



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura: Clave de la asignatura: SATCA¹: Carrera:	Tratamiento de Aguas AMM-2405 2-4-6 Ingeniería Química
---	---

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Este curso contribuye con el perfil profesional de la carrera de Ingeniería Química con especialidad en Gestión Ambiental, en la aplicación de los conocimientos adquiridos para la generación de alternativas de solución en lo referente a:</p> <ul style="list-style-type: none">• Los elementos necesarios para considerar el agua superficial como fuente de abastecimiento de agua potable, la importancia de la sobre explotación de los acuíferos, que en muchas zonas se encuentran en situación crítica, además de la selección, diseño, mejoramiento y control de un proceso de potabilización de agua.• La identificación de los procesos y sus mecanismos de separación en los tratamientos primarios, secundarios y terciarios para el análisis del funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas.• La selección de alternativas de tratamientos para el control y prevención de la contaminación ambiental derivada de un mal manejo de éste recurso natural.• El desempeño eficiente en el ámbito personal y profesional, considerando los aspectos legales, éticos, sociales y de desarrollo sustentable.• Así mismo, permitirá al estudiante desarrollar una visión empresarial para detectar áreas de oportunidad que le permitan emprender, coordinar, participar o desarrollar proyectos aplicando los conocimientos adquiridos y las competencias desarrolladas.
Intención didáctica

Este curso tiene como objetivo lograr que el estudiante comprenda los fundamentos fisicoquímicos y biológicos, así como los aspectos operativos de los tratamientos preliminar, primario, secundario y terciario de aguas y aguas residuales, con el fin de analizar su aplicabilidad a casos particulares. Con este cimiento se desarrolla la materia en cinco temas principales.

Como introducción y fundamento de la materia, en el primer tema se reconocen las características físico químicas y biológicas, muestreo y homogenización, así como los tratamientos preliminar y primario de aguas y aguas residuales.

En el tema 2, se describen los tipos de tratamientos usados para la potabilización de aguas.

Para el tratamiento secundario o biológico el tema 3 incluye los tratamientos aerobios y anaerobios en base a terrenos, discos biológicos rotatorios, filtros percoladores, lodos activados, así como los tratamientos y disposición de lodos.

El tema 4 tiene la intención de ilustrar los principios fundamentales de los tratamientos terciarios que buscan la obtención de un agua que tenga una aplicabilidad en procesos industriales.

En el último tema se visualiza el uso de agua en sistemas de enfriamiento utilizando sistemas evaporativos o aerocondensadores.

Además, el programa de la asignatura está desarrollado para que el alumno realice análisis de aguas y de aguas residuales en el laboratorio, utilizando los métodos de análisis autorizados por la Legislación Mexicana y pueda determinar el grado de contaminación de las mismas.

Al finalizar todos estos temas, se le guía al estudiante para la conformación de un proyecto integrador en el área de tratamiento de aguas, que permitirá la aplicación integral de los conocimientos adquiridos hasta el momento y analizar su paralelo en la industria actual.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de La Laguna, marzo 2024	Integrantes de la Academia de Ingeniería Química del ITL.	Diseño del módulo de especialidad de la carrera de Ingeniería Química.

4. Competencia(s) a desarrollar

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Competencia(s) específica(s) de la asignatura

Conoce las tecnologías en el tratamiento de aguas y aguas residuales.
Caracteriza las aguas potables y residuales de origen doméstico o industrial.
Diagnostica e interpreta el grado de contaminación del agua potable o residual con base a los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad.
Identifica y reconoce los tipos de sistemas de tratamiento de aguas y aguas residuales para proponer mejoras en el tratamiento.
Propone medidas preventivas para evitar la contaminación del agua
Gestiona los trámites relacionados a las descargas de aguas residuales al sistema de alcantarillado o a cualquier tipo de cuerpo receptor propiedad de la Nación.

