento en molinos. Leonardo, describió de una manera minuciosa las presas a las que llamaba "azud de selva" (Figura 1), de la siguiente manera: " se deben emplear unas grandes estacas de madera clavadas verticalmente cada cierto trecho, trabadas horizontalmente con leños y troncos con sus ramas, todo ello cargado con ripios (pedazos pequeños de rocas sedimentarias, calizas que se utilizaban para rellenar las oquedades) y piedras.", "... se van hincando estacas de palo en el suelo del río, cuando el suelo no es de peña, y en este azud, después de ser hincados los palos, se van entretejiendo de ramas y piedras...". Para clavar los pilotes a fin de cimentar los puentes y las presas, se usaba el martinete. La forma de utilizarlo, la representa con varias figuras en sus manuscritos, y propone la construcción de un tipo de martinete que puede ser utilizado para ese fin (Figura 2).

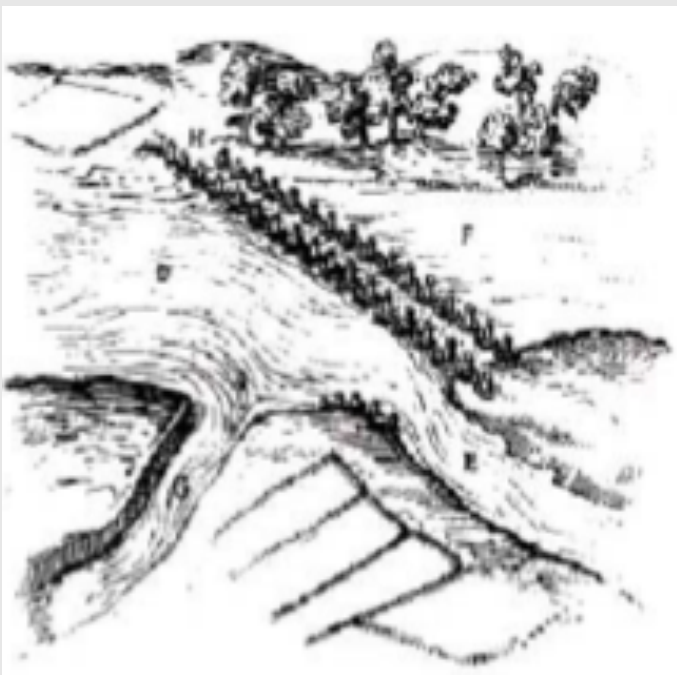


Figura 1. Presa en un río, denominada "azud de selva" (García, 1996)



Figura 2. Máquinas para clavar pilotes en Leonardo (García, 1996)

Sifones

Las observaciones de Leonardo Da Vinci sobre el funcionamiento de los sifones (Figura 3) revelaron un concepto clave: el agua en una tubería pierde energía y, por lo tanto, no puede alcanzar su altura original. Su afirmación de que "si la descarga del sifón no está más abajo que su entrada, nunca saldrá el agua por la tubería" refleja esta comprensión. Aunque no pudo cuantificar la "pérdida de carga" (término actual), Leonardo notó el fenómeno en sifones de vidrio. Este concepto fundamental tardó siglos en formalizarse en leyes como las de Chezy, Darcy, Manning, Nikuradse, Colebrook entre otras. La falta de consideración de este principio provocó numerosos fracasos para el abastecimiento del agua a poblaciones humanas. (García, 1996)



Figura 3. Estudio de sifones (García, 1996)

Canal de San Cristóforo o Grande de Milán

Históricamente se le han atribuido a Leonardo los mecanismos que controlan y regulan los diversos niveles del canal Grande de Milán, sin que haya pruebas concluyentes, parece que Leonardo intentaba realizar un diseño que tratara de aprovechar el agua del canal y la forma de regularlo, tanto si era para el riego o para cualquier otro uso. En la Figura 4 se aprecian dos imágenes. La primera corresponde a una vista del canal en perspectiva caballera (en donde los objetos más cercanos aparecen en la parte inferior y los más lejanos en la parte superior, pero todos desde el mismo plano del espectador), la segunda es una sección transversal del mismo. Así mismo se aprecia la intención de Leonardo de mostrar el drenaje del agua del canal mediante salidas u orificios, colocados de diferente manera. En el canal se observan orificios superpuestos, uno encima del otro, En la derecha se abre sólo el orificio inferior, en la parte media del canal se abre el orificio superior, y en la parte izquierda, la apertura es de los dos orificios. (Contreras, 2015)

