

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	<b>Remediación de Suelos</b>
Carrera:	<b>Ingeniería Ambiental</b>
Clave de la asignatura:	<b>AMG-1020</b>
SATCA*	<b>3 - 3 - 6</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

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

Esta asignatura para integrarla al plan como sellos de la carrera de ingeniería ambiental, se ha hecho un análisis de campo y de investigación en las necesidades del país, región y localidad, ya que existen pasivos ambientales en zonas que antes eran productivas. Puesto que esta materia necesita el soporte y conocimiento de asignaturas previas, se ha colocado estratégicamente en el sexto semestre de la trayectoria escolar. De manera adicional, lo trabajado en esta asignatura necesita del conocimiento de asignaturas como: Balance de Materia y Energía, Diseño de Experimentos Ambientales, Microbiología Ambiental I, Microbiología Ambiental II Toxicología Ambiental y Bioquímica.

Entre los temas más relevantes en adición al temario, se tienen: Manejo de tecnologías informáticas, conocimiento de los conceptos e implicaciones de temas relacionados a la química del ambiente, preparación de soluciones, aplicación de métodos gravimétricos y volumétricos, toxicología de contaminantes, uso de equipo de laboratorio, conocimiento de microbiología ambiental, aplicaciones de métodos ópticos y electroquímicos, conocimiento e identificación de los pasos del método científico. Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero ambiental la capacidad para explicar fenómenos involucrados en la remediación de suelos contaminados, así como conocer los principios básicos de remediación de suelos, las diferentes metodologías, y tecnologías utilizadas en la remediación, biorremediación y rehabilitación de suelos contaminados.

### **Intención didáctica.**

Se organiza el temario, en 4 unidades, agrupando los contenidos conceptuales de Edafología en la primera unidad, dando peso a la descripción y conocimientos acerca de los factores que dan origen a los suelos y sus características fisicoquímicas y biológicas así como la relación de sus características entre ellas y con el ambiente. En esta unidad se tiene como primera intención que el alumno conozca y haga suyo el conocimiento sobre la formación y composición de los suelos los cuales al final proporcionarán los diferentes tipos de suelos y funciones.

Tal conocimiento proporcionará al alumno que potencie su nivel de análisis, selección y discriminación de qué tipo de suelos son susceptibles al proceso de remediación en función

---

\* Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

de su origen, características fisicoquímicas y biológicas. Al estudiar los tipos de suelos y sus características el alumno podrá entender y reconocer también que los contaminantes se comportan de distinta manera en cada suelo en función de sus características fisicoquímicas y biológicas. Al término de la unidad se atiende al marco legal referente a contaminación de los suelos, abordando temas como el impacto de los contaminantes, requerimientos de remediación bajo el marco legal, efectos negativos de la contaminación del suelo y los lineamientos legales de cómo tratarlos. Es importante puntualizar que el profesor no deberá dejar a la ligera esta unidad ya que es base teórico/conceptual de las restantes.

Por otro lado en la segunda unidad se aborda la forma en la cual se caracterizan los sitios contaminados; haciendo énfasis en la unión entre el marco conceptual y el práctico, sobre todo cuando se abordan temas como muestreo y caracterización de suelos. También y como refuerzo del aprendizaje esta unidad va acompañada de diversas prácticas de laboratorio y de campo sobre la caracterización de suelos y suelos contaminados u erosionados. Por último esta unidad vincula lo teórico con lo práctico a través de realizar de manera consciente y responsable un análisis e interpretación de los resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos de los suelos y suelos contaminados encontrados en la bibliografía u obtenidos a partir de las prácticas de laboratorio y fuentes de investigación en el área. Al final como producto de esta unidad el alumno hace uso de su conocimiento y capacidad de análisis al interpretar datos e información pertinente en el tema para lograr un entendimiento acerca del transporte y dinámica de contaminantes en función no solo de las características de los suelos sino también de las características de los contaminantes presentes en él.

La tercera unidad en los primeros temas es de naturaleza aplicativa y de integración de conocimientos previos que ya posee y domina el alumno. Es un recordatorio de conceptos, definiciones, habilidades sobre las características y clasificación de moléculas tanto orgánicas como inorgánicas como su transformación (ver temas como bioquímica ambiental, biología ambiental, química ambiental, etc.). El contenido también tiene la intención de que el alumno reconozca las diversas propiedades y funciones de los contaminantes los cuales son debido a las diferentes estructuras moleculares e interacción de ellas con otras moléculas y ambiente. El contenido en esta sección también aborda que la capacidad o tecnología utilizada para su posible remediación, remoción o mitigación, esta también en función de sus perfiles de transporte o emigración en direcciones 3D (x,y,z) en el suelo.

