



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Tratamiento de Aguas Residuales.
Clave de la asignatura:	AMF -2401
SATCA¹:	3 – 2 - 5
Carrera:	Ingeniería Química, Ingeniería Bioquímica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero la capacidad de conocer los impactos que ocasiona el hombre al medio ambiente y a la calidad de vida y el grado de contaminación del agua.

La intención de esta asignatura es conocer formas de prevenir y controlar la contaminación del agua por medio de procesos de tratamiento de aguas residuales, aplicando conocimientos científicos y técnicos adquiridos durante la carrera y los que se proporcionan en esta asignatura.

Es indispensable que se profundice en el conocimiento de cómo prevenir la contaminación del agua, proporcionando alternativas de solución y que permitan cumplir con la legislación, normas y reglamentos en materia de aguas residuales.

El contenido temático del programa permitirá al egresado contar con el conocimiento y competencias apropiadas para mejorar la calidad del agua y cómo consecuencia la calidad de vida humana y del medio ambiente.

Intención didáctica

La estructura de los temas de la asignatura está diseñada con 6 unidades de tal forma que el estudiante pueda abordar los contenidos desde un punto de vista integral, para que pueda tener un panorama completo de los tratamientos operativos del saneamiento del agua.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Tepic. 30 de junio de 2023	Academia del Dpto. de Ingeniería Química y Bioquímica	El Módulo de Especialidad “Ambiental” está dirigido a las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería Bioquímica, y su elaboración se desarrolló en Reunión de la Academia de Ingeniería Química y Bioquímica.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none">● Determina la influencia de las actividades humanas sobre la calidad del agua.● Aplica las leyes, normas y reglamentos ambientales aplicados a las aguas residuales.● Clasifica las aguas residuales.● Caracteriza los diferentes tipos de aguas residuales.● Determina las fuentes generadoras de aguas residuales.● Aplica medidas de prevención de contaminación del agua.● Especifica el efecto de los contaminantes en la calidad del agua.● Selecciona los sistemas de tratamiento preliminares, primarios, secundarios, terciarios y avanzados.● Aplica las técnicas normalizadas de análisis de aguas residuales.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none">● Aplica el flujo de fluidos● Comprende los fundamentos de fenómenos de superficie● Aplica los principios de la agitación y mezclado● Aplica los principios de la filtración, floculación, sedimentación, absorción y adsorción.● Aplica los principios de cinética y reactores biológicos.● Aplica los métodos volumétricos, gravimétricos, ópticos y electrométricos utilizados en el análisis del agua.● Aplica los fundamentos de tratamiento estadístico de datos.



6. Temario

No .	Temas	Subtemas
1	Introducción, tratamientos preliminares, descripción y diseño	1.1. Disponibilidad y uso del agua 1.1.1 Distribución geográfica del agua 1.1.2 Captación y suministro 1.1.3 Uso del agua 1.1.4 Fuentes de contaminación 1.1.5 Autopurificación. 1.2. Tratabilidad del agua residual 1.3 Estadísticas del agua en México 1.4 Medición de flujos 1.5 Cribado 1.6 Desbaste 1.7 Desarenado 1.8 Igualación de flujo descripción e Importancia.
2	Tratamientos primarios	3.1 Coagulación y floculación: descripción, principales agentes 3.2 Sedimentación: principios de operación 3.2.1 Análisis de los tipos de sedimentación 3.2.2 Dimensionamiento de clarificadores primarios y secundarios
3	Microbiología Ambiental	3.1 Introducción al metabolismo microbiano 3.2 Importancia del control microbiano 3.3 Indicador de contaminación por microorganismos patógenos 3.4 Control microbiano mediante agentes físicos 3.5 Control microbiano mediante agentes químicos
4	Tratamientos secundarios	4.1 Generalidades y principios de los tratamientos biológicos. 4.2 Tratamientos aerobios y Anaerobios 4.2.1 Ventajas y desventajas 4.2.2 Principales procesos
5	Tratamiento terciarios	5.1 Desinfección de efluentes 5.1.1 Selección del tratamiento terciario 5.1.2 Principales agentes empleados 5.1.3 Equipos y control de dosificación 5.2. Remoción de nutrientes 5.2.1 Conversión y remoción de Nitrógeno 5.2.2 Remoción de Fósforo 5.3 Precipitación Química 5.4 Nuevas tecnologías de tratamiento 5.4.1 Intercambio iónico 5.4.2 Osmosis Inversa 5.4.3 Electrodialisis 5.4.4 Procesos electroquímicos



