
	Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	Código: TecNM-AC-PO-007-02	
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1	Revisión: 0	



## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Biorremediación
<b>Clave de la asignatura:</b>	BIH-2008
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	1-3-4
<b>Carrera:</b>	Licenciatura en Biología

## 2. Presentación

<p><b>Caracterización de la asignatura</b></p> <p>La presente asignatura se ubica en el módulo de especialidad de la carrera de Licenciatura en Biología. Está conformada por 5 temas, que en conjunto pretenden dar al estudiante de las herramientas necesarias para sugerir alternativas de solución para el mejoramiento de suelos perturbados. En el tema 1, se introducen conceptos básicos de la asignatura. En el tema 2 se dota de la información de los organismos biorremediadores. En el tema 3 se tratan los conceptos básicos de biorremediación de agua mientras que en el tema 4 se ven los conceptos de la biorremediación de suelos. En el tema 5 se estudian las técnicas biotecnológicas que existen para remediar suelos mineros.</p>
<p><b>Intención didáctica</b></p> <p>El objetivo de la asignatura es que el estudiante sea capaz de analizar los procesos químicos, físicos y biológicos que inciden en la contaminación y biorremediación del suelo y agua y que sea capaz de aplicar tecnologías de remediación para su recuperación. Con las competencias previas de las asignaturas de química analítica, biología, edafología, microbiología, biotecnología, el estudiante será capaz llevar a cabo análisis de laboratorio que le permita hacer un diagnóstico de la calidad del suelo y/o agua y de esta manera determinar el proceso de descontaminación más adecuado. Deberán abordarse los temas de manera práctica, permitiéndole al estudiante en todo momento desarrollar habilidades técnicas, para que sea capaz de proponer mejoras.</p>

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

	Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	Código: TecNM-AC-PO-007-02	
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1	Revisión: 0	

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana.  Marzo de 2020	M.C. Sonia Valdez Ortega. Dra. Ixchel Abby Ortiz Sánchez. M.C. Erika Cecilia Gamero Posada.	Elaboración de la currícula de la especialidad de Biotecnología de la Licenciatura en Biología.

### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Analiza los elementos de la Biorremediación a través de la aplicación de sistemas biológicos como principales responsables de la eliminación de contaminantes del entorno para la restauración, preservación y recuperación del medio ambiente.

### 5. Competencias previas

✓ El estudiante deberá tener conocimientos previos de las asignaturas de Química analítica, Biología, Edafología, Microbiología y Biotecnología.
--

### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1.	Generalidades.	1.1 Contaminación ambiental. 1.1.1 Principales grupos contaminantes.  1.2 Historia de la Biorremediación. 1.3 Importancia de la biorremediación del aire, suelo y agua.  1.4 Normas y Legislaciones.
2.	Organismos biorremediadores.	2.1 Rutas metabólicas en el proceso de biodegradación de contaminantes. 2.2 Microorganismos del suelo degradadores de contaminantes. 2.3 Plantas degradadoras de contaminantes.
3.	Biorremediación de agua.	3.1 Manejo de aguas residuales.  3.2. Sistemas de depuración mediante



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	Código: TecNM-AC-PO-007-02
	Revisión: 0
Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1	Página 3 de 9



		<p>biopelículas fijadas y células en suspensión.</p> <p>3.3. Sistemas aeróbicos y anaeróbicos de tratamiento de aguas.</p> <p>3.4 Recuperación de metales:</p> <p>3.4.1 Asimilación microbiana de metales.</p> <p>3.4.2 Biolixiviación de metales.</p>
4.	Biorremediación de suelo.	<p>4.1 Fuentes de contaminación de suelos</p> <p>4.1.1 Orgánicos: hidrocarburos y agroquímicos.</p> <p>4.1.2 Minerales: metales pesados y fertilizantes.</p> <p>4.1.3 Biológicos: nematodos, hongos y bacterias.</p> <p>4.2 Factores que afectan la biorremediación: caracterización del contaminante y del suelo.</p> <p>4.3 Tecnologías <i>in situ</i>: biorremediación pasiva, laboreo de tierras, camas preparadas, biopilas, bioventeo, fitorremediación.</p> <p>4.4 Tecnologías <i>ex situ</i>: composteo, biorreactores, biofiltros.</p>
5.	Biorremediación de la industria minera.	<p>5.1 Contaminantes de la industria minera.</p> <p>5.2 Tecnologías para remediar suelos y agua contaminados en la industria minera.</p> <p>5.3 Casos de estudio.</p>

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1. Generalidades	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específicas:</b></p> <p>✓ Comprende los conceptos básicos de</p>	<p>✓ Elaborar una síntesis del material expuesto por el profesor de los</p>



