

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: Comportamiento Mecánico de los Materiales
Carrera: Ingeniería en Materiales
Clave de la asignatura: MAC – 0504
Horas teoría-horas práctica-créditos: 4 2 10

2.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Saltillo del 20 al 24 de Septiembre de 2004.	Representantes de las Academias de Ingeniería en Materiales de los Institutos Tecnológicos.	Reunión Nacional de Evaluación Curricular de la Carrera de Ingeniería en Materiales.
Institutos Tecnológicos de Chihuahua y Saltillo.	Academias de la carrera de Ingeniería en Materiales.	Análisis y enriquecimiento de las propuestas de los programas diseñados en la Reunión nacional de evaluación curricular.
Instituto Tecnológico de Zacatecas del 28 de Febrero al 4 de Marzo de 2005.	Comité de Consolidación de la Carrera de Ingeniería en Materiales.	Definición de los Programas de Estudio de la Carrera de Ingeniería en Materiales.

3.- UBICACIÓN DE LA ASIGNATURA

a). Relación con otras asignaturas del plan de estudio

Anteriores		Posteriores	
Asignaturas	Temas	Asignaturas	Temas
Seminario de Introducción a la Ingeniería en Materiales	Materiales de ingeniería: metales, cerámicos, polímeros y compuestos.	Conformado de metales	Conformado en caliente. Conformado en frío y metalurgias de polvos.
Física I	Introducción, Estática de la partícula, Estática del cuerpo rígido.	Materiales Cerámicos	Procesos de elaboración de cerámicos.
Matemáticas I	Derivación Parcial	Materiales Poliméricos	Procesos de Conformado.
Matemáticas II	Métodos de integración.	Materiales Compuestos	Procesamiento de materiales compuestos, propiedades.
Matemáticas III	Vectores.		
Física del Estado Sólido	Estructura cristalina I y II, defectos estructurales, mecanismos de endurecimiento.		
Métodos Numéricos	Transformaciones lineales y vectores característicos.		

b). Aportación de la asignatura al perfil del egresado

Proporciona los elementos y fundamentos necesarios para:

- Evaluar e interpretar las propiedades mecánicas de los diferentes materiales utilizados en ingeniería.
- Analizar el comportamiento mecánico de los materiales.
- Seleccionar el material adecuado, en relación a sus propiedades mecánicas y en función de su aplicación.
- Predecir la falla de los materiales cuando son sometidos a la acción de cargas.

4.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO

Comprenderá y predecirá el comportamiento mecánico de los materiales, mediante la teoría de la elasticidad, plasticidad y en las técnicas de evaluación de las propiedades mecánicas para los diferentes materiales.

5.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Fundamentos del comportamiento mecánico de los materiales	<ul style="list-style-type: none">1.1 Generalidades.1.2 Comportamiento elástico y plástico.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 (esfuerzo de trabajo).1.7 Comportamiento mecánico de los polímeros.<ul style="list-style-type: none">1.7.1 Polímeros termoestables.1.7.2 Polímeros termoplásticos.1.7.3 Elastómeros.
2	Teoría de la elasticidad	<ul style="list-style-type: none">2.1 Componentes del esfuerzo: esfuerzo normal y esfuerzo cortante.2.2 Tipos de deformación: deformación longitudinal y deformación cortante.2.3 Estado de esfuerzo en tres dimensiones.2.4 Estado de esfuerzo plano (en dos dimensiones).2.5 Círculo de Mohr en dos dimensiones.2.6 Análisis del esfuerzo en tres dimensiones.<ul style="list-style-type: none">2.6.1 Cálculo de los esfuerzos principales.2.6.2 Cálculo del esfuerzo normal y del esfuerzo cortante que actúan en un plano oblicuo.2.6.3 Cálculo del esfuerzo cortante máximo en función de esfuerzos principales.

