



PROGRAMA DEL CURSO

Plan de Bachillerato y Licenciatura en Ingeniería Mecánica

- 1. Nombre del Curso** : ***Mecánica de Fluidos***
- 2. Sigla** : IM-0423 Grupo 2
- 3. Profesores** : Dr. Pedro Casanova Treto
Escuela de Ingeniería en Biosistemas / Instituto de Investigaciones en Ingeniería (INII)
Tel: 25116705
pedro.casanova@ucr.ac.cr
Ing. Mariana Castillo Blandino
Escuela de Ingeniería Mecánica
mariana.castilloblandino@ucr.ac.cr
- 4. Número de créditos** : 3
- 5. Requisitos** : IM-0313 Termodinámica I, IM-0307 Mecánica II
- 6. Ciclo y año** : I-2023
- 7. Horario** **Grupo 02** : **M** 09:00 h – 11:50 h
Grupo 52 : **K** 08:00 h – 09:50 h
Horas de consulta : 3 por semana (Lunes 08:00 – 11:00 horas) por medio virtual (Zoom u otro espacio virtual adecuado). Presencial bajo coordinación previa.
- 8. Modalidad del Curso** : Presencial

9. Justificación del Curso

El propósito de este curso es enseñar los conocimientos básicos de la mecánica de los fluidos aplicados al análisis y solución de problemas propios de la Ingeniería Mecánica.

Los principios de la Mecánica de Fluidos se fundamentan tanto en los principios de la Estática, como en los principios de la Dinámica y Termodinámica, de allí la importancia de tener una buena comprensión de lo aprendido en estos cursos. El núcleo básico de las materias del área de los termofluidos lo integran los cursos de termodinámica, Mecánica de Fluidos y Transferencia de Calor. Con estos cursos el estudiante obtiene los conocimientos básicos para luego, si desea, continuar estudios en áreas como son Aire Acondicionado, Combustión Interna, Tuberías, Máquinas Hidráulicas y otros.



10. Objetivo general

Al finalizar el curso el estudiante habrá adquirido:

- Una base sólida de los principios fundamentales de la Mecánica de Fluidos, necesaria para cursos más avanzados del Programa Estudios de la Escuela de Ingeniería Mecánica, y de tópicos más específicos en Ingeniería.
- Habilidad para aplicar estos principios, de manera ordenada y lógica al análisis, solución e interpretación de problemas propios de Mecánica de Fluidos.

11. Objetivos específicos

A lo largo de este curso se espera que el estudiante se capacite para lo siguiente:

- 1- Describir las propiedades físicas de los fluidos.
- 2- Determinar las fuerzas hidrostáticas en superficies y cuerpos sumergidos.
- 3- Aplicar las leyes fundamentales de la dinámica de fluidos a diversos problemas prácticos.
- 4- Identificar los diferentes tipos de flujo.
- 5- Analizar sistemas simples de tuberías.
- 6- Reconocer los principales tipos de turbo máquinas y conocer sus aplicaciones más importantes.

12. Contenidos del curso

Los contenidos del curso se han planeado para ejecutarse en el transcurso de las 17 semanas de actividad académica normadas por la Universidad de Costa Rica, lo que incluye una semana de evaluación al final del ciclo lectivo regular. La distribución en el tiempo se propone según lo descrito en el **Cuadro 1**, pero podrá variar ligeramente según se acuerde de manera conjunta entre estudiantes y el profesor para atender circunstancias especiales.