5. Competencias previas

Maneja hábilmente materiales de laboratorio y reactivos químicos.
Opera equipos de instrumentación de laboratorio.
Prepara y estandariza soluciones químicas.
Interpreta resultados analíticos con referencia a criterios establecidos.
Selecciona equipos para el transporte y separación de sólidos y fluidos con base a sus flujos.
Conoce la Legislación Ambiental en materia de aguas y aguas residuales de competencia para el territorio nacional.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	PRETRATAMIENTO Y TRATAMIENTO PRIMARIO	1.1 Introducción 1.2 Características físicas, químicas y biológicas de aguas y aguas residuales 1.3 Técnicas de muestreo 1.4 Homogenización de flujo 1.5 Rejas, rejillas y cribas 1.6 Trituración 1.7 Desarenado 1.8 Desengrasado 1.9 Sedimentación 1.10 Normatividad de aguas residuales

2	POTABILIZACION	2.1 Disponibilidad y distribución geográfica del agua en el planeta, en el país y sus usos 2.1 Coagulación – Floculación – Sedimentación 2.2 Flotación 2.3 Filtración 2.4 Desinfección 2.5 Normatividad vigente en materia de potabilización
3	TRATAMIENTO SECUNDARIO O BIOLÓGICO	3.1 Generalidades de procesos aerobios y anaerobios 3.2 Digestión aerobia y anaerobia 3.3 Sistemas de tratamientos biológicos en base a terrenos 3.4 Filtros percoladores 3.5 Discos Biológicos Rotatorios 3.6 Lodos activados 3.7 Parámetros de diseño de los equipos 3.8 Tecnologías de vanguardia 3.9 Tratamiento y disposición de lodos
4	TRATAMIENTO Terciario	4.1 Filtración granular 4.2 Filtración por membranas 4.2.1 Micro, ultra y nano filtración 4.2.2 Ósmosis inversa 4.3 Electrocoagulación y electrodiálisis 4.4 Intercambio iónico 4.5 Parámetros de diseño de equipos 4.6 Tratamientos avanzados
5	AGUAS PARA SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO	5.1 Clasificación de los sistemas de enfriamiento evaporativos 5.2 Clasificación y funcionamiento de Torres de Enfriamiento 5.3 Tratamiento a Torres de Enfriamiento 5.3.1 Tratamiento químico 5.3.2 Inhibidores de Incrustación e incrustación 5.3.3 Inhibidores biológicos 5.4 Balance de materia en aguas de circulación de Torres de Enfriamiento 5.5 Principio de operación de Aerocondensadores 5.6 Variables de operación en sistemas de aerocondensadores

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Pretratamiento y tratamiento primario	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Aplica, analiza y maneja adecuadamente los conceptos y principios de caracterización de aguas crudas y residuales. ● Conoce los distintos métodos de pre-tratamiento y tratamientos químicos y primarios a aguas crudas y residuales. <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"> ● Realizar investigación documental, exposición y discusión sobre efectos a la salud y al medio ambiente de las impurezas en aguas y aguas residuales. ● Realizar investigación documental, exposición y discusión sobre los microorganismos presentes en el agua, sus efectos a la salud y al medio ambiente. ● Realizar en un cuadro comparativo la clasificación de los equipos utilizados en el tratamiento preliminar, visualizando objetivos, principios de operación aplicaciones, ventajas y desventajas de los mismos. ● Aprender como el conjunto de operaciones y tratamientos preliminares y primarios forman el concepto de re-uso de agua mediante el análisis de bibliografía especializada en el tema. ● Realizar prácticas de laboratorio de análisis físicos de aguas crudas y entregar reporte plasmando conclusiones con pensamiento crítico.
2. Potabilización	
Competencias	Actividades de aprendizaje

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce la distribución de agua en el planeta para su uso. • Conoce el propósito de la potabilización • Conoce y aplica la normatividad del agua potable <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"> • Realizar una investigación de la disposición y usos que se da al agua, complementando con un análisis del uso potencial de las fuentes superficiales de almacenamiento como fuente de agua potable • Realizar un reporte sobre los índices de abatimiento de los acuíferos en nuestro país y la tendencia futura para el suministro de agua potable. • Investigar partes y principio de operación de pozos profundos como fuentes de agua potable. • Realizar en un cuadro comparativo la clasificación de los equipos utilizados en el tratamiento de potabilización de aguas, visualizando objetivos, principios de operación aplicaciones, ventajas y desventajas de los mismos. • Realizar un reporte detallado de una visita a una planta potabilizadora a gran escala, en donde se identifique la fuente de abastecimiento, el sistema de potabilización y el sistema de suministro y distribución en la red de agua potable. • Conocer los diferentes tipos de desinfectantes que se utilizan en las plantas de tratamiento. • Realizar prácticas de laboratorio de análisis físico-químicos de aguas y entregar reporte plasmando conclusiones con pensamiento crítico.
3. Tratamiento secundario o biológico	
Competencias	Actividades de aprendizaje

