

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Nombre de la asignatura:      | <b>Ingeniería de Procesos Ambientales</b> |
| Carrera:                      | <b>Ingeniería en Energías Renovables</b>  |
| Clave de la asignatura:       | <b>GAF-2105</b>                           |
| (Créditos) SATCA <sup>1</sup> | <b>3 - 2- 5</b>                           |

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Energías Renovables la capacidad de diseñar métodos y sistemas de operaciones y procesos unitarios que permitan el control de los contaminantes, así como las bases de sistemas de tratamiento de efluentes ya sea agua residual, contaminantes atmosféricos y residuos sólidos, y las técnicas para obtención de energía alterna.

### **Intención didáctica.**

Se organiza el temario, en cinco unidades, la primera permite al alumno conocer los mecanismos para la potabilización del agua y que esta se encuentre lista para consumo o para su uso industrial

En la segunda unidad se establecen los mecanismos de diseño de los sistemas de tratamiento del agua residual tanto de la doméstica como de la industrial mediante operaciones unitarias de separación de contaminantes

La tercera unidad establece las pautas de los tratamientos avanzados del agua

La cuarta unidad permite al alumno conocer el control de las emisiones a la atmósfera tanto de partículas sólidas, gases y componentes orgánicos volátiles.

La quinta unidad es una introducción a los procesos de reparación y recuperación de suelos

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes en Hojas de Datos de Seguridad; el planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención

<sup>1</sup> Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

de generar una actividad intelectual compleja para el desarrollo de análisis de riesgo; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

#### **Competencias específicas.**

- Conoce los mecanismos de potabilización del agua, del tratamiento de aguas residuales, residuos sólidos y peligrosos y de emisiones a la atmósfera
- Revisa las fuentes alternas de producción de energía de los residuos y del agua residual

#### **Competencias genéricas:**

##### **Competencias instrumentales**

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organizar y planificar
- Conocimientos básicos de la carrera
- Comunicación oral y escrita
- Habilidades básicas de manejo de la computadora.
- Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas
- Solución de problemas
- Toma de decisiones.

##### **Competencias interpersonales**

- Capacidad crítica y autocrítica
- Trabajo en equipo
- Habilidades interpersonales

##### **Competencias sistémicas**

|  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>• Búsqueda del logro</li> </ul> |
|--|--|

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

| Lugar y fecha de elaboración o revisión                    | Participantes  | Observaciones (cambios y justificación)   |
|--|--|---|
| Instituto Tecnológico de Veracruz 14 de Diciembre del 2018 | M.I.A. Manuel Alberto Susunaga Miranda, Dr. Mario Díaz González, M.I.A. Araceli Rodríguez Andrade, M.I.A. Jorge Alberto Vázquez Contreras, Dra Olaya Pirene Castellanos Onorio                                   | Se diseña el programa de estudios de la materia de diseño de sistemas ambientales para englobar las técnicas de ingeniería necesarias para el control de la contaminación ambiental |
| Instituto Tecnológico de Veracruz 5 de Marzo del 2021      | M.I.A. Manuel Alberto Susunaga Miranda, Dr. Mario Díaz González, M.I.A. Araceli Rodríguez Andrade, M.I.A. Jorge Alberto Vázquez Contreras, Dra Olaya Pirene Castellanos Onorio, Dra Bertha María Estévez Garrido | Se modifica el programa para que sea genérico para las carreras de Ingeniería Química, Ingeniería en Energías Renovables e Ingeniería Mecánica                                      |

#### 5.- OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

Proporcionar los conocimientos necesarios para el desarrollo, gestión y control de la contaminación ambiental y la generación de energía alterna.

#### 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Tener conocimientos de fundamentos químicos, analíticos y matemáticos.
- Leer formulas e interpretar reacciones químicas.
- Tener capacidad de interpretación cualitativa y cuantitativa de datos

- Manejar software básico para procesamiento de datos y elaboración de documentos.
- Reconocer los elementos del proceso de la investigación.
- Leer, comprender y redacta ensayos y demás escritos técnico-científicos.
- Manejar adecuadamente la información proveniente de bibliotecas virtuales y de internet.
- Identificar y resolver problemas afines a su ámbito profesional, aplicando el método inductivo y deductivo, el método de análisis-síntesis y el enfoque sistémico.
- Poseer iniciativa y espíritu emprendedor.
- Asumir actitudes éticas en su entorno