		5.4.4.1 Electrolisis y electrodeposición de metales 5.4.4.2 Electrooxidación 5.4.4.3 Electroreducción
6	Manejo, tratamiento y disposición de lodos	6.1 Características y composición de los lodos 6.2 Generación de lodos 6.3 Diagramas de flujo de tratamiento de lodos 6.4 Operaciones y procesos empleados en el tratamiento de lodos. 6.5 Almacenamiento y disposición final.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción, tratamientos preliminares, descripción y diseño	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencias específicas: Conoce las propiedades del agua y sus principales fuentes de contaminación, aplica en forma adecuada los tratamientos preliminares a las aguas residuales.</p> <p>Competencias genéricas: Capacidad de análisis y síntesis, Capacidad de organizar y planificar, Comunicación oral y escrita, Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas (Gestión de la información), Toma de decisiones en diversas circunstancias, inclusive adversas.</p>	<p>Realizar una investigación sobre las propiedades físicas y químicas del agua.</p> <p>Investigar las cuencas hidrológicas del país y la región.</p> <p>Investigar las corrientes y cuerpos de agua de la región.</p> <p>Investigar las principales fuentes de contaminación del agua de la región.</p> <p>Realizar práctica de laboratorio sobre el tratamiento preliminar del agua residual.</p> <p>Investigar y analizar los métodos normalizados aplicados en la medición de flujos.</p> <p>Investigar los principios de operación, variables, aplicaciones, ventajas y desventajas del tratamiento utilizado para las operaciones de cribado, desarenado e igualación de flujo.</p> <p>Realizar práctica de laboratorio sobre el desarenado del agua residual</p>
2. Tratamientos primarios	
Competencias	Actividades de aprendizaje



<p>Competencias específicas: Aplica los principios de operación, variables a controlar, aplicaciones, ventajas y desventajas de los tratamientos primarios de floculación, coagulación y sedimentación, así como calcular el tamaño adecuado de clarificadores 1^{os} y 2^{os}.</p> <p>Competencias genéricas: Capacidad de análisis y síntesis, Capacidad de organizar y planificar, Comunicación oral y escrita, Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas (Gestión de la información), Toma de decisiones en diversas circunstancias, inclusive adversas.</p>	<p>Investigar y analizar los principios fundamentales, variables, aplicaciones, ventajas y desventajas de emplear la floculación, coagulación y sedimentación.</p> <p>Investigar los conceptos de remoción de sólidos.</p> <p>Investigar los conocimientos adquiridos en asignaturas anteriores, para el dimensionamiento de clarificadores primarios y secundarios, incluyendo un estudio de caso.</p> <p>Realizar práctica de laboratorio.</p>
---	--

3. Microbiología Ambiental

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencias específicas: Conoce los ciclos metabólicos microbianos y los métodos de control microbiológico tanto físicos como químicos.</p> <p>Competencias genéricas: Capacidad de análisis y síntesis, Capacidad de organizar y planificar, Comunicación oral y escrita, Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas (Gestión de la información), Toma de decisiones en diversas circunstancias, inclusive adversas.</p>	<p>Investigar los ciclos metabólicos de los microorganismos.</p> <p>Investigar los métodos de control microbiológico físicos.</p> <p>Investigar los métodos de control microbiológico químicos.</p> <p>Práctica de laboratorio para determinar coliformes fecales en aguas residuales.</p> <p>Investigar la técnica para determinar los huevos de helminto en aguas residuales.</p>

4. Tratamientos secundarios

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencias específicas:</p>	<p>Investigar y analizar los principios fundamentales, variables, aplicaciones,</p>



<p>Aplica los principios de operación, variables, aplicaciones, ventajas y desventajas de los tratamientos secundarios en aguas residuales.</p> <p>Competencias genéricas:</p> <p>Capacidad de análisis y síntesis, Capacidad de organizar y planificar, Comunicación oral y escrita, Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas (Gestión de la información), Toma de decisiones en diversas circunstancias, inclusive adversas.</p>	<p>ventajas y desventajas de los tratamientos biológicos en aguas residuales, incluyendo un estudio de caso.</p> <p>Realizar práctica de laboratorio.</p> <p>Visita a una planta de tratamiento de aguas residuales local o foranea.</p>
---	--

5. Tratamientos terciarios

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencias específicas:</p> <p>Aplica los principios de operación, variables a controlar, aplicaciones, ventajas y desventajas de los tratamientos terciarios en aguas residuales.</p> <p>Competencias genéricas:</p> <p>Capacidad de análisis y síntesis, Capacidad de organizar y planificar, Comunicación oral y escrita, Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas (Gestión de la información), Toma de decisiones en diversas circunstancias, inclusive adversas.</p>	<p>Investigar y analizar los principios fundamentales, variables, aplicaciones, ventajas y desventajas de los tratamientos de desinfección como: cloración, electrodiálisis, ósmosis inversa, así como absorción, adsorción, intercambio iónico, remoción de nutrientes y lixiviación, incluyendo estudio de caso.</p> <p>Realizar práctica de laboratorio.</p> <p>exposición de un tratamiento terciario.</p> <p>asistir a seminario que sobre los tratamientos terciarios realicen sus compañeros de grupo</p>



