

1. Datos Generales de la asignatura

| | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| Nombre de la asignatura: | Comportamiento Mecánico de Materiales |
| Clave de la asignatura: | MAJ-1005 |
| SATCA¹ | 4-2-6 |
| Carrera: | Ingeniería en Materiales |

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

La asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Materiales los conocimientos necesarios para analizar y correlacionar las propiedades mecánicas de los materiales por medio de los resultados obtenidos mediante los datos experimentales de ensayos mecánicos convencionales. Así mismo, es un soporte teórico y práctico para el mejor entendimiento de otras materias relacionadas con el procesamiento y la transformación de los materiales.

Las competencias específicas previas a esta asignatura, tales como la comprensión del concepto de derivada para aplicarlo como la herramienta que estudia y analiza la variación de una variable con respecto a otra, la aplicación del concepto de la derivada para la solución de problemas de optimización y de variación de funciones y el de diferencial en problemas que requieren de aproximaciones, la resolución de problemas de cálculo de áreas y longitud de arco y el análisis del comportamiento físico de los materiales a través del estudio de la estructura de los sólidos, adquiridas en asignaturas como Cálculo Diferencial e Integral, Mecánica Clásica y Física del Estado Sólido se aplican en el estudio de temas como: energía de enlace, leyes del comportamiento mecánico, teorías de la elasticidad y plasticidad, criterios de fluencia y el endurecimiento por deformación. Sin embargo, no se puede dejar de lado la importancia de correlacionar lo aprendido teóricamente con la experimentación de los fenómenos a nivel laboratorio, por ello la importancia de obtener experimentalmente datos sobre la resistencia mecánica de un material para relacionarlos con sus propiedades cualitativas. De tal manera que, la asignatura es un precedente importante para el análisis y comprensión de las competencias que se desarrollarán en las asignaturas de Procesos de Manufactura, Tratamientos Térmicos, Análisis de Fallas Mecánicas y materias de especialidad.

El contenido de la asignatura permite desarrollar en el alumno competencias genéricas como la capacidad de abstracción, análisis y síntesis, la capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, ampliar su capacidad de investigación, la capacidad de adquirir conocimientos sobre el área de estudio y profesión, así como mejorar su capacidad crítica y auto-crítica.

Intención didáctica

Los temas de la asignatura incluyen definiciones básicas relacionadas directamente con los conocimientos adquiridos en asignaturas como Física del Estado Sólido y Mecánica Clásica. El análisis de la energía de enlace y su influencia sobre las propiedades mecánicas de los diferentes grupos de materiales, facilita el análisis y la comprensión del comportamiento mecánico de un material.

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

El tema uno proporciona las competencias necesarias para reconocer e interpretar los conceptos de resistencia mecánica de los materiales. Se requiere un análisis profundo y detallado de los datos de la curva esfuerzo-deformación teórica, relacionándola en todo momento con los mecanismos de interacción atómica provenientes de la asignatura de Física del Estado Sólido.

En el segundo tema se incluye el concepto de elasticidad como una respuesta directa de la resistencia del material al ser sometido a acciones o fuerzas externas. De aquí se desprende el concepto de la resistencia y deformación elástica de la curva esfuerzo-deformación y se asocia con el concepto de energía de enlace para poder referenciar el comportamiento mecánico desde el aspecto micro y macro-estructural.

En el tercer tema se presenta la teoría de la plasticidad, la cual se asocia con los mecanismos de movilidad cristalina y de defectos internos, permitiendo el análisis y comprensión de la deformación permanente presente durante los procesos de conformado de materiales.

El cuarto tema analiza los diversos métodos de ensayos mecánicos, con todas sus características y fundamentos. Así mismo, permite correlacionar y comprender mejor las teorías cristalinas y de resistencia de materiales previamente analizadas. Lo anterior permite que, el análisis cuantitativo de los datos obtenidos en cada ensayo, sea asociado al análisis cualitativo de la resistencia de los materiales.

Durante el curso, mediante el análisis y solución de problemas, el análisis de casos, y por medio de la experimentación, el estudiante será capaz de desarrollar su pensamiento analítico y crítico, el cual le permitirá desarrollar estrategias para la toma de decisiones respecto a la selección de materiales en su campo laboral.

El facilitador deberá jugar un rol proactivo y abierto en la impartición de la asignatura, y en todo caso detectar los temas que requieran un mayor reforzamiento, e incluso un mayor uso de las TIC's para una mejor comprensión del estudiante.

