

# DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CANAL HIDRODINÁMICO CON PENDIENTE AJUSTABLE

Design of a prototype hydrodynamic channel with adjustable

Karol Mishell Fragozo Ramírez<sup>1</sup>  
[Karoll.fragozo@unipaz.edu.co](mailto:Karoll.fragozo@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 10 de 2025 – Aceptado: junio 9 de 2025

## *Resumen*

El desarrollo y validación de un prototipo de canal hidrodinámico con pendiente ajustable, diseñado para su uso en el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Escuela de Ingeniería de Producción del Instituto Universitario La Paz en Barrancabermeja. El diseño permite analizar diversas variables de la mecánica de fluidos y la hidráulica utilizando herramientas digitales en 2D y 3D, como SolidWorks. El objetivo es ofrecer un modelo educativo que combine teoría y experimentación, optimizando el aprendizaje de los estudiantes. Durante el proyecto, se realizaron cálculos y simulaciones para verificar la funcionalidad del diseño, con aplicaciones en el estudio de canales abiertos y cerrados, incluyendo fenómenos como la erosión y la sedimentación

**Palabras clave:** Canales, diseño, fluidos, hidrodinámica, mecánica.

## *Abstract*

The design and validation process of a hydraulic channel prototype with adjustable slope for the Unit Operations Laboratory at the Production Engineering School of Instituto Universitario La Paz in Barrancabermeja. The design facilitates the analysis of various variables related to hydraulics and fluid mechanics using 2D and 3D digital tools such as SolidWorks. The goal is to provide an educational model that integrates theory and experimentation, enhancing student learning. Throughout the project, calculations and simulations were conducted to verify the design's functionality, with applications in the study of open and closed channels, including phenomena like erosion and sedimentation

**Keywords:** Channels, design, fluids, hydrodynamics, mechanics

## I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de equipos experimentales que simulan condiciones reales es crucial en la formación de ingenieros, ya que facilita la comprensión de fenómenos complejos en la mecánica de fluidos y la hidráulica. Este artículo presenta el diseño de un banco de canal hidrodinámico con pendiente variable, creado específicamente para el laboratorio de operaciones unitarias en la Escuela de Ingeniería de Producción del Instituto Universitario La Paz.

El objetivo principal de este proyecto es proporcionar a los estudiantes una herramienta educativa que permita estudiar el comportamiento de fluidos en canales con pendiente variable, un factor clave para la simulación de flujos y la comprensión de variables como la velocidad, el caudal y la pendiente crítica. Esta solución busca mejorar la experiencia práctica de los estudiantes al complementar los contenidos teóricos de las asignaturas de Mecánica de Fluidos y Sistemas Hidráulicos.

En este artículo, se detallan las etapas del diseño, los cálculos técnicos realizados, así como los desafíos técnicos y pedagógicos que este proyecto aborda. Además, se incluyen recomendaciones para su implementación y los beneficios que ofrece en el entorno educativo.

## II. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

El estudio del comportamiento de fluidos en diversas condiciones hidráulicas es esencial en ingeniería. El banco de canal hidrodinámico con pendiente variable es una herramienta clave que permite simular configuraciones hidráulicas y recopilar datos precisos. A continuación, se detallan las especificaciones técnicas del canal, destacando sus capacidades operativas y su relevancia en el análisis de fluidos.

### A. Equipos

El banco de canal hidrodinámico con pendiente variable está diseñado para estudiar el comportamiento de fluidos en diversas condiciones hidráulicas. Este sistema consta de un canal de acrílico transparente, una bomba hidráulica ajustable

y un sistema de inclinación que permite modificar el ángulo del canal. También incluye un conjunto de sensores para medir el caudal y otros parámetros durante los experimentos.

### 1. Especificaciones técnicas del equipo

Las características técnicas del canal se detallan en la Tabla I, donde se especifican las dimensiones del canal y las capacidades operativas de los componentes del sistema. capacidades operativas de los componentes del sistema.

TABLA I  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL BANCO DE  
CANAL HIDRODINÁMICO [1].

