

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
CHIHUAHUA**



**UNIDAD ACADÉMICA:  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA ANALÍTICO DE LA  
UNIDAD DE APRENDIZAJE:**

**HIDRÁULICA DE CANALES**

<b>DES:</b>	Ingeniería
<b>Programa académico</b>	Ingeniería civil
<b>Tipo de materia (Obli/Opta):</b>	Obligatoria
<b>Clave de la materia:</b>	CV603
<b>Semestre:</b>	Sexto
<b>Área en plan de estudios:</b>	Específica
<b>Total de horas por semana:</b>	4
<i>Teoría: Presencial o Virtual</i>	3
<i>Laboratorio o Taller:</i>	0
<i>Prácticas:</i>	0
<i>Trabajo extra-clase:</i>	1
<b>Créditos Totales:</b>	4
<b>Total de horas semestre (x sem):</b>	64
Fecha de actualización:	Octubre 2024.
<i>Prerrequisito (s):</i>	CV503 HIDRÁULICA LCV503 LABORATORIO DE HIDRÁULICA
<i>Correquisito (s):</i>	LCV603 LABORATORIO DE HIDRÁULICA DE CANALES

**DESCRIPCIÓN:**

Aplicar la experiencia adquirida en hidráulica para gestionar el flujo en un sistema de superficie libre, lo que habilita el diseño, la planificación o la administración de una red de drenaje o un sistema de riego, así como el diseño de estructuras de control y obras de protección. Este conocimiento también es un precedente académico para futuros cursos en el campo de la hidráulica y ayuda a reforzar el área de especialización.

**COMPETENCIAS PARA DESARROLLAR:**

**E1. ANÁLISIS Y DISEÑO**

Aplica métodos, procedimientos, técnicas matemáticas, herramientas tecnológicas y normatividad para el análisis del comportamiento de procesos, elementos o infraestructura civil, sometidas a diferentes solicitudes, así como para su diseño, considerando aspectos de seguridad y funcionalidad.

**BÁSICAS**

**B1. EXCELENCIA Y DESARROLLO HUMANO.** Promueve el desarrollo humano integral con resultados tangibles obtenidos en la formación de profesionales con conciencia ética y solidaria, pensamiento crítico y creativo, así como una capacidad innovadora, productiva y emprendedora en el marco de la innovación y pertinencia social, con matices éticos y de valores, que desde su particularidad cultural le permitan respetar la diversidad, promover la inclusión, valorar la interculturalidad.



<b>DOMINIOS</b> (Se toman de las competencias)	<b>OBJETOS DE ESTUDIO</b> (Contenidos necesarios para desarrollar cada uno de los dominios)	<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b> (Se plantean de los dominios y contenidos)	<b>METODOLOGÍA</b> (Estrategias, secuencias, recursos didácticos)	<b>EVIDENCIAS</b> (Productos tangibles que permiten valorar los resultados de aprendizaje)
<p>D1. Analiza y diseña estructuras o elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño, tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p> <p>D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable, así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua tratada.</p> <p>D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de</p>	<p>1. FLUJO EN CANALES ABIERTOS</p> <p>1.1. Descripción de un canal</p> <p>1.2. Geometría de un canal</p> <p>1.3. Tipos de flujo</p> <p>1.4. Regímenes de flujo</p>	<p>Describir y diferenciar los diversos tipos de flujos en canales abiertos, comprendiendo su importancia en la hidráulica de canales.</p> <p>Aplicar conceptos de geometría para analizar la forma y estructura de un canal, y cómo estos factores influyen en el flujo de agua.</p> <p>Identificar y explicar los diferentes regímenes de flujo en canales abiertos, y cómo se pueden manejar en la práctica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clase magistral.</li> <li>• Asistencia a clases prácticas.</li> <li>• Aprendizaje por problemas.</li> <li>• Tareas individuales</li> <li>• Ejercicios de Plataforma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios de aplicación con resolución de problemas realizados en clase.</li> <li>• Tarea, ejercicios para resolver problemas a través de plataforma.</li> </ul>

