



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Mantenimiento en Sistemas Ferroviarios
Clave de la asignatura:	FED-2312
SATCA¹:	2-3-5
Carrera:	Ingeniería Ferroviaria

2. Presentación

Caracterización de la asignatura (objetivo)
<p>Esta asignatura el estudiante obtiene una formación que le permite, operar, instalar, mantener, supervisar y evaluar sistemas ferroviarios, lo que le permite resolver determinadas situaciones relacionadas al mantenimiento a los diferentes equipos utilizados en la industria ferroviaria. Esto le permitirá al estudiante insertarse en el sector productivo en el área de mantenimiento, dando solución a las necesidades requeridas.</p> <p>Esta asignatura aporta al perfil de egreso del ingeniero Ferroviario la habilidad para emplear técnicas de control para optimizar el uso de recursos en sistemas ferroviarios, ya que en el tema dos incorpora el control de calidad en los materiales pétreos; asimismo, fomenta en el perfil de egreso la capacidad para la instalación, actualización y mantenimiento de los sistemas ferroviarios al incorporar los logros esperados de los temas uno y tres, relativos a los procedimientos constructivos, de mantenimiento y rehabilitación de vías férreas, así como el tema 4, dedicado a la inspección en instalaciones y edificios.</p> <p>Esta asignatura le permite adquirir habilidades para desenvolver de forma eficaz en el campo de los sistemas ferroviarios. Asimismo, puede relacionarse con asignaturas de alguna especialidad que se requiera en el entorno.</p>
Intención didáctica
<p>Esta asignatura se organiza en cuatro temas, agrupando los contenidos conceptuales de la asignatura en los dos primeros temas; se incluye un tercero y cuarto tema que se destina a la aplicación de procesos como el maquinado y la elección de lubricantes, así como la optimización para la eficiencia de mantenimiento. Esta asignatura de mantenimiento pretende presentarle al estudiante un panorama completo sobre las teorías y la aplicación de las técnicas para implementar un programa de mantenimiento, apegándose a las filosofías y/o teorías relacionadas con la asignatura.</p> <p>En el primer tema se pretende abordar la importancia y los tipos de mantenimiento en la industria ferroviaria, así como sus conceptos y su relevancia para salvaguardar la seguridad.</p> <p>En el segundo tema se presenta la definición, características, ventajas, desventajas de las teorías de mantenimiento ferroviario, así como deben ser programados estos para su realización.</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



En el tema tres, se estudia y analiza los procesos de maquinado, así como las herramientas que se aplican y la clasificación y selección de lubricantes conociendo los principios básicos de estos en la industria.

En el cuarto tema se aborda la optimización y conocimientos en RAMS que son la base para la predicción de mantenimiento correctivo dándole a ello nuestro cumplimiento de calidad en el servicio por medio de planeación de las tareas de mantenimiento para el mejoramiento de la eficiencia de este.

En cada uno de los temas el estudiantado aplica una actividad integradora, que le permite comprender los conceptos de mantenimiento necesarios para poder establecer programas y usar técnicas actualizadas para contribuir a la maximización de la eficiencia y seguridad en la industria ferroviaria, logrando con esta asignatura la utilidad que tiene para su desempeño como profesional.

El enfoque sugerido para la asignatura requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado.

En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a los estudiantes para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar, para que aprendan a planificar.

Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer las condiciones y características de los fenómenos y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean contruidos, artificiales, virtuales o naturales.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el estudiante tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el estudiante se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es importante que el estudiante reconozca la importancia de las actividades que lleva a cabo y como estas contribuyen a su formación profesional; así como desarrollar la precisión, curiosidad, puntualidad, entusiasmo, interés, tenacidad, flexibilidad y autonomía.



3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Del 8 de mayo al 2 de junio. Tecnológico Nacional de México, Ciudad de México y en el Instituto Superior de Escárcega	Representantes de los Institutos tecnológicos de: Campeche Cancún, Mérida, Oaxaca, Orizaba, Superior de Escárcega, Superior de Valladolid, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Tláhuac, Toluca, Villahermosa, Zona Maya y Zona Olmeca	Reunión de Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería Ferroviaria.

