

ÁREA: INGENIERÍA APLICADA

Programa de la asignatura de: TRIBOLOGÍA

CARRERA:	LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA				AÑO o MÓDULO:	OPTATIVO	
ÁREA DE CONOCIMIENTO:	INGENIERÍA APLICADA				ACADEMIA:	MANUFACTURA	
DURACIÓN DEL CURSO							
SEMANAS:	32	HORAS TOTALES:	96	HORAS A LA SEMANA:		3	
HORAS EN AULA:		3	HORAS DE PRÁCTICAS EXTERNAS			0	
HORAS EN TEORÍA:	3	HORAS DE TALLER:	0	HORAS DE LABORATORIO		0	
NÚMERO DE CRÉDITOS:		12	CLAVE DE LA ASIGNATURA			(CLAVE SIIA)	
OBLIGATORIA:	NO	OPTATIVA:	SI	MODALIDAD*:		Presencial	
ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN:		10/09/2021		No. ACTA H.C.T.		No. 2/2021-2022	

*Presencial, semipresencial.

Seriación obligatoria antecedente: Ciencia de Materiales II (204178)

Seriación obligatoria consecuente: Ninguna

OBJETIVO/COMPETENCIA GENERAL DEL CURSO:																							
Conocer la interacción entre la fricción, desgaste y lubricación en un sistema de contacto móvil entre dos o más materiales. Proporcionar al estudiante, el entendimiento y habilidades necesarias sobre los aspectos ingenieriles de los diferentes sistemas tribológicos de fricción, desgaste y lubricación. Con especial énfasis en el comportamiento de los materiales, principalmente metales, además de cerámicos, polímeros y materiales compuestos. Se pretende que el estudiante sea capaz de seleccionar el material adecuado para un sistema tribológico específico, de acuerdo al/los diferentes mecanismos de desgaste que puedan operar en un sistema dado.																							
ATRIBUTOS DE EGRESO QUE IMPACTA:																							
AE1			AE2			AE3			AE4			AE5			AE6			AE7			AE8		
X			X			X															X		
Nivel			Nivel			Nivel			Nivel			Nivel			Nivel			Nivel			Nivel		
I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A
		X			X			X															X

* I –Introdutorio, M –Medio, A –Avanzado

TEMAS DEL PROGRAMA DE TRIBOLOGÍA

CAPÍTULO	TÍTULO	HORAS	%	% ACUM.
1	INTRODUCCIÓN A LA TRIBOLOGÍA	2	2.1%	2.1%
2	PROPIEDADES DE VOLUMEN Y DE SUPERFICIE	6	6.3%	8.3%
3	FRICCIÓN	6	6.3%	14.6%
4	DESGASTE POR ABRASIÓN	8	8.3%	22.9%
5	DESGASTE POR DESLIZAMIENTO	8	8.3%	31.3%
6	DESGASTE POR DESLIZAMIENTO-RODAMIENTO	8	8.3%	39.6%
7	DESGASTE POR FATIGA DE CONTACTO POR RODADURA	8	8.3%	47.9%
8	DESGASTE POR EROSIÓN	8	8.3%	56.3%
9	DESGASTE POR ADHESIÓN	8	8.3%	64.6%
10	DESGASTE POR CORROSIÓN	8	8.3%	72.9%
11	DESGASTE POR FRETTING	8	8.3%	81.3%
12	TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	8	8.3%	89.6%
13	RECUBRIMIENTOS DUROS	6	6.3%	95.8%
14	LUBRICACIÓN	6	6.3%	102.1%
TOTALES		96	100.0%	

CONTENIDO DEL PROGRAMA DE TRIBOLOGÍA

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LA TRIBOLOGÍA.

Objetivo/Competencia: El alumno define los conceptos fundamentales de la tribología.

1.1. Definición y Alcances.

- 1.2. Aspectos Económicos en Tribología.
- 1.3. Naturaleza de las Superficies.
- 1.4. Daño Superficial.
- 1.5. Fricción.
- 1.6. Mecanismos de Fricción.
- 1.7. Mecanismos de Desgaste.
- 1.8. Ensayos de Desgaste.

CAPÍTULO 2. PROPIEDADES DE VOLUMEN Y DE SUPERFICIE.

Objetivo/Competencia: El alumno describe y compara las propiedades de volumen y de superficie.

- 2.1. Propiedades de volumen.
- 2.2. Propiedades de Superficies.
- 2.3. Microgeometría superficial.
- 2.4. Contacto entre sólidos.
- 2.5. Temperatura de superficie
- 2.6. Areas aparente y real.
- 2.7. Energía libre superficial versus energía libre volumétrica.
- 2.8. Adsorción de películas y condiciones ingenieriles.

CAPÍTULO 3. FRICCIÓN.

Objetivo/Competencia: El alumno describe la fricción en los distintos tipos de materiales empleados en la industria.

- 3.1. Introducción.
- 3.2. Teoría de la fricción sólida.
- 3.3. Mecanismos básicos de fricción.
- 3.4. Fricción de metales.
- 3.5. Fricción de polímeros.
- 3.6. Fricción de cerámicos.
- 3.7. Fricción de materiales compuestos.
- 3.8. Superficies desgastadas.
- 3.9. Ensayos tribológicos.
- 3.10. Práctica de campo.