<p>infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p> <p>B1.1 Desarrolla el pensamiento crítico a partir de la libertad, el análisis, la reflexión y la argumentación.</p>				
<p>D1. Analiza y diseña estructuras o elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño, tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p> <p>D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable, así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua</p>	<p>2. DISTRIBUCIÓN DE VELOCIDAD Y PRESIÓN EN UN CANAL ABIERTO.</p> <p>2.1. Distribución de la velocidad en una sección</p> <p>2.2. Medición de la velocidad, vertedores, orificios y compuertas.</p> <p>2.3. Coeficientes de velocidad</p> <p>2.4. Distribución de la presión en una sección</p> <p>2.5. Efecto de la pendiente en la distribución de la presión</p>	<p>Los estudiantes deberán ser capaces de explicar cómo se distribuye la velocidad en una sección de un canal abierto.</p> <p>deberán demostrar habilidad para realizar mediciones precisas de la velocidad del agua utilizando diferentes métodos y herramientas.</p> <p>Deberán entender cómo cambiar la pendiente puede alterar la presión y el flujo de agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Clase magistral.</li> <li>● Asistencia a clases prácticas.</li> <li>● Aprendizaje por problemas.</li> <li>● Tareas individuales</li> <li>● Ejercicios de Plataforma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ejercicios de aplicación con resolución de problemas realizados en clase.</li> <li>● Tarea, ejercicios para resolver problemas a través de plataforma.</li> </ul>

<p>tratada.</p> <p>D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p>				
<p>D1. Analiza y diseña estructuras o elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño, tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p> <p>D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable, así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de</p>	<p>3. PRINCIPIOS DE ENERGÍA Y MOMENTUM.</p> <p>3.1. Energía específica</p> <p>3.2. Energía crítica</p> <p>3.3. Fenómenos locales</p> <p>3.4. Cantidad de movimiento</p> <p>3.4.1 Cálculo de empujes hidráulicos sobre estructuras</p> <p>3.5. Momentum del flujo en canales abiertos</p> <p>3.6. Fuerza específica</p>	<p>Los estudiantes deberán ser capaces de utilizar su comprensión de la energía para el diseño de estructuras de control en un canal abierto.</p> <p>Los estudiantes deberán demostrar habilidad para calcular los empujes hidráulicos sobre estructuras y aplicar su comprensión del momentum del flujo y la fuerza específica para el diseño de estructuras de control en un canal abierto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clase magistral.</li> <li>• Asistencia a clases prácticas.</li> <li>• Aprendizaje por problemas.</li> <li>• Tareas individuales</li> <li>• Ejercicios de Plataforma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios de aplicación con resolución de problemas realizados en clase.</li> <li>• Tarea, ejercicios para resolver problemas a través de plataforma.</li> </ul>

<p>tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua tratada.</p> <p>D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p>				
<p>D1. Analiza y diseña estructuras o elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño, tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p> <p>D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable,</p>	<p>4. FLUJO CRÍTICO, CÁLCULO Y APLICACIONES</p> <p>4.1. Flujo crítico</p> <p>4.2. Factor de sección para cálculo de flujo crítico</p> <p>4.3. Cálculo del flujo crítico.</p>	<p>deberán ser capaces de definir qué es el flujo crítico en un canal abierto y cómo se puede identificar. Deberán entender cómo este concepto se relaciona con la eficiencia y seguridad de un canal.</p> <p>Deberán ser capaces de utilizar el factor de sección para calcular el flujo crítico en un canal abierto y cómo se puede ajustar para optimizar el diseño de un canal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clase magistral.</li> <li>• Asistencia a clases prácticas.</li> <li>• Aprendizaje por problemas.</li> <li>• Tareas individuales</li> <li>• Ejercicios de Plataforma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios de aplicación con resolución de problemas realizados en clase.</li> <li>• Tarea, ejercicios para resolver problemas a través de plataforma.</li> </ul>