En la segunda parte de la unidad, está bien intencionado didácticamente para que el alumno aplique competencias procedimentales, como el usar métodos de extracción, detección y cuantificación, de contaminantes y a su vez asociar los resultados obtenidos con los parámetros fisicoquímicos y biológicos de los suelos presentes o bajo el marco legal.

En referencia a las formas de emigración o transporte de (dinámicas ecológicas y físicas) los contaminantes en suelos, podemos encontrar que esta tercera unidad toma como punto principal el transporte y la dinámica de los diversos contaminantes que definen la factibilidad, operación y mantenimiento de las tecnologías de remediación, así como la velocidad de remoción de los contaminantes ***in situ o ex situ***.

La unidad cuatro aborda desde un punto de vista integral e ingenieril los fundamentos, criterios de dimensionamiento, operación y costos de las diversas tecnologías de remediación de suelos para lo cual la divide en 3 categorías principales: remediación térmica, remediación fisicoquímica y remediación biológica.

En esta unidad se hace énfasis el carácter de integración y aplicación de la información manejada, buscando ya aterrizar en sus diferentes actividades de aprendizaje el desarrollar

capacidades cognoscitivas, procedimentales, sistémicas y actitudinales. Convirtiéndose así esta asignatura en sello de la carrera y parte fundamental del perfil de egreso del ingeniero ambiental.

En esta unidad se propone que dentro de su esquema de evaluación se considere además de la evaluación teórica también la práctica con la integración de un proyecto de investigación de campo o bibliográfica sobre alguna tecnología para la remediación de suelos ya sea in situ o ex situ y que de cómo actividades extraclase: investigaciones de campo (individual y en equipo), visitas a empresas e instituciones de educación superior o centros de investigaciones avanzadas en el área de remediación de suelos así como la asistencia y participación en congresos o seminarios del área.

También se contempla la realización de prácticas de laboratorio, elemento substancial en la adquisición de habilidades técnicas y de interpretación, que representan la fase esencial de la materia.

En esta asignatura es sumamente recomendable, que el profesor propicie en sus alumnos la búsqueda, tanto de la información técnica como la del desarrollo e interpretación del experimento, permitiendo un aprendizaje más significativo.

Finalmente el contenido de esta asignatura, proporciona competencias conceptuales, prácticas, actitudinales y sistémicas al alumno para que pueda seguir tomando una segunda materia como parte del módulo de especialización en algunos institutos sin inconveniente (movilidad académica o espacio común).

*Como nota: es importante aclarar que el alumno desde la primera unidad ya maneja o manipula información en una segunda lengua (inglés) debido a la naturaleza de los temas y su profundidad tratada.*

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p>Conocer y aplicar de manera teórica-práctica los principios básicos de remediación y biorremediación de suelos así como conocer, las diferentes metodologías, y tecnologías sobre la remediación, biorremediación y rehabilitación de suelos contaminados promoviendo un respeto y actitud adecuada en la prevención y restauración de los recursos naturales con apego a la legislación ambiental vigente.</p>	<p><b>Competencias genéricas</b></p> <p><b>1- Competencias instrumentales:</b></p> <p>Maneja una segunda lengua (ingles).</p> <p>Comprende y maneja equipo de laboratorio analítico</p> <p>Organiza la información que posee y la que se le suministra.</p> <p>Tiene capacidades análisis y critica sobre las informaciones referentes a los métodos de remediación de suelos y las características de los suelos.</p> <p>Maneja hojas de cálculo y paquetes de bioestadística para el análisis de resultados de las propiedades de suelos. Colabora con el cumplimiento de la legislación ambiental</p> <p>Imaginación espacial para ubicarse en los sitios contaminados.</p> <p>Pensamiento analítico, ético y crítico.</p> <p>Desarrollar, calcular y poner en práctica soluciones técnicas.</p> <p>Planear y desarrollar alternativas de remediación de suelos.</p> <p>Diagnosticar, interpretar, modelar y evaluar situaciones ambientales.</p> <p>Formular soluciones sustentables.</p> <p>Concientizar su responsabilidad y participación social.</p> <p>Analizar problemas por medio de las tecnologías actuales.</p> <p>Proponer soluciones técnicas a los problemas ambientales.</p>
--	--

Usar metodologías para resolución de problemas.

