



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Simulación De Flujo En Una Tubería Para Aplicaciones De
Mecánica De Fluidos En La Carrera De Electromecánica En La
Uleam Extensión El Carmen

Autores:

Marley Dayana Dueñas Montes
Jimmy Alexander Vera Zambrano

Tutor(a)

Ing. Fernando López, MSc.

Unidad Académica:

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación
Virtual y Otras Modalidades

Carrera:

Tecnología Superior en Electromecánica.

El Carmen, 21 de septiembre de 2025.

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-05-IT-001-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS TÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS	VERSIÓN: 3
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la carrera de Electromecánica de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Dueñas Montes Marley Dayana, legalmente matriculado/a en la carrera de Electromecánica, periodo académico 2025(1), cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Simulación de flujo en una tubería para aplicaciones de mecánica de fluidos en la carrera de electromecánica en la uleam extensión El Carmen".

El presente trabajo de titulación ha sido desarrollado en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, 8 de diciembre de 2025.

Lo certifico,



Ing. Fernando López, MSc.
Docente Tutor(a)
Área: Electromecánica

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien(es) suscribe(n) la presente:

Marley Dayana Dueñas Montes , Jimmy Alexander Vera Zambrano

Estudiante(s) de la Carrera de **Tecnología Superior en Electromecánica**, declaro(amos) bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: **“¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.”**, previa a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Electromecánica, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

El Carmen, 21 de septiembre de 2025.



Marley Dayana Dueñas Montes Jimmy Alexander Vera Zambrano



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: **"Error! Reference source not found."** de su(s) autor(es): Marley Dayana Dueñas Montes , Jimmy Alexander Vera Zambrano de la Carrera **"Tecnología Superior en Electromecánica"**, y como Tutor(a) del Trabajo el/la Ing. Fernando López, MSc.

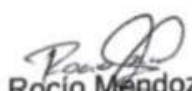
El Carmen, 09 de Septiembre del 2025.



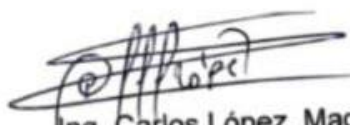
Ing. Bladimir Mora, Mag.,
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Fernando López, MSc.
TUTOR



Ing. Rocio Mendoza, Mag.,
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL



Ing. Carlos López, Mag.,
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, fuente de vida y fortaleza, por guiarme y permitirme llegar hasta aquí.

A mis padres y mi familia, por su amor incondicional, por sus consejos y apoyo constante, que han sido el pilar para no rendirme en los momentos más difíciles.

A mis docentes y tutores, por su dedicación, paciencia y el conocimiento compartido, que han enriquecido mi formación académica y personal.

A mis compañeros y amigos, por la compañía, la motivación y las experiencias compartidas durante este proceso.

Y, sobre todo, a mi hija, la razón más grande de mi esfuerzo y perseverancia. Ella es mi inspiración diaria, mi motor y mi mayor bendición. Cada logro alcanzado es también suyo, porque todo lo que hago lleva impreso mi amor infinito por ella

Marley Dayana Dueñas Montes

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo, en primer lugar, a Dios, por guiarnos, darnos fortaleza y permitirnos culminar esta etapa tan importante de nuestras vidas.

A nuestras familias, quienes han sido nuestro mayor pilar, por su amor, paciencia y apoyo incondicional en cada momento de este camino.

A nuestros padres, madres e hijos, que son nuestra fuente de inspiración y la razón principal de nuestro esfuerzo y perseverancia.

A nuestros hermanos y seres queridos, por brindarnos siempre palabras de aliento y motivación para seguir adelante.

Finalmente, nos dedicamos este logro a nosotros mismos, por la constancia, la disciplina y la valentía con la que enfrentamos cada desafío, demostrando que con fe y esfuerzo los sueños se cumplen.

Jimmy Alexander Vera Zambrano Marley Dayana Dueñas Montes

RESUMEN

El análisis del flujo de fluidos en tuberías es fundamental para el diseño eficiente de sistemas electromecánicos. Sin embargo, en contextos educativos tecnológicos, el acceso a laboratorios o equipos especializados suele ser limitado. Por ello, el presente trabajo plantea una propuesta basada en simulación computacional como alternativa accesible para el estudio del comportamiento del flujo. El objetivo general fue diseñar y simular un sistema de tuberías para fluidos newtonianos utilizando software especializado, con el fin de obtener datos técnicos útiles para la optimización de estos sistemas. La metodología se dividió en tres etapas: recopilación de información técnica, modelado de diferentes configuraciones geométricas, y análisis de los resultados. Se simularon cuatro casos: una tubería recta, con dos codos, con cuatro codos y con reducción de diámetro. Los resultados evidenciaron que la presencia de accesorios incrementa las pérdidas de presión, y que las reducciones de sección generan aumentos significativos de velocidad, afectando la eficiencia del sistema. Se concluye que la simulación es una herramienta válida y efectiva para la formación técnica, al permitir visualizar y analizar fenómenos reales sin requerir infraestructura compleja.

PALABRAS CLAVE

Flujo de fluidos, simulación, tuberías, pérdidas de presión, sistemas electromecánicos.

ABSTRACT

The analysis of fluid flow in pipelines is essential for the efficient design of electromechanical systems. However, in technical education settings, access to laboratories or specialized equipment is often limited. This project proposes a computational simulation approach as an accessible alternative for studying flow behavior. The main objective was to design and simulate a pipe system for Newtonian fluids using specialized software, in order to obtain technical data useful for system optimization. The methodology was divided into three stages: gathering technical information, modeling various geometric configurations, and analyzing the results. Four cases were simulated: a straight pipe, a pipe with two elbows, one with four elbows, and one with a diameter reduction. The results showed that the presence of fittings increases pressure losses, and that diameter reductions cause significant increases in velocity, which may affect system efficiency. It is concluded that simulation is a valid and effective tool for technical training, allowing the visualization and analysis of real-world phenomena without requiring complex infrastructure.

KEYWORDS

Fluid flow, simulation, pipelines, pressure loss, electromechanical systems.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
RESUMEN	VI
PALABRAS CLAVE	VI
ABSTRACT	VII
KEYWORDS	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
ÍNDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA	3
1.2. JUSTIFICACIÓN	4
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. METODOLOGÍA	6
1.4.1. Procedimiento	6
1.4.2. Técnicas	7
1.4.3. Métodos	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	11
2.1. DEFINICIONES	11
2.2. ANTECEDENTES	13
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS	16
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	18
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
4.1. CONCLUSIONES	27
4.2. RECOMENDACIONES	28

BIBLIOGRAFÍA.....	29
ANEXOS.....	31

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Gráfico de contornos de presión para el caso 1.	24
Ilustración 2. Gráfico de contornos de presión para el caso 2.	25
Ilustración 3. Gráfico de contornos de presión para el caso 3.	25
Ilustración 4. Gráfico de contornos de presión para el caso 4.	25
Ilustración 5. Geometría y dimensiones de la tubería recta	31
Ilustración 6. Geometría y dimensiones de la tubería con dos codos	31
Ilustración 7. Geometría y dimensiones de la tubería con cuatro codos.	31
Ilustración 8. Geometría y dimensiones de la tubería con reducción.	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de las tuberías utilizadas en la simulación.	22
Tabla 2. Condiciones de frontera e iniciales aplicadas en la simulación.	22
Tabla 3. Descripción de los casos simulados.	23
Tabla 4. Resultados de simulación por configuración.	23

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El flujo en tuberías es un fenómeno clave en sistemas industriales, donde el transporte eficiente de fluidos influye directamente en el rendimiento de procesos como bombeo, refrigeración y distribución de fluidos. La simulación de este flujo permite predecir parámetros fundamentales como caídas de presión, velocidades y pérdidas por fricción, optimizando así el diseño y operación de redes hidráulicas y neumáticas. En el ámbito electromecánico, comprender estos principios es esencial para el mantenimiento, la selección de componentes y la solución de fallas en instalaciones reales. Mediante herramientas computacionales, es posible modelar diferentes escenarios sin requerir ensayos físicos costosos, lo que agiliza la toma de decisiones técnicas. Por ello, este estudio se centra en aplicar métodos de simulación accesibles para analizar el comportamiento de fluidos en tuberías, con el fin de mejorar la eficiencia en aplicaciones prácticas (Correa, 2014).