<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Conoce los diferentes procesos y equipos destinados a tratamientos biológicos que se le dan al agua residual, así como la normatividad en materia de residuos finales o lodos, tratamiento y disposición de los mismos. <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"> ● Realizar investigación bibliográfica referente a los principios básicos de tratamientos biológicos. ● Conocer los sistemas de vanguardia que existen en otros países. ● Investigar y exponer los procesos de digestión aerobia y anaerobia utilizados para la generación de compostas y biogás. ● Realizar prácticas de laboratorio de análisis químicos de aguas y entregar reporte plasmando conclusiones con pensamiento crítico.
<p align="center">4. Tratamiento terciario</p>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas: Conoce las operaciones, conceptos, procesos y principios de operación de equipos utilizados en tratamientos terciarios que se le dan a un agua cruda y residual, para lograr obtener agua de alta pureza.</p> <p>Genéricas:</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Realizar investigación bibliográfica por equipo y exponer referente a grupo; objetivos, características, principio y parámetros de operación, variables de diseño y funcionamiento de: <ul style="list-style-type: none"> a) Filtración granular b) Filtración por membranas (ultra, micro y nano) c) Ósmosis inversa

<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. • Trabajo en equipo. • Capacidad de aplicar el conocimiento en práctica. 	<p>d) Electrocoagulación y electrodiálisis Incluyendo mapa mental y videos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los objetivos, características, principio y parámetros de operación, variables de diseño, funcionamiento y tipos de resinas del proceso de intercambio iónico. • Realizar ejercicios de diferentes trenes de intercambio iónico de acuerdo a las características de influente y requerimientos de efluentes. • Realizar prácticas de laboratorio de análisis químicos de aguas y entregar reporte plasmando conclusiones con pensamiento crítico. • Programar visitas a plantas de tratamiento de aguas.
5. Aguas para sistemas de enfriamiento	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas: Comprende las operaciones, conceptos, procesos y principio de operación de los sistemas de aguas de enfriamiento, sus tratamientos, determinaciones de índices y balances de materia que se aplican para su control.</p> <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"> • Conocer los principales equipos utilizados en sistemas de enfriamiento, objetivos y principios de operación y para que están diseñados cada uno de ellos. • Realizar de manera individual una investigación en documentos técnicos científicos sobre el concepto y los tipos de sistemas de enfriamiento y sus características identificando los elementos que lo integran. • Aprender como el conjunto operaciones, tratamientos y el uso de inhibidores de corrosión, incrustación y biológicos forman el concepto de tratamiento a torres de enfriamiento que permita optimizar y reducir la extracción de agua de pozo de agua o utilizar agua negra tratada, mediante el análisis de bibliografía especializada en el tema.

conocimiento en la práctica.	<ul style="list-style-type: none">● Investigar principio de operación, variables de diseño y funcionamiento de aerocondensadores● Complementar con una visita industrial, registrando y documentando los equipos y tratamientos utilizados.● Realizar prácticas de laboratorio de análisis bacteriológico de aguas y entregar reporte plasmando conclusiones con pensamiento crítico.● Realizar prácticas de laboratorio de prueba de jarras utilizando diferentes coagulantes-floculantes y entregar reporte plasmando conclusiones con pensamiento crítico.● Elaborar reporte de los resultados de laboratorio obtenidos con las técnicas analíticas empleadas y se exponga la afectación o incumplimiento de la legislación ambiental, así como opciones de solución.
------------------------------	--

8. Práctica(s)

La materia de Tratamiento de Aguas Residuales tiene cuatro horas por semana para la realización de las siguientes prácticas de laboratorio, las cuales se realizan tanto en aguas crudas como en agua de procesos o residuales, según aplique.