Capacidad de identificar, formular y resolver problemas para emitir juicios.

Capacidad de modelar, simular, calcular y diseñar soluciones a problemas de contaminación de suelos.

Capacidad de auto aprendizaje.

Interés por mantenerse permanente al día en nuevas tecnologías.

### **Competencias interpersonales:**

Integración de conocimientos.

Se expresarse adecuadamente en forma oral y por escrito.

Tiene capacidad de trabajo colaborativo y autónomo.

Habilidades interpersonales

### **Competencias sistémicas:**

Capacidades de aplicar los conocimientos en la práctica.

Habilidad de montar técnicas métodos que le lleven a realizar una investigación básica o aplicada.

Capacidad de examinar, y resolver problemas.

Realizar prácticas de laboratorio.

.

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
<p>Instituto Tecnológico de fecha</p> <p>Institutos Tecnológicos de: Celaya, Mérida, Minatitlán, Nuevo León, Santiago Papasquiaro y Villahermosa. Fecha: 17 de septiembre de 2009 a 5 de febrero de 2010</p> <p>Instituto Tecnológico de fecha</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:</p> <p>Representante de la Academia de Ingeniería Ambiental.</p> <p>Representantes de los Institutos Tecnológicos participantes en el diseño de la carrera de Ingeniería</p>	<p>Reunión nacional de Diseño e innovación curricular de la carrera de Ingeniería en</p> <p>Análisis, enriquecimiento y elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de</p> <p>Reunión nacional de consolidación de la carrea de ingeniería en</p>

## **5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)**

Conocer y aplicar de manera teórica- práctica los principios básicos de remediación y biorremediación de suelos así como conocer, las diferentes metodologías, y tecnologías sobre la remediación, biorremediación y rehabilitación de suelos contaminados promoviendo un respeto y actitud adecuada en la prevención y restauración de los recursos naturales con apego a la legislación ambiental vigente.

## **6.- COMPETENCIAS PREVIAS**

- Manejar tecnologías informáticas y software especializados, hojas de cálculo, internet, entre otras NTICs (Nuevas Tecnologías de Informática y Comunicación).
- Conocer y aplicar los conceptos y fundamentos de diversos temas en áreas como física, matemáticas, biología ambiental, bioquímica ambiental, química ambiental, toxicología ambiental, fisicoquímica, química analítica, análisis instrumental, y microbiología ambiental.
- Conocer y aplicar los términos y conceptos de ingeniería básica.
- Preparar soluciones, Aplicar protocolos experimentales.
- Usa los métodos gravimétricos y volumétricos para la caracterización del suelo.
- manejar equipos e instrumentos especializados en el área de suelos
- conocer y maneja técnicas fisicoquímicas, microbiología, en general
- Aplicar métodos ópticos y electroquímicos
- Conocer e identifica los pasos del método científico

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
I.	Introducción a la Edafología de suelos.	1.1 Definiciones 1.2 Principios de formación de los suelos. 1.3 Composición de suelos. 1.4 Propiedades fisicoquímicas y biológicas. 1.5 Clasificación de suelos. 1.6 Impactos de la contaminación del suelo. 1.7 Marco legal en materia de contaminación del suelo.
II.	Caracterización del sitio contaminado	2.1 Muestreo. 2.2 Conservación del sitio 2.3 Caracterización de suelos: físicos, químico y biológicos. 2.4 Interpretación de los resultados o datos de parámetros de suelos. 2.5 Monitoreo de suelos.
III.	Transporte y Dinámica de contaminantes en suelos	3.1 Contaminantes 3.1.1. Tipos de contaminantes. 3.1.2. Clasificación. 3.1.3. Rutas de degradación: Bioquímica, Toxicología y Química. 3.1.4. Transporte o emigración de contaminantes 3.2 Análisis de contaminantes: 3.2.1. Métodos de extracción. 3.2.2. Métodos de detección, cuantificación y límites de detección. 3.2.3. Análisis de datos o de mediciones e interpretación. 3.2.4. Manejo y Conservación de muestras de contaminantes.
IV	Tecnologías de Remediación de suelo.	4.1 Tecnologías de remediación térmicas 4.1.1. Fundamentos. 4.1.2. Criterios de dimensionamiento. 4.1.3. Criterios de Operación. 4.1.4. Costos. 4.2 Tecnologías de remediación fisicoquímicas 4.2.1. Fundamentos. 4.2.2. Criterios de dimensionamientos. 4.2.3. Criterios de Operación. 4.2.4. Costos. 4.3 Tecnologías de remediación biológicas