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad

Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1

Código: TecNM-AC-PO-007-02

Revisión: 0

Página 4 de 9



<p>contaminación ambiental, así como los principales grupos de contaminantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Analiza los principios de la biorremediación y su campo de aplicación utilizando un lenguaje adecuado que le permita comunicarse eficientemente en las diversas áreas de su conocimiento.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>✓ Resolución de problemas.</li> <li>✓ Trabajo en equipo en la ejecución de proyectos.</li> <li>✓ Visión crítica e innovadora de la tecnología actual.</li> <li>✓ Tendencia hacia el autoaprendizaje y a la autoformación en su área, para lograr solucionar de manera eficiente y actuar ante los problemas en su campo de acción.</li> <li>✓ Capacidad para experimentar de una manera sistemática la búsqueda de soluciones adecuadas a la problemática que se le presente.</li> <li>✓ Capacidad de Aprendizaje individual</li> </ul>	<p>principales contaminantes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Resumir los fundamentos de cada una de las técnicas comprendidas en Biorremediación.</li> <li>✓ Realizar una investigación documental de casos de estudio de biorremediación de suelos.</li> <li>✓ Realizar un debate de los casos de estudio y entregar un ensayo con las conclusiones obtenidas.</li> </ul>
--	---

**Tema 2. Organismos biorremediadores**

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Analiza las rutas metabólicas del proceso de degradación de los contaminantes.</li> <li>✓ Identifica los microorganismos del suelo capaces de degradar contaminantes.</li> <li>✓ Conoce las plantas que pueden actuar como descontaminadores.</li> <li>✓ Aplica habilidades de laboratorio desarrolladas previamente en el</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elabora un cuadro sinóptico de los diferentes microorganismos y plantas, y/o productos de éstos, con actividad biodegradadora de contaminantes.</li> <li>✓ Lleva a cabo prácticas de laboratorio donde se aplique alguna técnica de reproducción de organismos degradadores de contaminantes en suelo y/o agua.</li> <li>✓ Aplicación de microorganismos obtenidos en una situación real.</li> </ul>



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad
Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1

Código: TecNM-AC-PO-007-02
Revisión: 0
Página 5 de 9



mejoramiento de la rizosfera.	
<b>Genéricas:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Trabajo en equipo e individual</li> <li>✓ Capacidad para experimentar de una manera sistemática la búsqueda de soluciones adecuadas a la problemática que se le presente.</li> <li>✓ Capacidad de Aprendizaje individual.</li> <li>✓ Habilidades de investigación.</li> </ul>	
<b>Tema 3. Biorremediación de agua</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<b>Específicas:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Conocer el proceso de manejo de aguas residuales.</li> <li>✓ Analizar diferentes técnicas de tratamiento de aguas residuales.</li> <li>✓ Identificar las metodologías que se siguen para la recuperación de metales pesados en muestras de aguas contaminadas.</li> <li>✓ Aplica habilidades de laboratorio desarrolladas previamente en el análisis de aguas.</li> </ul>	
<b>Genéricas:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Trabajo en equipo e individual.</li> <li>✓ Capacidad para experimentar de una manera sistemática la búsqueda de soluciones adecuadas a la problemática que se le presente.</li> <li>✓ Capacidad de Aprendizaje individual.</li> <li>✓ Habilidades de investigación.</li> </ul>	
<b>Tema 4. Biorremediación de suelos</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<b>Específica:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar un mapa conceptual del</li> </ul>	



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad

Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1

Código: TecNM-AC-PO-007-02

Revisión: 0

Página 6 de 9



<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Conoce y aplica biotecnologías factibles (microorganismos, plantas y sus productos) en la recuperación de suelos agrícolas.</li> <li>✓ Aplica habilidades de laboratorio desarrolladas previamente en el mejoramiento de la rizosfera. Trabajo en equipo e individual</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Trabajo en equipo e individual</li> <li>✓ Capacidad para experimentar de una manera sistemática la búsqueda de soluciones adecuadas a la problemática que se le presente.</li> <li>✓ Capacidad de Aprendizaje individual.</li> <li>✓ Habilidades de investigación.</li> </ul>	<p>material expuesto por el profesor y complementarlo con una investigación documental utilizando diversos medios y entregar el documento escrito.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar un análisis físico-químico y microbiológico de una muestra de suelo para determinar el índice de contaminación.</li> <li>✓ Hacer una propuesta de descontaminación de la muestra de suelo.</li> </ul>
---	--

**Tema 5. Biorremediación de la industria minera**

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica:</b></p> <p>Conocer los principales contaminantes que se generan en la industria minera, así como las tecnologías que se usan para su disminución.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>✓ Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>✓ Comunicación oral y escrita.</li> <li>✓ Solución de problemas.</li> <li>✓ Toma de decisiones.</li> <li>✓ Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>✓ Trabajo en equipo.</li> <li>✓ Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>✓ Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>✓ Búsqueda del logro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realiza una lista de los principales contaminantes que se generan en la industria minera.</li> <li>✓ Lleva a cabo una investigación bibliográfica de las tecnologías que se usan para remediar suelos y aguas generados en la industria minera.</li> <li>✓ Lleva a cabo un análisis de casos de estudio.</li> </ul>



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	Código: TecNM-AC-PO-007-02
	Revisión: 0
Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1	Página 7 de 9



## 8. Práctica(s)

1. Reconocimiento en campo de sitios contaminados y muestreo de un suelo degradado. Establecimiento de un experimento para evaluar la biorremediación de un suelo
2. Obtención *in vitro* de fijadores de nitrógeno, descomponedores de materia orgánica, degradador de hidrocarburos, etc. para su posterior aplicación y evaluación en biorremediación de suelos agrícolas.
3. Aplicación y evaluación de un biorremediador en suelo perturbado.
4. Practica de determinación de calidad de agua.
5. Se recomienda una visita al laboratorio de ensayos minerales SGS de México, con el objetivo de observar el proceso que se sigue en el análisis de una muestra proveniente de una mina.

