

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Materiales Poliméricos
<b>Clave de la asignatura:</b>	MAG-1017
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-3-6
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Materiales

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del estudiante la capacidad de identificar y seleccionar los procesos de obtención y síntesis de materiales poliméricos para utilizarlos de manera sustentable. La asignatura provee las bases en la aplicación de los materiales poliméricos permitiendo la inserción del estudiante egresado en la industria de transformación y/o diseño de productos base polimérica.

Se inicia con la descripción del comportamiento de los polímeros considerando la nomenclatura, propiedades mecánicas, peso molecular, modificación de estructura etc. Posteriormente se describen las familias de polímeros que permiten identificar con claridad cada tipo de polímero. Finalmente se presentan los diferentes procesos aplicados a la manufactura de polímeros abordando el reciclaje como último proceso aplicable a éstos materiales.

La asignatura requiere de Química Orgánica ya que proporciona el estudiante la capacidad de identificar los tipos de enlace molecular, mecanismos de reacción y grupos funcionales que le permitan asociar la constitución de un polímero durante su proceso de elaboración.

Esta asignatura también requiere de Técnicas de Análisis que aborda las técnicas de espectroscopía molecular, técnicas reológicas, técnicas fisicoquímicas y análisis térmico que permiten al estudiante seleccionar y aplicar la técnica adecuada para realizar análisis químico y propiedades físicas de los polímeros.

Los conceptos de trefilado y extrusión, abordados en Procesos de Manufactura, asignatura que se lleva a la par con ésta, facilitan la descripción de inyección, rotomoldeo, etc. así como la identificación del proceso viable para la transformación de los diferentes tipos de polímeros.

### Intención didáctica

Se organiza el contenido en cuatro temas que abarcan desde la clasificación de los polímeros de acuerdo a constitución y comportamiento, familias de polímeros hasta los métodos de procesamiento más comunes en la industria.

En el primer tema, se analiza la nomenclatura de polímeros, constitución, clasificación, propiedades, técnicas de polimerización, características, comportamiento mecánico, reología, y la modificación, degradación y estabilización de polímeros. Se debe establecer claramente las técnicas de polimerización ya que definen el comportamiento del material. El comportamiento mecánico y

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

características de los polímeros deberán proporcionar las herramientas para determinar el proceso viable de manufactura a aplicar.

Las diferentes familias de polímeros se analizan en el segundo tema con el fin de identificar las propiedades y aplicaciones particulares que los han llevado, están llevando y los llevarán a un uso extensivo en diversos sectores tecnológicos y científicos. Los polímeros aquí descritos son los más comunes y con mayor influencia en el mercado.

En el tercer tema, particularmente son analizadas las propiedades y aplicaciones de los elastómeros, un tipo específico de termoplástico cuyo uso está dirigido al aprovechamiento de la viscoelasticidad, es decir, un módulo de Young bajo y deformación alta con respecto a otros materiales.

Finalmente, en el cuarto tema se analizarán los diferentes procesos de modificación de polímeros, para después asociar las características de cada una de las familias de polímeros y seleccionar el proceso de manufactura adecuado para obtener productos poliméricos con propiedades específicas.

Se sugieren actividades integradoras durante el curso las cuales permitan aplicar los conceptos estudiados en los temas anteriores con el fin de visualizar un aspecto mucho más amplio de la aplicación de los materiales poliméricos y sus versiones cambiantes tanto en desarrollo tecnológico como en investigación. Esto permite dar un cierre a la materia mostrándola como útil por sí misma en el desempeño profesional, independientemente de la utilidad que representa en el tratamiento de temas en asignaturas posteriores.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Superior de Calkiní, Chihuahua, Superior de Irapuato, Morelia, Saltillo, Superior de Tlaxco y Zacatecas.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.
Instituto Tecnológico de Zacatecas del 12 al 16 de abril de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Superior de Calkiní, Chihuahua, Superior de Irapuato, Morelia, Saltillo, Superior de Tlaxco y Zacatecas.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.
Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, del 24 al 27 de junio de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cd. Victoria, Chihuahua, Irapuato, Morelia, Querétaro, Saltillo y Zacatecas.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las Carreras de Ingeniería en Energías Renovables, Ingenierías en Geociencias, Ingeniería en Materiales y Licenciatura en Biología del

		Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Saltillo.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

##### Competencia(s) específica(s) de la asignatura

Comprende, selecciona y aplica procesos de síntesis y manufactura de polímeros estableciendo las relaciones elementales entre la estructura molecular, el procesado, propiedades para el uso y desarrollo de los materiales poliméricos.