4.3.1. Fundamentos.

4.3.2. Criterios de dimensionamiento.

4.3.3. Criterios de operación.

4.3.4. Costos.

4.4. Tecnologías innovadoras de remediación de suelos.

4.4.1. Fundamentos.

4.4.2. Criterios de dimensionamiento.

4.4.3. Criterios de operación.

4.4.4. Costos

## **8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)** El profesor debe:

Poseer el perfil de la asignatura que está bajo su responsabilidad, conocer su origen, desarrollo histórico, actualización, y contextos en el ámbito ambiental, así como conocer las innovaciones emergentes en el área para abordar los diferentes temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo colaborativo 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 previo de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

- Propiciar actividades de metacognición. Ante la ejecución de cualquier actividad el profesor deberá señalar no solo el objetivo profesional sino también las competencias o competencia a desarrollar y señalar el proceso intelectual implicado: 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. Ejemplos: conocer y aplicar las características de los suelos y la dinámica o ruta de los contaminantes para la selección de una tecnología de remediación, mitigación o remoción a partir de una serie de actividades de búsqueda, lecturas dirigidas y prácticas especializadas, observaciones de campo etc.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes utilizando herramientas informáticas (NTICs) o clásicas. Ejemplo: buscar y contrastar definiciones, fundamentos, criterios de dimensionamiento, operación y costos de las tecnologías de remediación de suelos relacionando sus semejanzas pero a la vez identificando sus diferencias e implicaciones de su uso al medio ambiente así como reflexionar sobre los diversos factores físicos, químicos, ambientales que afectan a la tecnología una vez desarrollada y en operación.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes. Ejemplo: utilizar modelos didácticos como coloquios en pequeños grupos, el cual no solo permite la expresión y organización de ideas sino también socializar los resultados y temas expuestos, llegando a niveles significativos de "Educación y Cultura ambiental" como aprendizajes significativos transversales.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del área ambiental vinculadas con los contenidos de esta asignatura. Ejemplos: exploración de campo sitios contaminados con hidrocarburos o erosionados por sales.
- 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. Ejemplos: vincular esta asignatura y sus contenidos con los temas de biología, microbiología, toxicología bioquímica, fisicoquímicas y fenómenos de transporte las cuales se fundamentan en los conocimientos, entendimiento, uso y aplicación de parámetros fisicoquímicos y biológicos de suelos para la degradación de contaminantes presentes en los suelos.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral. Ejemplos: trabajar las actividades prácticas a través de guías escritas, redactar reportes e informes de las actividades de experimentación, exponer al grupo las conclusiones obtenidas durante las observaciones.
- Facilitar el contacto directo con materiales e instrumentos, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental como: identificación manejo y control de equipo especializado, equipo

convencional. Así como la identificación de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, trabajo en equipo.

- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación sea básica o aplicada.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías de remediación de suelos 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.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como las “buenas prácticas ambientales” que conlleven al desarrollo de una “cultura o educación ambiental” activa, consiente y responsable socialmente.
- 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.).

#### **A continuación se mencionan más sugerencias:**

- Realizar foros o seminarios sobre los impactos de la contaminación en los suelos y su remediación.
- Hacer visitas guiadas a instituciones encargadas de vigilar el marco legal en materia de contaminación del suelo y empresas o instituciones educativas donde cuenten con tecnologías de remediación de suelos, con la finalidad de comparar y analizar la información recibida en el salón de clase con la vigente el área laboral (actualización de la información).
- Presentar foros o jornadas estudiantiles sobre los contaminantes en nuestro país. 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:
  - Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
  - Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
  - Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
  - Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
  - Participación en la solución de ejercicios dentro del aula.
  - Desarrollo de las actividades en las sesiones prácticas..
  - Participación en las discusiones en clase y en los seminarios.
  - Reporte de prácticas, visitas y conferencias.
  - Informe de investigaciones documentales.

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

Comentario General:

Como guía de la evaluación por competencias, se sugiere que estas contengan las siguientes características:

- a) un proceso dinámico y multidimensional que es realizado por el docente.
- b) Tener en cuenta el “proceso” como resultados del aprendizaje.
- c) Ofrecer resultados de “retroalimentación” de manera tanto cuantitativa como cualitativa.
- d) Tener como horizonte servir al proyecto ético de vida de los estudiantes.
- e) Basarse en “criterios” objetivos y “evidencias” consensuadas.

