



# TURBINA HIDRÁULICA

Nicté Y. Luna Medina, Rafael Campos Amezcua  
y Lorena Basurto Amezcua



EDITORIAL  
TERRACOTA **ET**

colección **sello de arena**  
**¡Hazlo tú!**

# Historia del aprovechamiento de la energía hidráulica



El tornillo de Arquímedes todavía se emplea para mover agua.

Desde hace milenios, el hombre ha aprovechado el flujo del agua para distintas actividades, como la agricultura y la navegación. Las civilizaciones más antiguas se asentaron a lo largo de los ríos más importantes del planeta y tuvieron que desarrollar conocimientos para solucionar problemas relacionados con el recurso hídrico, como las inundaciones, así como formas para aprovecharlo; en este sentido, generaron sistemas para transportar el agua de un lugar a otro para suministrar del vital líquido a las poblaciones, incluso inventaron instrumentos como la rueda hidráulica para facilitar la molienda de granos. En esta sección centraremos la atención en el desarrollo histórico de esta última tecnología.

En la cultura griega, Arquímedes de Siracusa (287-212 a.C.) inventó un dispositivo que consistía de una hoja con forma de tornillo, dentro de un cilindro que se hacía girar a mano, que es conocido como tornillo de Arquímedes. La máquina se diseñó para el *Siracusia*, el barco más grande de la Antigüedad clásica. Actualmente, el tornillo de Arquímedes se usa para bombear líquidos y sólidos semifluidos, como carbón y cereales.

El escritor griego Filón de Bizancio (280-220 a.C.) describe el molino de agua en su obra *Neumática*; se

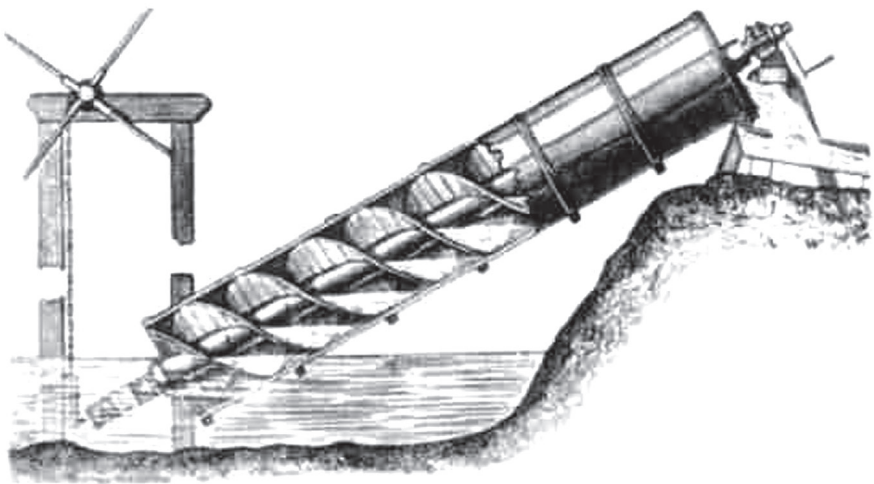
dice que es el primero registrado en la historia. Filón presenta una serie de experimentos para entender aspectos de la compresibilidad del aire, el equilibrio de los líquidos contenidos en dos recipientes comunicados, el funcionamiento de la catapulta y el principio del sifón. Este molino griego era básicamente una rueda con álabes o paletas y se requería una corriente de agua veloz que ejerciera una fuerza sobre los álabes sumergidos para producir la rotación de la rueda. Dicho molino se utilizaba principalmente para la molienda de granos y se considera el precursor de la rueda hidráulica.

En el siglo I a.C. los romanos empezaron a utilizar la rueda hidráulica, tenían un molino de rueda vertical de paletas que se conocía como “molino tipo vitruviano”, en honor al arquitecto e ingeniero militar romano Marco Vitruvio (80 o 70-15 a.C.), quien documentó este tipo de rueda. El molino de vitruvio se dice que está inspirado en la rueda persa o *sagíya* que era un dispositivo para elevar el agua: estaba formado por una serie de recipientes dispuestos en la



Un molino vitruviano con una rueda de 3 m de diámetro podía moler 180 kg de harina por hora, como el que se encontró en Arles, Francia, que data del año 310 d.C.

Esquema del tornillo de Arquímedes.



# Benoît Fourneyron



**B**enoît Fourneyron nació en Saint-Étienne, Francia, el 31 de octubre de 1802 y murió el 31 de julio de 1867 en París. Estudió en la École des Mines —que hoy es la Escuela Nacional Superior de Minas de Saint-Étienne—, donde fue admitido a los quince años debido a su capacidad para las matemáticas.

La École des Mines  
se fundó en 1818 por orden  
del rey Luis XVIII

Después de graduarse en 1816, Fourneyron pasó los siguientes años realizando planos de las minas. En esa época varios ingenieros, incluyendo algunos de sus antiguos maestros, empezaron a aplicar las técnicas matemáticas al antiguo mecanismo conocido como “rueda hidráulica” porque las nuevas máquinas de la Revolución Industrial requerían más potencia que la utilizada hasta entonces para moler granos.

Fourneyron construyó en 1827, a los 25 años, el primer prototipo de un nuevo tipo de noria, llamado “turbina”—el término turbina se deriva de la palabra



Benoît Fourneyron (1802-1867), destacado ingeniero francés que hizo contribuciones significativas al desarrollo de las turbinas hidráulicas.