Las aplicaciones de la mecánica de fluidos en sistemas electromecánicos son diversas y críticas para el funcionamiento de maquinaria industrial, sistemas de climatización y redes hidráulicas. El análisis del flujo en tuberías no solo se limita a la teoría, sino que tiene implicaciones directas en el dimensionamiento de bombas, la selección de válvulas y la prevención de fenómenos como cavitación o golpe de ariete. Mediante técnicas de simulación, es posible evaluar el rendimiento de estos sistemas bajo diferentes condiciones operativas, identificando ineficiencias y proponiendo mejoras. Este enfoque práctico permite a los técnicos electromecánicos optimizar instalaciones existentes y diseñar nuevas configuraciones con mayor precisión. Por ello, este trabajo explora cómo los principios fundamentales de la mecánica de fluidos pueden traducirse en soluciones concretas para problemas industriales recurrentes (Pallares, Rodríguez, & Pisca, 2015).

Estudios recientes han abordado la simulación de flujo en tuberías con enfoques específicos para fluidos complejos. Un ejemplo destacado es el trabajo *"Modelo para simulación de la potencia de flujo en tuberías conductoras de petróleo"*

pesado con comportamiento pseudoplástico", donde se desarrolló un modelo empírico-teórico para calcular la potencia de flujo en sistemas de transporte de crudo pesado. Esta investigación consideró cuatro componentes clave: esfuerzo viscoso, efectos de mezcla en régimen laminar, carácter no estacionario del fluido y cambios de energía potencial. Los experimentos realizados con variaciones de temperatura (40-65°C) y diámetros de tubería (0.2-0.3 m) demostraron que el modelo puede predecir la potencia de flujo con solo 4.5% de error, ofreciendo una herramienta valiosa para el diseño y evaluación de sistemas de bombeo. Este estudio es particularmente relevante para aplicaciones electromecánicas en la industria petrolera, donde la optimización energética de sistemas de transporte de fluidos no newtonianos es fundamental (Laurencio, Retirado, Falcón, Torres, & Salazar, 2022).

El estudio de la simulación de flujo en tuberías adquiere especial relevancia en el ámbito industrial, donde la eficiencia energética y la optimización de procesos son factores críticos para la competitividad. En sistemas electromecánicos, comprender el comportamiento de los fluidos permite diseñar instalaciones más eficientes, reducir costos operativos y prevenir fallas en equipos como bombas, válvulas y sistemas de refrigeración. Particularmente en el transporte de fluidos complejos -como el petróleo pesado analizado en estudios recientes- estas simulaciones se convierten en herramientas indispensables para predecir demandas de potencia y diseñar sistemas de bombeo adecuados. La capacidad de modelar diferentes escenarios mediante herramientas computacionales no solo representa un ahorro económico al minimizar pruebas físicas, sino que también contribuye a la sostenibilidad mediante la reducción del consumo energético. Estas aplicaciones prácticas demuestran cómo la mecánica de fluidos, apoyada en tecnologías de simulación, se convierte en un pilar fundamental para el desarrollo tecnológico en sectores productivos clave.

El análisis de flujo en tuberías mediante simulación computacional guarda una estrecha relación con la formación en Tecnología Superior en Electromecánica, ya que integra conocimientos fundamentales de mecánica de fluidos con aplicaciones prácticas en sistemas industriales. Los profesionales

electromecánicos requieren competencias para evaluar, mantener y optimizar sistemas que involucren transporte de fluidos, como redes hidráulicas, sistemas de refrigeración y plantas de procesamiento. El dominio de herramientas de simulación permite a estos técnicos diagnosticar problemas operativos, seleccionar adecuadamente componentes (bombas, válvulas, accesorios) y proponer mejoras en instalaciones reales, todo ello con base en análisis técnicos fundamentados. Además, esta temática fortalece la capacidad de los estudiantes para interpretar fenómenos fluidodinámicos en contextos multidisciplinarios, alineándose con las demandas del sector productivo que busca profesionales capacitados en tecnologías para la eficiencia energética y la optimización de procesos industriales.

1.1. PROBLEMA

En la industria actual, el diseño y operación de sistemas de flujo en tuberías enfrentan desafíos significativos, particularmente en lo que respecta a la eficiencia energética y la precisión en la predicción del comportamiento de fluidos. Muchos sistemas existentes presentan problemas como pérdidas excesivas de presión, dimensionamiento erróneo de equipos y fallos recurrentes en componentes, lo que genera incrementos en costos operativos y disminución de la productividad. Estos inconvenientes se acentúan cuando se trabaja en condiciones de flujo turbulento, donde los modelos tradicionales resultan insuficientes. A esto se suma la limitada accesibilidad a herramientas de simulación avanzadas en el ámbito técnico, lo que restringe la capacidad de análisis y optimización en muchas pequeñas y medianas empresas. Estas limitaciones evidencian la necesidad de desarrollar enfoques prácticos y accesibles para la simulación de flujos, que permitan una mejor toma de decisiones en el campo electromecánico.

¿Cómo puede implementarse un modelo de simulación accesible para el análisis de flujo en tuberías que permita optimizar sistemas electromecánicos?

El problema central radica en desarrollar una metodología práctica que, sin requerir equipos especializados de alto costo, brinde resultados confiables para la evaluación de parámetros clave como pérdidas de presión, demanda de

potencia y comportamiento del flujo bajo diferentes condiciones operativas. Esto cobra especial relevancia en el contexto de la formación tecnológica, donde se requiere balancear el rigor técnico con la aplicabilidad práctica, permitiendo a los futuros técnicos electromecánicos resolver problemas reales en sistemas industriales con herramientas al alcance de su entorno laboral típico. La solución propuesta deberá validarse mediante casos de estudio que demuestren su efectividad en escenarios representativos de la industria local.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Desde la perspectiva académica, esta investigación se justifica al fortalecer los procesos de formación en mecánica de fluidos aplicada dentro del programa de Tecnología Superior en Electromecánica. La simulación de flujo en tuberías representa un puente fundamental entre los conceptos teóricos y sus aplicaciones prácticas en sistemas industriales. Al incorporar herramientas computacionales (como software de dinámica de fluidos), este trabajo contribuye a modernizar la enseñanza de la mecánica de fluidos, permitiendo a los estudiantes visualizar fenómenos complejos, validar principios teóricos mediante modelos virtuales y desarrollar competencias técnicas demandadas en el sector productivo. Adicionalmente, el enfoque de simulación en flujos industriales amplía el espectro formativo más allá de los ejemplos convencionales, preparando a los futuros técnicos para enfrentar desafíos reales en industrias locales como la alimentaria o de manufactura.

Desde el punto de vista tecnológico, esta investigación se justifica al integrar herramientas de simulación computacional con aplicaciones reales en electromecánica. Actualmente, la industria requiere soluciones prácticas para optimizar sistemas de flujo, pero muchas PYMEs no cuentan con el conocimiento para implementar soluciones basadas en software CFD. Este trabajo propone metodologías alternativas utilizando paquetes de simulación y técnicas de modelado simplificado que mantienen rigor técnico sin requerir infraestructura costosa. La adaptación de estas tecnologías al nivel de formación tecnológica

superior permite cerrar la brecha entre las capacidades académicas y las demandas del sector productivo, particularmente en áreas como el análisis de sistemas hidráulicos, selección de bombas y diagnóstico de redes de tuberías. Además, este enfoque responde a necesidades tecnológicas específicas de industrias regionales como la agroalimentaria, donde el comportamiento complejo de estos fluidos impacta directamente en la eficiencia operativa.