<p>así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua tratada.</p> <p>D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p>				
<p>D1. Analiza y diseña estructuras o elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño, tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p> <p>D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras</p>	<p>5. DESARROLLO DEL FLUJO UNIFORME.</p> <p>5.1. Definición del flujo uniforme</p> <p>5.2. Establecimiento de flujo uniforme</p> <p>5.3. Fórmula de Chezy</p> <p>5.4. Determinación del factor de resistencia de Chezy</p> <p>5.5. Fórmula de Manning</p> <p>5.6. Determinación del factor de rugosidad de Manning</p> <p>5.7. Criterios de factor de rugosidad de Manning</p>	<p>Los estudiantes deberán ser capaces de definir qué es el flujo uniforme y cómo se establece en un canal. Deberán entender cómo este concepto se aplica al diseño de canales tanto revestidos como en tierra y enrocado.</p> <p>Deberán demostrar habilidad para determinar los factores de resistencia de Chezy y rugosidad de Manning en un canal. Deberán entender cómo estos factores se pueden utilizar para informar el diseño de canales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Clase magistral.</li> <li>● Asistencia a clases prácticas.</li> <li>● Aprendizaje por problemas.</li> <li>● Tareas individuales</li> <li>● Ejercicios de Plataforma</li> <li>● Uso de software especializado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ejercicios de aplicación con resolución de problemas realizados en clase.</li> <li>● Tarea, ejercicios para resolver problemas a través de plataforma.</li> <li>● Archivos de proyectos desarrollados en los programas empleados.</li> </ul>

<p>de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable, así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua tratada.</p> <p>D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p>				
<p>D1. Analiza y diseña estructuras o elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño, tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p> <p>D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales</p>	<p>6. FLUJO UNIFORME EN CANALES ABIERTOS</p> <p>6.1. Factor de conducción</p> <p>6.2. Factor de sección</p> <p>6.3. Tirante normal y velocidad</p> <p>6.4. Pendiente normal y crítica</p> <p>6.5. Cálculo de la descarga de un canal</p> <p>6.6. Cálculo del flujo en secciones con rugosidad variable</p> <p>6.7. Método sección-pendiente</p>	<p>Deberán ser capaces de entender y aplicar los conceptos de factor de conducción y factor de sección en el diseño de canales. Deberán entender cómo estos factores afectan el flujo uniforme en un canal abierto.</p> <p>Los estudiantes deberán demostrar habilidad para calcular el flujo en secciones con rugosidad variable.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clase magistral.</li> <li>• Asistencia a clases prácticas.</li> <li>• Aprendizaje por problemas.</li> <li>• Tareas individuales</li> <li>• Ejercicios de Plataforma</li> <li>• Uso de software especializado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios de aplicación con resolución de problemas realizados en clase.</li> <li>• Tarea, ejercicios para resolver problemas a través de plataforma.</li> <li>• Archivos de proyectos desarrollados en los programas empleados.</li> </ul>

<p>s, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable, así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua tratada.</p> <p>D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p>		<p>Deberán entender cómo este cálculo se puede utilizar para informar el diseño de un canal.</p>		
<p>D1. Analiza y diseña estructuras o elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño, tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p>	<p>7. SALTO HIDRÁULICO  7.1. Definición de salto hidráulico  7.2. Tipos de salto  7.3. Características básicas del salto  7.4. Salto hidráulico en canales horizontales  7.5. Salto hidráulico en canales inclinados  7.6. Longitud del salto  7.7. Localización del salto</p>	<p>Los estudiantes deberán ser capaces de definir qué es un salto hidráulico, conocer sus tipos y entender sus características básicas. Deberán entender cómo este fenómeno se puede presentar tanto en canales horizontales como inclinados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Clase magistral.</li> <li>● Asistencia a clases prácticas.</li> <li>● Aprendizaje por problemas.</li> <li>● Tareas individuales</li> <li>● Ejercicios de Plataforma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ejercicios de aplicación con resolución de problemas realizados en clase.</li> <li>● Tarea, ejercicios para resolver problemas a través de plataforma.</li> </ul>

