



**PROGRAMA DE ESTUDIO POR COMPETENCIAS  
PLAN DE ESTUDIOS F2  
SISTEMAS DE TRATAMIENTO**

**I. IDENTIFICACIÓN DEL CURSO**

<b>Espacio Educativo:</b> Facultad de Ingeniería						
<b>Licenciatura:</b> Ingeniería Civil				<b>Área de docencia:</b> Hidrología e Hidráulica		
<b>Año de aprobación por el Consejo Universitario:</b>						
<b>Aprobación por los H.H. Consejos Académico y de Gobierno</b>		<b>Fecha:</b>		<b>Programa elaborado por:</b>		<b>Programa revisado por:</b>
				Dr. Daury Garcia Pulido		Comité revisor de programas por competencias
				<b>Fecha de elaboración:</b> Octubre de 2009		
<b>Clave</b>	<b>Horas de teoría</b>	<b>Horas de práctica</b>	<b>Total de horas</b>	<b>Créditos</b>	<b>Tipo de curso</b>	<b>Núcleo de formación</b>
L41335	4.0	1.0	5.0	9	Obligatorio	Integral
<b>Unidad de Aprendizaje Antecedente</b> Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado				<b>Unidad de Aprendizaje Consecuente</b> Ninguna		
<b>Programas educativos o espacios académicos en los que se imparte:</b>						
Licenciatura en Ingeniería Civil						



## II. PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA

La asignatura de Sistemas de Tratamiento que se estudia en Ingeniería Civil, es una de las aplicaciones de la rama de la Ingeniería Hidráulica; para el estudio, diseño, construcción y operación de obras que ayudan a restablecer las condiciones ambientales que se han alterado directa o indirectamente por las actividades del hombre.

En la presente asignatura se establecen las bases para que el egresado domine el diseño de elementos que forman a un sistema de potabilización y de tratamiento de aguas residuales, así como los requerimientos en su construcción de tal manera que cubra los parámetros de seguridad y servicio dentro de las Normas Mexicanas establecidas, así como su factibilidad económica.

## III. LINEAMIENTOS DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>DEL DOCENTE</b>	<b>DEL DOCENTE</b>
<p>Además de cumplir con los lineamientos de la Legislación Universitaria, deberá:</p> <p>Establecer las políticas del curso, contenidos temáticos y criterios de evaluación.</p> <p>Respetar el horario del curso y la forma de evaluarlo.</p> <p>Asesorar y guiar el trabajo de las unidades de aprendizaje.</p> <p>Retroalimentar el trabajo de los alumnos.</p> <p>Fomentar la creatividad en los alumnos a través del desarrollo de proyectos.</p> <p>Preparar material y utilizar estrategias que permitan alcanzar los propósitos del curso.</p> <p>Asistir a todas las sesiones y estar a tiempo.</p> <p>Mantener el control dentro del aula y fomentar el trabajo en equipo.</p> <p>Mantener una actitud de respeto y tolerancia a los discentes.</p> <p>Considerar los criterios que se evalúan en el proceso de apreciación estudiantil.</p>	<p>Además de cumplir con los lineamientos de la Legislación Universitaria, deberá:</p> <p>Asistir puntualmente.</p> <p>Contar con la asistencia establecida en el reglamento de Facultades:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ 80% para examen ordinario</li><li>○ 60% para examen extraordinario</li><li>○ 30% para examen a título de suficiencia</li></ul> <p>Cumplir con las actividades asignadas entregando con calidad, en tiempo y forma: las tareas, investigaciones, proyectos, prácticas, reportes y trabajos en general.</p> <p>Participar activa y críticamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje.</p>



#### **IV. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Al finalizar la unidad de aprendizaje, el alumno, sabrá identificar la problemática que se presenta en el tratamiento de aguas residuales, así como de las fuentes de aprovisionamiento de agua potable, esto es, deberá conocer de manera cualitativa, los procesos involucrados en el tratamiento, así mismo, sabrá evaluar los componentes principales de un proyecto de un sistema de tratamiento de aguas.

