

# DESARROLLO Y EJECUCIÓN DE UN LABORATORIO DE PRUEBAS QUE INCORPORA UNA TURBINA PELTON PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

Development and execution of a testing laboratory that incorporates a Pelton turbine for electricity generation.

Jose Gregorio Jimenez Núñez<sup>1</sup>  
[jose.jimeneznu@unipaz.edu.co](mailto:jose.jimeneznu@unipaz.edu.co)

<sup>1</sup>Instituto Universitario de la Paz, Escuela de Ingeniería de Producción, Grupo de Investigación en Reingeniería, Innovación Y Productividad, GREIP

Recibido: abril 04 de 2025 – Aceptado: junio 10 de 2025

:

## **Resumen**

La investigación aquí expuesta aborda el diseño y ejecución operativa de un banco de pruebas para la generación de energía eléctrica utilizando Para las Unidades Tecnológicas de Santander, con sede en Barrancabermeja, se ha concebido un proyecto de turbina Pelton. Su propósito fue el de ofrecer a los estudiantes una herramienta práctica que les permitiera aprender y experimentar con energías limpias, reforzando sus conocimientos teóricos en el aula. Este sistema, basado en la fuerza del agua, “convirtió” la conversión de movimiento mecánico a electricidad, mecanismo que lo caracteriza como un recurso sostenible y respetuoso con el medio ambiente. El banco incluyó un sistema compuesto por una bomba impulsada por motor, un generador eléctrico y varios dispositivos complementarios medición que facilitaron el análisis de variables como caudal, presión y flujo. A través de este proyecto, se buscó no solo mejorar la calidad educativa, sino también concienciar en cuanto a la trascendencia de las fuentes energéticas renovables y su implementación a nivel local, aportando soluciones que sean amigables con el entorno.

**Palabras clave:** energía limpia, turbina de pelton, generación eléctrica, educación práctica, energía renovable.

## **Abstract**

The research presented here addresses the design and operational execution of a test bench for electrical energy generation using a Pelton turbine, designed for the Unidades Tecnológicas de Santander, Barrancabermeja campus. Its purpose was to provide students with a practical tool that would allow them to learn and experiment with clean energy, reinforcing their theoretical knowledge in the classroom. This system, based on the power of water, "converted" mechanical energy into electrical energy, characterizing it as a sustainable and environmentally friendly resource. The bench included a motor-pump, an electric generator, and measuring equipment that facilitated the analysis of variables such as flow, pressure, and volume. Through this project, the aim was not only to improve educational quality but also to raise awareness about the importance of renewable energy and its local implementation, providing environmentally friendly solutions.

**Keywords:** clean energy, pelton turbine, electric generation, practical education, renewable energy.

## I. INTRODUCCIÓN

En el presente, la sucursal de Barrancabermeja de las Unidades Tecnológicas de Santander, dependen de fuentes externas de electricidad, como la energía generada por hidroeléctricas, para su funcionamiento. A pesar de contar con equipos que permiten realizar ensayos en sus laboratorios, no disponen de un banco de pruebas que permita a los estudiantes generar energía eléctrica de manera limpia y sostenible. Esta carencia no solo limita las oportunidades de aprendizaje práctico, sino que también aumenta la dependencia de fuentes convencionales de energía, las cuales en su mayoría están asociadas con impactos ambientales negativos.

El trabajo se desarrolló con el objetivo de implementar un banco de pruebas con el fin de producir electricidad utilizando una turbina Pelton, que aprovecha la energía disponible hidráulica con el propósito de transformarla inicialmente en energía cinética y, luego, en corriente eléctrica. Este banco no solo se utilizó como herramienta pedagógica para los estudiantes de las Unidades Tecnológicas de Santander, sino que también fomentó la conciencia sobre la importancia de las energías renovables y su aplicación en entornos académicos y locales.

El banco de pruebas, equipado con una bomba impulsada por motor, un generador eléctrico y varios dispositivos complementarios medición que facilitaron el análisis de variables, permitió la simulación de procesos hidroeléctricos en un entorno controlado. De esta forma, los estudiantes lograron realizar pruebas en tiempo real y analizar variables clave como el caudal, la presión y el flujo. Este proyecto buscó reducir la brecha entre el conocimiento teórico y la práctica, brindando una experiencia educativa que promovió el uso de energías limpias y respetuosas con el medio ambiente.

## II. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

El uso e implementación del banco de pruebas con el fin de producir electricidad mediante el uso de una turbina Pelton, tuvo como finalidad la generación de energía limpia, usando la fuerza del agua para transformar la energía mecánica en energía eléctrica.

El sistema incluyó varios componentes clave como el de una moto-bomba, que simuló la caída del agua desde una altura específica, un generador eléctrico que convirtió la energía mecánica en eléctrica, y equipos de

medición que permitieron a los estudiantes monitorear y analizar variables críticas como el caudal, la presión, el flujo y la energía generada. El diseño innovador del banco permitió comprender el funcionamiento de una micro central hidroeléctrica a través de pruebas prácticas.