		<p>2.7 Análisis de la deformación en tres dimensiones.</p> <p>2.8 Medición de la deformación de una superficie empleando galgas extensiométricas y cálculo de las deformaciones principales.</p> <p>2.9 Aplicación del círculo de Mohr para el análisis de la deformación.</p> <p>2.10 Relaciones entre esfuerzos y deformaciones por medio de la ley de Hooke.</p> <p>2.10.1 Aplicación del principio de superposición.</p> <p>2.10.2 Constantes elásticas: Módulo de Young, módulo de rigidez y módulo volumétrico.</p> <p>2.10.3 Cálculo de los esfuerzos a partir de las deformaciones elásticas.</p>
3	Teoría de la plasticidad	<p>3.1 Diagrama esfuerzo-deformación reales (curvas fluencia).</p> <p>3.1.1 Concepto de esfuerzo real y deformación real.</p> <p>3.1.2 Relación entre el esfuerzo real y el esfuerzo medio.</p> <p>3.1.3 Relación entre la deformación real y la deformación lineal media.</p> <p>3.2 Energía de deformación elástica.</p> <p>3.3 Criterios de fluencia.</p> <p>3.3.1 Teoría del esfuerzo cortante máximo (criterio del esfuerzo).</p> <p>3.3.2 Teoría de Von - Mises (Criterio de la energía de distorsión).</p> <p>3.4 Teoría del campo de líneas de deslizamiento.</p>
4	Tribología	<p>4.1 Generalidades y equipos</p> <p>4.2 Topografía de superficies.</p> <p>4.3 Contacto de sólidos.</p> <p>4.4 Fricción.</p> <p>4.5 Efecto del deslizamiento entre superficies.</p>

		<p>4.6 Desgaste inicial.</p> <p>4.7 Desgaste por adherencia.</p> <p>4.8 Desgaste por abrasión.</p> <p>4.9 Métodos de Control</p> <p>4.10 Lubricación</p>
5	Ensayos mecánicos	<p>5.1 Ensayo de tensión uniaxial.</p> <p>5.1.1 Ensayo de tensión y propiedades mecánicas determinadas a partir de esta prueba.</p> <p>5.1.2 Ensayo de tensión aplicado a plásticos.</p> <p>5.2 Ensayo de compresión.</p> <p>5.3 Ensayo de torsión.</p> <p>5.4 Ensayo de impacto.</p> <p>5.4.1 Técnicas de ensayo de impacto.</p> <p>5.4.2 Transición dúctil-frágil.</p> <p>5.5 Ensayos de dureza.</p> <p>5.5.1 Ensayo de dureza Brinell.</p> <p>5.5.2 Ensayo de dureza Rockwell.</p> <p>5.5.3 Ensayo de dureza Vickers.</p> <p>5.5.4 Relación entre la resistencia a la tensión y la dureza de los materiales metálicos.</p> <p>5.6 Ensayo de resistencia al desgaste.</p> <p>5.7 Ensayo de flexión para materiales frágiles.</p> <p>5.8 Ensayo de fatiga.</p> <p>5.8.1 Resultados del ensayo de fatiga.</p> <p>5.8.2 Aplicación práctica del ensayo de fatiga.</p> <p>5.9 Ensayo de termofluencia.</p> <p>5.9.1 Curva de termofluencia.</p> <p>5.9.2 Evaluación del comportamiento de termofluencia.</p> <p>5.9.3 Aplicación práctica del ensayo de termofluencia.</p>

6	Mecánica de la fractura	<p>6.1 Importancia de la mecánica de la fractura.</p> <p>6.2 Principios de mecánica de la fractura.}</p> <p>6.2.1 Esfuerzos residuales.</p> <p>6.2.2 Teoría de Griffith.</p> <p>6.2.3 Análisis de tensiones alrededor de grietas.</p> <p>6.3 Tenacidad de fractura.</p> <p>6.3.1 Ensayo de tenacidad a la fractura.</p> <p>6.3.2 6.3.2 Determinación y aplicación del K_{Ic}.</p>
7	Análisis de falla	<p>7.1 Fundamentos de fractura.</p> <p>7.2 Tipos de fractura.</p> <p>7.2.1 Fractura dúctil.</p> <p>7.2.2 Fractura frágil.</p> <p>7.3 Fatiga.</p> <p>7.3.1 Esfuerzos cíclicos.</p> <p>7.3.2 La curva S-N.</p> <p>7.3.3 Iniciación y propagación de la grieta.</p> <p>7.3.4 Velocidad de propagación de la grieta.</p> <p>7.3.5 Factores que afectan a la vida a la fatiga de los materiales.</p> <p>7.4 Termofluencia.</p> <p>7.4.1 Comportamiento bajo condiciones de termofluencia.</p> <p>7.4.2 Influencia de la tensión y de la temperatura.</p> <p>7.4.3 Métodos de extrapolación de los datos del ensayo de termofluencia a la práctica.</p> <p>7.5 Agrietamiento por corrosión por esfuerzo.</p>

6.- APRENDIZAJES REQUERIDOS

- Equilibrio de partículas y cuerpos rígidos
- Fundamentos de derivación parcial.
- Métodos de integración.
- Fundamentos de vectores.
- Estructura cristalina
- Defectos cristalinos estructurales
- Mecanismos de endurecimiento
- Software para la resolución de ecuaciones durante el análisis del esfuerzo y la deformación.