Este trabajo se enmarca dentro de la línea de investigación institucional "Ingeniería, Industria, Construcción, Urbanismo y Arquitectura para un Desarrollo Sustentable y Sostenible", ya que propone una solución formativa y técnica orientada a optimizar sistemas electromecánicos mediante el uso de herramientas digitales accesibles. La simulación de flujo en tuberías no solo fortalece la formación profesional de los futuros tecnólogos, sino que también promueve el diseño eficiente de sistemas industriales, reduciendo el desperdicio energético asociado a pérdidas de presión mal gestionadas. Al aplicar conocimientos de ingeniería y tecnología en un entorno educativo, el proyecto aporta a la construcción de una cultura de sostenibilidad en la industria, fomentando decisiones técnicas basadas en análisis previos y responsables con el entorno.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Diseñar y simular un sistema de tuberías para flujo de fluidos newtonianos mediante software especializado, que permita obtener datos técnicos para la optimización de sistemas electromecánicos industriales.

1.3.2. Objetivos específicos

Recopilar información técnica para el diseño de tuberías, incluyendo características geométricas de conducciones y criterios de selección de materiales, que sirva como base para el modelado computacional.

Diseñar modelos virtuales de sistemas de tuberías utilizando software de simulación, considerando diferentes configuraciones geométricas y condiciones de operación.

Analizar los datos obtenidos de las simulaciones mediante herramientas de posprocesamiento, evaluando distribución de velocidades y presiones y pérdidas por fricción y accesorios.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

Fase 1: Recopilación de información técnica (*Corresponde al Objetivo Específico 1*)

❖ Revisión bibliográfica:

- Consulta de normas técnicas y manuales de ingeniería para identificar parámetros de diseño de tuberías.
- Recopilación de propiedades de fluidos newtonianos en bases de datos técnicas.

❖ Selección de criterios de diseño:

- Definición de rangos de operación basados en aplicaciones industriales típicas en electromecánica.
- Establecimiento de condiciones de frontera.

Fase 2: Diseño y simulación de modelos virtuales (*Objetivo Específico 2*)

❖ Modelado geométrico:

- Creación de modelos 3D de tuberías y accesorios en software CAD.
- Configuración de mallas computacionales.

❖ **Configuración de la simulación:**

- Definición del fluido en el software.
- Aplicación de condiciones de operación.
- Selección de modelos de turbulencia.

Fase 3: Análisis de resultados (*Objetivo Específico 3*)

❖ **Ejecución y posprocesamiento:**

- Simulación de escenarios variando geometrías y condiciones.
- Extracción de datos clave: perfiles de velocidad, caídas de presión.

❖ **Validación y conclusiones:**

- Comparación de resultados con modelos teóricos.
- Generación de gráficos y tablas resumen para recomendaciones de diseño.

1.4.2. Técnicas

Simulación Computacional de Dinámica de Fluidos (CFD)

- Fundamentación conceptual:
Esta técnica se basa en la solución numérica de las ecuaciones fundamentales de conservación mediante métodos de discretización espacial y temporal. Utiliza el enfoque de volúmenes finitos para convertir las ecuaciones diferenciales parciales en sistemas algebraicos resolubles computacionalmente (Giraldo, 2017).
- Motivo de uso:
Se empleó porque permite:
 - Modelar fenómenos fluidodinámicos complejos sin necesidad de experimentación física

- Visualizar campos de flujo completos
- Realizar análisis paramétricos con menor costo que pruebas experimentales
- Aplicación en el proyecto:

Se implementó en la fase de modelado y simulación para:

 - Analizar perfiles de velocidad en diferentes configuraciones de tubería
 - Cuantificar pérdidas por fricción y accesorios
 - Validar diseños antes de su implementación física

Análisis Comparativo con Modelos Teóricos

- Fundamentación conceptual:

Técnica basada en el Teorema π de Buckingham que permite reducir el número de variables mediante grupos adimensionales. Establece relaciones de similitud entre sistemas a diferentes escalas (Castello, 2017).
- Motivo de uso:

Se seleccionó porque:

 - Permite extrapolar resultados de modelos reducidos a sistemas reales
 - Simplifica el análisis al reducir variables independientes
 - Proporciona criterios para diseño experimental y validación
- Aplicación en el proyecto:

Utilizada en:

 - Diseño de casos de simulación representativos
 - Validación de resultados mediante leyes de escala
 - Análisis comparativo con estudios de referencia

Posprocesamiento Computacional de Datos

- Fundamentación conceptual:

Conjunto de técnicas para extracción, filtrado y visualización de datos numéricos mediante algoritmos de interpolación, regresión y representación gráfica vectorial/escalar (Hulatt, 2024).

- Motivo de uso:
Implementada para:
 - Transformar resultados numéricos en información ingenieril útil
 - Identificar patrones no evidentes en datos brutos
 - Generar representaciones gráficas profesionales
- Aplicación en el proyecto:
Empleada en la fase final para:
 - Crear mapas de presión y velocidad
 - Generar curvas características del sistema
 - Elaborar reportes técnicos con visualización científica

1.4.3. Métodos

Método de Investigación Basado en Simulación (Método de Modelado Numérico)

- Fundamentación conceptual:
Método científico que utiliza modelos matemáticos implementados computacionalmente para representar sistemas físicos. Se basa en la tríada: formulación matemática, discretización numérica, solución iterativa (Hulatt, StudySmarter, 2024).
- Motivo de uso:
 - Permite estudiar sistemas complejos con costos menores que la experimentación física
 - Facilita el análisis paramétrico sistemático
 - Proporciona resultados detallados de variables inaccesibles experimentalmente
- Aplicación en el proyecto:
 - Implementado en toda la fase de simulación CFD
 - Usado para predecir el comportamiento del flujo en diversas configuraciones
 - Aplicado en el análisis de sensibilidad de parámetros de diseño

Método Experimental-Comparativo

- Fundamentación conceptual:
Enfoque que combina resultados numéricos con datos teóricos, resultados empíricos y correlaciones establecidas (Enciclopedia Significados, 2024).
- Motivo de uso:
 - Garantiza la validez física de los modelos numéricos
 - Proporciona bases objetivas para la evaluación de resultados
 - Permite establecer márgenes de error y confiabilidad
- Aplicación en el proyecto:
- Utilizado en la fase de validación de simulaciones
- Aplicado al contrastar resultados con modelos físicos
- Empleado para verificar rangos de operación realistas

Método de Análisis Paramétrico Sistemático

- Fundamentación conceptual:
Enfoque estructurado que varía parámetros de entrada controlados para estudiar su impacto en las variables de salida, aplicando diseño de experimentos numéricos, análisis de sensibilidad y optimización de parámetros (González, 2023).
- Motivo de uso:
 - Identifica variables críticas en el diseño
 - Cuantifica relaciones entrada-salida
 - Optimiza configuraciones del sistema
- Aplicación en el proyecto:
 - Implementado en el estudio de diámetros óptimos
 - Usado para analizar el efecto de la rugosidad
 - Aplicado en la determinación de rangos de caudal eficientes

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

SIMULACIÓN DE FLUJOS EN TUBERÍAS

Conceptos Básicos del Comportamiento de Fluidos

Todos los fluidos, desde el agua hasta los aceites industriales, siguen principios físicos fundamentales al moverse por tuberías. Estos principios describen cómo la energía, la velocidad y la presión cambian a lo largo del recorrido del fluido. En el caso de fluidos comunes como el agua (llamados newtonianos), su viscosidad no varía con la velocidad de flujo, lo que simplifica su estudio. Se puede ejemplificar claramente en una tubería de agua potable como el flujo suave y ordenado (laminar) se vuelve caótico (turbulento) cuando aumenta la velocidad (Domingo, 2011).

Cálculo de Pérdidas de Energía

Cuando un fluido circula por una tubería, pierde energía debido a la fricción con las paredes y los accesorios como válvulas o codos. Estas pérdidas pueden calcularse con fórmulas establecidas. En una instalación hidráulica industrial, las pérdidas por fricción en tuberías rectas se determinan con ecuaciones clásicas, mientras que las pérdidas en accesorios dependen de su diseño, por ejemplo, un codo de 90° causa mayor resistencia que uno de 45° (Ponce, 2006).

