

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	<b>Ingeniería de Materiales Metálicos</b>
Carrera :	<b>Ingeniería Mecánica</b>
Clave de la asignatura :	<b>MEF-1013</b>
SATCA <sup>1</sup>	<b>3-2-5</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

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

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Mecánico la capacidad de ***Seleccionar y emplear los materiales metálicos adecuados para: el diseño y fabricación de elementos mecánicos; o para su uso en instalaciones industriales con base en el conocimiento de sus propiedades,*** fomentando el desarrollo de las siguientes competencias:

Aplicar herramientas matemáticas, computacionales y métodos experimentales en la solución de problemas para formular modelos, analizar procesos y elaborar prototipos mecánicos.

Seleccionar y emplear los materiales adecuados para: el diseño y fabricación de elementos mecánicos; o para su uso en instalaciones industriales con base en el conocimiento de sus propiedades.

Elaborar, interpretar y comunicar, de manera profesional, en forma oral, escrita y gráfica: informes, propuestas, análisis y resultados de ingeniería.

Comunicarse con eficacia en su desempeño profesional en su propio idioma y por lo menos en otro idioma extranjero

Formar parte de grupos multidisciplinarios en proyectos integrales con una actitud que fortalezca el trabajo de equipo, ejerciendo diversos roles contribuyendo con su capacidad profesional al logro conjunto.

Observar y aplicar las normas y especificaciones nacionales e internacionales relacionadas con el tratamiento adecuado de las materias primas, los productos terminados, así como los materiales residuales, generados en los procesos industriales.

Aplicar sus conocimientos, habilidades y aptitudes para cursar estudios de posgrado.

La integración de esta asignatura se basa en el hecho de que los materiales metálicos constituyen una buena parte de los materiales empleados en nuestra sociedad y están presentes en todas aquellas situaciones que requieran de cierta estabilidad estructural. Y aunque las propiedades mecánicas son el principal interés de estos materiales no hay que olvidar otros usos como las aleaciones magnéticas o los materiales antifricción.

La asignatura de Ingeniería de Materiales Metálicos, ubicada en el segundo semestre de la carrera de Ingeniería Mecánica, surge del análisis y modificación del programa de

---

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

asignatura denominada Propiedad de los Materiales I, esto, en el marco del proceso de Diseño Curricular por Competencias Profesionales de los Planes y Programas de Estudio de las Carreras del SNEST en noviembre de 2009. Por otra parte, esta asignatura es correlativa de la asignatura de Química, al cual se encuentra ubicada en el primer semestre de dicha carrera. Asimismo Ingeniería de Materiales Metálicos aporta su correlatividad para las asignaturas de nivel superior de Ingeniería de Materiales No Metálicos, Procesos de Manufactura, Mecánica de Materiales I, Mecánica de Materiales II, Diseño Mecánico I y Diseño Mecánico II.

### **Intención didáctica.**

La presente asignatura se encuentra dividida en 6 unidades. En la primera unidad se abordan las configuraciones estructurales, en la segunda unidad, se estudian las propiedades generales de los materiales metálicos, la tercera unidad trata sobre la producción de arrabio y los procesos de aceración, la cuarta unidad, la clasificación y selección de aceros, mientras que en la unidad cinco, se estudia la transformación estructural, dejando en la unidad seis el estudio de las aleaciones no ferrosas.

#### *Unidad 1. Configuraciones Estructurales.*

En esta unidad se aborda el concepto de aleación, y posibilidades estructurales que aparecen en las principales aleaciones metálicas de interés industrial, así mismo, se estudian los distintos defectos estructurales presentes en los metales y sus implicaciones en el comportamiento mecánico del material, esto, a fin de comprender la interrelación estructura-propiedades-procesamiento en los materiales metálicos.

