

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Gestión de Residuos Sólidos y Peligrosos
Clave de la asignatura:	AMR-1603
SATCA¹:	2-1-3
Carrera:	Ingeniería Química

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Químico con especialidad en Gestión Ambiental, un panorama general de la contaminación del medio ambiente, derivada del manejo inadecuado de los residuos sólidos generados en actividades tanto industriales como comerciales y domésticas.</p> <p>Así mismo, contribuirá al desarrollo de habilidades en el estudiante, para la clasificación, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos y peligrosos generados en los procesos productivos; así como también, en la búsqueda de alternativas para el control y prevención de la contaminación ambiental provocada por este tipo de materiales. Le dará los elementos necesarios para entender que el manejo inadecuado de los residuos sólidos incide directamente en la degradación ambiental y en la salud pública.</p> <p>Al finalizar el curso, contará con las herramientas necesarias para el diseño e implementación de un Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos. Así como, para detectar los impactos ambientales ocasionados por el mal manejo de los mismos, de acuerdo a las Políticas Ambientales de orden municipal, estatal o federal.</p>
Intención didáctica
<p>El Programa de Gestión de Residuos Sólidos y Peligrosos, se organiza en cuatro unidades en donde se agrupan los contenidos conceptuales y las actividades sugeridas.</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Las primeras dos unidades abordan las generalidades sobre el manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, contemplando la revisión de la legislación y normatividad aplicables en ésta área. Se repasará el concepto de reciclaje y sus implicaciones medioambientales, económicas y sociales; siendo necesario considerar las nuevas tecnologías con impacto en el manejo de los diferentes tipos de residuos.

La tercera unidad proporciona al estudiante los fundamentos del manejo de los residuos peligrosos, desde su definición, caracterización, efectos y riesgos ambientales; hasta la revisión de las leyes y normas ambientales que les aplican. Así como, una revisión de los principales procesos generadores de este tipo de residuos y una revisión general de los procedimientos de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos y peligrosos. Con especial énfasis en la recuperación in situ y externa, además de sus ventajas ambientales.

La cuarta unidad, invita a realizar una revisión de los principales tratamientos actualmente conocidos, para los residuos peligrosos; clasificándolos en fisicoquímicos, térmicos y biológicos. Realizando un cierre del curso con la revisión de los costos involucrados en el tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos.

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
Tecnológico Nacional de México.	Ing. Ana María Flores Romero. Ing. Fco. de Jesús Glz. Peña. Ing. Delia Cárdenas Rodríguez. Ing. María Cristina García Carrillo. Ing. Pantaleona Campa Núñez.	Revisión de los programas de las materias de la especialidad:

Instituto Tecnológico de la Laguna. Abril de 2016.	Ing. Karla V. Guevara Amatón. Ing. Elizabeth Hdz.. Campos. Ing. Alma Leticia Ramos Ríos Ing. José Juan López Baqueiro	Gestión Ambiental
---	--	-------------------

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Conocer y aplicar los procesos para el manejo, tratamiento, disposición final y reciclado de los residuos sólidos; así como de los riesgos y beneficios del confinamiento de los residuos peligrosos, como métodos de apoyo en la conservación del medio ambiente.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conoce la Legislación Ambiental de competencia para el territorio nacional. ✓ Identifica las Leyes, Normas y Reglamentos en materia de Residuos Sólidos Urbanos y Peligrosos, 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.	Generalidades sobre el manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	1.1 Problemática y situación actual a nivel nacional e internacional de los residuos sólidos urbanos y de los residuos de manejo especial. 1.2. Almacenamiento, barrido y recolección de desechos sólidos urbanos y de manejo especial. 1.3. Estaciones de transferencia. 1.4. Minimización y tratamiento de los

		<p>residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</p> <p>1.6. disposición final de los residuos sólidos urbanos.</p> <p>1.7. Legislación y normatividad aplicable.</p>
2.	Valorización de los residuos sólidos urbanos.	<p>2.1. Aspectos industriales, comerciales y sociales en la generación de residuos sólidos urbanos.</p> <p>2.2. Sustitución de materiales comunes por biodegradables. aspectos legales y de corresponsabilidad.</p> <p>2.3. Separación y reciclaje de los residuos sólidos urbanos. implicaciones medioambientales y socioeconómicas.</p> <p>2.4. Tecnologías aplicadas al reciclaje de: vidrio, papel y cartón, aluminio, plástico, tetra pack y metales ferrosos.</p> <p>2.5. Fundamentos del compostaje y lombricompostaje.</p> <p>2.6. Fundamentos de los procesos de digestión anaerobia e incineración de residuos sólidos urbanos.</p> <p>2.7. Legislación y normatividad aplicable</p>
3.	Generación, minimización, almacenamiento, recolección y recuperación de residuos peligrosos.	<p>3.1. Las industrias y los procesos generadores de residuos peligrosos.</p> <p>3.2. Minimización de residuos peligrosos por elección de: tecnologías, materias primas y afluentes.</p> <p>3.4. Almacenamiento temporal de los residuos peligrosos.</p> <p>3.5. Equipos de recolección de residuos peligrosos.</p>