Sugerencias de Evaluación por competencias para las unidades temáticas.

- Se sugieren modelos de matrices analíticas con niveles, para evaluar por ejemplo la recepción e investigación que realizo sobre la edafología, características de los suelos, sus propiedades etc., Evaluando en la matriz su estrategia de búsqueda, los tipos de fuentes citadas, la organización de la información y conceptos (ejemplo, mapas conceptuales como evidencia).
- Evaluar el nivel alcanzado a través de revisar sus mapas conceptuales y tablas comparativas, evidencias y evaluar bajo criterios tales como: argumenta, entiende y aplica los diferentes conceptos de la remediación de suelos, dinámica de los contaminantes en los suelos, tecnologías de remediación etc., incluyendo sus subtemas significativos y centrales.
- Evaluar su competencia de trabajar en equipo ó en forma autónoma, así como de expresar sus ideas, describir los conceptos, y criticar las ideas de los demás por medio de coloquios de discusión.
- Durante el desarrollo de la asignatura se le podrá evaluar a través de matrices de evaluación su método de búsqueda en internet, fuentes primarias y secundarias de los temas asignados, reportes de prácticas, resúmenes, exámenes escritos, presentaciones electrónicas u otra herramienta.
- Evaluar sus capacidades de hacer uso del conocimiento para calcular parámetros fisicoquímicos tales como: pH, Alcalinidad, Conductividad eléctrica (CE), textura, porosidad, permeabilidad intrínseca, conductividad hidráulica, humedad, carbono total, carbono inorgánico, carbono fácilmente oxidable, nitrógeno total, amonio, nitritos y nitratos, densidad del suelo, distribución de partículas,
- Evaluar sus capacidades de hacer uso del conocimiento para calcular parámetros biológicos tales como: Unidades formadoras de colonias (UFC) de microorganismos en suelos (bacterias totales, hongos totales, bacterias hidrocarbonoclastas, hongos hidrocarbonoclastas por determinación en placa), biomasa microbiana, viabilidad microbiana y actividad de producción de CO<sub>2</sub> etc.
- Evaluar sus capacidades de hacer uso del conocimiento mediante la realización de prácticas de laboratorio donde el alumno realizara sus prácticas en compañía del tutor o facilitador con un nivel de operación establecido es decir, ya sea solo observando o teniendo participación procedimental en forma parcial o total durante la práctica y manejo de equipos. Las rubricas y criterios a evaluar podrán ser: desde su asistencia a la práctica, su desempeño operativo, manejo de instrumentación o equipo especializado, cálculos matemáticos e interpretación de los resultados. Adicionalmente se le puede evaluar la entrega de un reporte de práctica cumpliendo con la estructura y tiempos señalados por el facilitador previamente.

- Se sugiere evaluar el nivel autónomo cuando realice exploraciones de campo para conseguir la información solicitada o realizar actividades en clase y extraclase teniendo como rubricas o criterios de evaluación, su planeación, estrategia, actitud, organización, toma de decisiones etc., de búsqueda y obtención de la información, así como el análisis e interpretación del mismo. Como evidencias se sugiere hacer entregas por ejemplo: encuestas, entrevistas realizadas, tareas, trabajos manuales, análisis de la información de manera escrita o verbal, etc.
- Se sugiere evaluar a varios niveles el manejo de un segundo idioma a través de solicitar entregar resúmenes, mapas conceptuales, ensayos, a partir de documentos o libros, revista, uso herramientas informáticas, manuales o software especializados en ingles, evaluando también las características del producto final entregado en tiempo y forma.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Introducción a la edafología

