

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Mecánica de Fluidos
Clave de la asignatura:	ERF-1019
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Energías Renovables

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero en energías renovables los conocimientos necesarios para calcular la energía que transporta un fluido incompresible en condiciones estables, por lo cual el ingeniero podrá aprovechar el recurso energético proveniente de los fluidos para diseñar correctamente sistemas de energías renovables.</p> <p>La asignatura de mecánica de fluidos sienta las bases para conocer las propiedades de los fluidos, haciendo énfasis en los incompresibles como el agua; para entender el comportamiento del flujo de fluidos se basa de la conservación de la energía y de la masa. Proporciona al ingeniero en energías renovables la capacidad de entender el principio de funcionamiento de un túnel aerodinámico y de las relaciones que existen entre prototipos y modelos a escala, de igual forma permite conocer el comportamiento de fluidos en tuberías y los fenómenos que en ellas ocurren y que pueden afectar a los dispositivos hidráulicos.</p> <p>Esta Asignatura de Mecánica de Fluidos está relacionadas con las asignaturas de estática y dinámica, termodinámica, ecuaciones diferenciales y aporta los conocimientos básicos requeridos en las siguientes asignaturas de refrigeración y aire acondicionado, máquinas hidráulicas, energía eólica y sistemas solares fotovoltaicos y térmicos; en energía eólica es necesario saber aplicar correctamente la ecuación de Continuidad y Bernoulli y en la asignatura de sistemas fotovoltaicos y térmicos se requiere conocer el régimen del fluido y su relación con la transferencia de calor.</p>
Intención didáctica
<p>El temario de esta asignatura se organiza en ocho temas los cuales darán al estudiante los conceptos fundamentales que permiten determinar las características de un fluido y que en conjunto con la ley de la conservación de la energía contribuyen a determinar las aplicaciones de los fluidos en los sistemas de energías renovables como colector de agua o aire y su importancia en el diseño de turbinas eólicas.</p> <p>En el tema 1 se abordan conceptos fundamentales de fluidos, en este tema el estudiante</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

aprenderá las propiedades principales de los fluidos y sus unidades correspondientes en el Sistema Internacional y en el Sistema Inglés.

En el tema 2 se aborda la ecuación fundamental de la hidrostática, fuerzas sobre superficies sumergidas (planas y curvas) en la cual estudiantes aplicarán el concepto de integral y de primer momento de área para determinar dichas fuerzas. El docente deberá guiar al estudiante para comprender el principio de la hidrostática y el de flotación para que el estudiante sea capaz de plantear un problema con las ecuaciones necesarias y resolverlo.

En el tema 3 se analizará las ecuaciones de Conservación de la masa, Ecuación de cantidad de movimiento para un volumen de control, Ecuación de Bernoulli, Ecuación de cantidad de movimiento para un volumen con aceleración rectilínea (Alabes con aceleración). Se comprenderá el concepto de Numero de Reynolds (concepto de flujo laminar y turbulento), se conocerá el principio de funcionamiento de los Medidores de flujo: Venturi, tubo de Pitot, tubo de Prandtl, placa de orificio. Se aplicará la conservación de la masa para resolver problemas de tiempo de vaciado de depósitos, utilizando volúmenes de control. Se solucionarán problemas en los cuáles se aplique el principio de Bernoulli.

El tema 4 contempla Análisis dimensional de modelos hidráulicos, semejanza geométrica, cinemática y dinámica, Parámetros adimensionales y Teorema de "PI" de Buckingham. El estudiante aprenderá el procedimiento para analizar un modelo que tengan las características del prototipo que se requiere estudiar.

En el tema 5 el docente presentará problemas en los cuales se identifiquen las pérdidas primarias y secundarias en las tuberías. El estudiante conocerá las secciones que componen un túnel de viento y las pruebas experimentales que se pueden llevar a cabo en túnel de viento aplicado a energía eólica.