Identificación del Tipo de Flujo

El comportamiento del fluido cambia radicalmente según su velocidad. A bajas velocidades, como en el goteo de un suero intravenoso, el flujo es laminar y silencioso. A altas velocidades, como en una tubería principal de agua en una fábrica, se vuelve turbulento y genera ruido. Un parámetro llamado número de Reynolds ayuda a predecir este comportamiento; por ejemplo, en sistemas de riego agrícola, este valor determina el diseño de las tuberías (Bergadà, 2012).

Simulación por Computadora

Hoy en día, programas especializados pueden recrear virtualmente el flujo en tuberías, mostrando detalles como zonas de alta presión o turbulencia. En aplicaciones industriales, al modelar una red de tuberías en una planta química, estos softwares ayudan a identificar problemas antes de la construcción y pueden detectar puntos donde podría haber fugas (Rivera, 2018).

Validación de Resultados

Las simulaciones deben compararse con datos reales para asegurar su precisión. Por ejemplo, si se simula el flujo en una tubería de combustible, los resultados deben coincidir con mediciones físicas de presión y caudal que para este ejemplo particular podría obtenerse de pruebas en estaciones de bombeo de gasolina (NASA, 2021).

Aplicaciones Prácticas

Estos conocimientos son vitales en sistemas electromecánicos comunes, como en sistemas de climatización, para distribuir agua fría/caliente eficientemente o en plantas de tratamiento, para dimensionar bombas y evitar sobrecostos energéticos. Un ejemplo de aplicación menos industrial sería en un edificio inteligente, donde la simulación previa puede ahorrar hasta un 20% en energía, lo cual puede ser muy útil en la optimización de redes en hospitales (Fernández, 2019).

APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN DE FLUJOS EN ELECTROMECAÁNICA

Importancia de la Mecánica de Fluidos en Sistemas Electromecánicos

Los principios de la mecánica de fluidos son esenciales en el diseño y operación de diversos sistemas electromecánicos. Desde sistemas de refrigeración industrial hasta redes hidráulicas en maquinaria pesada, el comportamiento de los fluidos afecta directamente el rendimiento energético y la vida útil de los equipos. Por ejemplo, en una planta de producción automotriz, el correcto diseño del sistema hidráulico de prensas puede significar la diferencia entre un funcionamiento eficiente y fallos recurrentes.

Aplicaciones en Sistemas de Bombeo

El diseño de sistemas de bombeo requiere comprender profundamente los principios del flujo en tuberías. La selección de una bomba inadecuada puede llevar a problemas como cavitación o consumo excesivo de energía. Un caso típico se observa en estaciones de tratamiento de agua, donde el cálculo preciso de las pérdidas de carga determina la potencia requerida del motor eléctrico (de las Heras, 2011).

Control de Flujo y Válvulas

Las válvulas son componentes críticos en sistemas electromecánicos que manejan fluidos. Su selección y ubicación impactan en la eficiencia del sistema completo. En sistemas de vapor industrial, por ejemplo, la elección entre válvulas globo, mariposa o de compuerta depende del perfil de flujo y las pérdidas de presión admisibles (SHI, 2025).

Eficiencia Energética en Sistemas de Fluidos

La optimización energética de sistemas que involucran fluidos representa un área de gran potencial para el ahorro de costos. Estrategias como el uso de variadores de frecuencia en bombas o el rediseño de redes de distribución pueden reducir significativamente el consumo eléctrico. En hospitales, por ejemplo, la modernización de sistemas HVAC basada en análisis fluidodinámicos ha demostrado ahorros importantes sobre sistemas tradicionales (ARANER, 2025).

2.2. ANTECEDENTES

ANTECEDENTES INSTITUCIONALES

Contexto de la ULEAM Extensión El Carmen

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), Extensión El Carmen, se ha consolidado como un centro de educación superior clave en la provincia de

Manabí, Ecuador. Esta extensión universitaria fue creada con el objetivo de democratizar el acceso a la educación técnica y tecnológica en la zona, respondiendo a las necesidades productivas de la región (ULEAM, 2025). Su oferta académica está alineada con los sectores estratégicos locales, como el agroindustrial, energético y de manufactura.

La Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

El programa de Tecnología Superior en Electromecánica de la ULEAM Extensión El Carmen forma profesionales capacitados para integrar conocimientos eléctricos y mecánicos en el mantenimiento, diseño y optimización de sistemas industriales. Según su malla curricular, la carrera enfatiza aplicaciones prácticas en energía, automatización y fluidos industriales, con una duración de semestres académicos (ULEAM, 2025).

Infraestructura para Prácticas en Mecánica de Fluidos

La extensión cuenta con un laboratorio básico de fluidos donde los estudiantes realizan prácticas con bancos de pruebas para pérdidas en tuberías, medición de caudales y análisis de bombas centrífugas en ambientes domiciliarios. Este recurso, aunque limitado, ha permitido desarrollar competencias técnicas en el área, complementadas con software de simulación en sus aulas de informática.

ANTECEDENTES DEL PROYECTO: SITUACIÓN PREVIA

Estado de la Infraestructura Existente

Antes de este proyecto, la ULEAM Extensión El Carmen contaba únicamente con un módulo básico de instalaciones hidráulicas domiciliarias para prácticas estudiantiles. Este sistema, instalado en 2024, consiste en:

- Tuberías PVC con conexiones estándar
- Accesorios básicos (codos, tes, válvulas)
- Un tanque de presión

- Una bomba centrífuga monofásica

Limitaciones en la Enseñanza de Mecánica de Fluidos

Las prácticas realizadas con este módulo se limitan a:

- Demostraciones cualitativas de flujo.
- Mediciones manuales de caudal con método de volumen-tiempo.
- Pruebas elementales de pérdidas de presión
Sin instrumentación especializada para medición precisa de parámetros fluidodinámicos.

Nivel de Simulación Computacional Previo

En las asignaturas relacionadas solo se había abordado:

- Introducción teórica con software de simulación.
- Modelado de tuberías rectas o con un único accesorio (codo o te).
- Ejercicios con flujo laminar ideal, sin considerar turbulencia.

Brecha Identificada

Esta situación presentaba varias limitaciones:

Prácticas:

- No permitía estudiar configuraciones industriales complejas
- Carecía de sistemas para fluidos no newtonianos o altas presiones

Simulación:

- Falta de profundidad en análisis de resultados numéricos
- No se cubrían aplicaciones electromecánicas reales

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

Un estudio relevante realizado en España abordó el modelado y simulación de la red de distribución de agua potable en Huelva, utilizando el software EPANET para analizar el comportamiento hidráulico del sistema. El trabajo de Jódar Borrego (2021) se centró en controlar la presión del agua desde la fuente (embalse de Beas) hasta los puntos de distribución final, tras su tratamiento en la planta potabilizadora. Aunque el modelo simplificó la red real por limitaciones de datos (proporcionados por la empresa SUEZ), logró validar escenarios operativos mediante la toolkit EPANET-MATLAB, evaluando el impacto de parámetros como caudal y presión en diferentes zonas de la ciudad. Este proyecto destaca por su enfoque práctico en la gestión de infraestructuras hidráulicas urbanas, aunque su aplicabilidad en contextos industriales es limitada debido a su escala y objetivos (Jódar, 2021).

Un estudio innovador desarrollado en Chile abordó la simulación de flujo de petróleo pesado en tuberías, considerando su comportamiento pseudoplástico y no estacionario. En este trabajo se propuso un modelo empírico-teórico que integra cuatro componentes clave de la potencia de flujo: esfuerzo viscoso, mezcla turbulenta, efectos no estacionarios y cambios de energía potencial. Mediante experimentación con tuberías de 0.2 y 0.3 m de diámetro a temperaturas entre 40-65°C, validaron su modelo con solo 4.5% de error promedio. Esta investigación destaca por su enfoque en fluidos no newtonianos, particularmente relevante para la industria petrolera, aunque difiere del presente trabajo al centrarse en crudos pesados en lugar de fluidos newtonianos (Laurencio, Retirado, Falcón, Torres, & Salazar, Modelo para simulación de la potencia de flujo en tuberías conductoras de petróleo pesado con comportamiento pseudoplástico, 2022).