#### 5. Competencias previas

- Reconoce enlaces químicos presentes en los materiales orgánicos.
- Identifica grupos funcionales orgánicos en la nomenclatura
- Aplica técnicas de análisis de materiales.
- Identifica los mecanismos de reacción presentes en compuestos orgánicos

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1.	Constitución y comportamiento de los polímeros	1.1. Definición de Polímero 1.2. Historia de los Polímeros 1.3. Industrias basadas en los Polímeros 1.4. Nomenclatura de Polímeros 1.5. Constitución y Clasificación de los Materiales Poliméricos 1.6. Propiedades de los Polímeros 1.6.1. Mecánicas, Químicas, Eléctricas, Ópticas y Magnéticas 1.7. Polimerización y Técnicas de Polimerización 1.7.1. Polimerización Radicálica 1.7.2. Polimerización Iónica 1.7.3. Procesos de Polimerización en la Industria. 1.8. Características de los Polímeros 1.8.1. Estados de Agregación 1.8.2. Transiciones Térmicas 1.8.3. Cristalinidad de los Polímeros 1.8.4. Peso Molecular y Distribución del Peso Molecular 1.9. Comportamiento Mecánico de los Materiales Poliméricos 1.10. Reología de los Polímeros Fundidos

		<p>1.11. Modificación, Degradación y Estabilización de Polímeros</p> <p>1.11.1. Lubricantes, Plastificantes, Materiales de Refuerzo, Colorantes y Estabilizadores</p>
2.	Familias de polímeros	<p>2.1. Polímeros de Condensación</p> <p>2.1.1. Poliésteres y Polisulfuros</p> <p>2.1.2. Poliamidas, Poliureas, Poliuretanos, y Poliimidias</p> <p>2.1.3. Siliconas</p> <p>2.1.4. Resinas fenol-formaldehído y Resinas urea-formaldehído</p> <p>2.2. Polímeros de Adición</p> <p>2.2.1. Poliolefinas: Polietileno y Polipropileno</p> <p>2.2.2. Poliestireno</p> <p>2.2.3. Polímeros Vinílicos: PVC, Poliacetato de Vinilo y Polialcohol Vinílico</p> <p>2.3. Polímeros Acrílicos</p> <p>2.4. Fluoropolímeros</p> <p>2.5. Otros Polímeros</p> <p>2.5.1. Polímeros Hidroxílicos</p> <p>2.5.2. Cristales Líquidos</p>
3.	Elastómero	<p>3.1. Elastómeros Termoestables</p> <p>3.1.1. Elastómeros Diénicos</p> <p>3.1.2. Elastómeros Saturados</p> <p>3.1.3. Elastómeros Termoplásticos</p> <p>3.2. Composición y Características de Elastómeros Termoplásticos</p>
4.	Métodos de procesamiento de materiales poliméricos	<p>4.1. Proceso de Fabricación de Termoplásticos: Extrusión e Inyección</p> <p>4.2. Proceso de Fabricación de Materiales Termoestables: Técnicas de Moldeo</p> <p>4.3. Termoformado</p> <p>4.4. Rotomoldeo</p> <p>4.5. Reciclado</p>

### 7. Actividades de aprendizaje de los temas

Constitución y comportamiento de polímeros	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específicas:</b> Compara materiales poliméricos en base a su comportamiento y composición.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar las TIC's para investigar la nomenclatura de los polímeros y elaborar un mapa mental con la información obtenida.</li> <li>• Identificar propiedades de polímeros de acuerdo a comportamiento y elaborar un cuadro comparativo</li> <li>• Distinguir los mecanismos de polimerización</li> <li>• Investigar y explicar en plenaria el efecto del</li> </ul>

<p>analizar información.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<p>uso de aditivos.</p>
<b>Familias de Polímeros</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específicas:</b> Clasifica y organiza los materiales poliméricos de acuerdo a grupos funcionales y mecanismo de reacción que dan origen a diferentes familias de polímeros.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de diferentes fuentes.</li> <li>• Capacidad de investigación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar e identificar grupos funcionales característicos de familias de polímeros y elaborar un cuadro sinóptico con la información.</li> <li>• Clasificar polímeros en base a grupos funcionales y constitución</li> <li>• Distinguir las diferentes familias de polímeros</li> </ul>
<b>Elastómeros</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica:</b> Clasifica y compara los materiales poliméricos de bajo módulo de Young considerando el comportamiento térmico estructura química.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de diferentes fuentes.</li> <li>• Capacidad de investigación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar el concepto de elastómero y sus características.</li> <li>• Elaborar un mapa conceptual con las aplicaciones y características de los elastómeros termoestables y termoplásticos.</li> <li>• Identificar elastómeros de acuerdo a la estructura química de la cadena polimérica.</li> </ul>
<b>Métodos de Procesamiento de Materiales Poliméricos</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específicas:</b> Identifica el método de procesamiento de los polímeros en base a las necesidades del producto final considerando el comportamiento del polímero.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad creativa.</li> <li>• Compromiso con la preservación del</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar en diferentes fuentes de información los procesos de fabricación de polímeros.</li> <li>• Integrar videos asociados con el proceso de fabricación de polímeros para sus análisis en plenaria.</li> <li>• Bosquejar las etapas en los procesos de conformado de polímeros</li> <li>• Identificar los requerimientos para cada</li> </ul>