En el tema 6 se aborda el estudio de Fuerzas de corte y de presión, concepto de capa limite y ecuación de cantidad de movimiento aplicada a la capa limite. El estudiante conocerá las características del fluido dentro de la capa límite.

En el tema 7 se resuelven problemas que requieran análisis de tuberías en serie, tubería en paralelo y redes hidráulicas.

El tema 8 aborda los problemas de cavitación y golpe de ariete, donde se contemplan los siguientes aspectos: explicación del golpe de ariete, concepto de presión máxima y sobrepresión, control del golpe de ariete, explicación de la cavitación, descripción de la cavitación y control de la cavitación.

Al cursar esta asignatura es necesario que las actividades del estudiante sean orientadas a la relación de la teoría con la práctica donde desarrolle sus habilidades, destreza, aptitudes

y valores como compromiso de trabajo individual y por equipo que propicien procesos intelectuales tales como: habilidades para trabajar en un ambiente laboral, apreciación de la diversidad y multiculturalidad, trabajo en equipo, capacidad crítica y autocrítica, habilidades interpersonales, capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario, capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas y compromiso ético; donde el docente sea un asesor, guía o instructor de los estudiantes a su cargo (grupo) para que ellos desarrollen y lleven a cabo el curso. El aprendizaje debe ser significativo y colaborativo donde, para el estudiante cada uno de los temas tenga un significado y un por qué es necesario estudiarlo dentro de un contexto para su formación en ingeniería.

Además los estudiantes deben resaltar actividades para que desarrollen competencias genéricas. Se proponen las siguientes: resolver problemas del tema, asistir continuamente a clases, resolver las prácticas de laboratorio. Realizar investigaciones en Internet, bibliográficas o visitas a empresas, estas últimas por medio de entrevistas y encuestas. Investigar por distintas fuentes y discutir en grupo el tema. Asistir a visitas industriales de estudio. Para que el alumno desarrolle sus competencias genéricas deberá realizar las siguientes actividades, tales como: desarrollar investigación, resolver problemas, ser emprendedor, generar nuevas ideas, diseñar y gestionar proyectos, adaptarse a nuevas situaciones, trabajar en equipo, preocuparse por la calidad y buscar el logro.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Puerto Vallarta del 10 al 14 de agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, Chihuahua II, Chilpancingo, Durango, La Laguna, La Piedad, León, Mexicali, Milpa Alta, Minatitlán, Orizaba, Saltillo, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería Petrolera y Gastronomía.
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de mayo de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, La Laguna, León, Mexicali, Milpa Alta, Minatitlán, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Geociencias, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería en Tecnologías de la Información y

