

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Tratamiento de Aguas Residuales
Clave de la asignatura:	AMM – 1605
SATCA¹:	2-4-6
Carrera:	Ingeniería Química

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del **Ingeniero Químico con especialidad en Gestión Ambiental**, un panorama general de la contaminación del medio ambiente y principalmente de un recurso natural tanpreciado como el agua, derivada de su mezcla con compuestos químicos y la mayoría de las veces por un manejo inadecuado de residuos que le son puestos en contacto, a través de vertederos de algún proceso industrial, comercial o doméstico, y que en algunas ocasiones son descargados directamente a receptores naturales como lagos, ríos y mares, sin ningún tratamiento.

La contaminación del agua es la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía, que inducen condiciones en el agua que implican una alteración perjudicial a su calidad en relación con los usos posteriores o su función ecológica.

Esta asignatura, contribuirá al desarrollo de habilidades en el estudiante, para la identificación y clasificación del agua contaminada que se genera en los procesos productivos; así como también, en la búsqueda de alternativas de tratamiento para el control y prevención de la contaminación ambiental derivada de un mal manejo de este recurso natural.

Al finalizar el curso, contará con las herramientas necesarias para el diseño de una Planta Tratadora de Aguas Residuales.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Intención didáctica

El programa de Tratamiento de Aguas Residuales, se organiza en seis unidades, en donde se agrupan los contenidos conceptuales y las actividades sugeridas:

La primera unidad le da al alumno un panorama general de las fuentes principales de abastecimiento, aborda la Administración de Recursos Hidráulicos y la infraestructura necesaria para que este recurso sea distribuido. Contemplando la revisión de la legislación y normatividad aplicables en esta área, le proporciona al alumno las bases que establecen la composición de las aguas crudas y residuales.

La segunda, tercera y cuarta unidad proporcionan al estudiante los fundamentos del proceso que se realiza en una planta de tratamiento de aguas residuales; hasta la revisión de las leyes y normas ambientales que les aplican. Así como, un análisis de los principales desechos generados en este tipo de procesos.

La unidad cinco, se enfoca a las características que debe cumplir el agua que entrara a una torre de enfriamiento, intercambiadores de calor, así como del tratamiento de agua contaminada por cambio en las propiedades físicas, principalmente usada en estos equipos, con especial énfasis en la recuperación y reúso de esta en procesos industriales o bien como agua de riego en áreas verdes; contribuyendo así a mitigar el uso y contaminación de éste recurso natural.

Algunas de las actividades sugeridas se plantean extra clase, para propiciar procesos intelectuales como el de inducción-deducción y análisis-síntesis. Buscando obtener un aprendizaje significativo, partiendo de la discusión de los resultados de las observaciones, y de las experiencias concretas y cotidianas; lo cual permitirá que los estudiantes reconozcan la problemática ambiental que caracteriza su entorno.

El docente actúa como guía, facilitador y asesor orientando al alumno en las actividades de aprendizaje y en la realización de proyectos, crea las condiciones para la construcción del conocimiento promoviendo el desarrollo de capacidades, habilidades y actitudes.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
<p>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de la Laguna.</p> <p>Abril de 2016.</p>	<p>Ing. Ana María Flores Romero.</p> <p>Ing. Francisco de Jesús González Peña.</p> <p>Ing. Delia Cárdenas Rodríguez.</p> <p>Ing. Kenia Crispín García</p> <p>Ing. María Cristina García Carrillo.</p> <p>Ing. Pantaleona Campa Núñez.</p> <p>Ing. Karla V. Guevara Amatón.</p> <p>Ing. Elizabeth Hernández Campos.</p> <p>Ing. Alma Leticia Ramos Ríos</p> <p>Ing. José Juan López Baqueiro</p>	<p>Revisión de los programas de las materias de la especialidad:</p> <p>Gestión Ambiental</p>

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identifica los diferentes tipos de tratamiento para las aguas residuales, su caracterización y los procesos utilizados en el control de la contaminación de este recurso natural, en apoyo a la conservación del medio ambiente. ✓ Identifica las diferencias entre agua cruda y agua contaminada. ✓ Identifica los elementos teóricos indispensables para el diseño, selección, instalación, arranque y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales. ✓ Identifica los beneficios medioambientales, económicos y sociales de Tratar Agua Residual.

- ✓ Controla equipos y procesos en plantas químicas, para la reducción de la producción de agua contaminada.
- ✓ Conoce los lineamientos de las normas ecológicas vigentes, con referencia a la disposición y tratamiento de agua residual.