Un estudio relevante realizado en la provincia de Pichincha analizó el comportamiento térmico del vapor de agua en tuberías de distribución mediante simulaciones con ANSYS. Se modeló un sistema real alimentado por una caldera

pirotubular Clayton de 125 BHP, evaluando parámetros clave como velocidad de flujo (20-30 m/s) y espesor de aislante térmico (30 mm). Los resultados demostraron que la configuración óptima (20 m/s con aislante de 30 mm) mantenía una calidad de vapor del 97.46% y solo 2.55% de condensado, cumpliendo con normativas técnicas. Este trabajo destaca por su enfoque en pérdidas energéticas en sistemas de vapor industrial, aunque se diferencia del presente proyecto al centrarse en transferencia de calor más que en dinámica de fluidos pura (Cajamarca & Cárdenas, 2018).

Un estudio significativo se desarrolló en el cantón Chone, donde se evaluó el funcionamiento hidráulico de la red de agua potable mediante modelación en EPANET 2.0. La investigación analizó dos escenarios críticos: demanda actual (53,000 habitantes) y proyección futura (120,000 habitantes), identificando que el sistema actual no podría satisfacer la demanda futura sin modificaciones en la estación de bombeo. Este trabajo es particularmente relevante por su enfoque en problemas reales de infraestructura hidráulica en la provincia, utilizando simulación computacional para diagnóstico y propuestas de mejora (Valencia & Vélez, 2017).

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. DESARROLLO

En esta sección se detalla el proceso práctico llevado a cabo para dar solución al problema planteado en el Capítulo I, enfocado en desarrollar una metodología accesible para el análisis de flujo en tuberías mediante simulación. La propuesta se ejecutó en tres etapas que respondieron a los objetivos específicos: recopilación de información técnica para el diseño de tuberías, modelado virtual en software de simulación y análisis de resultados obtenidos. Se consideraron cuatro configuraciones distintas, todas con tuberías de 50.8 mm de diámetro y 2 mm de espesor, conectando dos puntos separados por un metro, con un caudal de entrada de 150 l/min y salida a presión atmosférica. Esta metodología permitió observar cómo varía la presión y la velocidad del fluido en función de la geometría del sistema, incluyendo tramos rectos, presencia de codos y reducción de diámetro. El desarrollo del trabajo priorizó la claridad, aplicabilidad y sencillez, ajustándose al contexto de formación tecnológica y demostrando que, mediante herramientas de diseño y simulación al alcance, es posible obtener datos relevantes para optimizar sistemas electromecánicos reales sin necesidad de equipamiento costoso. Los resultados se presentan en la siguiente sección como respaldo del cumplimiento de los objetivos propuestos.

3.1.1. Descripción de la propuesta

La propuesta de este proyecto nació con una intención clara: demostrar que es posible analizar el comportamiento del flujo en sistemas de tuberías utilizando herramientas digitales accesibles, sin depender de laboratorios costosos o equipamiento especializado. Este enfoque busca acercar la simulación computacional a la realidad de estudiantes y técnicos en formación, mostrándoles que pueden aplicar conocimientos de mecánica de fluidos para resolver problemas reales con recursos que están a su alcance. Para lograrlo, se trazaron tres objetivos específicos que guiaron el desarrollo de todo el trabajo.

Descripción del Objetivo Específico 1

El primer objetivo específico consistió en recopilar la información técnica necesaria para diseñar adecuadamente un sistema de tuberías. Esta etapa fue fundamental porque permitió entender qué variables influyen en el flujo, como el tipo de fluido, las dimensiones de la tubería, los materiales utilizados y las condiciones típicas de operación en sistemas electromecánicos. A través de manuales, normas técnicas y bases de datos confiables, se definieron parámetros realistas y aplicables a un contexto industrial.

Descripción del Objetivo Específico 2

Con esa base clara, el segundo objetivo específico se centró en diseñar modelos virtuales de tuberías en distintas configuraciones, utilizando un software de simulación. El reto aquí fue imaginar escenarios simples, pero representativos de situaciones reales: una tubería recta, una con dos codos, otra con cuatro codos, y una última con reducción de diámetro. Cada modelo fue construido cuidando los detalles técnicos, como el diámetro interno, el espesor de la pared, el tipo de fluido y el caudal, con el fin de observar cómo la forma del sistema afecta el comportamiento del flujo.

Descripción del Objetivo Específico 3

Finalmente, el tercer objetivo específico abordó el análisis de los resultados obtenidos en las simulaciones. Esta fase permitió evaluar cómo cambia la presión y la velocidad del fluido a medida que se introducen obstáculos o variaciones en la geometría del sistema. A través de herramientas de posprocesamiento, se generaron gráficos, contornos y datos clave que sirvieron para comparar las diferentes configuraciones y extraer conclusiones prácticas. Este análisis no solo validó el enfoque propuesto, sino que también aportó una herramienta de aprendizaje útil y cercana a la realidad de quienes se forman en la carrera de Electromecánica.

3.1.2. Etapas

Para el desarrollo del proyecto, se organizaron las actividades en tres etapas, cada una orientada al cumplimiento de un objetivo específico. Esta forma de

trabajo permitió avanzar de manera ordenada y comprensible, facilitando la conexión entre la teoría, la práctica y los resultados obtenidos.

Etapas 1: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 1

La primera etapa se centró en recopilar la información técnica necesaria para diseñar el sistema de tuberías de manera adecuada. Se revisaron manuales de ingeniería, normas técnicas y catálogos de materiales comúnmente utilizados en la industria, con el fin de establecer criterios claros de diseño. Se analizaron propiedades físicas de fluidos newtonianos, como la viscosidad y la densidad, seleccionando como fluido de referencia el agua a temperatura ambiente, por ser el más común en aplicaciones electromecánicas. También se definieron parámetros geométricos realistas, como el diámetro interno de las tuberías (50.8 mm) y el espesor de pared (2 mm), así como un caudal de entrada de 150 litros por minuto, lo cual permitió establecer un caso base aplicable a escenarios industriales reales. Además, se definieron las condiciones de frontera para la simulación: entrada con caudal constante y salida a presión atmosférica.

Etapas 2: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 2

Con la información recopilada, se dio paso al diseño y simulación de modelos virtuales. Esta fase incluyó la creación de geometrías en un software de diseño asistido por computadora (CAD), representando diferentes configuraciones: una tubería recta, otra con dos codos, una tercera con cuatro codos y una cuarta con una reducción de diámetro de 50.8 mm a 25.4 mm. Cada modelo fue preparado cuidadosamente, manteniendo una longitud constante de un metro entre el punto de entrada y el de salida. Posteriormente, se generaron las mallas computacionales necesarias para asegurar la precisión de los resultados. Luego, se configuraron las condiciones de simulación, asignando el fluido, el caudal de entrada y los modelos adecuados de flujo. Esta etapa permitió observar de forma virtual cómo se comporta el flujo dentro de cada sistema, considerando los efectos de la geometría sobre la velocidad y la presión.

Etapas 3: Actividades realizadas para cumplir el Objetivo Específico 3

En la última etapa se analizaron los resultados obtenidos a partir de las simulaciones. Se utilizaron herramientas de posprocesamiento para visualizar los perfiles de velocidad y presión a lo largo de las tuberías. Se generaron gráficos de contorno en cortes longitudinales, los cuales permitieron observar claramente cómo las pérdidas de presión y los cambios en la velocidad se incrementan a medida que se añaden accesorios como codos o se modifica el diámetro. También se analizaron los valores de presión y velocidad en los puntos de entrada y salida, lo que sirvió para comparar entre las distintas configuraciones. Este análisis confirmó que la forma del sistema influye directamente en el comportamiento del fluido, y que la simulación computacional es una herramienta útil y confiable para predecir estos efectos en contextos reales de trabajo técnico.