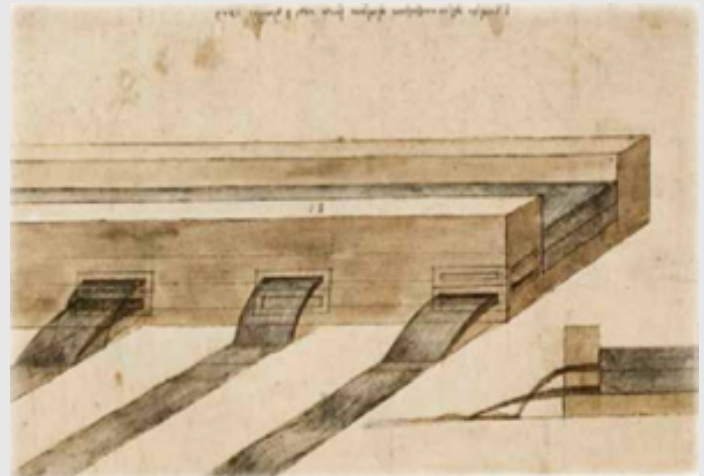


Figura 4 Canal de San Cristóforo. (Contreras, 2015)

Elevación del agua

Leonardo propuso distintas soluciones para conducir agua verticalmente, cada una siguiendo un esquema similar: primero se recolecta el agua, luego se transporta hacia arriba, y finalmente se vierte. Uno de sus objetivos era facilitar el vaciado de fosos, pozas o canales, lo cual resultaba crucial en tácticas militares de asedio. (Contreras, 2015)

Las Figuras 5 y 6 presentan las diversas soluciones de Leonardo para la conducción vertical del agua. En la Figura 5, un cilindro giratorio impulsado por una manivela mueve un poste largo que, a

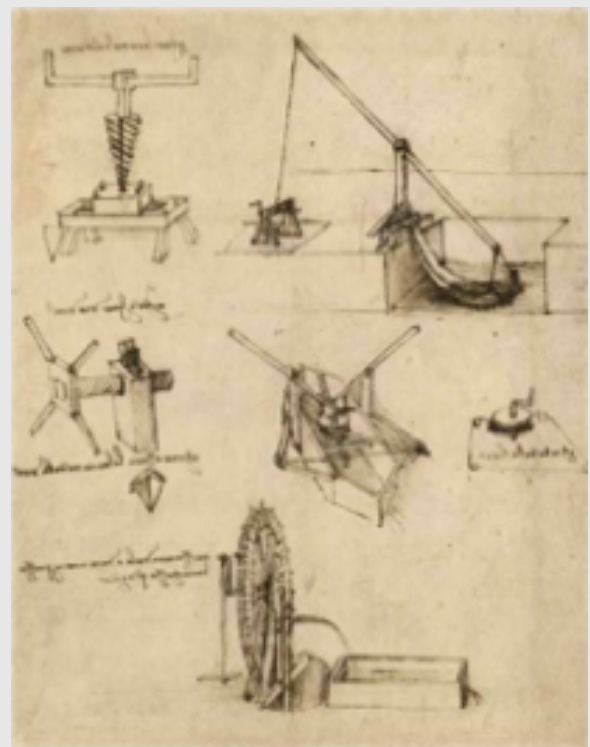


Figura 5. Diferentes formas de elevar el agua. (Contreras, 2015)

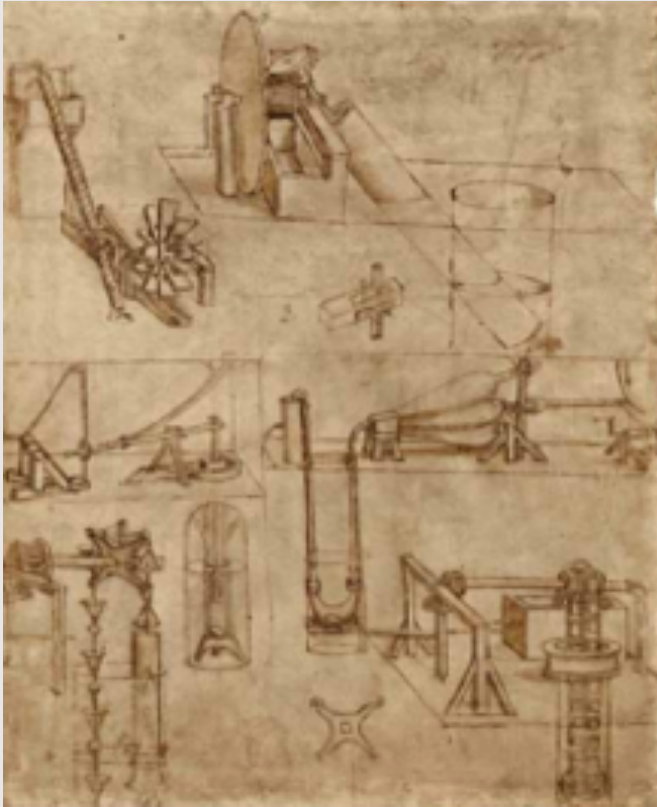


Figura 6. Máquinas para elevar el agua. Biblioteca Ambrosiana (Milán). (Contreras, 2015)

