



**Universidad Juárez del Estado de Durango**  
**Facultad de Ciencias Forestales**



*Programa de Unidad de Aprendizaje*  
*Con enfoque en Competencias Profesionales Integrales*

**I. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

<b>1. Nombre de la Unidad de Aprendizaje</b>		<b>2. Clave</b>	
Biorremediación de Suelos		8511	
<b>3. Unidad Académica</b>			
Facultad de Ciencias Forestales			
<b>4. Programa Académico</b>		<b>5. Nivel</b>	
Ingeniería en Manejo Ambiental		Licenciatura	
<b>6. Área de Formación</b>			
Disciplinaria			
<b>7. Academia</b>			
Ingeniería Ambiental			
<b>8. Modalidad</b>			
<b>Obligatorias</b>	<b>X</b>	<b>Curso</b>	<b>X</b>
<b>Optativas</b>		<b>Curso-taller</b>	
		<b>Taller</b>	
		<b>Seminario</b>	
		<b>Laboratorio, Práctica de campo</b>	<b>X</b>
		<b>Práctica profesional</b>	
		<b>Estancia académica</b>	
<b>9. Pre-requisitos</b>			
Biología Ambiental, Bioquímica, Microbiología, Biotecnología, Físicoquímica, Contaminación del Suelo y Manejo de Procesos Contaminantes.			
<b>10. Horas teóricas</b>	<b>Horas Prácticas</b>	<b>Horas de estudio</b>	<b>Total de horas</b>
			<b>Valor en créditos</b>

		<b>independiente</b>		
4	2	0	6	6
<b>11. Nombre de los académicos que participaron en la elaboración y/o modificación</b>				
Roberto Flores Zamora				
<b>12. Fecha de elaboración</b>		<b>Fecha de Modificación/actualización</b>	<b>Fecha de Aprobación</b>	
08/08/2016			04/10/2016	

<b>II.DATOS ESPECÍFICOS DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE</b>	
<b>13. Presentación</b>	
<p>Las medidas biocorrectivas o los sistemas de biorremediación consisten principalmente en el uso de los microorganismos naturales (bacterias, hongos, protozoarios, plantas de algunas especies) existentes en el medio para descomponer o degradar sustancias peligrosas en sustancias de carácter menos tóxico o bien inocuas para el medio ambiente y la salud humana. Se describirán los tipos y los factores que influyen en los procesos de degradación de los contaminantes, aplicando los métodos en ejercicio práctico.</p>	
<b>14. Competencias profesionales integrales a desarrollar en el estudiante</b>	
<b>Competencias Genéricas</b>	<b>Instrumentales</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>2. Capacidad de organización y planificación.</li> <li>3. Comunicación oral y escrita.</li> <li>4. Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio.</li> <li>5. Capacidad de gestión de la información.</li> <li>6. Resolución de problemas.</li> <li>7. Toma de decisiones.</li> </ol>
	<b>Personales</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Trabajo en equipo</li> <li>9. Razonamiento crítico</li> </ol>
	<b>Sistémicas</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>10. Compromiso ético</li> <li>11. Aprendizaje autónomo</li> <li>12. Creatividad</li> <li>13. Liderazgo y espíritu emprendedor</li> <li>14. Motivación por la calidad</li> </ol>