3.1.3. Presupuesto

En este proyecto no fue necesario realizar gastos económicos directos, ya que todas las actividades se llevaron a cabo mediante herramientas digitales disponibles y no se requirió la adquisición de materiales físicos ni la contratación de servicios externos. El diseño y la simulación del sistema de tuberías se realizaron utilizando software de uso académico y recursos informáticos ya existentes, lo que permitió desarrollar el trabajo de manera eficiente y sin costos adicionales.

3.2. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo del proyecto, organizados de acuerdo con cada uno de los objetivos específicos. Se muestran los avances logrados, las configuraciones analizadas y los datos técnicos extraídos de las simulaciones, los cuales permiten evaluar el comportamiento del flujo en diferentes escenarios. Se utilizaron herramientas gráficas para visualizar la distribución de velocidad y presión, así como tablas comparativas que facilitan la interpretación de los resultados.

Objetivo 1: Logros obtenidos en el Objetivo Específico 1

Como parte de este objetivo, se logró recopilar y seleccionar la información técnica necesaria para diseñar adecuadamente los modelos de simulación. Se definieron las propiedades del fluido, las dimensiones de las tuberías, los materiales y las condiciones operativas más adecuadas para representar un sistema realista, común en entornos industriales.

Tabla 1.

Dimensiones de las tuberías utilizadas en la simulación.

Descripción	Valor	Unidad
Diámetro interno	50.8	mm
Espesor de pared	2.0	mm
Longitud a cubrir	1000	mm

Objetivo 2: Logros obtenidos en el Objetivo Específico 2

Se construyeron y simularon cuatro configuraciones distintas de sistemas de tuberías, todas con una longitud de un metro entre entrada y salida. Las simulaciones permitieron estudiar el comportamiento del flujo bajo distintas condiciones geométricas.

Tabla 2.

Condiciones de frontera e iniciales aplicadas en la simulación.

Parámetro	Valor
Caudal volumétrico	150 l/min
Condición de salida	101325Pa (Presión atmosférica)

Tabla 3.*Descripción de los casos simulados.*

Caso	Descripción
1	Tubería recta
2	Tubería con dos codos
3	Tubería con cuatro codos
4	Tubería con reducción de 50.8 mm a 25.4 mm

Objetivo 3: Logros obtenidos en el Objetivo Específico 3

El análisis de los resultados permitió observar el impacto que tienen los accesorios y cambios geométricos sobre el comportamiento del flujo. En todos los casos se obtuvieron los valores de presión y velocidad tanto en la entrada como en la salida, lo que permitió calcular las pérdidas de presión en cada configuración.

Tabla 4.*Resultados de simulación por configuración.*

Caso	Presión entrada (Pa)	Presión salida (Pa)	Vel. entrada (m/s)	Vel. salida (m/s)	Pérdida de presión (Pa)
1	102306.16	102111.45	1.406	1.406	194.71
2	102519.16	102104.54	1.245	1.245	414.62
3	102816.94	102104.73	1.245	1.246	712.21
4	137965.30	126431.06	1.467	7.058	11534.24

Los resultados obtenidos a partir de las simulaciones muestran con claridad cómo la geometría del sistema influye directamente en el comportamiento del flujo. En el caso más simple, con una tubería recta, las pérdidas de presión fueron mínimas, lo que era esperable debido a la ausencia de obstáculos internos. Sin embargo, al introducir codos en el sistema, la presión de entrada necesaria para mantener el mismo caudal aumentó de forma progresiva. Con dos codos, la pérdida de presión prácticamente se duplicó respecto al caso recto, y con cuatro codos esta pérdida fue aún mayor, lo que refleja cómo los accesorios afectan la eficiencia del sistema al generar turbulencias y fricción adicionales.

Ilustración 1.

Gráfico de contornos de presión para el caso 1.

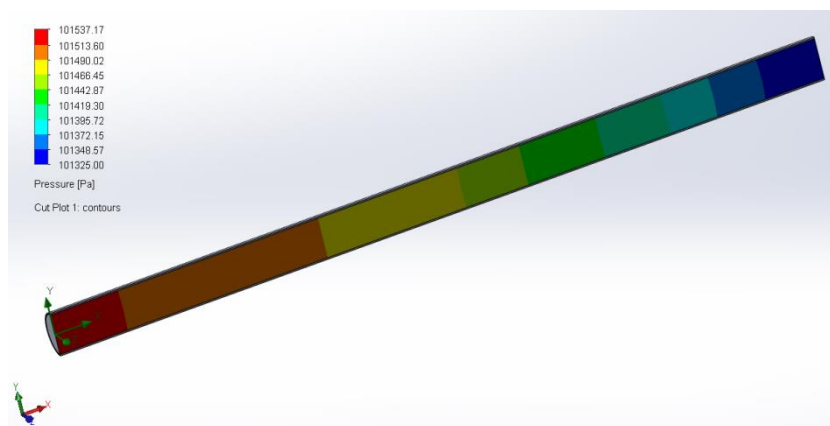


Ilustración 2.

Gráfico de contornos de presión para el caso 2.

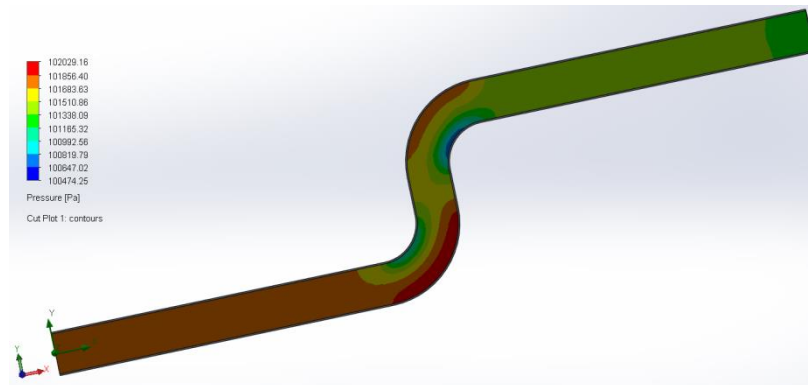


Ilustración 3.

Gráfico de contornos de presión para el caso 3.

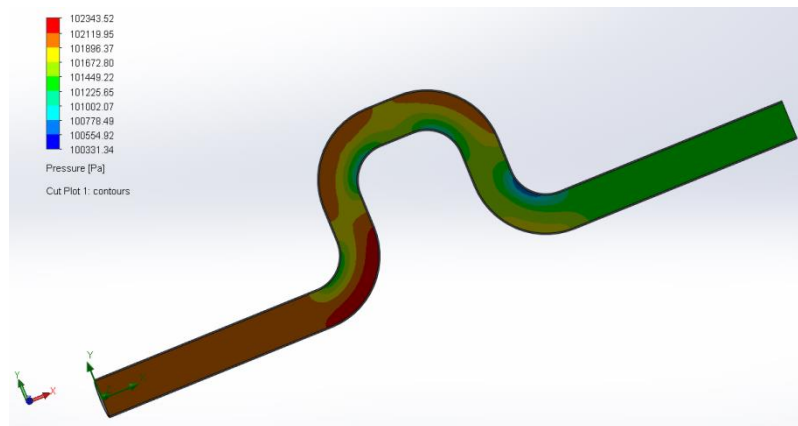
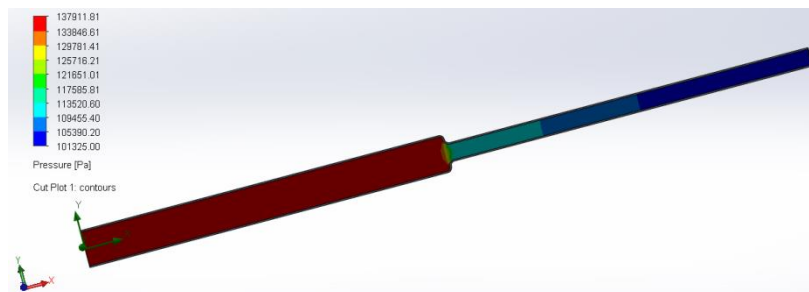


Ilustración 4.