La Turbina de Pelton, el corazón del banco de pruebas, se seleccionó debido a su capacidad de aprovechar eficientemente la energía del agua en condiciones de gran altura y bajo caudal. Este tipo de turbina transforma la energía potencial del agua en energía cinética, la cual es aprovechada para generar electricidad.

### A. Implementación del Banco de Pruebas

El banco de pruebas fue diseñado específicamente para generar energía utilizando una turbina de Pelton, la cual aprovechó el principio de la energía hidráulica para transmutarla en energía de movimiento y, a continuación, en energía eléctrica.

Elemento	Descripción
Motobomba	Simula la caída de agua
Generador	Convierte energía mecánica
Equipos de medición	Analiza flujo, presión y caudal
Turbina de Pelton	Aprovecha la energía del agua

Fig. 1. Componentes Principales del Banco de Pruebas con Turbina de Pelton

Este innovador sistema incluyó Fig. 1, una motobomba que simuló la caída del agua desde una fuente natural, permitiendo el control del flujo de agua que impactaba en las cucharas de la turbina. Este proceso imitó el funcionamiento real de una micro central hidroeléctrica.

El sistema equipado con un generador eléctrico, el cual se encargó de convertir la energía de movimiento generada por el giro de la turbina en corriente eléctrica Fig. 2. Además, integraron equipos de medición como caudalímetros, manómetros y voltímetros para monitorear las variables clave del proceso, tales como el caudal del agua, la presión y la cantidad de energía generada.

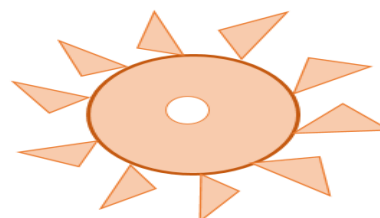


Fig. 2. Representación Gráfica del Rodete de una Turbina de Pelton.

El diseño del banco permitió desarrollar prácticas de laboratorio enfocadas en el análisis del flujo hidráulico, la eficiencia de conversión de energía y el comportamiento de la turbina bajo diferentes condiciones.

### B. Medición y Análisis de Variables

El banco de pruebas se equipó con una variedad de instrumentos de medición que determinó la recolección de datos críticos, como el caudal de agua, la presión en diferentes puntos del sistema y el flujo a través de la turbina. Estos valores fueron fundamentales para comprender el funcionamiento de la Turbina de Pelton y evaluar la eficiencia del sistema en la conversión de energía mecánica a energía eléctrica. Las mediciones obtenidas no solo proporcionaron información valiosa sobre el rendimiento del banco, sino que también se identificaron posibles mejoras y optimizaciones en el diseño.

Los estudiantes pudiesen aplicar estos datos en cálculos prácticos, como el análisis de la potencia generada en función del caudal y la eficiencia de la turbina en diversas condiciones operativas. Este enfoque práctico facilitaría el aprendizaje y la comprensión de conceptos clave en la mecánica de fluidos y la ingeniería eléctrica.

Además, los instrumentos como los manómetros, caudalímetros y voltímetros permitieron realizar pruebas controladas en tiempo real, asegurando una mayor precisión en los resultados obtenidos y proporcionando una base sólida para comparaciones teóricas.

TABLA I  
TABLA DE MAGNITUDES FÍSICAS Y UNIDADES EN EL SISTEMA [1].

Magnitud física		Unidad MKSA	
Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo
Longitud	$l$	metro	m
Masa	$m$	kilogramo	kg
Tiempo	$t$	segundo	s
Intensidad eléctrica (corriente)	$I, i$	ampere	A
Cantidad de materia	$n$	mol	mol
<b>Unidades auxiliares</b>			

Intensidad luminosa	$I$	candela	cd
Temperatura	$T$	Kelvin	K
<b>Unidades derivadas</b>			
Frecuencia	$f$	Hertz	Hz
Fuerza	$F$	newton	N
Presión (tensión)	$p$	pascal	Pa
Energía (trabajo)	$T, W$	joule	J
Potencia	$p$	watt	W

La Tabla 1, enumera las principales magnitudes físicas, junto con sus respectivas unidades en el sistema MKSA (Metro, Kilogramo, Segundo, Ampere). Las magnitudes están clasificadas en fundamentales, auxiliares y derivadas. Entre las fundamentales se incluyen longitud, masa y tiempo, mientras que las unidades auxiliares abordan la intensidad luminosa y temperatura. Las unidades derivadas incluyen frecuencia, fuerza, presión, energía y potencia, todas relevantes en la medición y análisis de sistemas físicos. Los instrumentos como los manómetros, caudalímetros y voltímetros permitieron realizar pruebas controladas en tiempo real, asegurando una mayor precisión en los resultados obtenidos y proporcionando una base sólida para comparaciones teóricas.

### C. Gráfica de Caudal – Energía Generada

En el banco de pruebas con a turbina Pelton, donde se analiza la interdependencia entre el flujo de agua y la potencia producida fue clave para evaluar la eficiencia del sistema. El caudal, medido en metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ), representó el volumen de agua que pasó a través de la turbina, mientras que la energía generada, medida en vatios (W), reflejó la cantidad de energía eléctrica producida por la conversión de la energía mecánica.