		Comunicaciones, y Gastronomía.
Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, del 24 al 27 de junio de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cd. Victoria, Cintalapa, Huichapan, Mexicali, Motúl, Progreso y Tequila.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las Carreras de Ingeniería en Energías Renovables, Ingenierías en Geociencias, Ingeniería en Materiales y Licenciatura en Biología del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Progreso.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Aplica los principios de la mecánica de fluidos para planteamiento y resolución de problemas prácticos, relacionados con el transporte de fluidos en sistemas de fuentes renovables de energía, con el auxilio de herramientas computacionales.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Comprende los conceptos básicos y leyes de la Termodinámica, así como las propiedades de un sistema para su aplicación en balances de energía. • Aplica la primera ley de la Termodinámica para análisis y evaluación de la energía en dispositivos y equipos que se comportan como sistemas abiertos. • Aplica el método de descomposición de fuerza en una fuerza y un par para la resolución de problemas que impliquen el equilibrio de un cuerpo rígido sujetos a un sistema de fuerzas. • Comprende el concepto de conservación de energía mecánica y aplica las fórmulas de trabajo y energía para la resolución de problemas en los cuales sea necesario calcular el trabajo total, energía cinética o potencial. • Plantea y resuelve problemas que impliquen la resolución de ecuaciones diferenciales.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Conceptos fundamentales y propiedades de fluidos	1.1 Conceptos de fluidos 1.2 Densidad 1.3 Peso Especifico 1.4 Volumen Específico 1.5 Gravedad especifica 1.6 Viscosidad absoluta y 1.7 Viscosidad cinemática 1.8 Fluido newtoniano y no newtoniano 1.9 Modelo volumétrico 1.10 Tensión superficial. 1.11 Presión 1.12 Flujo
2	Hidrostática	2.1 Ecuación fundamental de la hidrostática. 2.2 Fuerzas sobre superficies sumergidas (planas y curvas). 2.3 Principio de Arquímedes (flotación y equilibrio)
3	Hidrodinámica	3.1 Conservación de la masa 3.2 Ecuación de cantidad de movimiento para un volumen de control. 3.3 Ecuación de Bernoulli. 3.4 Ecuación de cantidad de movimiento para un volumen con aceleración rectilínea (Álabes con aceleración) 3.5 Número de Reynolds (concepto de flujo laminar y turbulento) 3.6 Medidores de flujo: Venturi, tubo de Pitot, tubo de Prandtl, placa de orificio. 3.7 Tiempo de vaciado de depósitos, utilizando volúmenes de control (conservación de la masa) 3.8 Aplicación de la ecuación de Bernoulli en sistemas de Tuberías (aplicaciones de cantidad de movimiento).
4	Análisis dimensional y semejanza	4.1 Definición de análisis dimensional, modelos hidráulicos. 4.2 Semejanza geométrica, cinemática y dinámica. 4.3 Parámetros adimensionales. 4.4 Teorema de "PI" de Buckingham.
5	Análisis flujo	5.1 Flujos en tubos.

		5.2 Pruebas en túneles de viento y de agua. 5.3 Perdidas primarias y secundarias en tuberías.
6	Flujos externos	6.1 Fuerzas de corte y de presión 6.2 Concepto de capa límite, ecuación de cantidad de movimiento aplicada a la capa límite.
7	Introducción al flujo en tuberías	7.1 Tubería en serie. 7.2 Tubería en paralelo. 7.3 Redes de tuberías.
8	Cavitación y golpe de ariete	8.1 Explicación del golpe de ariete 8.2 Formulas de presión máxima y sobrepresión. 8.3 Control del golpe de ariete. 8.4 Explicación de la cavitación 8.5 Descripción de la cavitación 8.6 Control de la cavitación.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Conceptos fundamentales y propiedades de fluidos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Aplica los conceptos fundamentales y propiedades de los fluidos para analizar sistemas hidráulicos.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.</p> <p>Capacidad de trabajo en equipo</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Definir e investigar los siguientes conceptos: densidad, peso y volumen específico, viscosidad, tensión superficial, presión, viscosidad y los conceptos de fluido newtoniano, no newtoniano y modelo volumétrico. • Discutir en grupo sobre las propiedades de los fluidos tanto gases como líquidos y sus principales aplicaciones. • Analizar el comportamiento de los fluidos debido al cambio de presión. • Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias de la aplicación de los fluidos • Elaborar la práctica de laboratorio, identificando cada uno de las propiedades de los fluidos como la densidad, peso específico, viscosidad etc. además haciendo su reporte de

	<p>investigación adicional al caso.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicar en equipos pequeños de alumnos por medio de mapas mentales o conceptuales o diapositivas las principales propiedades de los fluidos.
Hidrostática.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Interpreta los principios básicos de la hidrostática para la solución de problemas prácticos.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p> <p>Capacidad de comunicación oral y escrita</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar y discutir en grupo el concepto de la hidrostática, obteniendo una definición en base a los distintos autores y fuentes de información así como la deducción de la fórmula general • En equipos resolver problemas de aplicación de la hidrostática. • Hacer un resumen para visualizar la deducción de la ecuación fundamental de la hidrostática. • Elaborar una investigación bibliográfica sobre las fuerzas que se ejercen en superficies sumergidas y elaborar problemas para su mejor comprensión. • Realizar una exposición sobre el principio de Arquímedes y resolver problemas. • Realizar prácticas de laboratorio a través de experimentos donde se investigue y determine presiones mediante manómetros diferenciales, entregando el reporte de actividades, cálculos, resultados y conclusiones. • Elaborar un proyecto teórico de aplicación de la hidrostática como puede ser la flotación manometría o superficies sumergidas.