7.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Talleres de solución de casos prácticos tanto en clase como en laboratorio.
- Sesiones grupales de discusión
- Análisis de conceptos y temas fundamentales.
- Investigación documental.
- Resolver problemas relacionados con el comportamiento elástico y plástico de los materiales
- Ensayos mecánicos
- Realizar seminarios

8.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Examen escrito.
- Realización de ensayos mecánicos, presentación y discusión de reportes de resultados.
- Participación en seminarios
- Participación en clase.

9.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1.- Fundamentos del comportamiento mecánico de los materiales

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
El estudiante analizará el comportamiento	<ul style="list-style-type: none">• Definir y aplicar el concepto de esfuerzo medio y deformación lineal media.	1, 2, 3, 4, 5, 6,

<p>elástico de los materiales sujetos a la acción de cargas externas y utilizara los diagramas esfuerzo-deformación para evaluar su comportamiento mecánico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender la diferencia entre el comportamiento elástico y plástico de los materiales utilizando un diagrama esfuerzo – deformación. • Analizar el fenómeno de fragilidad y ductilidad para diferentes materiales. • A partir de datos experimentales construir el diagrama esfuerzo-deformación para diferentes materiales ingenieriles. • Analizar el diagrama construido para establecer el comportamiento mecánico y determinar las propiedades mecánicas principales. • Resolver problemas de esfuerzo y deformación lineal media. • Discutir la importancia del factor de seguridad y del esfuerzo de diseño permisible. 	
--	--	--

Unidad 2.- Teoría de la elasticidad

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
<p>Comprenderá los principios de la mecánica del continuo para analizar el esfuerzo y la deformación de los materiales cuando se deforman elásticamente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los componentes del esfuerzo: esfuerzo normal y esfuerzo cortante y la deformación asociada a estos componentes. • Analizar los componentes del estado de esfuerzo en tres dimensiones y estado de esfuerzo plano. • En sesiones de grupos resolver ejercicios relacionados con el estado de esfuerzo plano. • Analizar la deformación en tres dimensiones y utilizar métodos de medición de deformación de una superficie para determinar las deformaciones principales. • Conocer los diferentes estados de esfuerzo: esfuerzo triaxial, esfuerzo cilíndrico, esfuerzo hidrostático y estado de esfuerzo de corte puro. • Aplicar el principio de superposición 	<p>1, 2, 3, 9</p>

	<p>para formular las ecuaciones que relacionan el esfuerzo y la deformación para diferentes estados de esfuerzos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolver problemas relacionados con el análisis del esfuerzo y la deformación para los diferentes estados de esfuerzo. • 	
--	---	--

Unidad 3.- Teoría de la plasticidad

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Aplicará los criterios de fluencia para determinar el esfuerzo de fluencia de los materiales que son sometidos a diferentes estados de esfuerzo.	<ul style="list-style-type: none"> • Construir y analizar las curvas de fluencia y comprender las diferencias con una curva esfuerzo-deformación convencional. • Deducir, aplicar y discutir las ecuaciones que relacionan el esfuerzo y la deformación en el rango plástico. • Analizar la energía de deformación elástica volumétrica y aplicar la ecuación de la energía de distorsión elástica. • Conocer los fundamentos de los diferentes criterios de fluencia y su aplicación al fenómeno de fluencia plástica de los materiales. • Resolver ejercicios que implican el uso de los criterios de fluencia. 	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9

Unidad 4.- Tribología

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Analizará los principios elementales para comprender los mecanismos que producen desgaste entre superficies en contacto.	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar y discutir las variables de los tópicos de la tribología. • Conocer la influencia de la topografía de superficies durante la interacción interfacial entre éstas. • Discutir la influencia del área de contacto entre superficies en el 	8, 11, 12, 13, 14, 15

	<p>desgaste.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar el efecto de la fuerza de fricción en el comportamiento tribológico. • Comprender los principales mecanismos de desgaste entre superficies. • Realizar practicas en laboratorio para analizar las variables involucradas en el desgaste y lubricación 	
--	---	--