4. Logro formativo a desarrollar en la asignatura

Saberes, habilidades y destrezas de la asignatura
Analiza y aplica los procesos de maquinado y del mantenimiento en sus diferentes tipos y selecciona el óptimo conforme a la falla presentada, con base en las normas pertinentes, además selecciona e integra los elementos en sistemas mecánicos y eléctricos, buscando mejorar la eficiencia en las actividades de mantenimiento.

5. Saberes, habilidades y destrezas previas

<ul style="list-style-type: none">Comprende los principios de Neumática en los sistemas ferroviarios.Aplica los principios de electromagnetismo para los sistemas ferroviarios.Integra los diversos elementos mecánicos en máquinas y sistemas mecánicos del funcionamiento de los sistemas ferroviarios.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Programas de Mantenimiento y Seguridad de Operaciones	1.1 Definición de mantenimiento en sistemas férreos 1.2 Importancia del mantenimiento para la seguridad, disponibilidad y confiabilidad del sistema ferroviario 1.3 Programación del mantenimiento 1.4 Mantenimiento preventivo y predictivo 1.5 Mantenimiento correctivo y emergente 1.6 Aplicación de la NOM-016 -STPS-2001 (operación y mantenimiento de ferrocarriles condiciones de seguridad e higiene)
2	Mantenimiento Ferroviario	2.1 Mantenimiento al material Rodante 2.2 Mantenimiento de la vía 2.3 Mantenimiento de infraestructura e instalaciones 2.4 Instalaciones para mantenimiento 2.5 Materiales auxiliares
3	Procesos de Maquinado y lubricación	3.1 Teoría de Corte (velocidades, herramientas)



		3.2 Torneado 3.3 Fresado 3.4 Taladro 3.5 Rectificado de superficies planas y cilíndricas. 3.6 Procesos de soldadura 3.7 Tribología y lubricación en sistemas ferroviarios 3.8 Estudio de la lubricación y su clasificación. 3.9 Selección y aplicación de lubricantes para maximizar la vida útil y el rendimiento de los componentes.
4	Soporte de calidad y eficiencia aplicada al servicio	4.1 Análisis y cálculo de Fiabilidad 4.2 Análisis Efecto del modo de falla y criticidad 4.3 Análisis de mantenibilidad 4.4 Análisis de Tiempo medio de Reparación 4.5 Análisis de Disponibilidad 4.6 Análisis Preliminar de Riesgos 4.7 Análisis de Riesgos de Operación de Soporte 4.8 Análisis de reporte de fallas y acciones correctivas 4.9 Análisis de Causa raíz de Falla 4.10 programa de mejora de la eficiencia

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Programas de Mantenimiento y Seguridad de Operaciones	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> Diseñar e implementa programas de mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo en los sistemas ferroviarios. 	<ul style="list-style-type: none"> Investigar la historia y los conceptos de mantenimiento industrial sobre sistemas férreos Exponer los tipos de conceptos y definiciones. Realizar una investigación de campo acerca de la importancia que tiene el mantenimiento en la industria ferroviaria Realizar una mesa de discusión para determinar el papel del mantenimiento. Interpretar las diferentes teorías del mantenimiento. Elaborar casos prácticos donde se diseñe, ejecute y supervise programas de mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo. Exponer los diferentes tipos de riegos y como evitarlos utilizando las herramientas e instrumentos necesarios. Visitas a los talleres de mantenimiento
1. Mantenimiento Ferroviario	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
Aplica las teorías específicas que se requieren en el mantenimiento del material rodante, vías, infraestructura e	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar proyectos prácticos relacionados con el mantenimiento ferroviario.