## 7.- TEMARIO

| Unidad | Temas                               | Subtemas  |
|--------|-------------------------------------|---|
| 1      | <b>Potabilización del agua</b>      | 1.1 Calidad del Agua<br>1.1.1 Calidad Microbiana del Agua (Bacterias, Virus, Protozoos)<br>1.1.2 Contaminantes Químicos<br>1.2 Captación y conducción del agua<br>1.3 Procedimientos Físicos.<br>1.3.1 Decantación<br>1.3.2 Sedimentación<br>1.3.3 Filtración.<br>1.4 Procedimientos Químicos<br>1.4.1 Coagulación.<br>1.4.2 Floculación.<br>1.5 Desinfección.<br>1.6 Eliminación de Olor.<br>1.7 Tratamientos Avanzados de Potabilización<br>1.7.1 Intercambio iónico.<br>1.7.2 Ultrafiltración.<br>1.7.3 Desalación del agua de mar |
| 2      | <b>Tratamiento de Agua Residual</b> | 2.1 Pretratamientos.<br>2.1.1 Cribado y Tamizado<br>2.1.2 Desarenadores<br>2.1.3 Homogenización de Flujo.<br>2.2 Tratamientos Primarios.<br>2.2.1 Decantación/Sedimentación<br>2.2.2 Flotación.<br>2.2.3 Filtración.<br>2.2.4 Eliminación de Grasas.<br>2.3 Tratamiento Secundario.<br>2.3.1 Coagulación y Floculación  |

|          |   |   |
|----------|---|---|
|          |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>2.3.2 Remoción de Metales Pesados</li> <li>2.4 Tratamiento Terciario o Biológico <ul style="list-style-type: none"> <li>2.4.1 Procesos Aeróbicos (Lodos Activos, Filtros Percoladores, Biodiscos, Lagunas Aereadas)</li> <li>2.4.2 Procesos Anaeróbicos (Sistemas Sépticos)</li> </ul> </li> <li>2.5 Tratamientos Especiales</li> </ul>  |
| <b>3</b> | <b>Tratamientos Avanzados</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Intercambio iónico.</li> <li>3.2 Remoción por membranas.</li> <li>3.3 Ultrafiltración.</li> <li>3.4 Electrodiálisis.</li> <li>3.5 Desalación del agua de mar.</li> <li>3.6 Celdas de Energía de Agua Residual</li> </ul>   |
| <b>4</b> | <b>Control de emisiones contaminantes</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1. Colectores de Partículas. <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1.1 Sedimentadores por Gravedad</li> <li>4.1.2 Separadores Centrífugos (Ciclones)</li> <li>4.1.3 Precipitadores electrostáticos</li> <li>4.1.4 Filtros</li> </ul> </li> <li>4.2. Mecanismos Térmicos <ul style="list-style-type: none"> <li>4.2.1 Oxidación Térmica</li> <li>4.2.2 Oxidación Química</li> </ul> </li> <li>4.3 Mecanismos de Separación <ul style="list-style-type: none"> <li>4.3.1 Condensación</li> <li>4.3.2 Absorción</li> <li>4.3.3 Adsorción</li> </ul> </li> <li>4.4 Biorremediación del Aire <ul style="list-style-type: none"> <li>4.4.1 Biofiltración</li> <li>4.4.2 Biolavadores</li> <li>4.4.3 Fotobioreactores</li> </ul> </li> </ul> |
| <b>5</b> | <b>Reparación del Daño Ambiental</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. Caracterización del Sitio Contaminado</li> <li>5.2. Mecanismos de contención de contaminantes</li> <li>5.3. Tratamiento de Suelos contaminados <ul style="list-style-type: none"> <li>5.3.1 Tratamientos Físicoquímicos</li> <li>5.3.2 Tratamientos Térmico</li> <li>5.3.3 Técnicas de Control</li> </ul> </li> <li>5.4. Biorremediación de Suelos <ul style="list-style-type: none"> <li>5.3.4 Degradación Enzimática</li> <li>5.3.5 Remediación Microbiana</li> <li>5.3.6 Fitorremediación</li> </ul> </li> </ul>   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El Profesor debe

Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

- Propiciar actividades de metacognición. Ante la ejecución de una actividad, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: una identificación de patrones, un análisis, una síntesis, la creación de un heurístico, etc. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique.
- Proponer ejemplos, ejercicios y problemas buscando promover el razonamiento y la reflexión.
- Generar actividades de aprendizaje que despierten el interés y motivación del alumno, resolviendo problemas prácticos que ayuden a comprender y aprender significativamente los conceptos.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.

- Cuando los temas lo requieran, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la asignatura (procesador de texto, hoja de cálculo, base de datos, graficador, Internet, etc.) y software especializado.