#### *Unidad 2. Propiedades Generales de los Materiales Metálicos.*

En esta unidad se debe profundizar en el nivel de conocimientos sobre las propiedades físicas, mecánicas, térmicas, eléctricas, químicas y reológicas de los materiales, es decir: conocer las propiedades químicas de los materiales para así poder determinar su mayor o menor tendencia a sufrir procesos químicos, tales como la oxidación, dar a conocer el método para la realización de la selección óptima de los materiales para aplicaciones concretas según sus propiedades. Introducir y discutir la relación entre composición, estructura y defectos con las propiedades de los materiales y su importancia en los procesos tecnológicos tanto de obtención como de explotación óptima de los mismos, además de los siguientes objetivos particulares: conocer la información que aportan algunos ensayos mecánicos sobre los materiales, estudiar de forma comparativa las características mecánicas derivadas de estos ensayos en los distintos materiales, establecer la diferencia entre deformación plástica y elástica, describir los mecanismos por los que tienen lugar la deformación plástica y elástica en los materiales metálicos, así como los procesos industriales que nos permiten modificarlos. Definir parámetros reológicos como viscosidad, consistencia y propiedades elásticas, Estudiar las propiedades eléctricas de los materiales: respuesta a la acción de un campo eléctrico exterior aplicado, conocer los diferentes materiales de interés industrial dado su comportamiento eléctrico, estudiar las propiedades magnéticas: respuesta de los materiales a la aplicación de un campo magnético exterior, conocer los distintos materiales en función de sus características magnéticas. Además, conocer los efectos que tiene la temperatura sobre las características de los materiales.

#### *Unidad 3. Producción de Arrabio y Procesos de Aceración.*

En esa unidad se abordan los conceptos de metalurgia, pre beneficio de mineral de hierro, arrabio y aceración. Es decir, los objetivos particulares de la misma son: Conocer los procesos de producción del arrabio, los sistemas de obtención de los aceros y fundiciones a partir del mineral de hierro, así como su procesamiento. Ofrecer el conocimiento sobre

distintos tipos de fundiciones y sus propiedades mecánicas, sus usos y aplicaciones, así como establecer la justificación técnica a partir de la metalurgia física y conocer las ventajas y limitaciones de cada uno de los distintos materiales ferrosos.

*Unidad 4. Clasificación y Selección de aceros.*

En esta unidad se adquirirán conocimientos sobre las familias más importantes de los aceros, (según su clasificación numérica), su composición química, propiedades y su utilización en la industria, así como la clasificación de acuerdo a las diferentes normas y criterios de selección.

*Unidad 5. Transformación Estructural.*

En esta unidad básicamente se profundizará sobre la importancia de las transformaciones de fase, sobre todo el diagrama Fe-C, describir los diferentes micro constituyentes de los aceros además se hará énfasis en conocer los mecanismos por los que ocurren las transformaciones de fase en los materiales de interés industrial, así como la importancia de los diagramas de equilibrio en la determinación de la estructura y propiedades de los materiales, saber interpretar y manejar los diagramas de equilibrio de las principales aleaciones de interés industrial en términos de fase presentes, tipos, cantidades y composiciones. También se abordarán los diferentes tratamientos térmicos utilizados en la industria.

*Unidad 6. Materiales y Aleaciones No Ferrosas.*

La inserción de esta unidad en la asignatura, se basa en el hecho de que de todos los metales utilizados para la industria el 20% son no ferrosos, estos en diferentes aleaciones cubren los requerimientos de ingeniería y las propiedades químicas necesarias para fabricar artículos útiles para la industria y la sociedad. Las características fundamentales de las aleaciones no ferrosas son la resistencia a la tensión, corrosión, conductividad eléctrica y maquinabilidad, razón por la cual dichos temas se abordarán en esta unidad. Por supuesto se tratarán temas relacionados con la obtención de los metales más importantes en la industria como base de las aleaciones no ferrosas, como son: Aluminio (Al), Cobre (Cu), Titanio (Ti), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Plata (Ag), Oro (Au), Iridio (Ir), Platino (Pt), Rodio (Rh), Zinc (Zn).