Cuadro 1. Distribución semanal de contenidos y evaluaciones

| Fechas | Tema y descripción |
|--|---|
| 1 (13 de agosto al 17 de marzo) | Introducción del curso Propiedades de los fluidos Definición de fluido. Viscosidad, densidad, volumen específico, peso, gravedad específica, presión. Ley de estado del gas perfecto. Módulo de elasticidad volumétrico. Presión de vapor. Tensión superficial. Capilaridad. Indicaciones trabajo de investigación. |
| 2 | Estática de los fluidos Presión en un punto. Variación de la presión estática. Presión en un líquido y en un gas. Presión absoluta y manométrica. Manómetros. |



| | |
|--|---|
| (20 al 24 de marzo) | |
| 3 (27 al 31 de marzo) | Estática de los fluidos Fuerzas sobre superficies planas. Fuerzas de presión sobre superficies curvas. |
| 4 (10 al 14 de abril) | Estática de los fluidos Fuerzas de flotación. Estabilidad de cuerpos flotantes y sumergidos. Fluidos en el movimiento del cuerpo rígido. Análisis dimensional. |
| 5 (17 al 21 de abril) | Examen I |
| 6 (24 al 28 de abril) | Ecuaciones fundamentales de la dinámica de fluidos Conceptos de sistema y volumen de control. Ecuación general de la continuidad para un sistema. Flujo permanente y no permanente. Ecuación de Euler. Ecuación de Bernoulli. Presentación avances de trabajo de investigación. |
| 7 (01 al 05 de mayo) | Ecuaciones fundamentales de la dinámica de fluidos Ecuación de la energía para un sistema en flujo permanente. Aplicaciones varias de las ecuaciones de energía y continuidad. |
| 8 (08 al 12 de mayo) | Ecuaciones fundamentales de la dinámica de fluidos Ecuaciones del momento lineal. Aplicaciones. Ecuación del momento angular. Aplicaciones |
| 9 (15 al 19 de mayo) | Flujo con Viscosidad Flujo laminar incompresible y permanente entre placas paralelas. Flujo laminar en tubos circulares y entre cilindros concéntricos. Experimento de Reynolds. Flujo laminar de transición y turbulento. Leyes de viscosidad para flujo turbulento. Longitud de mezcla de Prandtl. Distribución de velocidad de flujo turbulento. Conceptos de la teoría de capa límite. Capa límite laminar y turbulenta. Capa límite laminar y turbulenta en placas planas lisas. Separación de la capa límite y la formación de la estela. Arrastre en cuerpos sumergidos. |
| 10 (22 al 26 de mayo) | Flujo con Viscosidad Flujo turbulento, permanente en tubos comerciales. Ecuación de Darcy-Weisbach. Ecuación de Colebrook. Diagrama de Moody. Problemas de tuberías simples. |
| 11 (29 de mayo al 02 de junio) | Flujo con Viscosidad Aplicaciones prácticas |
| 12 | Examen II |



| | |
|-----------------------------------|---|
| (05 al 09 de junio) | |
| 13 (12 al 16 de junio) | Flujo permanente en conductos cerrados Líneas de carga total y piezométrica. Tuberías en paralelo. Tuberías ramificadas. |
| 14 (19 al 23 de junio) | Flujo permanente en conductos cerrados Fórmulas de Hazen-Williams. Redes de tuberías. Tubos de sección no circular. Envejecimiento de tuberías. |
| 15 (26 al 30 de junio) | Nociones de turbo maquinaria Unidades homólogas. Velocidad específica. Parámetros adimensionales. Tipos de bombas. Curvas características de bombas. Proceso de selección de bombas. Entregar trabajo de investigación. |
| 16 (03 al 07 de julio) | Aplicaciones prácticas Sistemas de tuberías. Bombas centrífugas Presentaciones de trabajos de investigación |
| 17 (10 al 14 de julio) | Examen III |
| 18 (12 al 16 de agosto) | Entrega de calificaciones |

13. Actividades del curso

13.1. Lecciones

El curso consta de cinco horas por semana. Tres horas de teoría y dos en el Laboratorio. El curso IM-0423 se impartirá bajo la modalidad presencial, con orientaciones de actividades y exámenes cortos de forma virtual mediante el sistema de Mediación Virtual de la Universidad de Costa Rica (METICS). Además, utilizar la plataforma en caso de afectaciones de la presencialidad para continuar de manera virtual y no se afecte el proceso docente. La enseñanza se realiza por exposiciones orales del profesor de forma presencial y orientaciones de trabajo, quien presenta los aspectos más importantes o de mayor dificultad en la comprensión de un tema. La teoría estudiada se complementa con ejemplos dados en clase que ilustran la aplicación de los principios estudiados. Además, se amplían aspectos específicos de la teoría y señalan una metodología de trabajo para resolver problemas reales y didácticos de Mecánica de Fluidos.