## 9. Proyecto de asignatura

Aplicación y evaluación de un proceso biológico como medida de remediación para recuperar un suelo y agua contaminados.

Cada estudiante será responsable de una muestra de suelo y agua con la que trabajará en el semestre. Conforme vaya adquiriendo las competencias, podrá desarrollar su proyecto, al ir seleccionando la técnica biotecnológica a aplicar.

- a) Reconocimiento en campo de sitios contaminados y realizar un muestreo de un suelo y/o agua.
- b) Establecimiento de un experimento para evaluar la biorremediación de un suelo y/o agua.
- c) Evaluación del proceso de remediación de un suelo y/o agua: propiedades físicas y químicas y niveles de contaminación inicial, CO<sub>2</sub>, bacterias, hongos, variables agronómicas, y propiedades físicas y químicas y niveles de contaminación final.
- d) Informe final del experimento.
- e) Presentación de los resultados en un seminario.

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	Código: TecNM-AC-PO-007-02
	Revisión: 0
Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1	Página 8 de 9



intervención empresarial, social o comunitaria, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.

- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrolla
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.



## 10. Evaluación por competencias

La evaluación formativa deberá ser constante durante todo el curso, siendo indispensable establecer una evaluación diagnóstica de competencias previas, al inicio del semestre. Al final deberá realizarse una evaluación sumativa. Durante la evaluación formativa deberán tomarse en cuenta todas las actividades de aprendizaje realizadas por el estudiante, asignando una ponderación adecuada a cada una de ellas.

## 11. Fuentes de información

Alexander M. 1999. Biodegradation and bioremediation. Academic Press. San Diego. 453p.  
Botello A.V., J. Rendón V. O., G. Gold-Bouchot y C. Agraz-Hernández. 2005. Golfo de México contaminación e impacto ambiental. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Nacional Autónoma de México, SEMARNAT, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. 695 p.  
Da Matta e A., J.C., S.R. De Lucena T. Y C. F. Mahler. 2007. Fitorremediação. O uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental. Oficina de Textos. São Paulo. 176 p.  
Doménech, X. 2000. Química del suelo el impacto de los contaminantes. Miraguano Ediciones. Madrid. 190 p.  
Dragun, J. 1998. The soil chemistry of hazardous materials. Amhest Scientific publishers. Massachusetts. 862 p.  
Eweis, J.B., S.J. Ergas., D.P.Y. Chang y E.D. Shroeder. 1998. Biorremediation principles. McGraw Hill. Series in Water Resources and Environmental Engineering. New York.  
Fernández B. A., M. Yarto R. y J. Castro D. 2004. Las sustancias tóxicas persistentes.



	Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	Código: TecNM-AC-PO-007-02	
		Revisión: 0	
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1	Página 9 de 9	

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. México. 257 p.

Fernández L. L.C., N.G. Rojas A., T.G.Roldán C., M.E. Ramírez I., H.G. Zegarra M., R. Uribe H., R.J. Reyes A., D. Flores H. y J.M. Arce O. 2006. Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados. Instituto Mexicano del petróleo, SEMARNAT, Instituto de Ecología. Mexico. 177 p.

Fiorenza S., C.L. Oubre y C.H. Ward. 2000. Phytoremediation of hydrocarbon contaminated soil. Lewis Publishers. Washington. 164 p.

Leeson A y B.C. Allegan. 1999. Phytoremediation and innovative strategies for specialized remedial applications. Battelle Press. Columbus. 338 p.

Leifield, J., S. Siebert y I. Kogel-Knabner. 2002. Changes in the chemical composition of soil organic matter after application of compost. European Journal of Soil Science 53:299-309.

Li, X., Y. Feng y N. Sawatsky. 1997. Importance of soil-water relations in assessing the endpoint of bioremediated soils. Plant growth. Plant and Soil 192:219-226.

Maier R. M., I.L. Pepper y Ch.P Yerba. 2000. Environmental microbiology. Academic Press. San Diego. 585 p.

Olguín E.J., G. Sánchez y E. Hernández. 2000. Environmental biotechnology and cleaner bioprocesses. Taylor & Francis. London. 319 p.

Porta, J., M. López-Acevedo y C. Roquero. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. 2ª. Edición. Madrid, España. 849 p.

Riser-Roberts, E. Remediation of petroleum contaminated soils. Lewis Publishers. Boca Raton. 542 p.

Semple, K.T., B.J. Reid y T.R. Fermor. 2001. Impact of composting strategies on the treatment of soils contaminated with organic pollutants. Environmental Pollution 112: 269-283.

Volke S.T., J.A. Velasco T. y D.A. de la Rosa P. 2005. Suelos contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. México D.F. 141