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y aplicar los conceptos básicos y fundamentos edafológicos, para categorizar los suelos en base a los conocimientos edafológicos: composición y propiedades fisicoquímicas y biológicas.</li> <li>• Conoce y maneja los diferentes conceptos y teorías de la formación de los suelos así como conoce sus componentes o perfiles que lo constituyen.</li> <li>• Categoriza o clasifica los tipos de suelos</li> <li>• Conocer, examinar y aplicar los lineamientos y métodos descritos el marco legal en materia de contaminación del suelo y conservación de suelos contaminados.</li> <li>• Conoce las leyes ambientales vigentes locales, nacionales e</li> </ul>	<p>Investigar acerca de las características de los suelos en diferentes regiones de la localidad y de México.</p> <p>*Investigar acerca de las propiedades de los suelos.</p> <p>*investigar sobre la normatividad en materia de remediación de sitios contaminados.</p> <p>Investigar a través de diversas fuentes de información los principios de la formación de los suelos así como sus principales componentes.</p> <p>A través de diversas fuentes de información, en grupos de dos, Investigan, analizan, conocen y reconocen los diferentes tipos de suelos y su nomenclatura.</p> <p>Mediante una investigación de campo y bibliográfica, Identifican los diferentes tipos de suelos de su Entidad Federativa y a nivel nacional.</p> <p>Mediante exposiciones orales e individuales se discuten las propiedades Fisicoquímicas y biológicas de los suelos y su aplicación para la remediación de suelos.</p> <p>Se construye un glosario de términos y implicaciones de las propiedades de los suelos y se realizan tablas funcionales acerca del impacto de cada una de las diferentes propiedades</p>

<p>internacionales en referencia a la contaminación de suelos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el comportamiento de los contaminantes en los suelos en su Entidad Federativa.</li> <li>• Conocer las características fisicoquímicas y biológicas de los suelos.</li> </ul>	<p>fisicoquímicas y biológicas de los suelos. En la remediación de suelos.</p> <p>Se discute en pequeños grupos o coloquios el fundamento, objetivos y aspecto metodológico de las normas ambientales nacionales e internacionales referentes a la contaminación y remediación de suelos.</p> <p>Mediante una exploración de campo a sitios contaminados con hidrocarburos, metales, sales, etc., se establece empíricamente el tipo y nivel de impacto ambiental y se reporta por escrito la condición o impacto encontrado.</p>
---	---

## Unidad 2: Caracterización del sitio contaminado.

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar estudios de caracterización de sitios contaminados.</li> <li>• Realiza muestreos de suelos y conservación de muestras para posterior análisis.</li> <li>• Aprender a realizar una caracterización fisicoquímica y biológica de suelos y suelos contaminados.</li> <li>• aplicar las características fisicoquímicas y biológicas de los suelos para monitorear un suelo contaminado</li> <li>• Elaborar un plan de caracterización de sitios contaminados</li> <li>• Efectuar la interpretación de los resultados de las caracterizaciones de suelos contaminados.</li> </ul>	<p>Investigar en Revistas, Catálogos o por medio de Internet las técnicas y tipos de muestreo aplicado en sitios contaminados.</p> <p>*Investigar y analizar las normas, métodos y procedimientos para hacer las determinaciones físicas, químicas y biológicas a los suelos contaminados.</p> <p>Investigar los diversos tipos de muestreo de suelos y realizar muestreo de suelos en campo.</p> <p>Visitar zonas contaminadas para conocer sus características.</p> <p>Realizar prácticas de caracterización de suelos fisicoquímica y biológica a nivel laboratorio (ver prácticas).</p> <p>Realizar una carta descriptiva sobre la interpretación de los resultados obtenidos de las caracterizaciones de los suelos.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar un estudio de sitios contaminados completo proponiendo las medidas de control, remediación o mitigación del contaminante</li> <li>En base al estudio, análisis y aplicación del conocimiento adquirido caracteriza físico, química y biológica los suelos y suelos contaminados e interpretar resultados o datos para que plantee posterior posibles soluciones a problemas ambientales en materia de remediación de suelos mediante la utilización de una tecnología en específico o en cadenas de ellas.</li> <li>Manejar equipo especializado e interpreta su información o resultados de salida.</li> <li>Tanto las caracterizaciones como la propuesta tecnológica la hace con responsabilidad y ética profesional.</li> </ul>	<p>Discute y critica en pequeños grupos los resultados obtenidos.</p> <p>Visitar zonas impactadas por contaminantes industriales y municipales.</p> <p>Crea un plan de muestreo en formato libre y monitorear un sitio contaminado a través del tiempo y espacio.</p>
---	---