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 | Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica |

| | | |
|---|---|---|
| | Zacatecas. | 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 |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Relaciona e interpreta los principios de física del estado sólido con los aspectos fundamentales del comportamiento mecánico de los materiales para una mejor comprensión de la resistencia mecánica de los mismos. Aplica y argumenta la metodología de ensayos mecánicos para determinar cuantitativamente las propiedades mecánicas de los materiales. |

5. Competencias previas

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Construye modelos matemáticos para analizar tendencias de datos. Demuestra habilidad en el uso de tecnologías de información para el procesamiento y representación de los datos experimentales. |
|---|

6.- Temario

| No | Temas | Subtemas |
|----|--|---|
| 1 | Fundamentos del comportamiento mecánico. | 1.1 Generalidades. 1.1.1 Carga. 1.1.2 Tipos de esfuerzos: normal, cortante, torsión y momento flexionante. 1.1.3. Deformación. 1.2 Comportamiento elástico y plástico. 1.2.1 Módulo de Young. 1.2.2 Módulo de rigidez. 1.2.3 Módulo volumétrico. 1.3 Esfuerzo medio y deformación longitudinal media. 1.4 Análisis del diagrama de tracción uniaxial. 1.5 Comportamiento dúctil y frágil de los materiales. 1.6 Factor de seguridad y esfuerzo de diseño permisible. 1.7 Resiliencia y tenacidad. |

| | | |
|---|---------------------------|---|
| 2 | Teoría de la elasticidad. | 2.1 Teoría de la energía de enlace. 2.2 Ley de Hooke. 2.3 Componentes del esfuerzo: esfuerzo normal y esfuerzo cortante. 2.4 Tipos de deformación: deformación longitudinal y deformación cortante. 2.5 Estado de esfuerzo plano (en dos dimensiones). 2.5.1 Cálculo de los esfuerzos principales. 2.5.2 Cálculo del esfuerzo normal y del esfuerzo cortante que actúan en un plano oblicuo. 2.5.3 Transformación de esfuerzos en el plano. 2.6 Círculo de Mohr en dos dimensiones. 2.7 Estado de esfuerzo en tres dimensiones. 2.8 Análisis de la deformación en tres dimensiones. 2.9 Medición de la deformación de una superficie empleando galgas extensométricas y cálculo de las deformaciones principales. |
| 3 | Teoría de la plasticidad. | 3.1 Diagrama esfuerzo-deformación reales (curvas fluencia). 3.1.1 Concepto de esfuerzo real y deformación real. 3.1.2 Relación entre el esfuerzo real y el esfuerzo medio. 3.1.3 Relación entre la deformación real y la deformación lineal media. 3.2 Energía de deformación elástica. 3.3 Criterios de fluencia. 3.3.1 Teoría del esfuerzo cortante Máximo. 3.3.2 Teoría de Von-Mises. 3.3.3 Teoría de Mohr. 3.4 Teoría del campo de líneas de deslizamiento. 3.5 Mecanismos de endurecimiento por deformación. 3.5.1 Etapas de endurecimiento. 3.5.2 Envejecimiento por deformación. 3.5.3 Estimación del exponente (n) y del coeficiente (k) por deformación. 3.5.4 Método de Hollomon. 3.5.5 Método Diferencial de Crussard- Jaoul. |
| 4 | Ensayos mecánicos. | 4.1 Ensayo de tracción uniaxial. 4.2 Ensayo de compresión. 4.3 Ensayo de flexión 4.4 Ensayos de impacto. 4.4.1 Ensayo de impacto Charpy. 4.4.2 Ensayo de impacto Izod. 4.4.2 Transición dúctil-frágil. 4.5 Ensayos de dureza. 4.5.1 Ensayo de dureza Brinell. |

| | |
|--|--|
| | <p>4.5.2 Ensayo de dureza Rockwell. 4.5.3 Ensayo de dureza Vickers. 4.6 Ensayo de resistencia al desgaste. 4.7 Ensayo de torsión. 4.8 Ensayo de fatiga. 4.8.1 Interpretación de las curvas S-N. 4.9 Ensayo de termofluencia.</p> |
|--|--|

7. Actividades de aprendizaje de los temas

| Fundamentos del comportamiento mecánico | |
|--|---|
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específicas: Aplica los conceptos empleados en el análisis del comportamiento mecánico para analizar y resolver problemas sobre la resistencia de los materiales.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de investigación. • Habilidad para buscar, procesar y analizar información. • Capacidad crítica y auto-crítica. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. | <ul style="list-style-type: none"> • Relacionar los conceptos adquiridos en física del estado sólido con los mecanismos de movilidad atómica en el comportamiento mecánico de los materiales. • Identificar e interpretar los puntos y datos relevantes del diagrama esfuerzo-deformación. • Analizar e interpretar una curva esfuerzo-deformación para diferentes materiales y determinar el esfuerzo de cedencia aplicando el criterio pertinente en relación al comportamiento del material, el módulo de Young, la resistencia a la tensión, la elongación y módulo de resiliencia. • Elaborar un cuadro sinóptico acerca de las características del comportamiento dúctil y frágil. • Resolver problemas acerca de los conceptos de esfuerzo y deformación. |
| Teoría de la elasticidad | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica: Compara los fenómenos físicos asociados a la deformación de materiales con las teorías de cálculo para interpretar y describir el comportamiento mecánico de un material.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y auto-crítica. • Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. | <ul style="list-style-type: none"> • Relacionar el concepto de energía de enlace con los cálculos de resistencia de materiales. • Interpretar los cálculos de esfuerzos y esfuerzos principales para representarlos en esquemas gráficos. • Realizar cálculos de esfuerzos principales mediante el círculo de Mohr en condición de esfuerzo plano. • Utilizar TIC's para el cálculo de esfuerzos. • Deducir, aplicar y discutir las ecuaciones que relacionan el esfuerzo y la deformación en el rango plástico. • Analizar un diagrama esfuerzo-cortante para |