Gráfico de contornos de presión para el caso 4.



Por otro lado, el caso con reducción de diámetro evidenció un comportamiento diferente. Aunque la velocidad de entrada fue similar a los otros casos, al reducir el diámetro a la mitad, la velocidad del flujo en la salida se multiplicó por casi cinco veces, como resultado de la conservación del caudal. Esta aceleración vino acompañada de una caída significativa en la presión, que superó los 11 000 Pa.

Este fenómeno es importante en la práctica, ya que demuestra cómo una mala selección o cambio abrupto en el diseño de un sistema puede generar pérdidas energéticas relevantes. En conjunto, estos resultados validan la utilidad del modelo propuesto y confirman que la simulación computacional puede ser una herramienta educativa y técnica poderosa para el análisis de sistemas de flujo en contextos reales.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Conclusión del Objetivo Específico 1:

Se cumplió satisfactoriamente con la recopilación de información técnica relevante para el diseño de sistemas de tuberías, lo cual permitió establecer criterios adecuados en cuanto a dimensiones, selección de materiales, condiciones operativas y características del fluido. Esta base teórica sirvió como punto de partida sólido para el desarrollo del modelado computacional, asegurando que las simulaciones representaran de forma realista un sistema aplicable a la industria electromecánica local.

Conclusión del Objetivo Específico 2:

Se logró diseñar e implementar con éxito modelos virtuales de sistemas de tuberías utilizando software de simulación, considerando configuraciones representativas como tramos rectos, presencia de codos y reducciones de diámetro. Cada modelo fue construido manteniendo coherencia en los parámetros físicos y de operación, lo que permitió obtener resultados consistentes para su análisis. La variedad de configuraciones simuladas aportó una visión amplia de cómo las variaciones geométricas influyen en el comportamiento del flujo.

Conclusión del Objetivo Específico 3:

El análisis de los datos obtenidos mediante las simulaciones permitió visualizar y cuantificar con claridad las pérdidas de presión, las variaciones de velocidad y el impacto de los accesorios en el sistema. Las gráficas de contorno y los valores numéricos extraídos validaron el modelo y confirmaron que es posible utilizar simulaciones computacionales como una herramienta de aprendizaje y diseño técnico accesible, cumpliendo con el objetivo de brindar una metodología útil para la formación en electromecánica.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda fomentar el uso de simulaciones computacionales en asignaturas como mecánica de fluidos, ya que permiten visualizar fenómenos complejos de forma didáctica y con recursos accesibles, fortaleciendo el aprendizaje práctico sin necesidad de laboratorios especializados.

Se sugiere considerar en sus proyectos los efectos que tienen los accesorios como codos y reducciones sobre la eficiencia del flujo, ya que estos pueden provocar pérdidas significativas de presión que afecten el rendimiento del sistema. Las simulaciones pueden ser una herramienta útil para anticipar estos efectos y optimizar los diseños antes de su implementación.

Se recomienda incorporar el uso de software de simulación en sus programas académicos como parte de las prácticas de laboratorio virtual. Esto permite a los estudiantes adquirir competencias técnicas alineadas con las exigencias actuales del entorno laboral, fortaleciendo su perfil profesional sin requerir grandes inversiones en infraestructura física.

BIBLIOGRAFÍA

- ARANER. (15 de Junio de 2025). ARANER. Obtenido de Dinámica de fluidos computacional en sistemas de refrigeración urbana (TES): https://www-araner-com.translate.goog/blog/computational-fluid-dynamics?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
- Bergadà, J. (2012). *Mecánica de fluidos: Breve introducción teórica con problemas resuelto*. Cataluña: UPCGRAU.
- Cajamarca, D., & Cárdenas, J. (2018). *Análisis Y Simulación Del Comportamiento Térmico Del Vapor De Agua En El Interior De Las Tuberías De Distribución Mediante El Software Especializado ANSYS*. Quito: UPS.
- Castello, N. (2017). *Universidad Tecnológica Nacional*. Obtenido de Análisis dimensional: https://frh.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/14284/mod_resource/content/1/Unidad%205%20Análisis%20Dimensional.pdf
- Correa, S. (2014). *Simulación Numérica Del Flujo A Través De Tubos-Orificio*. Cartagena: UPCT.
- de las Heras, S. (2011). *Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas*. Barcelona: UPCGRAU.
- Domingo, A. (2011). *Apuntes de Mecánica de Fluidos*. España.
- Enciclopedia Significados. (12 de Noviembre de 2024). *Enciclopedia Significados*. Obtenido de Investigación experimental: <https://www.significados.com/investigacion-experimental/>
- Fernández, T. (9 de Diciembre de 2019). *Conecta*. Obtenido de Aplicaciones de simulación fluidodinámica - CFD : <https://www.conectaindustria.es/articulo/tecnologia/aplicaciones-de-simulacion-fluidodinamica-cfd/20191209110635006272.html>
- Giraldo, A. (2017). *Simulación Mediante Dinámica De Fluidos Computacional (Cfd) De Un Intercambiador De Flujo Cruzado*. Cataluña: UPC.
- González, F. (14 de Febrero de 2023). *LinkedIn*. Obtenido de Análisis Paramétricos vs No Paramétricos, ¿Cómo y cuando utilizarlos?: <https://es.linkedin.com/pulse/an%C3%A1lisis-param%C3%A9tricos-vs-c%C3%B3mo-y-cuando-utilizarlos-francisco-gonz%C3%A1lez>
- Hulatt, L. (10 de Junio de 2024). *StudySmarter*. Obtenido de Post Procesamiento: <https://www.studysmarter.es/resumenes/ingenieria/mecanica-de-solidos/post-procesamiento/>

- Hulatt, L. (4 de Septiembre de 2024). *StudySmarter*. Obtenido de Modelado numérico: <https://www.studysmarter.es/resumenes/ingenieria/ingenieria-biomedica/modelado-numerico/>
- Jódar, P. (2021). *Modelado, simulación y control de presión de la red de distribución de aguas de Huelva*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Laurencio, H., Retirado, Y., Falcón, J., Torres, E., & Salazar, M. (2022). Modelo para simulación de la potencia de flujo en tuberías conductoras de petróleo pesado con comportamientoseudoplástico. *Ingeniare*.
- Laurencio, H., Retirado, Y., Falcón, J., Torres, E., & Salazar, M. (2022). Modelo para simulación de la potencia de flujo en tuberías conductoras de petróleo pesado con comportamientoseudoplástico. *Ingeniare, Revista chilena de ingeniería*, 171-179.
- NASA. (10 de Febrero de 2021). NASA. Obtenido de Descripción general de la verificación y validación de CFD: https://www-grc-nasa-gov.translate.goog/www/wind/valid/tutorial/overview.html?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
- Pallares, M., Rodríguez, W., & Pisca, C. (2015). Análisis de flujo en tuberías en serie bajo una nueva visión numérica: Desarrollo de una aplicación educativa. *Revista Ingeniería y Región*, 19-24.
- Ponce, F. (2006). *Manual Para Ensayo De Pérdidas De Energía En Accesorios De Tubería Del Laboratorio De Hidráulica*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Rivera, A. (2018). *Simulación de Fluidos con GPGPU*. País Vasco: Universidad del País Vasco.
- SHI. (15 de Junio de 2025). SHI. Obtenido de Válvulas de control de flujo: <https://equipos-hidraulicos.com/blog/valvulas-de-control-de-flujo/>
- ULEAM. (Junio de 2025). *ULEAM Extensión El Carmen*. Obtenido de <https://carreras.uleam.edu.ec/extension-el-carmen/>
- ULEAM. (Junio de 2025). *ULEAM Extensión El Carmen*. Obtenido de Electromecánica: <https://carreras.uleam.edu.ec/extension-el-carmen/carrera-electromecanica/>
- Valencia, F., & Vélez, V. (2017). *Funcionamiento Hidráulico De La Red Actual De Abasto De Agua Potable De La Ciudad De Chone Ante Diferentes Escenarios De Consumo*. Chone: ULEAM.