### Unidad 3: Transporte y Dinámica de contaminantes de suelos.

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer sobre los diversos tipos de contaminantes, sus características, clasificación y rutas de degradación: Bioquímica, Toxicología y Química en suelos.</li> <li>En base a las características y tipos de los suelos aplicar los conocimientos y experiencia para explicar la migración o dinámica de los contaminantes en los suelos</li> <li>Capacidad de resolución de problemas teóricos-prácticos referentes al transporte y dinámica de los contaminantes en los suelos: profundidad de la pluma de emigración del contaminante,</li> </ul>	<p>Realizar análisis de las leyes de fenómenos de transporte en específico de la ley de Darcy.</p> <p>Buscar ejemplos de aplicación de la ley de Darcy en suelos e identificar los parámetros que gobiernan el fenómeno.</p> <p>Realizar cálculos matemáticos en grupos de dos que comprendan o contextualicen la aplicación de la ley de Darcy.</p> <p>Realizar un análisis detallado y resúmenes de las implicaciones de la permeabilidad intrínseca y conductividad hidráulica en el transporte de contaminantes en suelos y realizar tablas de similitud o de No semejanza entre permeabilidad intrínseca y conductividad hidráulica.</p>

<p>posibles rutas o emigraciones, factores que afectan y sus velocidades de emigración.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y aplicar los diferentes métodos y tecnologías de extracción, detección y cuantificación de contaminantes en suelos.</li> <li>• Realizar análisis de datos o de mediciones e interpretación de resultados de muestras analizadas.</li> <li>• Manejar técnicas y métodos de Conservación de muestras de contaminantes.</li> </ul>	<p>Realizar cálculos hipotéticos matemáticos referentes a problemas de transporte de contaminantes usando los parámetros de permeabilidad intrínseca y conductividad hidráulica.</p> <p>Para la determinación de las velocidades de emigración o transporte de los contaminantes, realizar en compañía del profesor lecturas guiadas sobre los términos, conceptos y ecuaciones utilizadas. Así mismo realizar cálculos o resolución de problemas.</p> <p>Elaborar un prototipo didáctico sencillo donde se observe los fenómenos de Transporte y dinámica de una sustancia o contaminante para que el alumno reconozca, identifique y analice los conceptos y fenómenos aprendidos de esta unidad temática.</p> <p>Manejo de software de simulación y cálculos de plumas de dispersión de contaminantes en suelos (ejemplos: software de la EPA, didácticos, demos, etc.).</p>
---	---

#### Unidad 4: Tecnologías de Remediación de suelos.

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las diferentes tecnologías utilizadas en la remediación de sitios contaminados, in situ y ex situ: Térmicas, fisicoquímicas, biológicas.</li> <li>• Conocer y explicar los fundamentos, criterios de dimensionamiento, operación y costos de las tecnologías de remediación en suelos.</li> <li>• Realizar un prototipo didáctico que contemple los parámetros a considerar para el desarrollo de tecnologías de remediación, control, o mitigación de contaminación en suelos.</li> </ul>	<p>Búsqueda de información pertinente en libros, revistas técnico científicas, videos, películas, documentales) de las diversas tecnologías de remediación de sitios contaminados en específico de suelos.</p> <p>Realizar un análisis y examen de las tecnologías existentes en el área ambiental en específico en remediación de suelos a partir de las diversas fuentes bibliográficas o de investigación científica encontradas.</p> <p>Realizar lecturas dirigidas o guiadas de cada una las tecnologías abordadas para la identificación de los fundamentos, Criterios de dimensionamiento, operación y costos.</p> <p>Elaborar diagramas o flujos de pasos para evaluar la factibilidad y efectividad de las tecnologías en función de los diferentes tipos de suelos y contaminantes.</p>



	Analizar casos exitosos, de investigación o videos de remediación de suelos contaminados para el reconocimiento y detección final de lo aprendido en esta unidad temática.
--	--