#### **V. COMPETENCIAS GENÉRICAS**

Conocer la problemática, y alternativas de solución para el tratamiento de aguas residuales  
Identificar las fuentes adecuadas de agua potable y los procesos de potabilización.  
Conocer la normatividad vigente para agua potable y descargas de aguas tratadas.

#### **VI. ÁMBITOS DE DESEMPEÑO PROFESIONAL**

En el sector público, privado y social en las áreas de investigación, docencia y desarrollo profesional.

#### **VII. ESCENARIOS DE APRENDIZAJE**

Aula, laboratorio, campo y otros.



### VIII. ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad de competencia 1.- CONCEPTOS BÁSICOS  
 Unidad de competencia 2.- PARÁMETROS DE DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO  
 Unidad de competencia 3.- OPERACIONES BÁSICAS.  
 Unidad de competencia 4.- SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

### IX. DESARROLLO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

UNIDAD DE COMPETENCIA I: CONCEPTOS BÁSICOS	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes / Valores
El alumno debe comprender los conceptos básicos referentes a la Ingeniería Sanitaria y la importancia de las principales características que están presentes en el agua; tanto potable como residual. Conocer los principales modelos utilizados en la cinética del agua, la obtención de la DBO <sub>5</sub> y DQO; así como los diferentes tipos de flujo utilizados en el diseño de sistemas de tratamiento.	1.1.- Introducción a la Ingeniería Sanitaria. 1.2.- Química del agua. 1.2.1.- Características físicas del agua. 1.2.2.- Características químicas del agua. 1.3.- Microbiología de las Aguas Residuales. 1.3.1.- Desarrollo Microbiano. 1.4.- Conceptos básicos de la cinética del desarrollo bacteriano. 1.5.- Conceptos básicos de la cinética de DBO <sub>5</sub> . 1.6.- Tipos de flujos que se presentan en los Reactores.	Mentales: Resolver ejercicios y problemas empleando procedimientos teóricos y prácticos, apoyándose en tablas manuales, ayudas de diseño, reglamentos, etc., obteniendo conclusiones pertinentes de los resultados conseguidos y usándolas como elementos de decisión según sea el caso	Demostrar compromiso en la solución de tareas. Tolerancia y participación activa. Disposición para el trabajo en equipo. Actitud propositiva, constructivista e innovadora.
<b>Estrategias didácticas:</b> Enseñanza directa (introducción, demostración, práctica guiada, práctica independiente) por parte del profesor y del alumno	<b>Recursos requeridos:</b> Pintarrón, Computadora, Cañón, Equipo de laboratorio.  <b>Bibliografía:</b> 1.- Teoría, Diseño y Control de los Procesos de Clarificación del	<b>Tiempo destinado:</b>  15 Horas en Aula y 5 de Laboratorio	



	<p>Agua. Ing. Jorge Arboleda Valencia. CEPIS. 1992.</p> <p>2.- Tratamiento y Depuración de las Aguas Residuales. Metcalf – Eddy. Tomo: 1, 2 y 3 Edit. McGraw-Hill. 1996.</p> <p>3.- Tratamiento de Aguas Residuales. R. S. Ramalho. Edit. Reverte, S.A. 1991.</p> <p>4.- Comisión Nacional del Agua. IMTA. Manual de diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Libro II. Proyecto. 3ª Sección. Tema: Tratamiento. Subtema: Lagunas de Estabilización. Mayo de 1994.</p>	
<p align="center"><b>CRITERIOS DE DESEMPEÑO</b></p>	<p><b>EVIDENCIAS</b></p>	
	<p><b>DESEMPEÑO</b></p>	<p><b>PRODUCTOS</b></p>
<p>Resolución de ejercicios y problemas de aplicación sobre los temas tratados, en forma individual o por equipo</p> <p>Presentación frente a grupo individual o por equipos, de un tema de la unidad de competencia</p> <p>Presentación frente a grupo individual de la discusión de un artículo de revistas especializadas.</p>	<p>Planteamiento correcto de trenes de tratamiento adecuados que integren teoría y práctica.</p> <p>Claridad en la presentación oral y escrita, y logro de objetivos y propósitos</p>	<p>Reportes de visitas a plantas de tratamiento.</p> <p>Informes de la discusión hecha a los artículos especializados.</p>