Turbina Fourneyron.

latina *turbo*, remolino—. En el diseño de Fourneyron, la rueda era horizontal, a diferencia de las ruedas verticales de las norias tradicionales. La turbina desarrollaba seis caballos de fuerza (4.5 kW) y utilizaba dos juegos de palas curvadas en direcciones opuestas, para obtener la mayor cantidad de energía posible del movimiento del agua.

Poco a poco, Fourneyron construyó turbinas más grandes y eficientes. En 1837 desarrolló una turbina de 60 caballos de fuerza (45 kW) con una velocidad de rotación de 2,300 revoluciones por minuto (rpm). En ese modelo, la rueda de la turbina medía un pie de diámetro y pesaba únicamente 40 libras. Su eficiencia era de 80 por ciento. En 1839 recibió la medalla de oro de la Academia de Ciencias y el rey lo nombró miembro de la Legión de Honor.

En pocos años, cientos de fábricas comenzaron a utilizar las turbinas de tipo Fourneyron. Otros países europeos adoptaron el diseño para alimentar su maquinaria industrial. En 1895 se instalaron turbinas de este tipo en el lado estadounidense de las cataratas del Niágara para generar energía eléctrica.

Las cataratas del Niágara.



# Energía hidráulica



A continuación te mostraremos cómo es posible generar electricidad utilizando este tipo de dispositivo y aprovechando la corriente y saltos de agua.

Primero, conviene recordar que la energía hidráulica es la energía que se obtiene del movimiento del agua mediante la corriente y saltos de agua.

La energía eléctrica es necesaria para casi todas las actividades, tanto industriales como domésticas

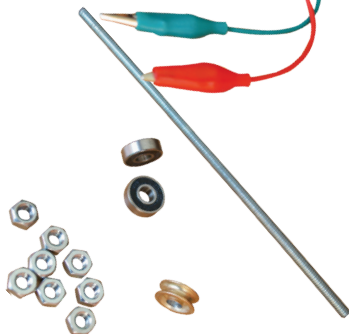
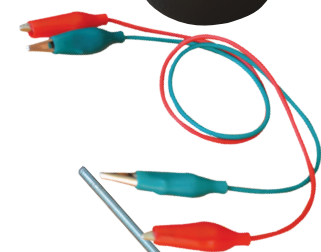
Para generar electricidad a partir de la energía hidráulica se requiere una turbina que se mueve al recibir la corriente o la caída de agua. A su vez, la turbina hidráulica hace girar la flecha del generador eléctrico, en donde la energía mecánica se transforma en energía eléctrica. La cantidad de electricidad que se genere dependerá básicamente de dos factores: el caudal y la altura del salto de agua.

Para proveer de energía a grandes regiones aprovechando el agua, se construyen centrales hidroeléctricas en las que se almacena el líquido en presas para

## **Energía mecánica:**

se debe a la posición y al movimiento de un cuerpo, es decir es la suma de la energía potencial y la energía cinética de un sistema. También significa la capacidad de un cuerpo para realizar un trabajo.

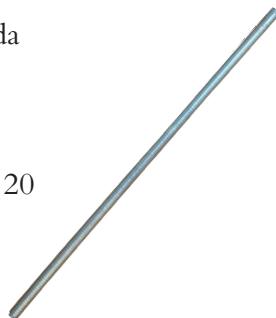
# ¡Hazlo tú!



**Y**a te hemos mostrado los dispositivos que se necesitan para generar electricidad aprovechando la energía hidráulica. Ahora te explicaremos cómo puedes construir un prototipo de turbina hidroeléctrica, de pequeña escala, para generar energía eléctrica, con materiales económicos y de fácil acceso. Toma en cuenta que es un ejercicio didáctico que tiene la finalidad de ayudarte a comprender el funcionamiento de las turbinas hidráulicas.

Los materiales que necesitas son:

- Una lata de aluminio de 250 ml
- 8 cucharas de plástico desechables
- Un dinamo o motor pequeño
- Una varilla de espárrago de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de diámetro y 25 cm de largo
- 8 tuercas de  $\frac{1}{4}$  de pulgada
- Una polea de  $\frac{1}{4}$  de pulgada
- 2 caimanos eléctricos
- 2 baleros de  $\frac{1}{4}$  de pulgada
- Una liga de hule pequeña
- 50 cm de cable de calibre 20
- 4 led pequeños
- Silicón
- Pintura



## Procedimiento para armar una miniturbina hidroeléctrica casera

1) Con cuidado, haz una perforación en el centro de la base de la lata de aluminio y retira el líquido. Puedes hacerlo con ayuda de un clavo y un martillo.

Enjuaga la lata y haz una perforación igual en el otro extremo de ésta, de manera que puedas introducir la varilla por ambos extremos. La lata funcionará como el rodete o rotor de la turbina; puedes pintarla del color que prefieras.



### Con este dispositivo explicaremos cómo funciona la turbina hidráulica

2) Mide la circunferencia de la lata, y divídela en ocho partes. A la mitad de la lata, marca cada punto de acuerdo con la medida que obtuviste al hacer las divisiones. Haz un orificio en cada marca, en éste se colocarán las cucharas, que servirán como los álabes de la turbina.

3) Corta el mango de las cucharas aproximadamente 1.5 cm antes de llegar a la parte cóncava de éstas, de manera que puedas introducirlas por los orificios de la lata sin que choquen unas con otras. Fija las ocho