<p>D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable, así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua tratada.</p> <p>D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p>		<p>Los estudiantes deberán ser capaces de aplicar los criterios del USBR para el diseño de tanques de amortiguamiento en canales con saltos hidráulicos. Deberán entender cómo estos criterios ayudan a asegurar la eficiencia y seguridad del canal y su sistema de amortiguamiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de software especializado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Archivos de proyectos desarrollados en los programas empleados.</li> </ul>
<p>D1. Analiza y diseña estructuras o elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño,</p>	<p>8. FLUJO GRADUALMENTE VARIADO  8.1. Clasificación de perfiles de flujo  8.2. Ecuación dinámica  8.3. Análisis de perfiles</p>	<p>Los estudiantes deberán ser capaces de entender la clasificación de perfiles de flujo y cómo estos se pueden modelar</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clase magistral.</li> <li>• Asistencia a clases prácticas.</li> <li>• Aprendizaje por problemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios de aplicación con resolución de problemas realizados en clase.</li> <li>• Tarea, ejercicios para</li> </ul>

<p>tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p> <p>D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable, así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua tratada.</p> <p>D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p>		<p>utilizando software especializado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tareas individuales</li> <li>• Ejercicios de Plataforma</li> <li>• Uso de software especializado</li> </ul>	<p>resolver problemas a través de plataforma.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Archivos de proyectos desarrollados en los programas empleados.</li> </ul>
<p>D1. Analiza y diseña estructuras o</p>	<p>9. FLUJO GRADUALMENTE VARIADO,</p>	<p>Deberán entender cómo este método se puede utilizar</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clase magistral.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios de aplicación con resolución de</li> </ul>

<p>elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño, tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p> <p>D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable, así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua tratada.</p> <p>D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p>	<p>MÉTODO DE CÁLCULO.</p> <p>9.1. Integración gráfica</p> <p>9.2. Paso directo</p> <p>9.3. Paso estándar</p>	<p>para visualizar y analizar el comportamiento del agua en un canal y cómo se puede utilizar para informar el diseño del mismo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Asistencia a clases prácticas.</li> <li>● Aprendizaje por problemas.</li> <li>● Tareas individuales</li> <li>● Ejercicios de Plataforma</li>   <li>● Uso de software especializado</li> </ul>	<p>problemas realizados en clase.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Tarea, ejercicios para resolver problemas a través de plataforma.</li> <li>● Archivos de proyectos desarrollados en los programas empleados.</li> </ul>
--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b> (Bibliografía, direcciones electrónicas)	<b>EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES</b> (Criterios, ponderación e instrumentos)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gilberto Sotelo Avila, <i>APUNTES DE HIDRAULICA II</i>, Universidad Nacional Autónoma de México.</li> <li>• Ven Te Chow, <i>HIDRAULICA DE CANALES ABIERTOS</i>, Editorial McGraw-Hill, ISBN 9586002284.</li> <li>• Felipe Arreguín-Victor Alcocer, <i>DISEÑO HIDRÁULICO DE VERTEDORES</i>, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, ISBN 9786077563259.</li> <li>• MACCAFERRI, <i>REVESTIMIENTO DE CANALES Y CURSOS DE AGUA: Manual Técnico</i>, Maccaferri América Latina</li> <li>• Software especializado Hidráulica-Hidrología de Bentley licencias educativas  <a href="https://es-la.bentley.com/software/hydraulics-and-hydrology/">https://es-la.bentley.com/software/hydraulics-and-hydrology/</a></li> <li>• Sistema de información geográfica QGIS  <a href="https://qgis.org/es/site/">https://qgis.org/es/site/</a></li> <li>• US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center: HECRAS  <a href="https://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/">https://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/</a>            Programa de modelación de flujo 2D IBER  <a href="https://iberaula.es/">https://iberaula.es/</a></li> </ul>	<p>3 exámenes parciales escritos donde se evalúa conocimientos, comprensión y aplicación.</p> <p>Primera evaluación parcial: Unidad I, II y III</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios de aplicación 50%</li> <li>• Examen escrito 50%</li> </ul> <p>Segunda evaluación parcial: Unidad IV, V, VI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios de aplicación 50%</li> <li>• Examen escrito 50%</li> </ul> <p>Tercera evaluación parcial: Unidad VII, VIII y IX</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios de aplicación 50%</li> <li>• Examen escrito 50%</li> </ul> <p>La acreditación del curso se integra:            3 evaluaciones parciales, con un valor del 30%, 30% y 40% respectivamente</p>