UNIDAD DE COMPETENCIA II: PARÁMETROS DE DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes / Valores
El alumno debe comprender los conceptos básicos referentes al diseño de sistemas de tratamiento y potabilización, así como de aplicar los métodos para medir y calcular caudales de diseño y observar las restricciones normativas presentes en la Legislación Mexicana a una comunidad.	II.1.- Normatividad. II.2.- Factores para la elaboración de la memoria descriptiva del proyecto. II.3.- Población de proyecto. II.4.-Dotación, Aportación y Caudales de diseño. II.4.1.- En Sistemas de Potabilización. II.4.2.- En Sistemas de Aguas Residuales Municipales Sanitarias.	Mentales: Resolver ejercicios y problemas empleando procedimientos teóricos y prácticos, apoyándose en tablas manuales, ayudas de diseño, reglamentos, etc., obteniendo conclusiones pertinentes de los resultados conseguidos y usándolas como elementos de decisión según sea el caso	Demostrar compromiso en la solución de tareas. Tolerancia y participación activa. Disposición para el trabajo en equipo. Actitud propositiva, constructivista e innovadora.
<b>Estrategias didácticas:</b> Enseñanza directa (introducción, demostración, práctica guiada, práctica independiente) por parte del profesor y del alumno		<b>Recursos requeridos:</b> Pintarrón, Computadora, Cañón, Equipo de laboratorio.  <b>Bibliografía:</b> 1.- Comisión Nacional del Agua. IMTA. Manual de diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Libro II. Proyecto. 3ª Sección. Tema: Tratamiento. Subtema: Lagunas de Estabilización. Mayo de 1994. 2.- Normas de Proyectos para Obras de Alcantarillado Sanitario en localidades urbanas en la República Mexicana. 3.- Normas de Proyecto para Agua Potable en localidades urbanas en la República Mexicana. 4.- NOM-001-SEMARNAT -1996	<b>Tiempo destinado:</b>  10 Horas en Aula



CRITERIOS DE DESEMPEÑO	EVIDENCIAS	
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS
<p>Resolución de ejercicios y problemas de aplicación sobre los temas tratados, en forma individual o por equipo</p> <p>Prácticas en campo de medición de caudales.</p> <p>Análisis de la legislación correspondiente al tema de potabilización y tratamiento de aguas residuales.</p>	<p>Planteamiento correcto de la metodología a seguir para la elaboración un proyecto de tratamiento de aguas que integren teoría y práctica.</p> <p>Claridad en la presentación oral y escrita, y logro de objetivos y propósitos</p>	<p>Presentación de avances de proyecto que reflejen lo aprendido en el curso.</p> <p>Reporte técnico de legislación correspondiente al tema de potabilización y tratamiento de aguas residuales.</p>

UNIDAD DE COMPETENCIA III: OPERACIONES UNITARIAS DE POTABILIZACIÓN.	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes / Valores
<p>El alumno determina y aplica los principales parámetros de diseño de las operaciones unitarias.</p> <p>El alumno conoce y aplica los principales elementos que intervienen en el diseño por: Coagulación, Floculación, Sedimentación y Filtración.</p> <p>El alumno propone un tren de tratamiento de forma ordenada y lógica de un sistema de potabilización para una localidad.</p>	<p>III.1.- Introducción.</p> <p>III.2.- Flujogramas Típicos.</p> <p>III.3.- Coagulación.</p> <p>III.3.1.- Mezcladores.</p> <p>III.3.2.- Mezcladores hidráulicos.</p> <p>III.3.3.- Mezcladores mecánicos.</p> <p>III.4.- Floculación.</p> <p>III.4.1.- Floculadores hidráulicos.</p> <p>III.4.2.- Floculadores mecánicos.</p> <p>III.5.- Sedimentación.</p> <p>III.5.1.- Sedimentadores primarios.</p> <p>III.5.2.- Sedimentadores secundarios.</p> <p>III.6.- Filtración.</p> <p>III.6.1.- Filtros de Arena.</p> <p>III.6.2.- Filtros de Carbón Activado.</p>	<p>Mentales: Resolver ejercicios y problemas empleando procedimientos teóricos y prácticos, apoyándose en tablas manuales, ayudas de diseño, reglamentos, etc., obteniendo conclusiones pertinentes de los resultados conseguidos y usándolas como elementos de decisión según sea el caso</p>	<p>Demostrar compromiso en la solución de tareas.</p> <p>Tolerancia y participación activa.</p> <p>Disposición para el trabajo en equipo.</p> <p>Actitud propositiva, constructivista e innovadora.</p>
<p><b>Estrategias didácticas:</b> Enseñanza directa (introducción, demostración, práctica guiada, práctica independiente) por parte del profesor y del alumno</p>	<p><b>Recursos requeridos:</b> Pintarrón, Computadora, Cañón, Equipo de laboratorio.</p>	<p><b>Tiempo destinado:</b> 20 Horas en Aula y 5 de Laboratorio</p>	