El aula virtual apoyará al curso para dar avisos, proveer los lineamientos para estudio y prácticas, así como dar referencias a artículos científicos de interés. También se usará para que los estudiantes hagan entrega de asignaciones y/o evaluaciones.



Independientemente de la modalidad, cada semana se deberán cubrir temas específicos, tal como está indicado en la **sección 12** de este documento. Es obligación de los estudiantes realizar todas las actividades programadas para cada semana, dentro de ese mismo periodo. Para verificar este cumplimiento, el profesor podrá utilizar mecanismos de control como reportes de actividad de la plataforma virtual, listas de asistencia, verificación de entrega de materiales o cualquier otro que considere necesario.

13.2. Plataforma de virtualidad

La plataforma oficial para el curso será la provista por la *Unidad de Apoyo a la Docencia Mediada con Tecnologías de la Información y la Comunicación (METICS)* de la Vicerrectoría de Docencia. A lo largo del curso se utilizará el **Aula Virtual** como repositorio de material de apoyo, evaluaciones y de vínculos a sitios externos al aula virtual. En esta misma instancia se hará, previa indicación del profesor del curso, la entrega de tareas, llevar a cabo actividades evaluadas, enviar y recibir correos, participar en foros. En vista de ello, es obligatorio que todo estudiante esté matriculado en el sitio del curso en esa plataforma y que la revise cuando menos una vez por semana para acceder a todos los elementos de actividades de novedad para el momento en que se incluyan.

El sistema de matrícula electrónica automáticamente ingresa al estudiante en el aula virtual correspondiente si ha sido habilitada previamente por el profesor o profesora. En caso de que algún participante requiera matricularse manualmente, deberá ingresar al sitio <https://mediacionvirtual.ucr.ac.cr/login/index.php> con su usuario y contraseña de su dirección de correo institucional. Seguidamente, deberán buscar este curso por sus siglas o por su nombre y el nombre y seleccionar la opción **Auto-inscripción (Estudiante)** en donde digitará la clave previamente suministrada por la profesora o profesor para tales efectos.

13.3. Horas de consulta

La persona docente a cargo del curso brindará consulta presencial o sincrónica por medios virtuales durante los días y horario indicados. La consulta asincrónica se ofrecerá por medio de herramientas de comunicación no presencial, como el correo electrónico, los foros o las aplicaciones de redes sociales acordadas al inicio del curso. Cualquier foro de preguntas y respuestas de la plataforma del aula virtual será revisado por el profesor al menos dos veces por semana. **Únicamente se atenderán consultas asincrónicas dentro de las horas laborables. La consulta sincrónica o presencial se atenderá solamente en el día y horario establecido.**

14. Evaluación



Para este curso se han planeado las siguientes actividades evaluativas, las cuales deben ser atendidas en las fechas pre establecidas.

14.1 Laboratorio

Esta parte del curso es obligatoria. Se realizarán prácticas en modalidad virtual bajo la tutoría del profesor y de forma presencial como será indicado en la primera sesión de la actividad y tareas individuales por parte de los estudiantes. Los estudiantes deben presentar al instructor, una semana después de realizada la práctica, un reporte claro y ordenado de acuerdo a como se deben hacer los reportes. Las tareas se entregarán según programación de las actividades previamente orientadas al inicio del curso y de acuerdo con el grupo de estudiantes.