Unidad 5.- Ensayos mecánicos

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
<p>Conocerá la metodología para realizar los diferentes tipos de ensayos mecánicos con la finalidad de interpretar y evaluar las propiedades mecánicas de los materiales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer y aplicar el procedimiento experimental para realizar los siguientes ensayos de: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Tensión uniaxial. ◦ Compresión. ◦ Torsión. ◦ Impacto. ◦ Dureza. ◦ Resistencia al desgaste. ◦ Flexión ◦ Fatiga. ◦ Termofluencia. • 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 modulo de Young, la resistencia a la tensión, la elongación y modulo de resiliencia. • Analizar e interpretar una curva esfuerzo-deformación en compresión para determinar la resistencia a la compresión de materiales frágiles. • Analizar un diagrama esfuerzo-cortante para determinar el esfuerzo de cedencia cortante. 	<p>1, 2,3, 4,5, 6, 9</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • 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 las curvas de pérdida de peso en el ensayo de desgaste y conocer y aplicar los diferentes métodos de determinación de la resistencia al desgaste. • Determinar a partir del ensayo de flexión de tres puntos la resistencia a la ruptura y la constante elástica (modulo en flexión) para materiales cerámicos. • Mediante una curva Wohler (curva S-N) determinar la resistencia a fatiga. • Diferenciar las tres etapas de termofluencia y determinar la resistencia a la fluencia. • Interpretar los mapas de deformación en materiales sujetos a termofluencia. 	
--	---	--

Unidad 6.- Mecánica de la fractura

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
<p>Analizará los principios de la mecánica de la fractura y comprenderá la relación entre las propiedades mecánicas de los materiales y los mecanismos de propagación de grietas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir por equipos la importancia de la mecánica de la fractura como herramienta de análisis en el estudio de la propagación de grietas en los materiales. • Comprender los principios de la mecánica de la fractura, tomando en cuenta para ello la teoría de Griffith. • Discutir la influencia de la geometría de la grieta en la concentración de esfuerzos. • Analizar y discutir las curvas de propagación de grietas en diferentes 	<p>4, 5, 6, 10</p>

	<p>materiales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar y aplicar el concepto de tenacidad a la fractura con la finalidad de evitar la fractura de los materiales en condiciones de servicio. • Aplicar la metodología para determinar el K_{IC}. 	
--	---	--

Unidad 7.- Análisis de fallas

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Analizará los mecanismos que producen la falla de los materiales la finalidad de prevenir y/o controlar la falla en los materiales.	<ul style="list-style-type: none"> • Observar en la superficie de fractura las características de los diferentes tipos de fractura y saber diferenciarlas. • Analizar el efecto que produce la temperatura en la transición de fractura dúctil a frágil. • Observar las superficies de fractura de materiales sometidos a diferentes estados de esfuerzo. • Conocer los principios y las condiciones que producen falla en los materiales por fatiga. • Analizar y reportar el comportamiento de los materiales sometidos a condiciones de termofluencia. • Analizar el fenómeno de falla en los materiales cuando están sometidos a la acción simultánea de esfuerzo y a un medio corrosivo. • Realizar seminarios de los aprendizajes. 	4, 5, 6, 7, 10

10.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Hibbeler, R. C. Mecánica de Materiales. Prentice Hall, Tercera edición.
2. Dieter, George E. Mechanical Metallurgy. McGraw –Hill, Third edition, Series in Materials Science and Engineering.
3. Popov, Egor P. Mecánica de Materiales. LIMUSA, Segunda edición.
4. Callister, William D. Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Reverté, S. A.
5. Askeland, R. Donald y Phulé, Pradeep P. Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Thomson Editores, Cuarta edición.
6. Mangonon, Pat L. Ciencia de los Materiales: Selección y Diseño. Prentice – Hall
7. Schakelford, James F. Ciencia de Materiales para Ingenieros. Prentice – Hall, Tercera edición.
8. Sarkar, A. D. Desgaste de Metales. LIMUSA.
9. Meyers, A. M., Krishau Kumar, Chawla. Mechanical Metallurgy: Principles and Applications Prentice – Hall, 1988.
10. Hull, D. H. Introduction to Dislocations. Pergamon Press.
11. Neale, M. J. Drive and Seals: A Tribology Handbook (Tribology Handbook).
12. Bhushan, Bharat. Introduction to Tribology.
13. Hutchings, I. M. Tribology: Friction and Wear of Engineering Materials. Butterworth – Heinemann, 1992.
14. Williams, J. A. Engineering Tribology. UK: Oxford University Press, 1994.
15. Ludema, K. C. Friction, Wear, Lubrication. US: CRC Press, 1996.

11.- PRÁCTICAS

- 1 Ensayo de tracción uniaxial para diferentes tipos de materiales.
- 2 Ensayo de compresión uniaxial para materiales frágiles.
- 3 Ensayo de torsión para materiales metálicos.
- 4 Ensayo de impacto.
- 5 Ensayos de dureza para materiales metálicos y poliméricos.
- 6 Ensayo de resistencia al desgaste.
- 7 Ensayo de flexión de tres puntas para materiales frágiles.
- 8 Ensayo de fatiga para materiales metálicos.