		<p>3.6. Transporte de residuos peligrosos y control de derrames.</p> <p>3.7. Procesos de recuperación y productos recuperados. ventajas ambientales</p> <p>3.8. Los generadores pequeños y la microempresa.</p> <p>3.9. Legislación y normatividad aplicable.</p>
4.	Tratamiento de los residuos peligrosos.	<p>4.1. Procesos fisicoquímicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Destilación y extracción con solventes. ▪ Intercambiadores de iones, ósmosis inversa, etc. ▪ Adsorción y su utilización. ▪ Filtración y sedimentación. ▪ Precipitación química. ▪ Dehalogenación química. ▪ Ozonización y oxidación húmeda. ▪ Evaporación y desecado. <p>4.2. Procesos térmicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hornos térmicos e incineradores. ▪ Hornos rotatorios. ▪ Pirólisis e incineradores en lecho fluido. ▪ Fijación en vidrio y otros fundentes. ▪ Incineradores catalíticos. <p>4.3. Procesos biológicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Procesos aeróbicos, anaeróbicos y duales. ▪ Composteo. ▪ Biodegradación (reducción de toxicidad) ▪ Preparación para disposición final. <p>4.4. Disposición final.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Confinamiento controlado: factores de diseño y operación. ▪ Membranas protectoras y de cubierta: geotextiles y arcillas. ▪ Inyección profunda y domos

		salinos. 4.5. Costo del tratamiento y confinamiento de residuos peligrosos.
--	--	--

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Generalidades sobre el manejo, tratamiento y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> • Específica(s): Conoce la clasificación de los residuos sólidos, su manejo, los métodos de tratamiento conocidos y la disposición final que éstos requieren; siempre apegado al cumplimiento de Leyes, Reglamentos y Normas vigentes en el territorio nacional. • Genéricas: <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"> ▪ Elaborar mapa conceptual que relacione la clasificación, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial a nivel nacional e internacional. ▪ Realizar investigación documental sobre el volumen de residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados en el país y los métodos utilizados en su tratamiento y disposición final. Presentar análisis comparativo con lo realizado en países como EEUU, Canadá, España, Alemania, Japón, China, Australia, etc. ▪ Utilizando un mapa geográfico del municipio, identificar las zonas que son utilizadas para la disposición de los residuos sólidos y el área socioeconómica de influencia. ▪ Analizar el Plan de Desarrollo Urbano del municipio y apoyados

<p>✓ Habilidad de trabajo autónomo.</p>	<p>en los datos que se han conseguido con anterioridad, predecir la problemática que se enfrentará con respecto al uso de suelo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaborar un diagnóstico sencillo, sobre la situación actual en la clasificación, manejo, tratamiento y disposición de los residuos sólidos dentro del centro educativo al que se pertenece. ▪ Proponer o mejorar el Plan de Manejo de los Residuos Sólidos generados dentro del Centro Educativo. ▪ Analizar en sesión plenaria los resultados encontrados, revisando la normatividad aplicable vigente y su cumplimiento.
<p>Valorización de los Residuos Sólidos Urbanos</p>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> • Específica(s): <p>Comprende la importancia de la adecuada disposición final de los Residuos Sólidos, analizando con fundamento en la Ley, la forma en que esto se ha venido realizando en su entorno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar investigación documental, sobre la importancia y el impacto socioeconómico y ambiental del reciclaje de los residuos sólidos. ▪ Investigar los equipos utilizados en la minimización, reciclaje, tratamiento y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.

<ul style="list-style-type: none"> • Genéricas: <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 ubicación de Plantas de Reciclaje de los principales Residuos Sólidos generados en el municipio. ▪ Investigar las características de diseño, espacio disponible y costos, para la implementación de un proceso de preparación de composta y lombricultura. ▪ Apoyados en el análisis del ciclo de vida de un producto de uso o consumo frecuente por los alumnos, estimar la cantidad de residuos sólidos que son generados, bajo la selección de una zona específica de estudio ▪ Realizar visita a un relleno sanitario y establecer las diferencias con un tiradero a cielo abierto. ▪ Analizar en sesión plenaria las experiencias obtenidas en el desarrollo de las actividades de aprendizaje propuestas.
<p align="center">Generación, Minimización, Almacenamiento, Recolección y Recuperación de Residuos Peligrosos.</p>	
<p align="center">Competencias</p>	<p align="center">Actividades de aprendizaje</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Específica(s): <p>Conoce las características de los residuos peligrosos y los principios de su manejo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaborar un diagrama de flujo que indique el procedimiento que debe aplicarse en la caracterización de los residuos peligrosos.