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alvarez P.J.J. and Iltan Walter A. 2006. Bioremediation and natural attenuation: process fundamentals and mathematical models. Copyright # 2006 by John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved. ISBN-13 978-0-471-65043-0 (cloth).
- Anónimo. (2003). Rutas a tecnologías para la investigación y limpieza de terrenos contaminados. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Washington, D. C.
- Chen, F.H. Soil engineering: testing, design, and remediation. CRC Press LLC.USA. 2000. ISBN: 0-8493-2294-4.
- Daniel Hillel. Encyclopedia of soil in the environment. Volume 1, 2, 3, and 4. 1ª. edition. Academic Press. NY.USA. 2004. ISBN-13: 978-0123485304.
- Hermann J. Heipieper. 2004. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Bioremediation of Soils Contaminated with Aromatic Compounds Tartu, Estonia. ISBN-13 978-1-4020-5693-2 (e-book). Springer editor.
- Hillel D. Environmental Soil Physics. 1a. Edition. Academic Press. USA.1980.ISBN-13:978-0-12-348525-0.
- Jeff K. Practical Design Calculations for Groundwater and Soil Remediation. CRC Press LLC. USA. 1999. ISBN 1-56670-238-0.
- Jordán López Antonio. Manual de edafología.Universidad de Sevilla. Departamento de Cristografía, mineralogía y química. Curso 2005-2006. España.
- Linares Fernández, L. C., et al. (2006). Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados. Ed. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.
- Margesin R. and F.Springer. Scheinner. Soil Biology. Manual for Soil Analysis. Monitoring and Assessing. Soil Bioremediation. Series Editor: Ajit Varma. Germany. 2005. ISBN-13 978-3-540-25346-4 Springer Berlin Heidelberg New York.
- Microbiological methods for assessing soil quality. Edited by Jaap Bloem, David, W. Hopkins, and Anna Benedetti. UK. 2006. ISBN 0-85199-098-3 (alk. paper).
- MTBE: Effects on Soil and Groundwater. Resources. James Jacobs, Jacques Guertin,Christy Herron. CRC Press LLC. USA. 2001. ISBN: 1-56670-553-3.
- P. Hazelton and B. Murphy. Interpreting Soil Test Results. What do all the numbers mean?. CSIRO Publishing. Australia. 2007. ISBN 978 0 64309 225 9.
- Palmer P.L., Carman E., Bedessem J.M., Lenzo F., Crossman T.L., Rorech G., Kidd D. 2001. In situ Treatment Technology. 2 edition. ISBN 1-56670-528-2 (alk. paper).
- Ramírez Romero, P. y Mendoza Cantú, A. (2008). Ensayos toxicológicos para la evaluación de sustancias químicas en agua y suelo. La experiencia en México. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F.
- Soil microbiology, ecology, and biochemistry. 3a. Edition. Editor: Eldor A. Paul. USA. 2007. ISBN 13: 978-0-12-546807-7.
- Suthersan S. S. Remediation Engineering. Design concepts.CRC. Lewis Publishers. USA. 1999. ISBN: 0-8493-2168-9. International Standard Series Number 1523-3103.
- Suthersan S.S. and Payne Fred. 2005. In situ Remediation Engineering. ISBN 0-203-49216-1 Master e-book. Editor: CRC PRESS Boca Raton London New York Washington, D.C.
- Volke Sepúlveda, T. et al. (2005). Suelos contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación. Ed. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F. Carter M.R. and E. G. Gregorich. Soil sampling and methods of

analysis. 2da. edición. Canadian Society of Soil Science. E.U. 2008. ISBN: 13: 978-0-8493-3586-0.

- Volke Sepulveda, T. y Velasco Trejo, J. A. (2002). Tecnologías de remediación para suelos contaminados. Ed. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS.

- Introducción al manejo y cuidado de los equipos de laboratorio especializados en el área de suelos e introducción a normas de seguridad y buenas prácticas de laboratorio.
- Muestreos sistematizados, al azar, circulares, en rejillas, etc., con puntos georeferenciados (GPS) y conservación de muestras de suelos contaminados o deshabilitados (sin calidad).
- Manejo y almacenamiento de suelos.
- Caracterización fisicoquímica de los suelos muestreados. incluyendo practicas de determinación de : pH, Alcalinidad, Conductividad eléctrica (CE), textura, porosidad, permeabilidad intrínseca, conductividad hidráulica, humedad, carbono total, carbono inorgánico, carbono fácilmente oxidable, nitrógeno total, amonio, nitritos y nitratos, densidad del suelo, distribución de partículas, etc.
- Caracterización biológica de suelos y suelos contaminados: biomasa microbiana, UFC de microorganismos en suelos (bacterias totales, hongos totales, bacterias hidrocarbonoclastas, hongos hidrocarbonoclastas por determinación en placa), biomasa microbiana, viabilidad microbiana, actividad de producción de CO<sub>2</sub>, Pruebas de toxicidad aguda con lombriz de tierra (*Eisenia foetida*), de crecimiento de plantas terrestres y de alargamiento radicular, germinación de semillas entre otras pruebas toxicológicas, etc.
- Evaluación cualitativa y cuantitativa de contaminantes en el suelo.
- Determinación de Hidrocarburos del petróleo en suelo.
- Preparación de muestras de suelo para extracción de hidrocarburos por reflujo, agitación-centrifugación.
- Identificación y cuantificación de de hidrocarburos por cromatografía de gases-espectrometría de masas (CG/EM).
- Cuantificación de hidrocarburos totales de petróleo por espectroscopia de infrarrojo (IR)