	<p>Bibliografía:</p> <p>1.- CIRA – IMTA. (2005). Curso: Operaciones Unitarias en Plantas Potabilizadoras. Material Tecnológico y CD.</p> <p>2.- CEPIS. (1992). CICLO: TRATAMIENTO. SERIE: FILTRACIÓN RÁPIDA. MANUAL III TEORIA, TOMO II SEDIMENTACIÓN.</p> <p>3.- Normas de Proyecto para Agua Potable en localidades urbanas en la República Mexicana.</p> <p>4.-Diseño hidráulico de plantas potabilizadoras González Díaz Orestes. (2001)</p> <p>5.- Teoría, Diseño y Control de los Procesos de Clarificación del Agua. Ing. Jorge Arboleda Valencia. CEPIS. 1992</p>	
<p align="center"><b>CRITERIOS DE DESEMPEÑO</b></p>	<p><b>EVIDENCIAS</b></p>	
	<p><b>DESEMPEÑO</b></p>	<p><b>PRODUCTOS</b></p>
<p>Resolución de ejercicios y problemas de aplicación sobre los temas tratados, en forma individual o por equipo</p> <p>Prácticas de laboratorio.</p> <p>Elaboración de anteproyecto de diseño de una planta potabilizadora</p>	<p>Conocimiento claro de la metodología para elaborar los trenes de tratamiento de un sistema de potabilización</p> <p>Claridad en la presentación oral y escrita, y logro de objetivos y propósitos</p>	<p>Presentación de un anteproyecto que refleje lo aprendido en el curso.</p> <p>Reporte técnico de visita a una planta potabilizadora</p> <p>Reporte técnico de laboratorio</p> <p>Examen parcial de los conocimientos adquiridos en la unidad de competencia.</p>





UNIDAD DE COMPETENCIA IV: SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes / Valores
<p>El alumno conoce y aplica los principales parámetros de diseño en sistemas de tratamiento de aguas residuales biológicas.</p> <p>El alumno propone un sistema de tratamiento de aguas residuales para una localidad.</p> <p>El alumno conoce los sistemas de tratamiento aerobio y anaerobio apropiados a cualquier diseño.</p> <p>El alumno conoce los principales conceptos de diseño del sistema de lodos activados y de otros sistemas de tratamiento.</p>	<p>IV.1.- Introducción.</p> <p>IV.2.- Flujogramas típicos.</p> <p>IV.3.-Tipos de Sistemas de Tratamiento.</p> <p>IV.4.-Sistema de Pretratamiento.</p> <p>IV.5.- Lodos Activados (Diques de Oxidación)</p> <p>IV.6.- Lagunas de Estabilización</p> <p>IV.7.- Otros sistemas de tratamiento.</p>	<p>Mentales: Resolver ejercicios y problemas empleando procedimientos teóricos y prácticos, apoyándose en tablas manuales, ayudas de diseño, reglamentos, etc., obteniendo conclusiones pertinentes de los resultados conseguidos y usándolas como elementos de decisión según sea el caso</p>	<p>Demostrar compromiso en la solución de tareas.</p> <p>Tolerancia y participación activa.</p> <p>Disposición para el trabajo en equipo.</p> <p>Actitud propositiva, constructivista e innovadora.</p>
<p><b>Estrategias didácticas:</b> Enseñanza directa (introducción, demostración, práctica guiada, práctica independiente) por parte del profesor y del alumno</p>	<p><b>Recursos requeridos:</b> Pintarrón, Computadora, Cañón, Equipo de laboratorio.</p> <p><b>Bibliografía:</b> 1.- Tratamiento y Depuración de las Aguas Residuales. Metcalf – Eddy. Tomo: 1, 2 y 3 Edit. McGraw-Hill. 1996. 2.-Tratamiento de Aguas Residuales. R. S. Ramalho. Edit. Reverte, S.A. 1991 3.- Sistemas de lagunas de estabilización. Sergio Rolim Mendoza. Edit. McGraw-Hill, 2001. 4.- Diseño Hidráulico de Plantas de Tratamiento para Aguas Residuales Allende Abreu Ignacio V.</p>	<p><b>Tiempo destinado:</b> 20 Horas en Aula y 5 de Laboratorio</p>	