<p>Con base en normas y leyes, analiza las estrategias actuales que son aplicadas para su manejo, tomando como área de estudio su región o municipio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genéricas: <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 el tipo de tratamiento que debe realizarse a los Residuos Peligrosos para su almacenamiento temporal, transporte, tratamiento y disposición final. ▪ Investigar las características y requisitos legales que debe cumplir una empresa dedicada a la recolección y transporte de Residuos Peligrosos. ▪ Investigar las características y requisitos legales que debe cumplir una empresa dedicada al tratamiento, la recuperación y/o disposición final de un Residuo Peligroso. ▪ Investigar la inversión económica municipal destinada al manejo de los residuos peligrosos generados. ▪ Investigar qué áreas en la región o municipio, son contaminadas con Residuos Peligrosos y la posibilidad de que sean tratadas in situ, dadas las características del suelo y de los contaminantes. ▪ Elaborar un ensayo sobre el impacto social y a la salud, que representa un manejo inadecuado de los residuos biológico-infecciosos. ▪ Elaborar un listado de todos los
---	--

	<p>productos de limpieza usados en el hogar, seleccionando uno al que se le revisarán sus características físicas, tales como: contenido, etiquetado, presentación, usos, vida media, envasado y la disposición final de los residuos que genera. Presentar en plenaria los resultados encontrados.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaborar un mapa conceptual sobre los factores de riesgo a considerar en la elaboración de un plan de manejo de residuos peligrosos. ▪ Presentar un Caso Práctico de envasado, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de un Residuo Peligroso.
Tratamiento de los Residuos Peligrosos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica y describe los procesos involucrados en la generación de residuos sólidos peligrosos. Investiga la forma más recomendable para lograr su minimización en la región. <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. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Presentar en equipo el análisis de un caso relacionado con el manejo inadecuado de Residuos Peligrosos y sus consecuencias. ▪ Realizar en equipo la visita a una micro, pequeña o mediana empresa con la finalidad de observar el tipo de residuos generados, así como el manejo y disposición final de los mismos. ▪ Realizar una visita dirigida a una Planta de Tratamiento y/o

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Trabajo en equipo. ✓ Capacidad de aplicar el conocimiento en práctica. ✓ Capacidad de aprender. 	Confinamiento de Residuos Peligrosos. Entregar reporte de actividades.
---	--

8. Práctica(s)

- Las prácticas serán sustituidas por las visitas de campo.

9. Proyecto de asignatura

Elaborar un Plan de Manejo de Residuos Sólidos y/o de Manejo Especial, enfocado al mejoramiento del medio ambiente cercano al estudiante (hogar, escuela, colonia, municipio, etc.) y que cumpla como mínimo con las siguientes características:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico, mismo que permite lograr la comprensión de la situación objeto de estudio.
- **Planeación:** se realiza el diseño del proyecto, lo que implica planificar la participación empresarial, tal vez el diseño de un modelo, las actividades por realizar, los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** la cual consiste en el desarrollo del proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final en la que se aplica un juicio de valor, el cual se realiza a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar, por parte del profesor y de algún experto en la materia. Deberá presentarse en sesión plenaria con el grupo, de tal forma que se puedan compartir las experiencias vividas y enriquecer de esta forma el aprendizaje. Es conveniente, solicitar a quienes participaron en la realización del proyecto, el evaluar a todos los participantes (co-evaluación).

10. Evaluación por competencias

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje. Se realizará la evaluación diagnóstica, formativa y sumativa, de los estudiantes, a través de:

- Participación en el desarrollo del curso y en la resolución de problemas.
- Exámenes escritos.
- Exposiciones
- Proyecto integrador: Elaboración de un Plan de Manejo de RS
- Portafolio de evidencias (formato electrónico)

Nota: Toda evidencia deberá estar contenida dentro del “**portafolio de evidencias**”.

11. Fuentes de información

1. **Gestión Integral de los Residuos Sólidos para países en desarrollo**
Alejandro Barradas Rebolledo
Editorial Académica Española 2009
2. **Tratamiento y Gestión de Residuos Sólidos**
Colomer Mendoza
Editorial LIMUSA 2005
3. **Ecología Industrial: Ingeniería Medioambiental aplicada a la Industria y a la Empresa.**
Mariano Seoanez Calvo
Ediciones Mundi-Prensa
4. **Manual de Edafología**
Honorato
Ediciones Alfa-Omega
5. **Informe Anual del WorldWatch Institute**
Edición Especial de la Cumbre
Mundial ediciones Icaria 2002
6. **Estrategias Ambientales de las 3R a las 10R**
(Reordenar, Reformular, Reducir, Reutilizar, Refabricar, Reciclar, Revalorizar Energéticamente, rediseñar, recompensar, Renovar)
Walter Pardavé Livia
Ecoe Ediciones 2007
7. **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial del Gobierno del estado.**
Diario Oficial de la Federación.

8. **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial del Gobierno del estado. Diario Oficial de la Federación**
9. **Compendio Normas y Reglamentos**