

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Sistemas e Instalaciones Hidráulicas
Clave de la asignatura:	MED-1029
SATCA¹:	2-3-5
Carrera:	Ingeniería Mecánica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero Mecánico la capacidad de utilizar herramientas matemáticas, computacionales y métodos experimentales para el análisis de sistemas e instalaciones hidráulicas. Asimismo, le permite formular y desarrollar sistemas para el aprovechamiento racional de sistemas hidráulicos.

Los conocimientos adquiridos en esta asignatura capacitan al alumno para formular, gestionar, evaluar y administrar proyectos relacionados con el diseño de sistemas e instalaciones hidráulicas. Al mismo tiempo adquiere la habilidad de aplicar las leyes fundamentales del comportamiento de los fluidos en la solución de problemas de ingeniería hidráulica, Incorporar el conocimiento y las habilidades necesarias para proyectar seleccionar, e instalar sistemas y calcular instalaciones hidráulicas.

El ingeniero mecánico puede participar en servicios de asesoría, peritaje, certificación o capacitación afines a sistemas e instalaciones hidráulicas.

Posteriormente aplicaran parte de estos conceptos en asignaturas como Máquinas de fluidos Incompresibles, Plantas Térmicas, Automatización y Circuitos Hidráulicos y Neumáticos.

Intención didáctica

Se organiza el temario con cinco temas, en el primer tema se aborda el tema de los orificios para determinar el gasto volumétrico y tiempo de desagüe en recipientes que descargan utilizando orificios. Por otro lado se analizan y clasifican los tipos de flujo a través de tuberías para calcular su velocidad, gasto volumétrico, caída de presión y pérdidas de energía por fricción (primarias y secundarias) utilizando las ecuaciones correspondientes según el tipo de flujo.

En el segundo tema se refiere a los sistemas de tuberías que consiste en aplicar los métodos de solución para cada tipo de red de tubería, así como el método para determinar el diámetro económico y calcular el fenómeno del golpe de ariete.

En el tercer tema se refiere a sistemas de bombeo, consiste en analizar los diferentes sistemas hidráulicos que empiezan desde el cálculo de potencia de una bomba centrífuga y sistemas de depósitos que se alimentan por gravedad así como diferentes sistemas que se alimentan por medio de bomba centrífuga y sistemas hidroneumáticos, utilizando las normas para selección de accesorios y tuberías.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

El tema cuatro se refiere a la utilización de la teoría de la capa límite según el tipo de flujo y determinar los espesores y coeficientes para calcular resistencias en superficies planas lisas y rugosas y potencias en cuerpos aerodinámicos. Por fricción superficial y por presión para determinar la sustentación.

En el tema cinco se define el comportamiento de los flujos en conductos abiertos como son los canales y se diseñan considerando un flujo uniforme para determinar las ecuaciones del gasto volumétrico de canales de máxima eficiencia, así como el uso de ecuaciones empíricas para medir el gasto volumétrico mediante vertederos de pared delgada cresta viva con y sin contracciones laterales.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: determinación, de coeficientes de desagüe en orificios, observar los tipos de flujo y determinar el número de Reynolds, determinar las pérdidas primarias en diferentes tipos de tubería considerando el mismo diámetro y gasto volumétrico. Determinar el coeficiente de Chezy en canal de pendiente variable y el coeficiente de descarga en vertedor de pared delgada cresta viva.

Las prácticas se han descrito como actividades complementarias al análisis y comprobación de coeficientes que existen tabulados en libros de texto o manuales de hidráulica. así como tratamiento teórico de los temas, y corroboración de lo visto previamente en clase. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, y que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango, Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí,</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.</p>

	Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.	
Instituto Tecnológico de Zacatecas del 12 al 16 de abril de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coatzacoalcos, Culiacán, Durango Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, La Piedad, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.
Instituto Tecnológico de la Laguna, del 26 al 29 de noviembre de 2012.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Alvarado, Boca del Río, Cajeme, Cd. Serdán, Cd. Victoria, Chihuahua, Culiacán, La Laguna, Pachuca, Querétaro, Tláhuac II y Veracruz.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Boca del Río, Celaya, Mérida, Orizaba, Puerto Vallarta y Veracruz.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.
Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiario, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec.	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.

	Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).	
--	--	--

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Reconoce y aplica los conocimientos relativos al diseño de redes de tuberías y sistemas hidráulicos, así como cálculo de resistencias en superficies planas y cuerpos geométricos, cálculo y selección de canales y vertedores de pared delgada, para su aplicación en el diseño de sistemas hidráulicos.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conoce y aplica las operaciones algebraicas fundamentales y las funciones básicas del cálculo vectorial para la interpretación de problemas prácticos, así como su aplicación en ingeniería. ▪ Realiza interpretación de gráficas, diagramas y nomogramas para la identificación y selección de los componentes que conforman un sistema hidráulico. ▪ Desarrolla las propiedades de los fluidos y aplicar las ecuaciones fundamentales del movimiento de fluidos: continuidad, cantidad de movimiento y energía (Ecuación de Bernoulli) para solucionar problemas y/o cubrir necesidades en el ramo ingenieril.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Flujo a través de orificios y conductos cerrados	1.1. Orificios. 1.1.1. Definición y clasificación. 1.1.2. Ecuación de Torricelli 1.1.3. Coeficientes de velocidad, contracción y descarga. 1.1.4. Ecuaciones: gasto Volumétrico, tiempo de descarga y determinación experimental de coeficientes. 1.2. Conductos cerrados. 1.2.1. Número de Reynolds. Flujos: laminar y turbulento 1.3. Coeficiente de fricción. Ecuación de Darcy - Weisbach. Diagrama de Moody y sus ecuaciones (Nikuradse, Coolebrok). 1.4. Cálculo de pérdidas en tuberías: primarias y secundarias.
2	Sistemas de tuberías	2.1. Tuberías en: serie, paralelo, ramificadas 2.2. Diámetro económico. Criterio de Selección. 2.3. Golpe de ariete.
3	Sistemas de bombeo	3.1. Potencia de una bomba centrífuga. Succión positiva y negativa. 3.2. Potencia de una bomba centrífuga entre dos depósitos a diferente elevación. 3.3. Potencia de una bomba centrífuga entre una cisterna y depósito elevado.

		<p>3.4. Potencia de una bomba centrífuga instalada en un hidroneumático.</p> <p>3.5. Normas y selección de tuberías y accesorios en un sistema hidráulico.</p>
4	Flujo externo	<p>4.1. Capa límite laminar sobre una placa plana lisa. Separación de la capa límite.</p> <p>4.1.1. Perfiles de velocidad y espesor de la capa.</p> <p>4.2. Capa límite turbulenta sobre una placa plana lisa. Separación de la capa límite.</p> <p>4.2.1. Perfiles de velocidad y espesor de la capa</p> <p>4.3. Capa límite laminar y capa límite turbulenta sobre una placa plana rugosa.</p> <p>4.3.1. Coeficientes de fricción y resistencias</p> <p>4.4. Fuerzas en cuerpos aerodinámicos</p> <p>4.5. Coeficientes de fricción.</p> <p>4.6. Arrastre por fricción superficial y arrastre por presión.</p> <p>4.7. Sustentación.</p>
5	Flujo en conductos abiertos	<p>5.1. Canales</p> <p>5.1.1. Definición y partes del canal, Flujo uniforme. coeficiente de CHEZY</p> <p>5.1.2. Ecuación del gasto Volumétrico de CHEZY MANNING</p> <p>5.2. Canales de máxima eficiencia.</p> <p>5.3. Vertederos. Tipos y clasificación.</p> <p>5.3.1. Vertedero de pared delgada con y sin contracciones laterales y Cresta Viva</p> <p>5.4. Ecuaciones empíricas para calcular el Gasto Volumétrico: Francis, King, Bazin, Cone, etc.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

I. Flujo a través de orificios y conductos cerrados	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Aplica los fundamentos sobre flujo a través de orificios y conductos cerrados (que involucren el cálculo de pérdidas primarias y secundarias) en la resolución de problemas reales en sistemas e instalaciones hidráulicas.</p> <p>Genéricas: Analiza los fundamentos del tema y soluciona</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Calcular y seleccionar orificios para el desagüe de depósitos que contienen un líquido. • Aplicar la ecuación de Torricelli en el cálculo de los coeficientes de velocidad y contracción del chorro, de gasto, para la obtención de la ecuación del tiempo de desagüe de un líquido a través de un orificio. • Calcular pérdidas primarias y secundarias en