| | |
|---|--|
| | determinar el esfuerzo de cedencia cortante. |
| Teoría de la plasticidad | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específicas: Identifica los aspectos importantes de la deformación permanente en un material para determinar los valores críticos de deformación que producen la falla de un material.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y auto-crítica. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de investigación. • Conocimientos sobre el área de estudio y profesión. • Capacidad para tomar decisiones. | <ul style="list-style-type: none"> • Analizar el comportamiento que conlleva al material a alcanzar deformaciones fuera del límite elástico. • Establecer criterios que le permitan proponer mejoras a las técnicas de ensayo existentes, sobre todo para nuevos materiales. • Aplicar los métodos de cálculo para estimar el endurecimiento por deformación en materiales. • Correlacionar los modelos aplicados a las características de formabilidad de un material. |
| Ensayos Mecánicos | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específicas: Identifica los ensayos mecánicos más útiles para cuantificar de manera simple las propiedades mecánicas particulares de un material. Además, evalúa cuantitativa y cualitativamente las propiedades de los materiales para clasificarlos de acuerdo su aplicación.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de investigación. • Conocimientos sobre el área de estudio y profesión. • Capacidad para tomar decisiones. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidad en el uso de las TIC's. • Compromiso con la calidad. | <ul style="list-style-type: none"> • Construir el diagrama esfuerzo-deformación para diferentes materiales ingenieriles a partir de datos experimentales. • Interpretar los resultados obtenidos experimentalmente en diversos ensayos mecánicos. • Conocer la utilidad del ensayo de impacto para determinar la tenacidad de los materiales sujetos a cargas de impacto y discutir el efecto de la temperatura en la transición de dúctil a frágil • Conocer y realizar los diferentes ensayos de dureza e interpretar los resultados. • Analizar casos prácticos de estudio de las propiedades mecánicas de los materiales. • Visitar empresas para visualizar la aplicación directa de los temas del curso. |

8. Prácticas

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ensayos de tracción uniaxial, compresión, flexión, impacto, dureza, torsión, resistencia al desgaste y fatiga. • Visita a un centro de investigación en materiales. • Visita a una empresa del ramo metalmeccánico. |
|---|

9. Proyecto de asignatura

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:

- **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 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.
- **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 desarrollar.
- **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.

Como sugerencia: Se puede realizar la evaluación de las propiedades mecánicas de un material empleado en la fabricación de un producto, durante sus diversas etapas de procesamiento: recepción, acondicionamiento, maquinado, deformación en caliente, deformación en frío, ciclo de soldadura, tratamiento térmico y condición final, a fin de identificar y relacionar los cambios morfológicos de la microestructura con la resistencia mecánica del material.

10. Evaluación por competencias

Para evaluar las actividades de aprendizaje se recomienda solicitar: reportes de prácticas, reportes de visitas industriales, mapas conceptuales, problemarios, cuestionarios y exámenes.

Para verificar el logro de las competencias del estudiante se recomienda utilizar: Exámenes, Portafolio de evidencias, Lista de cotejo, Matrices de valoración y Rúbricas.

11. Fuentes de información

1. Hibbeler, R.C. (2010) *Mecánica de Materiales*. Pearson.
1. Madhukar, V. (2010) *Mecánica de materiales*. Alfa Omega.
2. Roy, R.C. (2002) *Mecánica de Materiales*. CECSA.
3. Callister, W.D. (2010) *Materials Science and Engineering*. Reverté.
4. Askeland, R.D. (2011) *Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. Cengage learning.
5. Schakelford, J.F. (2006) *Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros*. Pearson.
6. Beer F.P. (2010) *Mecánica de Materiales*. McGraw-Hill.
7. Gere J.M. (2012) *Mechanics of materials*. Cengage Learning.
8. Coca P. (2004) *Ciencia de materiales: teoría-ensayos-tratamientos*. Pirámide Ediciones.
9. Robles-Casolco D. (2012) *Problemas prácticos de metalurgia: La Ciencia de los Materiales, dirigida a estudiantes de Ingeniería desde un enfoque metalúrgico*. Editorial académica española.
10. Shaffer, J.P. (2001) *Ciencia y diseño de materiales para ingeniería*. CECSA.