6. Manejo, tratamiento y disposición de lodos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencias específicas:</p> <p>Caracteriza en forma Física, Química y Biológica; los lodos producidos en el tratamiento de aguas residuales.</p> <p>Competencias genéricas:</p> <p>Capacidad de análisis y síntesis, Capacidad de organizar y planificar, Comunicación oral y escrita, Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas (Gestión de la información), Toma de decisiones en diversas circunstancias, inclusive adversas.</p>	<p>Investigar la norma NOM-004-Semarnat 1996.</p> <p>Investigar las características físicas, químicas y biológicas de los lodos, determinar la cantidad de ellos, analizar su proceso de tratamiento, variables a controlar y correcta disposición final.</p> <p>Práctica de Laboratorio.</p>

8. Práctica(s)

<ol style="list-style-type: none"> 1. Muestreo y conservación de muestras 2. Determinación de pH, temperatura, color y olor. 3. Determinación de sólidos, acidez y alcalinidad. 4. Determinación de Dureza y Cloruros. 5. Determinación de nitrógeno en todas sus formas. 6. Determinación de fósforo en todas sus formas. 7. Determinación de sulfatos y sulfitos. 8. Determinación de SAAM. 9. Determinación de metales tóxicos. 10. Aplicación de la neutralización. 11. Remoción de sólidos. 12. Adsorción de contaminantes del agua residual en carbón activado. 13. Determinación de coliformes fecales en aguas residuales.

9. Proyecto de asignatura

<p>Objetivo: Construir un prototipo a escala de una planta de tratamiento de aguas residuales que utilice algún tratamiento en específico para una población objetivo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fundamentación: El agua que se utiliza en las actividades primarias, en el sector secundario o de transformación y en el sector servicios, recibe un sin número de contaminantes, mismos que por ley deben de eliminarse hasta cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes, antes de descargarse a un cuerpo receptor. Para lograr lo anterior se deben diseñar, construir y operar plantas de tratamiento de aguas residuales. Su capacidad de tratamiento se estima en litros por segundo y deben
--



calcularse para atender el caudal durante al menos 30 años. Su buena operación es fundamental para el buen funcionamiento de éstas y que se pueda cumplir con la legislación ambiental vigente.

- **Planeación:** El proyecto se estructura en base a una metodología clásica de investigación que incluye: Introducción, Objetivos y metas, Justificación, Metodología, Calendario de actividades, Desarrollo, Resultados y discusión, conclusiones y recomendaciones, Bibliografía y Anexos.
- **Ejecución:** El manual de operación podrá desarrollarse para plantas de tratamiento en funciones o que se construirán para tratar el agua residual de una población o empresas de los tres sectores. Esta ejecución debe apegarse a los tiempos marcados en el calendario de actividades.
- **Evaluación:** Durante el desarrollo del proyecto habrá 3 reuniones para presentar los avances del proyecto y habrá una exposición del proyecto final. El proyecto será en equipos de 5 alumnos como máximo. El proyecto deberá entregarse en versión digital y se establecerá una calificación mediante rúbrica.

10. Evaluación por competencias

- Tipos de evaluación: diagnóstica, formativa y sumativa.
- Autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación.
- Participación individual y en grupos mediante guía de observación.
- Reporte de la Investigación de campo mediante una Guía de Observación y Rúbrica.
- Participación en clase mediante una guía de observación y Collage.
- Examen escrito mediante Rúbrica, Lista de cotejo.
- Exposición de Temas Selectos de tratamiento de aguas residuales, mediante una Guía de observación y Collage.
- Desarrollo y exposición de proyectos, mediante una rúbrica y Lista de Cotejo.
- Planteamiento y resolución de problemas mediante una Lista de cotejo y Guía de observación.
- Evaluación de reportes de laboratorio mediante una Rúbrica.
- Portafolio de evidencias electrónico mediante una Rúbrica y Guía de observación.
- Reporte del proyecto integrador mediante una Guía de proyecto y Guía de observación.

11. Fuentes de información



1. Babbitt, F. H., Baumann, R. E. “Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Negras”. CECSA.
2. Eckenfelder, Jr, W. Wesley. “Industrial Water Pollution Control”. Ed. Mc. Graw hill.
3. Gordon, F. M. “Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales”. Ed. Limusa.
4. Jenkins, Snoeyink, Ferguson, Lekie. “Química del agua”. Ed. Limusa, S.A.
5. Metcalf-Eddy. “WasteWater Engineering Treatment, Disposal, Reuse”. Ed. Mc. Graw Hill.
6. Ramalho R.S. “Tratamiento de Aguas Residuales. Ed. Reverté.
7. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del agua. “Estadísticas del agua en México”. Semarnat, México 2017.
8. Reynolds T.D. “Unit Operations and Processes in Environmental Engineering” Brooks/Cole Engineering.
9. Unda O. F. “Ingeniería Sanitaria Aplicada a Saneamiento y Salud Pública”. Ed. Limusa.
10. Weber, W. J. Jr. “Control de la Calidad del Agua, Procesos Físicoquímicos”. Ed. Reverté, S.A.
11. Winkler, M. “Tratamiento Biológico de Aguas de Desecho”. Ed. Limusa.
12. American Public Health Association, “Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater”. APHA.