<p>problemas prácticos, utilizando el método analítico y apoyándose en herramientas computacionales, trabajando tanto de manera autónoma como en equipo; además, propone nuevas alternativas para mejorar las condiciones de los equipos y sistemas de trabajo, siempre en búsqueda de la calidad a nivel profesional.</p>	<p>tuberías utilizando ecuaciones, tablas, gráficas y nomogramas de manuales y catálogos de fabricantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar una práctica sobre orificios: determinar los coeficientes y compararlos con los valores tabulados en libros de texto o manuales. Elaborar un reporte con observaciones y conclusiones. • Discutir y definir el parámetro de Reynolds en la clasificación de los flujos (laminar, transición y turbulento.) • Realizar una práctica para identificar los tipos de flujo y determinar el número de Reynolds correspondiente. • Resolver problemas de aplicación del número de Reynolds utilizando las tablas de propiedades de los fluidos viscosos y muy viscosos. • Analizar el perfil de distribución de velocidades flujo laminar en un conducto cerrado y determinar la ecuación de Pousiuelle. • Analizar las características del flujo turbulento, su perfil de distribución de velocidades y determinar la ecuación de Darcy-Weisbach. • Analizar las diferentes formas de determinar los coeficientes de fricción: ecuaciones de Colebrook, Nikurase, valores de tablas y el diagrama de Moody. • Resolver problemas utilizando el diagrama de Moody en forma grupal. • Solucionar problemas de cálculo del diámetro, velocidad, caída de presión en una tubería, para flujo laminar y turbulento.
--	---

II. Sistemas de tuberías

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Diseña sistemas de tuberías en serie, paralelo y ramificada para distribución de un fluido incompresible, determinando el caudal y diámetro económico de tubería.</p> <p>Genéricas: Analiza los fundamentos del tema y soluciona</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y aplicar el método de solución para una tubería en Serie resolviendo un ejemplo, utilizando el diagrama de Moody, la Ecuación de la energía y Ecuación de Darcy-Weisbach. • Analizar y aplicar el método de solución para casos de tuberías en Paralelo, resolviendo un ejemplo por cada caso, utilizando el

<p>problemas prácticos, utilizando el método analítico y apoyándose en herramientas computacionales, trabajando tanto de manera autónoma como en equipo; además, propone nuevas alternativas para mejorar las condiciones de los equipos y sistemas de trabajo, siempre en búsqueda de la calidad a nivel profesional.</p>	<p>diagrama de Moody, la Ec. de la energía y Ec. de Darcy-Weisbach.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar y discutir en grupo el método de solución de Tuberías Ramificadas que se refiere al problema de los tres recipientes, resolviendo ejemplos. • Analizar y discutir en grupo, mediante el uso de figuras el fenómeno del golpe de ariete en una tubería. • Aplicar ecuaciones para calcular el golpe de ariete (Ecuación de Joukowski) y el tiempo de cierre de la válvula. Resolver un ejemplo de aplicación.
--	---

III. Sistemas de bombeo

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Calcula la potencia de sistemas de bombeo de un caso real, aplicando las normas y criterios de selección de tuberías y accesorios para un sistema hidráulico.</p> <p>Genéricas: Analiza los fundamentos del tema y soluciona problemas prácticos, utilizando el método analítico y apoyándose en herramientas computacionales, trabajando tanto de manera autónoma como en equipo; además, propone nuevas alternativas para mejorar las condiciones de los equipos y sistemas de trabajo, siempre en búsqueda de la calidad a nivel profesional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y determinar la ecuación de potencia de una bomba centrífuga para una eficiencia propuesta. • Resolver un sistema hidráulico consistente en una bomba centrífuga entre dos recipientes que se encuentran a diferente altura. • Resolver un sistema hidráulico que consiste en una cisterna, bomba centrífuga y depósito: calcular la potencia de la bomba con una eficiencia propuesta, la presión de salida estática y dinámica, así como el tiempo de llenado del depósito. • Investigar los criterios de selección de la bomba y sus accesorios. • Resolver un sistema hidráulico que consiste en un hidroneumático: calcular la potencia de la bomba para un gasto volumétrico y eficiencia dada, la presión de salida, presión de arranque y paro de la bomba. Calcular la capacidad del sistema hidroneumático.

IV. Flujo externo

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Analiza y resuelve problemas de flujo externo, aplicando los conceptos de capa límite hidrodinámica, fuerzas de arrastre y sustentación.</p> <p>Genéricas: Analiza los fundamentos del tema y soluciona</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar y discutir el tema de gradiente de velocidad en capa límite laminar y turbulenta. • Determinar las ecuaciones para calcular los diferentes espesores de la capa límite laminar, y los coeficientes de resistencia en superficies lisas y rugosas. • Determinar las ecuaciones para calcular el