La entrega tardía de los informes implicará una penalización en la nota del 20% por atraso de una semana o menos y 20% extra por cada semana adicional de atraso.

14.2 Trabajo de investigación

Se orientará un trabajo de investigación para entregar vía plataforma al profesor en la fecha programada como se manifiesta en el programa específico.

El trabajo consistirá en la solución de problemas relacionados con el ejercicio de la profesión (Se realizará en grupo y el tema puede ser propuesto por el profesor o los estudiantes siempre con aprobación del profesor). Los proyectos se entregarán digitalizados en la fecha indicada en la plataforma virtual (Indicaciones al respecto en la plataforma virtual).

14.3. Exámenes cortos

Se realizarán exámenes cortos semanales a través de la plataforma para medir el aprovechamiento y entendimiento de los contenidos orientados. Los mismos estarán formados por exámenes cortos formativos y sumativos. Para poder llegar a realizar los sumativos es importante haber obtenido calificación de aprobado en los formativos. Los formativos tienen la posibilidad de realizarse cuantas veces el estudiante desee. La nota de los exámenes formativos solo será de vital importancia para desbloquear el acceso a otras actividades evaluativas.

14.4 Exámenes

Se realizarán tres (3) exámenes parciales en las fechas indicadas en el apartado 14.5. Los exámenes se realizarán de forma presencial en el aula asignada.



Los exámenes consistirán en desarrollar la solución de varios problemas relacionados con los temas correspondientes. Los problemas se deben resolver en un “cuaderno de examen” y engraparle antes de entregarlo el enunciado. Cada estudiante debe traer sus implementos para poder realizar el examen: lápices, borradores, lapiceros, escuadras, calculadoras. Para los exámenes hechos con lápiz, no habrá reclamos posteriores. Los reclamos sobre la calificación se aceptarán solamente durante los 3 días siguientes a la devolución del examen. En la calificación de los exámenes se pondrá mucho énfasis en el orden, la nitidez y método de trabajo tanto como comprensión de los conceptos requeridos y el uso del Sistema Internacional de Unidades.

Los estudiantes que obtienen nota final 6.0 ó 6.5 podrán hacer el examen de ampliación. En tal caso si aprueban este examen, la nota final obtenida podrá ser como máximo 7.0.

14.5. Fechas de los exámenes

| Examen | Materia por evaluar | Fecha/hora | Reposición (Fecha/hora) |
|------------|--|-------------------|--|
| I Parcial | Propiedades de los fluidos Definición de fluido. Viscosidad, densidad, volumen específico, peso, gravedad específica, presión. Ley de estado del gas perfecto. Módulo de elasticidad volumétrico. Presión de vapor. Tensión superficial. Capilaridad. Estática de los fluidos Presión en un punto. Variación de la presión estática. Presión en un líquido y en un gas. Presión absoluta y manométrica. Manómetros. Fuerzas sobre superficies planas. Fuerzas de presión sobre superficies curvas. Fuerzas de flotación. Estabilidad de cuerpos flotantes y sumergidos. Fluidos en el movimiento del cuerpo rígido. | 19 de abril/09:00 | 26 de abril/09:00 (Puede ser a coordinar con el profesor) |
| II Parcial | Ecuaciones fundamentales de la dinámica de fluidos Conceptos de sistema y volumen de control. Ecuación general de | 07 de junio/09:00 | 14 de junio/09:00 (Puede ser a |