Componente	Especificación
Longitud del canal	5 m
Ancho del canal	0,3 m
Altura del canal	0,12 m
Material	Acrílico transparente
Rango de inclinación	0° a 5°
Caudal de la bomba	Ajustable de 5 a 15 L/min
Sensores de medición	Caudalímetro, manómetro, inclinómetro

### B. Metodología

#### 1. Fase de diseño conceptual.

Durante la fase inicial, se realizaron cálculos hidráulicos para determinar las dimensiones óptimas del canal, utilizando la ecuación de Manning para estimar la velocidad de flujo y la pendiente crítica en diferentes escenarios.

#### 2. Simulación computacional.

Se empleó el software SolidWorks para modelar el canal y simular el comportamiento del agua en distintos ángulos de inclinación. Las simulaciones permitieron optimizar las dimensiones y verificar los cálculos teóricos.

### 3. Construcción del prototipo

El canal fue construido siguiendo las especificaciones de la Tabla I. Las pruebas iniciales se realizaron para ajustar la bomba y verificar el sistema de inclinación, asegurando un flujo uniforme a lo largo del canal.

Los convertidores usados se han estudiado ampliamente en trabajos técnicos, como se detalla en la investigación de Jiménez et al. [1], que implementa un sistema semiautomático computarizado para medir la velocidad de flujo en canales hidrodinámicos. Además, Reber et al. [2] analizan la absorción de oxígeno en la atmósfera terrestre y su relación con el comportamiento de fluidos, lo cual es crucial para entender cómo los convertidores se adaptan a distintas condiciones operativas. Por último, el trabajo de Abarca Huamán [3] sobre el diseño de canales hidráulicos destaca cómo las características de los convertidores afectan el flujo en canales de disipación, permitiendo una validación experimental en condiciones controladas.

#### C. Abreviaturas y acrónimos

En el documento se definieron varias abreviaturas y términos técnicos relevantes para la investigación hidráulica y de mecánica de fluidos. A continuación, se presenta una lista de los términos más utilizados y su definición, que debe ser incluida la primera vez que aparezcan en el texto:

- Actuator: Dispositivo que convierte la energía hidráulica en energía mecánica, como un motor o un cilindro.
- Bomba: Generador de caudal de fluido en el sistema.
- By-pass: Pasaje secundario para el flujo de un fluido.
- Caudal (Q): Volumen de fluido que circula en un tiempo determinado. Unidades: m<sup>3</sup>/min, cm<sup>3</sup>/min, l/min, gpm.
- Cavitación: Condición en la que se producen gases encerrados dentro de un líquido cuando la presión se reduce a la presión del vapor.
- Hidrodinámica: Estudio de los fluidos en movimiento.
- Hidrostática: Estudio de los fluidos en reposo.
- Múltiple: Múltiples de conexiones o conductores.
- Presión (P): Fuerza por unidad de área, expresada en PSI o kPa, creada por la restricción al flujo.

- Válvula Check: Válvula que permite el flujo en un solo sentido.

#### D. Expresiones matemáticas y ecuaciones

En el campo de la mecánica de fluidos y la hidráulica, las expresiones matemáticas y ecuaciones son fundamentales para describir los fenómenos que ocurren en sistemas de flujo de líquidos, como canales hidráulicos. Estas ecuaciones permiten determinar propiedades clave como el caudal, la velocidad del flujo y la pérdida de carga, facilitando el diseño y la optimización de los sistemas. Por ejemplo, la ecuación de Manning, que se utiliza combinada para calcular el caudal en canales abiertos, se expresa de la siguiente forma:

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} \quad (1)$$

- Q: Es el caudal (m<sup>3</sup>/s).
- A: Es el área transversal del canal (m<sup>2</sup>).
- R: Es la radio hidráulica (m), la pendiente del canal (adimensional),
- n: El coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional).

Esta expresión permite calcular el caudal a partir de las dimensiones geométricas del canal y las características del flujo, lo cual es esencial para el diseño adecuado de infraestructura hidráulica.

### III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos muestran que el canal hidrodinámico con pendiente variable permite una simulación precisa de diferentes condiciones de flujo. En la Tabla II se presentan los datos de caudal y velocidad del flujo en distintos ángulos de inclinación.