5. Competencias previas

- ✓ Conoce la Legislación Ambiental de competencia para el territorio nacional.
- ✓ Identifica las Leyes, Normas y Reglamentos en materia de disposición y Tratamiento de agua residual, de competencia federal, estatal y municipal.
- ✓ Conoce la problemática relacionada con la sobreexplotación de los Recursos Naturales, existente a nivel local, nacional e internacional.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1.	CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES	1.1. Físicas 1.2. Químicas 1.3. Biológicas 1.4. Normas de Calidad 1.5. Evaluación del grado de contaminación
2.	PRE-TRATAMIENTOS Y TRATAMIENTOS PRIMARIOS	2.1. Introducción 2.2. Cribado 2.3. Sedimentación 2.4. Flotación 2.5. Neutralización
3.	TRATAMIENTO SECUNDARIO	3.1. Fundamento 3.2. Sistemas de Aireación 3.3. Variables de Operación 3.4. Características de los Lodos 3.5. Tratamiento y Evaluación de los Lodos

4.	TRATAMIENTO Terciario	4.1. Introducción 4.2. Absorción 4.3. Intercambio iónico 4.4. Osmosis Inversa 4.5. Electrolisis 4.6. Adsorción
5	SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO	5.1. Torres de enfriamiento 5.2. Tratamiento Químico a Torres de enfriamiento 5.2.1 Inhibidores de Corrosión 5.2.2 Inhibidores de Incrustaciones 5.2.3 Inhibidores Biológicos 5.3. Índice de Longheliier 5.4. Balance de Materia

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1. Características de las aguas crudas y residuales	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Conoce los diferentes procesos utilizados en el pretratamiento y tratamiento primario en un agua residual; así como los equipos utilizados y su operación. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad de análisis y síntesis ✓ Habilidades en el uso de tecnologías de la información. ✓ Capacidad de comunicación oral y escrita. ✓ Solución de problemas. ✓ Trabajo en equipo. ✓ Capacidad de aplicar el 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Investiga a quien corresponde la Administración de los Recursos Hidráulicos en el país, estado y municipio ✓ Expone frente a la clase las principales fuentes de abastecimiento de agua. ✓ Realiza prácticas en el laboratorio para identificar la composición físico-química del agua cruda, así como su calidad. ✓ Identifica las impurezas del agua, los efectos y tratamientos recomendados para su control, a través de análisis fisicoquímicos en el laboratorio ✓ Investiga y realiza un mapa conceptual de las Normas NOM-127-SSA/94 y la NOM-

<p>conocimiento en práctica.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad de aprender. ✓ Habilidad de trabajo autónomo. 	<p>002-ECOL/96, NOM-003-ecol/96.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Elabora esquema donde define el concepto de agua residual y su origen. ✓ Identifica los materiales que provocan la contaminación en el agua. ✓ Identifica las bacterias contenidas en el agua, de acuerdo a sus características y analiza los efectos que estas tienen. ✓ Define el concepto de la DBO y conoce los rangos en cada tipo de agua, a través del desarrollo de prácticas en el laboratorio.
<p>Tema 2. Pre-tratamientos y tratamientos primarios</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ En base a su conocimiento y capacidad, sugiere los diferentes tratamientos que se le darán a un agua residual, proveniente de un sistema de alcantarillado. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad de análisis y síntesis. ✓ Habilidades en el uso de tecnologías de la información. ✓ Capacidad de comunicación oral y escrita. ✓ Solución de problemas. ✓ Trabajo en equipo. ✓ Capacidad de aplicar el conocimiento en práctica. ✓ Capacidad de aprender. ✓ Habilidad de trabajo autónomo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Investigar los diferentes equipos utilizados en el tratamiento preliminar, su función y su operación rejas y cribas, desmenuzadores, desarenadores y preareadores. ✓ Realizar a través de práctica en el laboratorio, el método físico de separación de partículas contenidas en el agua de acuerdo a su tamaño. ✓ Exponer en grupo de trabajo el objetivo del tratamiento primario; así como las etapas que lo componen. ✓ Realizar un mapa conceptual definiendo el proceso de coagulación, conoce los reactivos utilizados así como la forma en que reaccionan cada uno de ellos. Identifica las condiciones de operación. ✓ Realizar Investigación documental del proceso de clarificación, conoce la operación del equipo utilizado.

Tema 3. Tratamiento Secundario	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Es capaz de proponer el diseño para una Planta de Intercambio Iónico o Desmineralización de un influente procedente de una planta de tratamiento de aguas negras. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad de análisis y síntesis. ✓ Habilidades en el uso de tecnologías de la información. ✓ Capacidad de comunicación oral y escrita. ✓ Solución de problemas. ✓ Trabajo en equipo. ✓ Capacidad de aplicar el conocimiento en práctica. ✓ Capacidad de aprender. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Investiga los tres procesos básicos del tratamiento secundario y su forma de operar. ✓ Investiga cuantas plantas de tratamiento de aguas residuales hay en la región. ✓ Realiza visita a una planta de tratamiento, en donde se realice el proceso de descomposición en las lagunas de oxidación (aerobias, anaerobias y anóxicos). ✓ Exponer frente a grupo el proceso de nitrificación y desnitrificación, derivado del conocimiento adquirido en la visita realizada. ✓ Realizar un cuadro comparativo, identificando ventajas y desventajas de la forma de operar de los Sistema de Biopelícula así como de los filtros goteadores o percoladores (Biofiltros) y Reactores empacados (Biodiscos) ✓ Elaborar un diagnóstico sencillo del tratamiento de digestión de lodos. ✓ Investigar el tratamiento de cloración en un agua, con sus variables a controlar y sus reacciones. ✓ Analizar y explica frente al grupo, los objetivos para tratar un lodo procedente de un tratamiento de aguas. ✓ Realizar práctica de laboratorio donde analiza las propiedades fisicoquímicas en muestras de agua residual, con el objeto de identificar el grado de contaminación.