su vez, eleva una gran tela impermeable que transporta el agua a un depósito adyacente. Además, se representa una rueda de bombeo y esquemas para el uso tornillos como fuente de elevación. La Figura 6 exhibe dispositivos más elaborados, incluyendo una rueda de palas movida por una corriente de agua, que, mediante engranajes, acciona un tornillo de Arquímedes para elevar el agua a un depósito superior. De la misma manera se muestra una versión manual con manivela accionada por humanos. También se ilustra una bomba de fuelle que inyecta aire a presión para extraer agua de una poza y dirigirla a una fuente. Un elemento común en todos estos diseños es la presencia de un sistema de engranajes acoplados a un eje central. (Contreras, 2015; Cerveró, 2021).

Conducción del agua: Leonardo da Vinci diseñó tubos de madera, para usarlos como tuberías de agua. Además de la imagen de los tubos, también podemos observar la imagen de la máquina para la perforación de los troncos de los árboles y la fabricación de los tubos (Figura 7). El dispositivo es alimentado por una rueda hidráulica horizontal. También observamos una vista lateral y la sección transversal de las bisagras (lo que hoy se conoce como coples o conexiones) que unen los tubos de forma segura entre sí. (Contreras, 2015)

Conclusión

La obra de Leonardo da Vinci es extraordinaria ya que fusiona el arte, la ciencia y la técnica, en el campo de la Ingeniería Hidráulica sus diseños de canales, presas y máquinas de bombeo muestran un enfoque detallado y avanzado del manejo del agua, cabe mencionar, que aunque no se materializaron plenamente en su época, son fuente de inspiración para Ingenieros y Científicos. Leonardo dejó una huella perdurable en la historia de la Ingeniería, su capacidad para observar y analizar el entorno natural, combinada con su creatividad e intuición, hizo de él un pionero en muchos campos, y sus obras hidráulicas continúan demostrando su genio visionario.

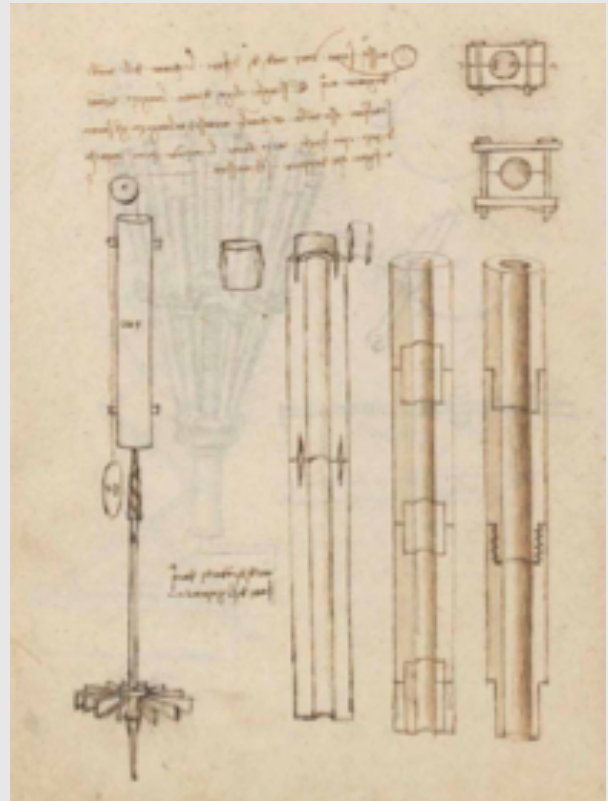


Figura 7. Fabricación de tubos y conexiones de madera. (Contreras, 2015)

Referencias bibliográficas:

- Cerveró Melia, E. (2021). Contribución de la obra científico-técnica de Leonardo Da Vinci a los proyectos de ingeniería [Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Valencia]. Recuperado 17 de febrero 2025, <https://riunet.upv.es/handle/10251/176002>
- Contreras López M.A. (2015) Leonardo da Vinci Ingeniero [Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Valencia]. Recuperado 17 de febrero 2025, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=79794>
- García Tapia, N. (1996). Ingeniería del agua en los códices de Leonardo y en los manuscritos españoles del siglo XVI. Ingeniería del Agua, 3(2) junio, 17-38.