<p>problemas prácticos, utilizando el método analítico y apoyándose en herramientas computacionales, trabajando tanto de manera autónoma como en equipo; además, propone nuevas alternativas para mejorar las condiciones de los equipos y sistemas de trabajo, siempre en búsqueda de la calidad a nivel profesional.</p>	<p>espesor de la capa límite turbulenta, y los coeficientes de resistencia en superficies lisas y rugosas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolver problemas de aplicación de capa límite laminar y turbulenta. • Realizar una investigación bibliográfica y con la ayuda del profesor, calcular arrastres y potencias en superficies lisas, rugosas y cuerpos de diversa formas geométricas. • Realizar una investigación bibliográfica y con la ayuda del profesor, determinar las ecuaciones para calcular los coeficientes de sustentación y coeficiente de resistencia en función del número de Reynolds de un álabo o perfil de ala en un diagrama de coeficientes típicos de sustentación y Arrastre. • Resolver problemas de sustentación.
--	--

V. Flujo en conductos abiertos

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Aplica los conceptos sobre canales de máxima eficiencia con flujo uniforme y de vertederos de pared delgada de cresta viva para resolver situaciones reales en donde se involucren estos dispositivos.</p> <p>Genéricas: Analiza los fundamentos del tema y soluciona problemas prácticos, utilizando el método analítico y apoyándose en herramientas computacionales, trabajando tanto de manera autónoma como en equipo; además, propone nuevas alternativas para mejorar las condiciones de los equipos y sistemas de trabajo, siempre en búsqueda de la calidad a nivel profesional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los criterios de la clasificación de los flujos de fluidos en un canal según Froude y la clasificación en movimiento uniforme y no uniforme. • Determinar la ecuación de Chezy y el coeficiente de Chezy con la propuesta de Manning. • Resolver problemas de cálculo de gasto volumétrico en canales con flujo uniforme de diferentes formas, utilizando las tablas de Manning. • Determinar las ecuaciones para calcular la plantilla de un canal de máxima eficiencia. • Determinar las ecuaciones para calcular la sección trapezoidal de talud variable de máxima eficiencia. • Resolver problemas de canales de máxima eficiencia. • Determinar la ecuación general para calcular el gasto volumétrico por medio de un vertedero de pared delgada de cresta viva con contracciones y sin contracciones. • Resolver problemas con fórmulas empíricas (Francis, Fteley y Stearns, Bazin, Redbook, King, de la sociedad Suiza). • Resolver problemas de vertedor de pared

	delgada, cresta viva con contracciones laterales con fórmulas empíricas (Cone).
--	---

8. Práctica(s)

- Coeficiente de desagüe en un orificio.
- Coeficiente de desagüe en un orificio para el tiempo de desagüe.
- Determinación experimental del coeficiente de fricción en un conducto cerrado.
- Número de Reynolds.
- Pérdidas de energía por fricción en tuberías de diferente forma (recta, ondulada, rectangular).
- Coeficiente de Chezy en un canal de pendiente variable.
- Vertedor de pared delgada cresta viva.

Para la realización de algunas de estas prácticas, se sugiere complementar con el uso de software, tales como: PIPE FLOW, HIDRO FLOW, FLUENT, STAR-CD, CFX, etc.

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

Instrumentos de evaluación:

- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas.
- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en forma de documentos escritos.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y orales.
- Reportes escritos de las prácticas desarrolladas y sus conclusiones.

Herramientas de evaluación:

- Rúbricas
- Guía de observación.
- Listas de cotejo.
- Matriz de valoración.

11. Fuentes de información

1. Bailey-Fisher & Porter GmbH Gottingen. (1995). *Guide to Flowmeasurements*. Ed Bailey-Fisher and Porter. Germany.
2. Brater, K. (s. f.). *Manual de hidráulica*. México. Uteha
3. Crane. (1989). *Flujo de Fluidos*. México. McGraw-Hill.
4. Çengel, Y. A. (2007) *Mecánica de fluidos. Fundamentos y Aplicaciones*. México. McGraw-Hill.
5. E.Loy Upp, P. J. La Nasa (1993) *Fluid Flow Measurement, A Practical Guide to Accurate Flow Measurement* (2a. ed.). USA. Edit Elsevier Science and Technology Books.
6. French, R. H. (1992). *Hidráulica de canales abiertos*. México. McGraw-Hill.
7. Giles, R. V. (1994) *Mecánica de los fluidos e hidráulica*, 3ra. Edición. México. McGraw Hill.
8. Mataix, C. (2004) *Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas* (2da. Edición) Alfaomega, Oxford.
9. Potter, M. C. (1998) *Mecánica de fluidos* (2a, ed.). México. Ed. Prentice Hall.
10. Shames, Irving H. (1995). *Mecánica de fluidos* (3ra. Edición). Colombia. McGraw-Hill.
11. Streeter, Víctor L. (1999). *Mecánica de los fluidos e hidráulica* (Novena Edición). México. McGraw-Hill.
12. White, Frank M. (1994). *Mecánica de fluidos*. México. McGraw-Hill.