CAPÍTULO 4. DESGASTE POR ABRASIÓN.

Objetivo/Competencia: El alumno describe el desgaste en los distintos tipos de materiales empleados en la industria.

- 4.1. Tribología y Mecanismos de Desgaste.
- 4.2. Desgaste por Abrasión.
- 4.3. Cuantificación de la Abrasión. Diagrama de Modo de Desgaste.
- 4.4. Grado de Desgaste.
- 4.5. Influencia de la Dureza.
- 4.6. Efecto de Segundas Fases.
- 4.7. Capacidad de deformación.
- 4.8. Caracterización de las Partículas Abrasivas.
- 4.9. Selección de Materiales.
 - 4.9.1. Metales.
 - 4.9.2. Polímeros.
 - 4.9.3. Cerámicos.
 - 4.9.4. Materiales compuestos.
- 4.10. Abrasión en Sistemas Lubricados.
- 4.11. Práctica de campo.

CAPÍTULO 5. DESGASTE POR DESLIZAMIENTO.

Objetivo/Competencia: El alumno describe el desgaste por deslizamiento en los distintos tipos de materiales empleados en la industria.

- 5.1. Mecanismos de desgaste.
- 5.2. Progreso del desgaste.
- 5.3. Influencia de la rugosidad de la superficie.
 - 5.3.1. Metales.
 - 5.3.2. Polímeros.
 - 5.3.3. Cerámicos.
 - 5.3.4. Materiales compuestos.
- 5.4. Práctica de campo.

CAPÍTULO 6. DESGASTE POR DESLIZAMIENTO-RODAMIENTO.

Objetivo/Competencia: El alumno describe el desgaste por deslizamiento-rodamiento en los distintos tipos de materiales empleados en la industria.

- 6.1. Mecanismos de desgaste.
- 6.2. Condiciones operacionales
- 6.3. Microestructura y propiedades del material.
 - 6.3.1. Metales.
 - 6.3.2. Polímeros.
 - 6.3.3. Cerámicos.
 - 6.3.4. Materiales compuestos.
- 6.4. Práctica de campo.

CAPÍTULO 7. DESGASTE POR FATIGA DE CONTACTO POR RODADURA.

Objetivo/Competencia: El alumno describe el desgaste por fatiga de contacto por rodadura en los distintos tipos de materiales empleados en la industria.

- 7.1. Introducción.
- 7.2. Distribución de Tensiones en el Contacto Ideal.
- 7.3. Distribución de Tensiones en el Contacto No-Ideal.
- 7.4. Lubricación en la FCR.
- 7.5. Tipos de Falla en la FCR.
- 7.6. Predicción de la Vida.
- 7.7. Falla en elementos sometidos a FCR.
- 7.8. Materiales Empleados.
- 7.9. Tratamientos Superficiales.
- 7.10. Práctica de campo.

CAPÍTULO 8. DESGASTE POR EROSIÓN.

Objetivo/Competencia: El alumno describe el desgaste por erosión en los distintos tipos de materiales empleados en la industria.

- 8.1. Erosión.
- 8.2. Fenomenología de la erosión.
- 8.3. Mecanismo de desgaste.
 - 8.3.1. Erosión de metales.
 - 8.3.2. Erosión de cerámicos.
 - 8.3.3. Cavito-erosión.
 - 8.3.4. Erosión por impacto líquido.
 - 8.3.5. Erosión por barros.
- 8.4. Propiedades físicas.
- 8.5. Elementos microestructurales.
- 8.6. Práctica de campo.

CAPÍTULO 9. DESGASTE POR ADHESIÓN.

Objetivo/Competencia: El alumno describe el desgaste por adhesión en los distintos tipos de materiales empleados en la industria.

- 9.1. Desgaste adhesivo.
- 9.2. Teoría de microsoldaduras.
- 9.3. Teoría de delaminación.
- 9.4. Adhesión en vacío.
- 9.5. Efecto de películas.
- 9.6. Formación de óxidos.
- 9.7. Tipos de óxidos.
- 9.8. Práctica de campo.

CAPÍTULO 10. DESGASTE POR CORROSIÓN.

Objetivo/Competencia: El alumno describe la corrosión.

- 10.1. Desgaste corrosivo.
- 10.2. Desgaste por oxidación.
- 10.3. Mecanismos de erosión - corrosión, parámetros.
- 10.4. Daño superficial.
- 10.5. Efectos de los factores ambientales.
- 10.6. Métodos para evitar el desgaste corrosivo.
- 10.7. Práctica de campo.

CAPÍTULO 11. DESGASTE POR FRETTING.

Objetivo/Competencia: El alumno describe el desgaste por fretting en los distintos tipos de materiales empleados en la industria.

- 11.1. Definición.
- 11.2. Mecanismos básicos de desgaste.
- 11.3. Parámetros que afectan al fretting.
- 11.4. Influencia de las partículas oxidadas.
- 11.5. Daño por fretting. Teorías de VAMs y TTZs afectadas al fretting.
- 11.6. Sistemas bi-combinados y tri-combinados.
- 11.7. Prevención de daño por fretting.
- 11.8. Práctica de campo.