<p>medio ambiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<p>proceso de manufactura y analizar las variables de procesamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicar limitaciones en el procesamiento de materiales poliméricos</li> <li>• Reconocer materiales poliméricos viables de reciclado</li> </ul>
--	---

## 8. Prácticas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar las propiedades químicas, físicas o mecánicas de polímeros.</li> <li>• Determinación del peso molecular de un polímero por medición de la viscosidad.</li> <li>• Identificación empírica de plásticos a partir de la determinación de la apariencia física (propiedades mecánicas y ópticas), densidad y comportamiento a la flama de los mismos.</li> <li>• Síntesis de Nylon 6,6, partiendo de sus respectivos monómeros (reacción de polimerización y condensación).</li> </ul>
---

## 9. Proyecto de asignatura

<p>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 siguientes fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fundamentación:</b> 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.</li> <li>• <b>Planeación:</b> 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 intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.</li> <li>• <b>Ejecución:</b> 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 desarrollar.</li> <li>• <b>Evaluación:</b> 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.</li> </ul> <p>Se entregará al estudiante una serie de polímeros de diferente naturaleza. Se requerirá del desarrollo de las prácticas para la identificación de polímeros y realizar la correspondiente clasificación de cada polímero. El estudiante deberá realizar la clasificación del material de acuerdo al comportamiento del polímero a la flama incorporando técnicas de análisis, así como determinación de propiedades físicas y mecánicas. El proyecto será evaluado de acuerdo la comprensión teórica, capacidad de aplicación práctica, correlación de resultados, escritura y presentación.</p>
--



## 10. Evaluación por competencias

- Reportes de prácticas de laboratorio, visita industrial, artículos de investigación.
- Realización de prácticas de laboratorio asociadas con los materiales poliméricos.
- Portafolio de evidencias.
- Exposición de temas referidos a aplicaciones de polímeros de acuerdo al entorno destacando la importancia de los mismos.
- Exámenes
- Desarrollo de un proyecto Integrador en donde se utilice polímeros de reciclado como matriz o refuerzo para la obtención de un polímero avanzado.

## 11. Fuentes de información

1. Buchmeiser R. Michael. (2003). *Polymeric Materials in Organic Synthesis and Catalysis*, Germany: Wiley-VCH.
2. J. Brandrup, E. H. Immergut and E. A. Grulke. (2003). *Polymer Handbook*, United States of America: John Wiley & Sons.
3. W. Gedde Ulf, *Polymer Physics*, (1995). England: Chapman & Hall. ISBN 0-412-62640-3.
4. Asua José M., *Polymer Reaction Engineering*, (2007). Malaysia: Blackwell Publishing. ISBN 978-1-4051-4442-1.
5. Braun D., Cherdron H., Rehahn M., Ritter H. and Voit B., (2005) *Polymer Synthesis: Theory and Practice Fundamentals, Methods and Experiments*, Germany: Springer. ISBN 3-540-20770-8
6. Teraoka Iwao, (2002) *Polymer Solutions: An Introduction to Physical Properties*, United States of America: John Wiley & Sons. ISBN 0-471-38929-3.
7. Pethrick Richard A., (2007) *Polymer Structure Characterization: From Nano to Macro Organization*, United Kingdom: RSC Publishing. ISBN 978-0-885404-466-5.
8. Stamm Manfred, (2008) *Polymer Surfaces and Interfaces: characterization, Modification and Applications*, Germany: Springer, ISBN 978-3-540-73864-0.
9. K. C. Ophelia, Tsui and P. Russell Thomas, (2008) *Polymer Thin Films*, Singapur: World Scientific Publishing. ISBN 978-981-281-881-2.
10. Sinha Sujeet K. and Briscoe Brian. (2009). *J. Polymer Tribology*. Singapore: Imperial College Press. ISBN 978-1-84816-202-0
11. George, O. (2004). *Principles of Polymerization*, John Wiley & Sons, 2004, ISBN: 978-0-471-27400-1
12. *Polymer Data Handbook*, (1999). Edited by James E. Mark, University of Cincinnati published by Oxford University.
13. Revistas Especializadas del área (*Macromolecules, Advanced Materials, Journal of Polymer Science, Polymer Journal, etc.*) e información disponible en Internet.