Hidrodinámica	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Comprende y analiza las leyes y los fundamentos teóricos en los que se basa la hidrodinámica para la aplicación en problemas relacionados con la distribución hidráulica en los sistemas de fuentes renovables de energía.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</p> <p>Capacidad de comunicación en un segundo idioma</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir en forma grupal sobre las leyes de la termodinámica para analizar la conservación de la masa. • Elaborar un resumen para analizar las ecuaciones de cantidad de movimiento para un volumen de control, y discutirlo en clase. • Investigar en diversas fuentes (incluyendo extranjeras) como deducir las ecuaciones de energía aplicándola en el análisis de la ecuación de Bernoulli para un volumen de control. • Resolver problemas en dispositivos de flujo incompresible en estado estable aplicando las leyes de continuidad, conservación de masa y de Bernoulli. • Realizar prácticas en un banco hidráulico donde obtenga mediciones en los diferentes tipos de elementos usados para flujo volumétrico en conductos: Venturi, tubo de pitot, tubo de prandtl, placa de orificio. • Realizar prácticas en un banco hidráulico para determinar el tiempo de vaciado en diferentes tipos de orificios y recipientes. • Elaborar por equipos aplicaciones de la ecuación de Bernoulli en sistemas de tuberías hidráulicas. • Elaborar un proyecto que aplique los principios de la hidrodinámica. • Emplear la ecuación de Bernoulli para deducir el coeficiente de Betz para turbinas eólicas.

Análisis dimensional y semejanza.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Aplica los métodos de análisis dimensional y semejanza para la solución de problemas reales hidráulicos relacionados con los sistemas de fuentes renovables de energía.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p> <p>Capacidad de comunicación en un segundo idioma</p> <p>Capacidad de comunicación oral y escrita</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar y elaborar un resumen donde, describa el análisis dimensional aplicado a los modelos hidráulicos. • Exponer una investigación bibliográfica en donde desarrolle el análisis de semejanza geométrica, cinemática y dinámica (incluir referencias extranjeras) • Elaborar un mapa mental para explicar los diferentes parámetros adimensionales. • Realizar una exposición grupal donde explique el teorema pi de Buckingham y su aplicación. • Realizar prácticas en el laboratorio para analizar el comportamiento de prototipos de acuerdo a las características y los cálculos previamente hechos. • Realizar visitas de estudio a industrias y empresas para dar sugerencias a los problemas que enfrenta debido a la aplicación de sistemas donde se pueda aplicar el análisis dimensional, dando solución a través de un reporte detallado y expuesto en el aula por cada estudiante. • Realizar series de ejercicios de problemas propuestos de fuentes de información para desarrollar la habilidad en la solución de problemas prácticos.
Análisis de flujo	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Calcula las pérdidas primarias y secundarias presentes en los diversos componentes de una red hidráulica para diseñar de la forma</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un trabajo para determinar el comportamiento de los flujos en tuberías de acuerdo al acabado y material del tubo, y discutirlo en grupo.

<p>más eficiente dispositivos que empleen un fluido de trabajo.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas</p> <p>Capacidad de investigación.</p> <p>Capacidad de trabajo en equipo</p>	<ul style="list-style-type: none"> Realizar pruebas para evaluar comportamiento de elementos aerodinámicos en los túneles de viento y de agua. Determinar las pérdidas de energía primaria y secundaria en los conductos forzados.
<p>Flujos externos.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>Define e interpreta las leyes y las ecuaciones en que se basa la teoría de los flujos externos para analizar el comportamiento de los perfiles aerodinámicos cuando el flujo es laminar o turbulento.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de investigación.</p> <p>Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar un resumen detallado sobre las fuerzas de corte y presión en flujos. Desarrollar un mapa conceptual de capa límite en fluidos viscosos y no viscosos, y hacer aplicaciones de la capa limite. Analizar la aplicación y manejo de los flujos externos, comentado y discutiendo en mesa redonda los integrantes del grupo, obteniendo diversas conclusiones. Analizar y comprender el uso y manejo de diferentes casos de los flujos externos, como son: alerones, perfiles aerodinámicos y otros dispositivos. Mediante visitas industriales, prácticas de laboratorio, material audiovisual, software de simulación etc. Dar solución a problemas relacionados con flujos externos propuestos por el docente.