	15. Sensibilidad hacia temas medioambientales 16. Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica 17. Uso de internet como medio de comunicación y como fuente de información 18. Capacidad para comunicarse con personas no expertas en la materia			
<b>Competencias Profesionales</b>	1. <b>Gestión y manejo en la calidad y tratamiento del Suelo.</b> El egresado diseña y maneja programas de biorremediación de suelos.			
<b>Propósito General del curso</b>	Identificar y aplicar los sistemas de descontaminación que tienen como base la digestión de las sustancias orgánicas por los microorganismos, de la cual obtienen la fuente de carbono necesaria para el crecimiento de sus células y una fuente de energía para llevar a cabo todas las funciones metabólicas. Para que estos procesos metabólicos se lleven a cabo y puedan ser utilizados como una técnica remediativa, será necesario que existan en el medio las condiciones físico-químicas óptimas. La Unidad de Aprendizaje tiene un carácter teórico-experimental, mediante aprendizaje basado en la resolución de casos, ejercicios y problemas con el uso de laboratorio o en campo.			
<b>15. Articulación de los Ejes</b>				
La unidad de aprendizaje se articula con los ejes transversales establecidos desde el modelo educativo y confieren congruencia y fortalecen los ejes de investigación, ética y valores y conciencia ambiental. La unidad se integra en el área de formación disciplinaria.				
<b>16. Desarrollo del Curso</b>				
<b>Módulo 1</b>	Propiedades físicas y químicas del suelo			
<b>Propósito de aprendizaje</b>	<b>Contenidos de Aprendizaje</b>	<b>Producto de aprendizaje</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Recursos y materiales didácticos</b>
El estudiante caracteriza los elementos básicos de la formación de suelos y su dinámica biológica.	1. Propiedades físicas del suelo (textura, pH, conductividad eléctrica, Porosidad, densidad, volumen, estructura del suelo) 2. Principales grupos de contaminantes a que afectan el sistema suelo y sus componentes.	Prepara reporte y explica los diversos conceptos e importancia de las características edáficas que influyen en la actividad microbiana. Realiza mapa conceptual del tema de biorremediación identificando las técnicas y factores determinantes.	Realiza la lectura de los documentos generales sobre el tema. Redacta síntesis y prepara exposición electrónica y desarrolla mapa conceptual.	Documentos, proyector, presentación PPW, carteles, uso de internet.

	Factores físicos y químicos que influyen en la dinámica biológica del suelo. pH, humedad, temperatura, nutrientes.	Identifica las condiciones que favorecen la actividad microbiana, preparan sinopsis de calidad del agua.	Investiga los factores y prepara sinopsis.	Documentos, proyector, presentación PPW, carteles, uso de internet.
	Procesos de lixiviación y percolación, agua superficial y subterránea	Identifica las condiciones que favorecen el flujo de agua al interior del suelo.	Investiga los factores y prepara sinopsis.	Documentos, proyector, presentación PPW, carteles, uso de internet.
<b>Módulo 2</b>	Factores de la contaminación y formas de biorremediación.			
<b>Propósito de aprendizaje</b>	<b>Contenidos de Aprendizaje</b>	<b>Producto de aprendizaje</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Recursos y materiales didácticos</b>
Identificar los Factores que inciden en la contaminación de suelos y los tipos de remediación de suelos contaminados.	Contaminantes industriales y urbanos. Compuestos orgánicos volátiles y no volátiles. Hidrocarburos. Compuestos inorgánicos y metales pesados. Características fisicoquímicas.	Reporte de análisis comparativo de los contaminantes industriales. Cuadro de clasificación de los hidrocarburos.	Presenta ante el pleno su análisis comparativo. Promueve la discusión y practica co-evaluación.	Proyector, lectura de documentos, instrumentos de evaluación, uso de internet.
	Remediación enzimática, Remediación microbiana, Fitorremediación.	Ensayo sobre las factores que determinan la influencia de los organismos del suelo en la biorremediación	Se discuten en el pleno los resultados y se concilian conclusiones, se promueve la discusión y se practica co-evaluación.	Presentación en láminas, instrumentos de evaluación.
<b>Módulo 3</b>	Técnicas y métodos de remediación y parámetros de evaluación			

Propósito de aprendizaje	Contenidos de Aprendizaje	Producto de aprendizaje	Estrategias	Recursos y materiales didácticos
Comprender y aplicar técnicas y métodos de remediación identificando los principales parámetros de evaluación.	Técnicas: Aerobias y anaerobias, in-situ, Ex situ.	Ejercicio diseñado para la aplicación de las técnicas en condiciones controladas.	Diseño experimental para la aplicación de una técnica ex situ para el tratamiento de suelo contaminado con hidrocarburos.	Sitio del experimento, recipientes para contener suelo contaminado, uso de técnicas de laboratorio. Disposición temporal del residuo peligroso resultante del ejercicio.
	Métodos: bioventing, bioestimulación, atenuación, biopilas, compostaje.	Ejercicio diseñado para la aplicación de las técnicas en condiciones controladas. Reporte de visita a empresa o proyecto de biorremediación.	Diseño experimental para la aplicación de dos métodos para el tratamiento de suelo contaminado con hidrocarburos. Visita a Empresa que aplica métodos de biorremediación.	Sitio del experimento, recipientes para contener suelo contaminado, uso de técnicas de laboratorio. Disposición temporal del residuo peligroso resultante del ejercicio.