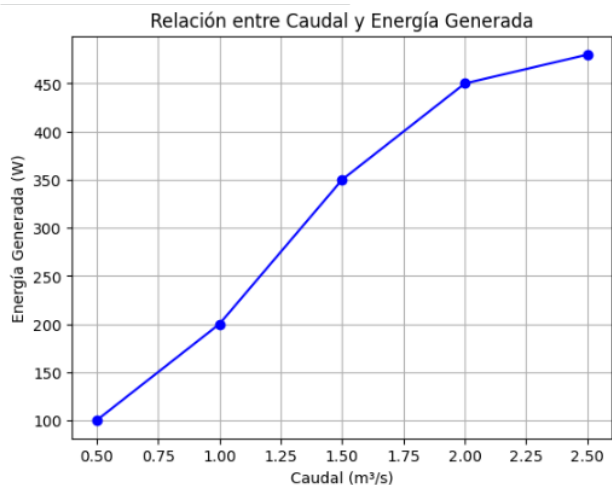


Fig. 1. Gráfica de Relación entre Caudal y Energía Generada en el Banco de Pruebas con Turbina de Pelton

A medida que el caudal aumentaba, se incrementaba la cantidad de agua que impactaba en las cucharas de la turbina, lo que generó más energía mecánica. No obstante, resulta crucial subrayar que este incremento no fue lineal, ya que la eficiencia de la turbina tuvo variaciones en diferentes puntos del flujo. En el diseño del banco, se esperó que el aumento del caudal estuviese directamente relacionado con la energía generada hasta un cierto punto, donde se alcanzaría el máximo rendimiento.

### III. CONCLUSIONES

El banco de pruebas basado en la Turbina de Pelton demostró ser una herramienta eficiente para el análisis y comprensión relativa a la producción de electricidad a partir de energía hidráulica. A diferencia de otros sistemas previamente implementados, este banco ofreció la ventaja de ser una simulación a escala de una micro central hidroeléctrica, permitiendo prácticas educativas en tiempo real.

No obstante, una deficiencia identificada fue la limitación en la capacidad del caudal máximo, lo que redujo la posibilidad de explorar el comportamiento de la turbina bajo condiciones extremas.

En términos de aplicación, este banco podría utilizarse no solo en entornos académicos, sino también como un modelo a pequeña escala para comunidades rurales que busquen opciones sostenibles de generación de energía. Implementar este tipo de sistemas a nivel local contribuiría a el cambio hacia la adopción de fuentes de energía sostenibles y alternativas alineándose con los objetivos globales de sostenibilidad.

### REFERENCIAS

#### *Periodicals (Artículos de revista):*

- [1] En 2007, Marcelo Betancourt Jurado presentó un diseño innovador para un módulo interactivo destinado a la generación de energía eléctrica a partir de fuentes hidráulicas, desarrollado en el marco de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica de Pereira.
- [2] Ferrada S., L. (2012). Implementacion de rodete de turbina hidráulica tipo Pelton para micro generación. Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Mecánica.
- [3] Edwin Chica, F., Obando Sierra, V., Velásquez, E. (2013). Diseño, simulación, fabricación y caracterización de una turbina tipo Pelton de 5 kW. Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería Mecánica.

#### *Books (Libros):*

- [4] Domínguez Sanchés, U. (2012). Máquinas Hidráulicas. Club Editorial Universitario.
- [5] González, SJ (2002). Fundamentos de Mecánica de Fluidos. Primera edición. Club Universitario.
- [6] Creus, A. (1999). Instrumentación Industrial. Sexta edición. Barcelona, España.

#### *Unpublished Papers Presented at Conferences (Conferencias y presentaciones no publicadas):*

- [7] Montero, A.C. (2007). Equipamiento electromecánico de una central mini – hidroeléctrica a través de una turbina Pelton. Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Madrid.
- [8] Duarte, A. y Niño, V. (2004). Introducción a la mecánica de fluidos. Unidad Académica, Bogotá DC
- [9] Matas, R. (1990). Bielas y Álabes. Conferencia en el Instituto de Tecnología de Madrid.

#### *Standards, official rules (Normas, reglamentos oficiales):*

- [10] Ministerio de Minas y Energía. (2014). Reglamento interno ley 1715: Integración de las energías renovables. Bogotá DC
- [11] Ministerio de Protección Social. (2005). Normas Técnicas Ambientales en Puertos. Bogotá DC
- [12] Norma IEEE C57.19.100-1995. Guía para la aplicación de bujes en aparatos de potencia.



**José Gregorio Jiménez Núñez.**

Ingeniero electromecánico Unidades Tecnológicas de Santander, Tecnólogo en mecánica Industrial Sena & Tecnólogo en Operación y Mantenimiento Electromecánico con experiencia en más de 7 años en sector petrolero y mantenimiento Industrial como Ing. líder en Mtto e Inspector.