Determinación de:

1. Temperatura
2. pH
3. Conductividad eléctrica
4. Sólidos totales, disueltos, suspendidos, volátiles y fijos, sedimentables y filtrables.
5. Alcalinidad a la fenolftaleína y al anaranjado de metilo.
6. Cloruros y cloro libre.
7. Dureza total, de calcio y magnesio.
8. Sulfatos por gravimetría.
9. Fosfatos por espectrofotometría UV-Visible.
10. Grasas y aceites
11. Demanda Química de Oxígeno
12. Demanda Bioquímica de Oxígeno

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

13. E. Coli o Coliformes termotolerantes (Coliformes fecales)
14. Oxígeno Disuelto
15. Prueba de jarras con diferentes coagulantes-floculantes
16. Turbidez

9. Proyecto de asignatura

Elaboración de un proceso que comprenda desde la captación de agua residual hasta la descarga de agua tratada, indicando todos los equipos y tratamientos que requiera, así como las concentraciones de las variables a controlar, la instrumentación y determinaciones de laboratorio necesarios en cada etapa requerida para aplicarlo en su procesamiento.

Los equipos realizarán una presentación frente a grupo, aplicando los conceptos estudiados.

Se evaluará su desempeño, identificando los aciertos y errores mostrados en el desarrollo de la presentación, además de la presentación a escala del proceso desarrollado en la investigación.

Atender en forma generalizada las particularidades ambientales que pueden generarse en el proceso, como es la generación de gases de efecto invernadero, lodos, etc.

10. Evaluación por competencias

Realizar la evaluación diagnóstica, formativa y sumativa.

- Participación en el desarrollo del curso y en la resolución de problemas.
- Informes de prácticas, tareas y visitas industriales.
- Exámenes escritos.
- Exposiciones
- Caso integrador
- Portafolio de evidencias (formato electrónico)

11. Fuentes de información

1. Sawyer, Clair N., McCarty Perry L., Parkin, Gene F., (2003). Chemistry for Environmental Engineering and Science., Editorial McGraw-Hill.
2. Arboleda Valencia Jorge. Teoría y Práctica de la Purificación del Agua. McGraw-Hill, 2000.
3. Manahan, Stanley E., Environmental Chemistry. (1991), Fifth edition, Lewis Publishers, Inc.

4. Reynolds, Tom D., Richards, Paul A., Unit operations and processes in environmental engineering. (1996). Second Edition, PWS Publishing Company.
5. Ron Crites, Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones; Edición: 2000, Editorial Mc. Graw Hill.
6. www.semarnat.gob
7. NOM-127-SSA1-2021
8. Normas Oficiales Mexicanas en materia de aguas residuales.
9. Comisión Nacional del Agua, Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, (2000).
10. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales; American Public Health Association.
11. Díaz de Santos, American Water Works, Ediciones 1992.
12. Jairo Alberto Romero Rojas, Tratamiento de Aguas Residuales por Lagunas de Estabilización, Tercera Edición, Editorial Alfa Omega.
13. Miguel Rigola Lapeña, Tratamiento de Aguas Industriales: Aguas de Proceso y Residuales, Tomo 27, Editorial Alfa Omega.
14. Departamento de Sanidad del Estado de New York, Manual de Tratamiento de Aguas Negras, Ediciones Limusa – Noriega.
15. J. Glynn Henry, Gary W. Heinke, (1999). Ingeniería Ambiental, Segunda Edición, Editorial Prentice Hall.
16. Perry Robert H., Green Don W., (2003). Manual del Ingeniero Químico, Volúmenes I a IV, Editorial Mc Graw-Hill.
17. E. Merck AG., Análisis de Aguas, Darmstadt Alemania.
18. Powell Sheppard T., Manual d Aguas para Usos Industriales (1987), Volúmenes 1 a 4, Editorial Limusa.
19. MaskewFair, Gordon, Charles Geyer, John, Okun, Daniel A., Ingeniería sanitaria y de Aguas Residuales, (1987), Volúmenes 1 a 4, Editorial Limusa.
20. Ramalho. R.S. Tratamiento de aguas residuales; Editorial Reverté.
21. Winkler, Tratamiento biológico de aguas de desecho; Editorial Limusa