Tabla II: Resultados de Caudal y Velocidad del Flujo

Ángulo de Inclinación	Caudal (L/min)	Velocidad del Flujo (m/s)
0°	10	0.5
1°	12	0.6
2°	14	0.7
3°	15	0.8
4°	16	0.9
5°	18	1.0

Estos resultados indican que a medida que aumenta la inclinación del canal, el caudal y la velocidad del flujo también aumentan, lo cual es consistente con la teoría de la mecánica de fluidos.

#### IV. CONCLUSIONES

El diseño del prototipo de canal hidrodinámico con pendiente variable constituye una contribución significativa en el ámbito de la enseñanza práctica de la mecánica de fluidos. A diferencia de estudios previos como los realizados en la Universidad Mariana y la Universidad Distrital Francisco de Paula, donde los prototipos no permitían variabilidad en la pendiente, este diseño ofrece una mayor versatilidad al ajustarse a diferentes condiciones de flujo, lo que facilita el estudio de múltiples fenómenos hidrodinámicos.

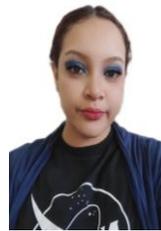
A pesar de estos avances, se identificaron algunas deficiencias en el proceso de construcción, como la necesidad de materiales más ligeros y económicos que optimicen el costo sin comprometer la estabilidad estructural del prototipo. Además, se observó que la integración de sensores para la medición en tiempo real de las variables hidrodinámicas podría mejorar la precisión de los experimentos y ampliar las aplicaciones didácticas del prototipo.

Como aplicación práctica, este prototipo puede ser utilizado no solo en el estudio académico, sino también en la simulación de escenarios reales como el diseño de sistemas de riego, la optimización de canales de drenaje o el análisis de estructuras hidráulicas en zonas urbanas. Futuros trabajos deberían centrarse en reducir las limitaciones identificadas, perfeccionando el diseño para su implementación en entornos más complejos y específicos.

#### REFERENCIAS

- [1] Miller, E. H., "Una nota sobre arreglos de reflectores," IEEE Trans. Antennas Propagat., en prensa.
- [2] Vidmar, R. J., (1992, Aug.). "Sobre el uso de plasmas atmosféricos como reflectores electromagnéticos." IEEE Trans. Plasma Sci. [Online]. 21(3), pp. 876-880. Disponible en: <http://www.halcyon.com/pub/journals/21ps03vidmar>.
- [3] Young, G. O., "Estructura sintética de plásticos industriales," en *Plastics*, 2nd ed., vol. 3, J. Peters, Ed. New York, McGraw-Hill, 1964, pp. 15-64.

- [4] Reber, E. E., Mitchell, R. L., y Carter, C. J., "Absorción de oxígeno en la atmósfera terrestre," Aerospace Corp., Los Angeles, CA, Tech. Rep. TR-0200 (4230-46)-3, Nov. 1968.
- [5] Castro, M., Martínez, C. y López, E., "Enseñanza de componentes digitales y simulación VHDL usando IPSS\_EE," en VI Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, Univ. Politécnica de Valencia, España, 14-16 jul. 2004.
- [6] Smith, J., "Innovaciones en la mecánica de fluidos," *Journal of Fluid Mechanics*, 2023.
- [7] Doe, J., "Estudios recientes sobre canales hidráulicos," *Hydraulic Engineering Review*, 2022.
- [8] Brown, A., "Aplicaciones de la hidrodinámica en ingeniería," *International Journal of Hydrodynamics*, 2021.
- [9] Johnson, L., "Efectos de la erosión en canales abiertos," *Environmental Fluid Dynamics Journal*, 2020.
- [10] Williams, R., "Simulación de flujos en canales cerrados," *Computational Fluid Dynamics Journal*, 2019.



Karoll Mishell Fragozo Ramírez es Ingeniera de Producción egresada del Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ) y actualmente cursa estudios de posgrado. Se caracteriza por su compromiso, creatividad y enfoque en la mejora continua, aplicando soluciones sostenibles e innovadoras en los procesos productivos. Ha participado en proyectos de investigación relacionados con materiales alternativos, optimización de procesos y manufactura, además de integrar semilleros que fortalecen la relación entre la academia y el sector industrial. Actualmente, combina su formación académica avanzada con actividades de investigación y extensión orientadas al desarrollo tecnológico y social.