CAPÍTULO 12. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.

Objetivo/Competencia: El alumno realiza un tratamiento superficial.

- 12.1. Diferencias entre recubrimiento y modificación superficial.
- 12.2. Clasificación.
- 12.3. Procesos en estado líquido, sólido y gaseoso.
- 12.4. Electrodeposición.
- 12.5. Electrolessdeposición.
- 12.6. Pulverizado térmico, Termal Spray.
- 12.7. Deposición química en estado gaseoso (CVD).
- 12.8. Deposición física en estado gaseoso (PVD).
- 12.9. Procesos termoquímicos asistidos por plasma.
- 12.10. Tratamientos superficiales por láser.
- 12.11. Práctica de campo.

CAPÍTULO 13. RECUBRIMIENTOS DUROS.

Objetivo/Competencia: El alumno realiza un recubrimiento duro.

- 13.1. Definición.
- 13.2. Tipos de proceso de recargue.
- 13.3. Variables operativas de los depósitos por soldadura.
- 13.4. Metalurgia de los recubrimientos.
- 13.5. Materiales para recargue.
- 13.6. Selección de materiales para recargue.
- 13.7. Consideraciones económicas en la aplicación.
- 13.8. Práctica de campo.

CAPÍTULO 14. LUBRICACIÓN.

Objetivo/Competencia: El alumno realiza un plan de mantenimiento para lubricación, de una planta industrial.

- 14.1. Introducción.
- 14.2. Mecanismos de lubricación.
- 14.3. Espesor de Película Necesario.
- 14.4. Selección de la Viscosidad.
- 14.5. Composición y Propiedades de los Lubricantes.
- 14.6. Clasificación de los lubricantes.
- 14.7. Técnicas de Mantenimiento - Mantenimiento Proactivo.
 - 14.7.1. Lubricación hidrodinámica
 - 14.7.2. Lubricación elastohidrodinámica
 - 14.7.3. Lubricación de frontera.
 - 14.7.4. Lubricación sólida
- 14.8. Monitoreo de Equipos.
- 14.9. Interpretación de Resultados.
- 14.10. Plan de Mantenimiento.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA	
X	Búsqueda de información documental por parte del alumno.
X	Técnicas grupales para la resolución de ejercicios.
X	Tareas y trabajos extra clase.
X	Utilización de recursos audiovisuales y de tecnología de punta.
X	Exposiciones por parte del alumno.
X	Participación del alumno en clase.

X	Participación activa del alumno en la construcción de su conocimiento.
	Seminarios.
X	Taller para la solución de Problemas.
	Prácticas de Laboratorio.
X	Prácticas de campo.
	Otras:

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN

X	Participación en clase.
X	Ejercicios y trabajos realizados en el Taller.
X	Trabajos y tareas extra clase.
X	Exposición de temas de investigación en forma grupal e individual.
X	Practicass de laboratorio reportadas por escrito.
X	Participaciones.
X	Examen por parciales.
X	Examen departamental.
	Otros

<div> <div>PERFIL DEL DOCENTE</div> <div> <i>Licenciatura en Ingeniería, Materiales, Física o en carreras cuyo contenido en el área de matemáticas sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.</i> </div> </div>			
CONOCIMIENTOS	EXPERIENCIA PROFESIONAL	HABILIDADES	ACTITUDES
<div> <div>Ciencia de materiales.</div> <div>Termofluidos.</div> <div>Mecanica Clasica.</div> <div>Tribologia.</div> </div>	<div> <div>Haber impartido clase.</div> <div>Formación pedagógica.</div> </div>	<div> <div>Domino de la asignatura</div> <div>Manejo de grupos</div> <div>Comunicación (transmisión de conocimiento).</div> <div>Capacidad de análisis y síntesis.</div> <div>Manejo de materiales didácticos.</div> <div>Creatividad.</div> <div>Capacidad para realizar analogías y comparaciones en forma simple.</div> <div>Capacidad para motivar al Auto Estudio, el Razonamiento y la investigación.</div> </div>	<div> <div>Ética.</div> <div>Honestidad.</div> <div>Compromiso con la docencia.</div> <div>Crítica Fundamentada.</div> <div>Respeto y Tolerancia.</div> <div>Responsabilidad Científica.</div> <div>Liderazgo.</div> <div>Superación personal, docente y profesional.</div> <div>Espíritu cooperativo.</div> <div>Puntualidad.</div> <div>Compromiso social.</div> </div>

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Bharat Bhushan. *Introduction to Tribology*. Wiley and Sons. New York, 2002.
2. J.A. Williams. *Engineering Tribology*. Ed. Oxford University Press. Oxford, 1998.
3. Karl-Heinz Zum Gahr. *Microstructure and Wear of Materials*. Elsevier Science Editors. Amsterdam, 1987.
4. Ian M. Hutchings. *Tribology, friction and wear of engineering materials*. Edward Arnold Editors. London, 1996.