instalaciones para su óptimo funcionamiento resguardando la integridad de los usuarios.	<ul style="list-style-type: none"> Realizar estudios de casos reales aplicados al mantenimiento. Generar panel de discusión abordando la importancia del mantenimiento de la infraestructura en el funcionamiento seguro y eficiente del sistema ferroviario. Realiza casos prácticos para proponer soluciones de problemas en la infraestructura ferroviaria.
2. Procesos de Maquinado y lubricación	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
Identifica los procesos de maquinado más usuales para la manufactura de piezas que le permitan supervisar el funcionamiento de los sistemas ferroviarios.	<ul style="list-style-type: none"> Investiga las principales operaciones de maquinado que se tienen, tales como el torneado, el rectificado, el fresado y el cepillado. Realiza un mapa conceptual, donde muestre características, ventajas, desventajas, cálculo y condiciones de operación de cada una de las máquinas para realizar el proceso requerido. Realiza prácticas de maquinado de piezas. Visitar talleres de mantenimiento
3. Soporte de calidad y eficiencia aplicada al servicio	
Saberes, habilidades y destrezas	Actividades de aprendizaje
Implementa acciones y estrategias para mejorar la eficiencia al material rodante y del sistema ferroviario.	<ul style="list-style-type: none"> Realiza un análisis exhaustivo de los procesos de mantenimiento existentes y evalúa su efectividad. Identifica las áreas problemáticas, los cuellos de botella y las deficiencias en los procedimientos actuales. Realiza análisis de cálculos Genera reportes de prácticas. Realiza casos prácticos Genera simulaciones sobre la generación de estrategias para la mejora del material rodante.

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> Realiza prácticas de análisis de desgaste de componentes, utilizando herramientas de microscopía y análisis de superficies para examinar componentes ferroviarios desgastados. Propiciar pruebas de laboratorio para evaluar el rendimiento de los sistemas de tracción y frenado. Procedimientos de preparación de máquina (cero máquinas, cero pieza y compensación de herramientas) Desarrollar dibujos de piezas y generación de programas utilizando las herramientas de CAM. Fabricar piezas desarrolladas en CAD/CAM para torno y fresadora.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que plantee el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance del(los) logro(s) formativo(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 los saberes, habilidades y destrezas 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”, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación de saberes, habilidades y destrezas

La evaluación requiere de una evaluación continua y permanente, por lo que se deben realizar evaluaciones:

- **Diagnóstica** Aplicar esta evaluación al inicio del semestre que permita evaluar los conocimientos previos adquiridos.
- **Formativa:** su finalidad principal es verificar si los estudiantes están adquiriendo y desarrollando adecuadamente las competencias requeridas. Permite identificar los avances y deficiencias en la adquisición del conocimiento permitan proveer una retroalimentación útil para mejorar su desempeño académico.
- **Sumativa:** Se busca determinar el grado de ejecución y desempeño alcanzado por los estudiantes en la aplicación de las competencias adquiridas durante el curso. Su finalidad es asignar una calificación y tomar decisiones de acreditación basada en los niveles de desempeño establecidos en el Lineamiento para la Evaluación y Acreditación de Asignaturas vigente.

Los productos sugeridos para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje son:

- Mapa conceptual
- Cuadro comparativo
- Panel
- Caso práctico
- Ejercicios
- Informe documental - escrito
- Exposición (medios audiovisuales)

Para la realización de la evaluación final se elabora un proyecto final y su informe, el cual integre todos los procesos de maquinado y técnicas de mantenimiento estudiados en casos prácticos reales. (apegados a sistemas ferroviarios)-, demostrando la eficiencia del programa propuesto.



Prácticas de laboratorio y reportes. (maquinados)

Las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje y prácticas realizadas serán:

- Listas de cotejo
- Rúbricas
- Guías de evaluación.
- Portafolio de evidencia
- Pruebas escritas.

11. Referencias

Albarracín, P. (2017). *Tribología y Lubricación Industrial y Automotriz* 10. J. George Wills, Lubrication.

Garrido, S. G. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Diaz de santos.

Gerling, H. (2018). *Alrededor de las Máquinas-Herramientas*. Editorial Reverté 2019

González, F. J. (2017). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado* Ed. Fundación Confemetal.

Oswald, K. & Amand, S. (2019). *Operación de máquinas herramientas*, Mc Graw Hill.

Parra, C., & Crespo, A. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos*. INGECON.

Pirro, D. M., Webster, M., & Daschner, E. (2016). *Lubrication fundamentals, revised and expanded*. CRC Press.

Técnicas y métodos de aplicación a la fase operativa de los equipos. Ed. AENOR