### 17. Evaluación del desempeño:

Evidencia (s) de desempeño	Criterios de desempeño	Ámbito(s) de aplicación	porcentaje	
Reportes, mapa conceptual Exposición, Análisis comparativo, Ensayo, listas de cotejo de autoevaluación y coevaluación	En todos los trabajos se valora contenido, extensión y presentación, uso de herramientas, capacidad de explicación, análisis y síntesis, comprensión y manejo del debate, defensa ante grupo, trabajo en equipo, oportunidad de entrega, emisión de juicio de valor.	En la emisión de reportes. En la gestión, diseño de presentaciones. En la revisión de documentos y construcción de resúmenes. Manejo del debate, integración en equipos. En la emisión de reportes y juicios sobre el tema.	Evaluación formativa. Evaluación sumativa Resumen para autoevaluación Emisión de juicio de valor en co-evaluación	25 60 10 5

<b>18. Criterios de evaluación:</b>	
	<b>Valor</b>
<b>Evaluación formativa</b>	Trabajo en equipo, asistencia y puntualidad, oportunidad en entrega de productos, actitud y respeto a las personas y bienes. 25%
<b>Evaluación sumativa</b>	Forma y contenido de productos, manejo de los archivos, manejo del debate, participación diaria en clase, resultados de prueba escrita, reporte de práctica de campo. 60%
<b>Autoevaluación</b>	Mediante un resumen donde manifieste el grado de dominio durante el semestre cada alumno alcanzará hasta un 10 % de la evaluación sumativa.
<b>Coevaluación</b>	Mediante un instrumento de cotejo los estudiantes valoran el grado de dominio de sus compañeros y retroalimentan sobre las áreas de oportunidad, otorgando hasta un 5 % de la evaluación sumativa.
<b>Suma</b>	<b>100</b>
<b>19. Acreditación:</b>	
La condición ideal es que el desarrollo de la competencia sea evidente y se apegue a los porcentajes establecidos en los diferentes criterios, sin embargo se establecen mínimos para valorar el grado de dominio de la competencia y obtener los créditos de la Unidad de aprendizaje, conforme a lo siguiente: 50% de su desempeño o la evaluación sumativa; 10% de la evaluación formativa; 5% de la autoevaluación y 5% de la coevaluación.	
<b>20. Fuentes de información</b>	
<b>Básicas</b>	Alarcón A., Ferrera-Cerrato R., 2013. Biorremediación de Suelos y Aguas Contaminadas con compuestos orgánicos e inorgánicos. Ed Trillas, ISBN 978-607-17-1617-0 Alexander M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. AGT Editor, S.A. ISBN 968-462-002-0 Henry, J.G. y Heinke, G.W., 1999. Ingeniería Ambiental. Edit. Prentice Hall. I. Marín, J.L. Sanz y R. Amils. 2005. Biotecnología y Medio Ambiente, Editorial Ephemera ISBN: 84-609-7344-1 R. M. Atlas, R. Bartha. 2001. Ecología microbiana y microbiología ambiental ISBN: 8478290397. Madrid, Addison Wesley. Volke Sepúlveda T., Velasco Trejo J.A. 2002, Tecnologías de remediación para suelos contaminados. , INE SEMARNAT Volke Sepúlveda T., Velasco Trejo J.A. 2003, El composteo: una alternativa tecnológica para la remediación de suelos en México. Gaceta Ecológica, INE SEMARNAT.
<b>Complementarias</b>	INE. SEMARNAT. 2004. Microbiología Ambiental. Irma Rosas, Alejandro Cravioto, Exequiel Ezcurra, Compiladores Nebel, B.J. y Wright, R.T. 1999. Ciencias Ambientales. Ecología y desarrollo sostenible. Pearson Education.

Westamn, W.E., 1985. Ecology, impact assessment and environmental planning. Edit. JohnWiley and Sons.  
A Singh and O.P.Ward. 2004. Biodegradation and Bioremediation. Springer-VerlagBerlin Heidelberg ISBN: 978-3-540-21101-3  
A. Singh y O.P.Ward. 2004. AppliedBioremediation and Phytoremediation. Springer-VerlagBerlin Heidelberg ISBN: 3-540-21020

### **21. Perfil del docente que imparte esta unidad de aprendizaje**

Posgrado en materia ambiental y especialista en suelos y contaminación, así como con experiencia en los incidentes de contaminación de suelos con hidrocarburos y participación y supervisión de trabajos de remediación de suelos. Capacitación en el manejo de grupos con enfoque en competencias y estrategias didácticas para favorecer el aprendizaje.