| | | | |
|-------------|---|-------------------|--|
| | <p>la continuidad para un sistema. Flujo permanente y no permanente. Ecuación de Euler. Ecuación de Bernoulli. Ecuación de la energía para un sistema en flujo permanente. Aplicaciones varias de las ecuaciones de energía y continuidad. Ecuaciones del momento lineal. Aplicaciones. Ecuación del momento angular. Aplicaciones</p> <p>Flujo con Viscosidad</p> <p>Flujo laminar incompresible y permanente entre placas paralelas. Flujo laminar en tubos circulares y entre cilindros concéntricos. Experimento de Reynolds. Flujo laminar de transición y turbulento. Leyes de viscosidad para flujo turbulento. Longitud de mezcla de Prandtl. Distribución de velocidad de flujo turbulento. Conceptos de la teoría de capa límite. Capa límite laminar y turbulenta. Capa límite laminar y turbulenta en placas planas lisas. Separación de la capa límite y la formación de la estela. Arrastre en cuerpos sumergidos. Flujo turbulento, permanente en tubos comerciales. Ecuación de Darcy-Weisbach. Ecuación de Colebrook. Diagrama de Moody. Problemas de tuberías simples.</p> | | <p>coordinar con el profesor)</p> |
| III Parcial | <p>Flujo permanente en conductos cerrados</p> <p>Líneas de carga total y piezométrica. Tuberías en paralelo. Tuberías ramificadas. Fórmulas de Hazen-Williams.</p> | 12 de julio/09:00 | 19 de julio/09:00 (Puede ser a coordinar con el profesor) |



| | | | |
|------------|---|-------------------|--|
| | Redes de tuberías. Tubos de sección no circular. Envejecimiento de tuberías. Nociones de turbo maquinaria Unidades homólogas. Velocidad específica. Parámetros adimensionales. Tipos de bombas. Curvas características de bombas. Proceso de selección de bombas. | | |
| Ampliación | Todo el contenido del curso | 19 de julio/09:00 | |

14.8. Nota de aprovechamiento.

La nota mínima para aprobar el curso es 7.0 de un máximo de 10.0 y se calculará de la siguiente forma:

| Elemento de Evaluación | Porcentaje |
|------------------------------------|--------------|
| Exámenes cortos | 10% |
| Laboratorio | 15% |
| Trabajo de investigación | 20% |
| Promedio de exámenes parciales (3) | 55% |
| Total | 100 % |

El trabajo de investigación consta de un primer avance del trabajo con un valor de 5% y el resto con la entrega y presentación final del trabajo.

Los estudiantes que obtengan una nota final de 6.0 o 6.5 podrán presentar examen de ampliación y en tal caso la nota final obtenida podrá ser como máximo 7.0.

NOTAS

- No se disponibilizarán las presentaciones del profesor. Se indicarán los temas a estudiar y la bibliografía donde se encuentre.
- Recuerde las medidas sanitarias que prevalecen durante la presencialidad debido a la pandemia.
- Conforme con el reglamento, los estudiantes tendrán derecho a prueba de ampliación si la nota final del curso es mayor o igual a 6,0, sin excepciones.
- El plagio es totalmente inadmisibles, y cualquier similitud de forma o fondo del material evaluado anulará la calificación y se considerará como no entregado sin



derecho a reposición. Además, se aplicarán las sanciones y procedimientos del Reglamento de Orden y Disciplina de los Estudiantes de la Universidad de Costa Rica.

- Si para la exposición utiliza páginas de internet, deben ser de universidades o de otras instituciones de investigación. No deben usarse páginas personales.
- El correo electrónico funcionará como medio de comunicación alternativo, mediante el cual el profesor podrá dar anuncios a los estudiantes y proporcionar material de interés para el curso.
- La ausencia a cualquier evaluación, deberá ser debidamente justificada de acuerdo a lo estipulado en el artículo 24 del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil.
- Es obligatorio el uso del Sistema Internacional de Unidades en la resolución de los exámenes.
- Toda comunicación se catalogará oficial siempre y cuando se realice mediante la plataforma METICS o por el correo institucional.
- Toda actividad a entregar será mediante la plataforma y tendrá una fecha límite de entrega informada al estudiante en el momento de la orientación de la actividad y será penalizado un 10% por cada hora de retraso.
- No se permite el uso del teléfono celular o cualquier otro dispositivo electrónico durante las evaluaciones.

15. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS DE TEXTO:

Cengel, Y., A. 2012. Mecánica de fluidos. Fundamentos y Aplicaciones. The McGraw-Hill, Interamericana de México, S.A. de C.V.

MOTT, R, L. 2006. Mecánica de Fluidos. 6ta edición. México.: Prentice-Hall, Inc.

STREETER, V, L. et al. 2000. Mecánica de Fluidos. 9na edición. Bogotá.:The McGraw-Hill Interamericana, S.A.

LIBROS DE REFERENCIA:

FAY, J, A. 1996. Mecánica de Fluidos. 1ra edición. México.: CECSA.

MUNSON, B, R. et al. 1999. Fundamentos de Mecánica de Fluidos. 1ra edición. México.: LIMUSA.



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

Departamento de
Termofluidos

EIM Escuela de
Ingeniería Mecánica

SING, P.R. 1993. Introduction to Food Engineering. 2da edición. Academic Press, Inc.

WHITE, F, M. 1988. Mecánica de Fluidos. 1ra edición. México.: The McGraw-Hill, Interamericana de México, S.A. de C.V.

RÚBRICA

| | |
|---------------------|--|
| Atributos: | Investigación y Profesionalismo |
| Indicadores: | INE02I: Utiliza datos que son pertinentes para el desarrollo de investigaciones. PRT02D: Desarrolla conciencia sobre los problemas de la realidad nacional. |
| Nivel: | Desarrollo y Avanzado |

| Criterios | Escala | | | |
|--|--|--|--|---|
| | Supera expectativas | Cumple expectativas | Desarrollo marginal | Por debajo expectativas |
| Análisis de Información: Se revela el estudio exhaustivo y pormenorizado del tema de investigación. | Consultó y analizó al menos tres referencias bibliográficas adecuadas que incluyan normas de referencia o publicaciones relacionadas con el tema de investigación. | Consultó y analizó sólo dos referencias bibliográficas adecuadas que incluyan normas de referencia o publicaciones relacionadas con el tema de investigación. | Consultó y analizó sólo una referencia bibliográfica que puede ser una norma de referencia o publicación relacionada con el tema de investigación. | No consultó referencias bibliográficas adecuadas relacionadas con el tema de investigación. |
| Citación y referenciación: Correcta aplicación de las normas de citación y referenciación de acuerdo con la norma APA. | Cumplió en forma detalladas con la última versión de la norma APA para documentar todas las referencias bibliográficas en el apartado de bibliografía y referenciando cada | Documentó las referencias bibliográficas en el apartado de bibliografía siguiendo los lineamientos de la última versión de la norma APA, pero algunas o ninguna de las referencias están | No incluyó todas las referencias bibliográficas empleadas en el informe, no referenció algunas referencias a lo largo del texto en el informe final y además, no cumplen con el formato de la última | Ausencia total de referencias o referencias bibliográficas no aceptables. |

RÚBRICA

| | una de ellas a lo largo del texto del informe. | referenciadas en el texto del informe final. | versión de la norma APA. | |
|---|--|---|---|---|
| Delimita el problema con precisión, claridad y de forma concisa el contexto, recursos disponibles y viabilidad de las estructuras diseñadas y la repercusión de diseño en ámbito real y como puede afectar a los demás. | Aplica adecuadamente y en forma precisa, clara y concisa el problema a analizar a través de objetivos general y específicos pertinentes y un alcance razonable que considera los recursos disponibles. | Delimitó el problema a analizar a través de objetivos general y específicos pertinentes, pero con su alcance no se logran las expectativas de lograr un diseño que en el ámbito real se funcione. | Delimitó el problema a analizar a través de un objetivo general, pero al menos uno de sus objetivos específicos no permitió cumplir con el alcance de un diseño que se útil para la sociedad. | Ausencia total de una definición de los objetivos y no es viable en el ámbito real. . |