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Relación entre estructura y propiedades de los materiales metálicos.</li><li>▪ Conocimientos sobre los principales materiales metálicos industriales.</li><li>▪ Normativa referente a los principales materiales metálicos.</li><li>▪ Diferenciar los diversos materiales y su aplicación contra los factores de deterioro</li><li>▪ Observar y analizar fenómenos y problemática de fallas de materiales en el campo ocupacional</li><li>▪ Dado un conjunto de materiales identificar diversos materiales mediante sus características físicas.</li><li>▪ Mediante pruebas de laboratorio comprobar las propiedades mecánicas de los materiales y comparar los resultados con cálculos matemáticos.</li><li>▪ Investigar las diversas imperfecciones y defectos que se suscitan en los materiales metálicos.</li><li>▪ En base a los mecanismos de difusión en los materiales determinar los factores de energía y difusión.</li><li>▪ Compromiso ético, incluyendo preocupación por la sostenibilidad.</li><li>▪ Adaptación a nuevas situaciones.</li><li>▪ Habilidades en las relaciones interpersonales.</li></ul>	<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Propiciar el uso de nuevas tecnologías en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.</li><li>• Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas y la sugerencia del profesor.</li><li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li><li>• Capacidad de organizar y planificar.</li><li>• Comunicación oral en la lengua nativa.</li><li>• Comunicación escrita en la lengua nativa.</li><li>• Conocimiento de una segunda lengua.</li><li>• Toma de decisiones.</li><li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li><li>• Trabajo en equipo.</li></ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li><li>• Trabajo en equipo.</li></ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Búsqueda del logro.</li></ul>	
--	---	--

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:                      Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango, Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 16 de noviembre de 2009 al 26 de mayo de 2010.</p>	<p>Academias de Ingeniería Mecánica de los Institutos Tecnológicos de:                      Ciudad Victoria, Durango, Pachuca, San Luis Potosí, Estudios Superiores de Ecatepec, Celaya, Ciudad Guzmán y Saltillo.</p>	<p>Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Zacatecas del 12 al 16 de abril de 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:                      Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, La Piedad, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>

## 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Seleccionar y emplear los materiales metálicos adecuados para: el diseño y fabricación de elementos mecánicos; o para su uso en instalaciones industriales con base en el conocimiento de sus propiedades.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Diferenciar los tipos de enlaces de los materiales
- Diferenciar las diversas estructuras cristalinas en los materiales
- Aplicar el conocimiento de la composición de la materia
- Diferenciar los diversos tipos de Imperfecciones y defectos en los materiales.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Configuraciones estructurales	1.1. Imperfecciones cristalinas. 1.2. Defectos lineales. 1.3. Defectos superficiales. 1.4. Movimientos atómicos. 1.5. Difusión y mecanismos de difusión.
2.	Propiedades generales de los materiales metálicos	2.1. Propiedades físicas. 2.2. Propiedades mecánicas. 2.3. Propiedades térmicas, eléctricas, químicas y reológicas.
3.	Producción de arrabio y procesos de aceración	3.1. Concepto de metalurgia. 3.2. Proceso de prebeneficio de mineral de hierro. 3.3. Producción de arrabio. 3.4. Procesos de aceración.
4.	Clasificación y selección de aceros	4.1. Por su contenido de Carbono. 4.2. Por sus elementos aleantes. 4.3. Por su grado de desoxidación. 4.4. Según SAE y AISI. 4.5. Según ASTM. 4.6. Normas y criterios de selección de aceros.
5.	Transformación estructural	5.1. Construcción de los diagramas de fase. 5.2. Diagramas binarios y ternarios. 5.3. Diagrama Fe-C. 5.4. Tipos de tratamientos térmicos.
6.	Metales y aleaciones no ferrosas	6.1. Producción, propiedades y usos de: Aluminio, Cobre, Titanio, Níquel, Plomo, Plata, Oro, Iridio, Platino, Rodio, Zinc. 6.2. Aleaciones antifricción, tipos y aplicaciones.

## **8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS**

El docente debe:

- Facilitar al participante los conocimientos necesarios para la selección de los materiales más adecuados para el diseño y fabricación de elementos mecánicos con base a sus propiedades
- Guiar al participante en la elaboración de trabajos de investigación.
- Fomentar la lectura de documentos que apoyen la formación del pensamiento ético y profesional en el desarrollo de trabajos de investigación.

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje. En general se debe considerar para evaluación: el trabajo personal realizado por el alumno, la participación en clase y en el laboratorio, así como la iniciativa personal.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Configuraciones estructurales

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Interpretar la interrelación propiedades-estructura de los materiales metálicos.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar por lo menos tres materiales que correspondan a cada una de las estructuras cristalográficas.</li><li>• Investigar por equipos los materiales que presentan cambios alotrópicos y sus estructuras.</li><li>• Determinar la dirección de cada uno de los átomos y los planos, así como las familias de las direcciones y familias de planos.</li><li>• Investigar la posible relación del índice de miller en la determinación de la densidad, planar, anisotropía e isotropía.</li></ul>