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Rúbrica de evaluación de exposiciones orales.
- Evaluación de los trabajos de investigación desarrollados durante el curso.
- Análisis y Evaluación de casos prácticos de manejo de sustancias peligrosas.
- Reportes escritos de los trámites hechos durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de dichas gestiones.
- Exámenes escritos.
- Rubrica en Prácticas de Laboratorio.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Potabilización de Agua

| <b>Competencia específica a desarrollar</b>   | <b>Actividades de Aprendizaje</b>  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar y distinguir las unidades de tratamiento en una Planta potabilizadora de agua, así como sus características.</li> <li>• Conocer el fundamento, funcionamiento, diseño y operación de las operaciones y procesos unitarios en la potabilización.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiciar que el alumno identifique las características de los contaminantes y su relación con los mecanismos de remoción.</li> <li>• Realizar un diseño y dimensionamiento de un sistema para potabilizar agua superficial de una fuente potencial de la región a manera de ingeniería básica.</li> <li>• 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.</li> </ul> |

## Unidad 2: Tratamiento de Agua Residual

| <b>Competencia específica a desarrollar</b>   | <b>Actividades de Aprendizaje</b>   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar y distinguir las unidades de tratamiento en una Planta de agua residual, así como sus características</li><li>• Conocer los mecanismos de diseño de los sistemas de tratamiento de agua residual.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Propiciar que el alumno identifique las características físico-químicas de los contaminantes y relacionarlos con los mecanismos de separación.</li><li>• Hacer una revisión detallada de los mecanismos de separación de contaminantes</li><li>• Diseñar un sistema integral de tratamiento de agua residual.</li><li>• Realizar un reporte detallado de una visita a una Planta de Tratamiento de Agua Residual.</li></ul> |

## Unidad 3: Tratamientos Avanzados

| <b>Competencia específica a desarrollar</b>   | <b>Actividades de Aprendizaje</b>  |
|---|--|
| Identificar y distinguir los métodos avanzados de potabilización y tratamiento de agua. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar los métodos avanzados de potabilización de agua.</li><li>• Investigar la operación de las plantas de desalación de agua de mar</li><li>•</li></ul> |

## Unidad 4: Control de emisiones contaminantes.

| <b>Competencia específica a desarrollar</b>  | <b>Actividades de Aprendizaje</b>   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Conocer y aplicar criterios de selección y dimensionamiento de los diferentes dispositivos en el control de la contaminación del aire.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• De manera individual realizar una búsqueda bibliográfica (internet, tesis, libros) referentes a los dispositivos de control y mediciones de gases contaminantes.</li><li>• Analizar y discutir los principios de funcionamiento y mantenimiento de los dispositivos de control de emisión de gases y partículas ayudándose con cartas o diagramas descriptivos (layouts).</li></ul> |



## Unidad 5: Reparación del Daño Ambiental

| Competencia específica a desarrollar   | Actividades de Aprendizaje  |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Conocer las técnicas de control y reparación del daño ambiental | <ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar las técnicas de caracterización del sitio contaminado</li><li>• Realizar un cuadro comparativo de los métodos de restauración de daños ambientales</li><li>• Evaluar las técnicas de control del daño ambiental.</li></ul> |

### 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Arboleda Valencia Jorge. Teoría y Práctica de la Purificación del Agua. McGraw-Hill, 2000.
2. Fair, Geyer y Okun, "Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales", Limusa-Wiley, 1993.
3. Frank N. Kemmer, Nalco Chemical Company. Manual del Agua, Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones. McGraw-Hill. 1989.
4. Henry, Heinke, "Ingeniería Ambiental", Prentice, 1999.
5. Martínez Delgadillo Sergio A. PARÁMETROS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. , UAM, 1999. México.
6. Metcalf & Heddy, Inc. "Ingeniería de Aguas Residuales; Tratamiento, Vertido y Reutilización" McGraw-Hill. 1996.
7. Ramalho, Rubens S. "Tratamiento de Aguas Residuales". Editorial Reverté, S.A. 1996.
8. Romero Rojas Jairo Alberto. Potabilización del Agua. Ed. Alfaomega. 3ª ed. 1999. México.
9. Tchobanoglous, George. Sistemas de Manejo de Aguas Residuales para núcleos pequeños y descentralizados. McGraw-Hill. 2000.
10. Tchobanoglous G. 1994. Gestión Integral de Residuos Sólidos Vol. I y II. Madrid: Mc Graw-Hill.
11. Wark, K y Warner C. F. (2001). "Contaminación del aire". Ed. Limusa. México, D. F.

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Visita a una planta potabilizadora a gran escala.
- Visita a plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, industriales y de servicios.
- Visitar una Incinerador de RPBI, para conocer el tratamiento que se efectúa a los RPBI.