Introducción al flujo en tuberías.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Resuelve problemas de redes de tuberías en serie y en paralelo para aplicaciones en los sistemas hidráulicos.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p> <p>Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar y aplicar tablas de equivalencias para determinar pérdidas locales. • Determinación de pérdidas por fricción, tomando en consideración: material, acabado, estado del conducto. • Analizar sistemas de tuberías en serie, paralelo y redes, complementado con prácticas de laboratorio, visitas industriales, audiovisuales y paquetes computacionales de simulación. • Dar solución a problemas asignados por el docente para el cálculo de sistemas de tuberías en serie, paralelo y redes.
Cavitación y golpe de ariete.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Comprende los fenómenos de cavitación y golpe de ariete y propone soluciones para resolver los problemas que se presenten en un sistema hidráulico relacionado con los sistemas de fuentes renovables de energía.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar, comprender el problema de cavitación, que se presenta en un sistema hidráulico haciendo propuestas de solución, apoyándose en exposiciones, prácticas de laboratorio, visitas industriales, equipos de simulación y catálogos de fabricantes. • Identificar, comprender el problema del golpe de ariete, que se presenta en un sistema hidráulico haciendo propuestas de solución, apoyándose en exposiciones, prácticas de laboratorio, visitas industriales, equipos de simulación y catálogos de fabricantes.

8. Práctica(s)

1. Determinación de la viscosidad de fluidos aplicando diferentes dispositivos de medición.
2. Determinación de la densidad de un fluido.
3. Determinar tensión superficial.
4. Prácticas de cuerpos flotantes y sumergidos
5. Medición de presión utilizando diferentes instrumentos de medición.
6. Medición de presión hidrostática y dinámica haciendo uso de diversos instrumentos.
7. Verificación de la ecuación de Bernoulli, se propone utilizar el banco hidráulico para determinar pérdidas por fricción.
8. Mediciones de gasto de un fluido, tanto líquidos como gases.
9. Cálculo del tiempo de vaciado de un tanque con diferentes tipos de orificio de salidas.
10. Determinación del flujo laminar, transitorio o turbulento de un fluido en una tubería.
11. Determinación de pérdidas por fricción y locales en un sistema hidráulico (en serie y paralelo).
12. Análisis del problema de cavitación y proponer soluciones.
13. Análisis del problema de golpe de ariete y propuesta de soluciones

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

Práctica de laboratorio
Rúbricas de reportes de laboratorio
Exámenes escritos
Rúbricas para exposiciones
Investigación
Manual de problemas
Portafolio de evidencias

11. Fuentes de información

1. Cengel, Y.A. & Cimbala, J.M. (2006) *Mecánica de fluidos, fundamentos y aplicaciones*. México: McGrawHill.
2. Sotelo Avila, G. (2008). *Hidráulica General*. México: Limusa
3. White, F. (2008). *Mecánica de Fluidos*. España: McGrawHill
4. Villón Béjar, M. (2008) *Hidráulica de canales*. Libro electrónico: Instituto Tecnológico de Costa Rica
5. Finnemore, E. & Franzini, J. (2001) *Fluid Mechanics With Engineering Applications*. McGrawHill
6. Mott, Robert L. (2006) *Mecánica de Fluidos*. México: Pearson Education.
7. Fox, R., Pritchard, P. & McDonald, A. (2009) *Introduction To Fluid Mechanics*. Editorial Mc Graw Hill.