### Unidad 2: Propiedades Generales de los Materiales Metálicos

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Reconocer y demostrar las propiedades físicas, mecánicas, eléctricas, químicas, térmicas y reológicas de los materiales metálicos.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Definir correctamente los conceptos de: propiedades físicas, químicas, mecánicas, eléctricas, térmicas y reológicas.</li><li>• Identificar las propiedades mecánicas de materiales metálicos, .dada una relación de propiedades y materiales.</li><li>• Realizar práctica de laboratorio para evaluar las propiedades mecánicas de distintos materiales metálicos.</li><li>• Redactar reporte de práctica.</li></ul>

### Unidad 3: Producción de arrabio y procesos de aceración

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Reconocer e interpretar los principios básicos del proceso de producción de arrabio, así como el proceso de aceración.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Definir, en sus palabras, el concepto de metalurgia.</li><li>• Describir esquemáticamente, el concepto de pre-beneficio del hierro.</li><li>• Investigar, por equipo y para exponer en clase, los parámetros a considerar en el proceso de producción de arrabio.</li><li>• Definir correctamente, proceso de aceración.</li></ul>

#### Unidad 4: Clasificación y Selección de aceros

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Reconocer e identificar las principales familias de aceros y la normatividad que rige su clasificación.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar una investigación por equipo, y discutir en grupo los resultados.</li></ul>

#### Unidad 5: Transformación Estructural

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Reconocer los fundamentos del sistema Fe-C desde el punto de vista del diagrama de fases metaestable y sus consecuencias en lo que respecta a microestructuras posibles que puedan presentarse, además de utilizar los fundamentos térmicos de los aceros como aleación más utilizada industrialmente.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar una investigación individual del enunciado y aplicación de la regla de fases.</li><li>• Investigar y explicar por equipo la secuencia de construcción para un ejemplo real de un material de dos componentes solubles en estado líquido y parcialmente soluble en estado sólido.</li><li>• Realizar una visita para investigar la aplicación de los diagramas de fase en la industria metalúrgica y metal - mecánica.</li><li>• Describir los diferentes micro constituyentes de los aceros.</li><li>• Estudiar el diagrama Fe-Fe<sub>3</sub>C en el ámbito de las transformaciones en equilibrio.</li><li>• Explicar los diagramas TTT para las transformaciones fuera del equilibrio.</li><li>• Describir los factores que afectan los diagramas TTT.</li><li>• Clasificar y estudiar los diferentes tratamientos térmicos de los aceros.</li></ul>

#### Unidad 6: Metales y Aleaciones no Ferrosas

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Describir las principales características y usos de los materiales no ferrosos más importantes.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar investigación bibliográfica, discusión grupal las propiedades de las principales aleaciones no ferrosas.</li><li>• Realizar prácticas de laboratorio para evaluar las propiedades de las principales aleaciones no ferrosas.</li></ul>

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Flin, richard a. Trojan paul k. *Materiales de ingeniería y sus aplicaciones*. México: editorial mc graw hill, ultima edición.
2. Thornton, peter a. Colangelo vito j. *Ciencia de materiales para ingeniería*. Editorial prentice - hall hispanoamericana. Ultima edición.
3. Askeland donal r. *Ciencia e ingeniería de los materiales*. Editorial grupo editorial iberoamericana. Ultima edición.
4. Van vlack, lawrence h. *Tecnología de materiales*. Editorial representación es y servicios de ingeniería. Ultima edición.
5. V. B. John. *Conocimientos de materiales en ingeniería*. Editorial gustavo gill, s. A. Ultima edición.
6. Guliaev. *Metalografía i, ii*. Moscú: editorial mir. Ultima edición.
7. Lara gómez, perez amador manuel. *Enlace químico*. Editorial edicol, s. A. Ultima edición.
8. Shackelford james f. *Ciencia de materiales para ingenieros*. Editorial prentice hall hispanoamericana. Ultima edición.

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Identificar ángulos en patrones de difracción de diversos materiales
- Ensayo de tensión en materiales ferrosos
- Ensayo de termo fluencia a materiales ferrosos
- Ensayo de determinación de dureza
- Determinación de resiliencia en materiales ferrosos
- Tratamiento térmicos diversos
- Ensayo Metalográfico a materiales con diversos tratamientos térmicos
- Ensayo de Jominy