CRITERIOS DE DESEMPEÑO	EVIDENCIAS	
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS
Resolución de ejercicios y problemas de aplicación sobre los temas tratados, en forma individual o por equipo  Prácticas de laboratorio.  Elaboración de anteproyecto de diseño de una planta de tratamiento	Conocimiento claro de la metodología para elaborar los trenes de tratamiento de un sistema de potabilización  Claridad en la presentación oral y escrita, y logro de objetivos y propósitos	Presentación de un anteproyecto que refleje lo aprendido en el curso.  Reporte técnico de visita a una planta de tratamiento de aguas residuales  Reporte técnico de laboratorio  Examen parcial de los conocimientos adquiridos en a unidad de competencia.

### X. EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

Además de cumplir con los lineamientos de la Legislación Universitaria, se considerarán las siguientes actividades con los porcentajes que se indican:	
Exámenes parciales	20%
Trabajos (Investigación y/o reporte bien hecho)	20%
Examen Final	20%
Proyecto	40%
Total: Calificación del semestre	100%
Calificación del semestre final es la suma de todos los conceptos antes anotados	



## **XII. REFERENCIAS**

- 1.- Teoría, Diseño y Control de los Procesos de Clarificación del Agua.  
Ing. Jorge Arboleda Valencia. CEPIS. 1992.
- 2.- Comisión Nacional del Agua. IMTA. Manual de diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Libro II. Proyecto. 3ª Sección. Tema: Tratamiento. Subtema: Lagunas de Estabilización. Mayo de 1994.
- 3.- Tratamiento y Depuración de las Aguas Residuales.  
Metcalf – Eddy. Tomo: 1, 2 y 3 Edit. McGraw-Hill. 1996.
- 4.- CEPIS. (1992). CICLO: TRATAMIENTO. SERIE: FILTRACIÓN RÁPIDA. MANUAL III TEORIA, TOMO II SEDIMENTACIÓN
- 5.- CIRA – IMTA. (2005). Curso: Operaciones Unitarias en Plantas Potabilizadoras. Material Tecnológico y CD.
- 6.- Diseño hidráulico de plantas potabilizadoras  
González Díaz Orestes. (2001)
- 7.- Tratamiento de Aguas Residuales.  
R. S. Ramalho. Edit. Reverte, S.A. 1991.
- 8.- Tratamiento de Aguas Residuales.  
Winkler. Edit. Limusa. 1998.
- 9.- Sistemas de lagunas de estabilización.  
Sergio Rolim Mendoza. Edit. McGraw-Hill, 2001
- 10.- Diseño Hidráulico de Plantas de Tratamiento para Aguas Residuales  
Allende Abreu Ignacio V.
- 11.- Normas de Proyectos para Obras de Alcantarillado Sanitario en localidades urbanas en la República Mexicana.
- 12.- Normas de Proyecto para Agua Potable en localidades urbanas en la República Mexicana.
- 13.- NOM-001-SEMARNAT -1996