Tema 4. Tratamiento terciario	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Conoce la operación de Torres de Enfriamiento y las propiedades del agua para su tratamiento químico. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad de análisis y síntesis. ✓ Habilidades en el uso de tecnologías de la información. ✓ Capacidad de comunicación oral y escrita. ✓ Solución de problemas. ✓ Trabajo en equipo. ✓ Capacidad de aplicar el conocimiento en práctica. ✓ Capacidad de aprender. ✓ Habilidad de trabajo autónomo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Investigar la clasificación de tratamientos para aguas crudas o aguas residuales. ✓ Investigar y definir los términos; Electrodialisis, Zeolitas, Osmosis Inversa, Intercambio Iónico. ✓ Elaborar una tabla comparativa de la clasificación de los principales tipos de resinas, indicando grupos funcionales y regenerantes utilizados. ✓ Realizar una exposición en grupo de trabajo, del proceso de desmineralización con sus etapas. ✓ Explicar las reacciones de regeneración de cada una de las resinas de Intercambio Iónico. ✓ A través de investigación documental, conocer los materiales que constituyen las membranas de Osmosis Inversa. ✓ Realizar un diagrama del proceso de Ozonización en aguas Potables y Residuales Industriales. ✓ Investigar las definiciones de Micro, ultra y nano filtración; indicando sus diferencias. ✓ Realizar visitas guiadas a plantas desmineralizadoras de su región.

Tema 5. Sistemas de enfriamiento	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Describe el método de electro-refinación, su propósito y aplicaciones. ✓ Identificar los correspondientes aspectos ambientales. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad de análisis y síntesis. ✓ Habilidades en el uso de tecnologías de la información. ✓ Capacidad de comunicación oral y escrita. ✓ Solución de problemas. ✓ Trabajo en equipo. ✓ Capacidad de aplicar el conocimiento en práctica. ✓ Capacidad de aprender. ✓ Habilidad de trabajo autónomo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Investigar los diferentes Sistemas de Enfriamiento relacionado con la asignatura de procesos de separación 2 el cual comprende la operación de Torres de Enfriamiento, y su geometría. ✓ Realiza una exposición generada de una visita industrial donde explique el tratamiento químico que se aplica a Torres de Enfriamiento. ✓ Realizar investigación documental de las características de los Inhibidores de corrosión, de incrustaciones y biológicos; así como las recomendaciones de dosificación. ✓ Realizar análisis fisicoquímicos en aguas para alimentación y agua de salida de torres de enfriamiento.

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Propiedades fisicoquímicas de un agua cruda. ✓ Métodos Volumétricos ✓ Métodos Gravimétricos ✓ Métodos Ópticos ✓ Métodos Electro-analíticos ✓ Separación de Sólidos ✓ Sedimentación
--

9. Proyecto de asignatura

Desarrollar la propuesta para una Planta de Tratamiento de aguas Residuales, que resuelva la problemática que fue identificada actualmente en el entorno, derivada de la contaminación y cuyo enfoque sea el mejoramiento del medio ambiente. El documento deberá incluir como mínimo con las siguientes características:

- ✓ Aspectos geográficos y socioeconómicos de México y la Región
- ✓ Características de los RSU en la Región así como de su manejo actual
- ✓ Justificación, Objetivos, Acciones y Recomendaciones
- ✓ Referencias Bibliográficas

Se evalúa la presentación ante el grupo, el análisis que realizan los alumnos y la manera en la cual incorporan los alumnos los diversos aspectos para el diseño de la planta.

10. Evaluación por competencias

Realizar la evaluación diagnóstica, formativa y sumativa.

- ✓ Participación en el desarrollo del curso y en la resolución de problemas.
- ✓ Exámenes escritos.
- ✓ Exposiciones
- ✓ Proyecto integrador.
- ✓ Portafolio de evidencias (formato electrónico)

Se utilizarán instrumentos de evaluación tales como:

- ✓ Rúbricas.
- ✓ Cuestionarios.
- ✓ Listas de cotejo.

11. Fuentes de información

Crites, R. Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones. Mc Graw Hill.

Romero, J. Tratamiento de Aguas Residuales por Lagunas de Estabilización. Alfa Omega