ANEXOS

Ilustración 5.

Geometría y dimensiones de la tubería recta

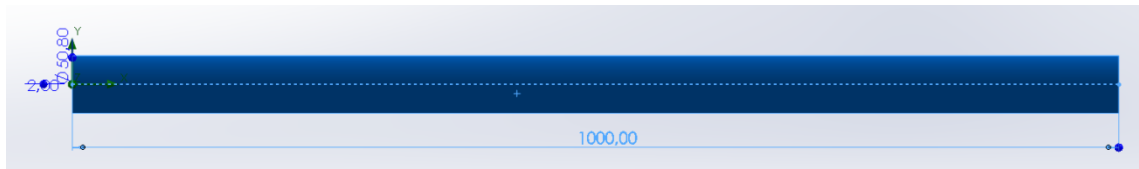


Ilustración 6.

Geometría y dimensiones de la tubería con dos codos

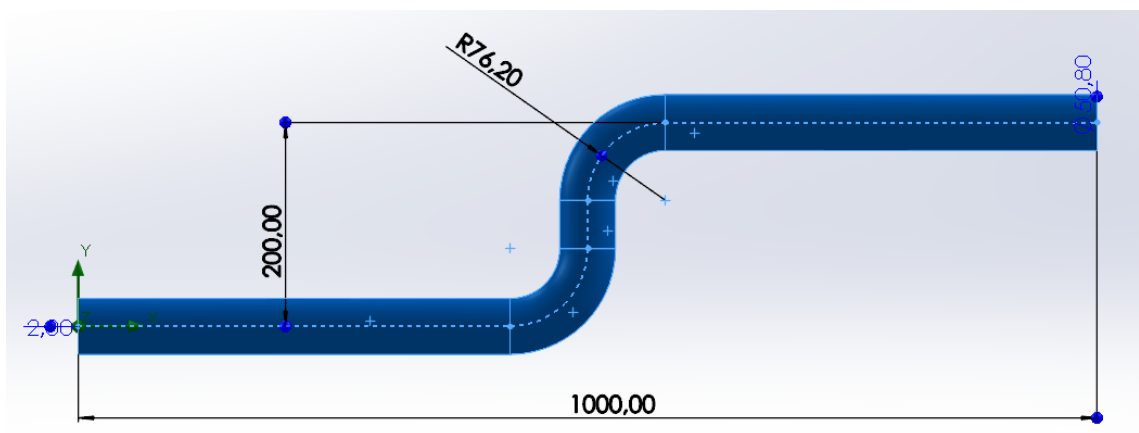


Ilustración 7.

Geometría y dimensiones de la tubería con cuatro codos.

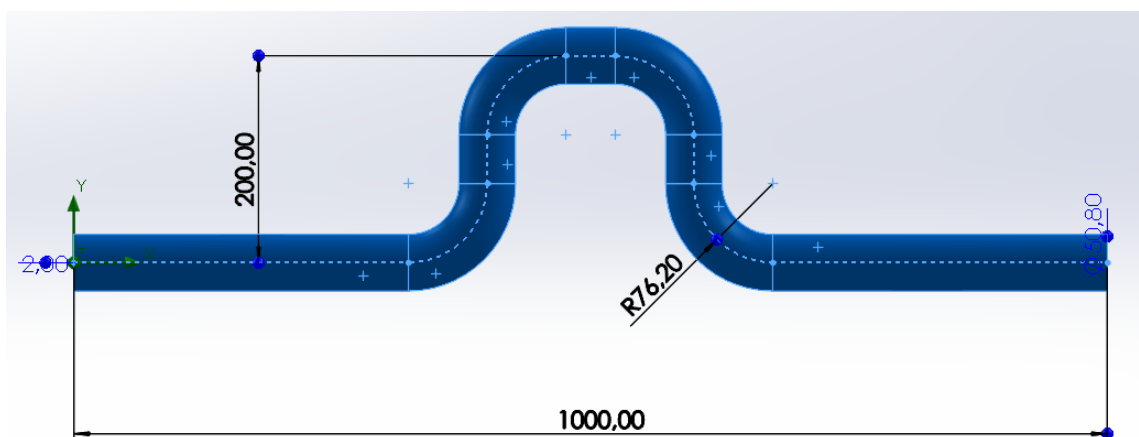
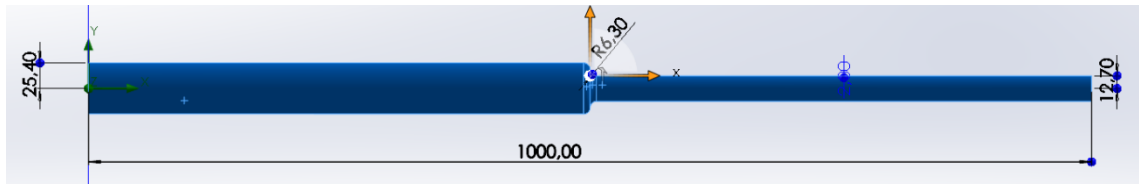


Ilustración 8.

Geometría y dimensiones de la tubería con reducción.





Jimmy Vera - Marley Dueñas

5%
Textos
sospechosos

4% Similitudes
• 1% similitudes entre oraciones
• 3% entre las fuentes reconocidas
• 1% Idiomas no reconocidos
• 37% Textos potencialmente generados por la IA (ignorados)

Nombre del documento: Jimmy Vera - Marley Dueñas.docx
ID del documento: 2adb89a5f552d9494ed661cf43aaadab79c19b97
Tamaño del documento original: 439,02 kB

Depositante: RENE FERNANDO LOPEZ BARRERAN
Fecha de depósito: 19/8/2025
Tipo de carga: interface
Fecha de fin de análisis: 19/8/2025

Número de palabras: 6716
Número de caracteres: 48.524

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	CALDERON COOL.pdf CALDERON COOL #ad5510 Viene de de mi grupo	1%		Palabras idénticas: 1% (83 palabras)
2	MENDOZA ZAMBRANO.pdf MENDOZA ZAMBRANO #42d750 Viene de de mi grupo	1%		Palabras idénticas: 1% (78 palabras)
3	Documento de otro usuario - MENDOZA #03a05c Viene de de otro grupo 5 fuentes similares.	1%		Palabras idénticas: 1% (78 palabras)
4	MIGUE-CESAR-ELECTROMECANICA.pdf MIGUE-CESAR-ELECTROMECAN... #3530e0 Viene de de mi grupo	1%		Palabras idénticas: 1% (70 palabras)
5	MONTES JOSE - VERGARA ERICK.pdf MONTES JOSE - VERGARA ERICK #1a0497 Viene de de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (58 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	dx.doi.org Procedimiento para determinar la variación de temperatura del petr... http://dx.doi.org/10.4067/rs0718-33052023000100240	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
2	hdl.handle.net Simulación mediante dinámica de fluidos computacional (CFD) d... http://hdl.handle.net/2117/117152	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)
3	EMEB-2023-2-02.docx EMEB-2023-2-02 #c4db0a Viene de de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
4	Carmen Dume - Jofre Velez.docx Carmen Dume - Jofre Velez #d4ca32 Viene de de mi biblioteca	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
5	repositorioacademico.upc.edu.pe https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628079/ValenzuelaP_M.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- https://www.araner.com.translate.goog/blog/computational-fluid-dynamics?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hi=es&_x_tr_pto=tc
- <https://www.significados.com/investigacion-experimental/>
- <https://www.conectaindustria.es/articulo/tecnologia/aplicaciones-de-simulacion-fluidodinamica-cfd/20191209110635006272.html>
- <https://www.studysmarter.es/resumenes/ingenieria/mecanica-de-solidos/post-procesamiento/>
- <https://www.studysmarter.es/resumenes/ingenieria/ingenieria-biomedica/modelado-numerico/>