

ASIGNATURA DE TRIBOLOGÍA

1. Competencias	Diseñar estrategias de mantenimiento mediante el análisis de factores humanos, tecnológicos, económicos y financieros, para la elaboración y administración del plan maestro de mantenimiento que garantice la disponibilidad y confiabilidad de planta, contribuyendo a la competitividad de la empresa.
2. Cuatrimestre	Séptimo
3. Horas Teóricas	24
4. Horas Prácticas	36
5. Horas Totales	60
6. Horas Totales por Semana Cuatrimestre	4
7. Objetivo de aprendizaje	El alumno elaborará programas de mantenimiento de la maquinaria para reducir los costos, coadyuvar al mejor aprovechamiento de los recursos naturales y la reducción de la contaminación del medio ambiente, mediante la aplicación de los conceptos de la Tribología tales como desgaste, lubricación y análisis de aceite.

Unidades de Aprendizaje	Horas		
	Teóricas	Prácticas	Totales
I. Impacto de la tribología en los costos de manufactura y medio ambiente	2	3	5
II. Sistema tribológico y los tipos de fricción	4	6	10
III. Fallas de los elementos mecánicos por desgaste	4	6	10
IV. Lubricación	4	6	10
V. Análisis de aceite	10	15	25
Totales	24	36	60

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

TRIBOLOGÍA

UNIDADES DE APRENDIZAJE

1. Unidad de aprendizaje	I. Impacto de la tribología en los costos de manufactura y medio ambiente
2. Horas Teóricas	2
3. Horas Prácticas	3
4. Horas Totales	5
5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje	El alumno determinará prácticas en la operación o mantenimiento de máquinas para generar ahorros en los costos de manufactura, el uso de recursos naturales y la reducción de la contaminación al medio ambiente, mediante la aplicación de la ciencia de la tribología.

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Introducción a la tribología	<p>Explicar la aplicación de conceptos tribológicos desde los tiempos remotos.</p> <p>Narrar el proceso del nacimiento de la Ciencia de la Tribología.</p> <p>Explicar la definición de Tribología.</p>		<p>Proactividad</p> <p>Liderazgo</p> <p>Ordenado</p> <p>Creativo</p> <p>Tenaz</p> <p>Propositivo</p> <p>Analítico</p>
Tendencias de los costos de mantenimiento	<p>Explicar las oportunidades de ahorro en los costos de mantenimiento si se pone atención a la lubricación.</p> <p>Explicar cuál es el impacto del desgaste prematuro de los elementos de máquina, en los costos de operación, el deterioro de los recursos naturales y la contaminación del medio ambiente.</p>	<p>Determinar oportunidades de ahorro económico al desarrollar las actividades de operación y mantenimiento en la maquinaria, aplicando la Tribología. (Desgaste, lubricación y análisis de aceite).</p>	<p>Proactividad</p> <p>Liderazgo</p> <p>Ordenado</p> <p>Creativo</p> <p>Tenaz</p> <p>Propositivo</p> <p>Analítico</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Tribología y medio ambiente	Explicar aspectos importantes a considerar en la elaboración de un plan para difundir el conocimiento de la Tribología en la empresa.	Elaborar un plan para difundir el conocimiento de la tribología en la empresa con el fin de mejorar la operación y mantenimiento de los equipos	Proactividad Liderazgo Ordenado Creativo Tenaz Propositivo Analítico

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

TRIBOLOGÍA

PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
A partir de un caso, elabora un reporte del diseño de planes para mejorar la operación y mantenimiento de la maquinaria aplicando la ciencia de la tribología y que incluya: desgaste, lubricación y análisis de aceite.	<ol style="list-style-type: none">1. Comprender el concepto y la importancia de la tribología en la operación y mantenimiento de una máquina2. Comprender la evolución en los costos de mantenimiento de la década de los 70's a la fecha3. Identificar la importancia de difundir los conocimientos de la Tribología en el sector productivo4. Comprender procedimiento de elaboración de planes que coadyuven al mejoramiento de la operación y el mantenimiento de la maquinaria	Estudios de casos Lista de cotejo

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

TRIBOLOGÍA

PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Discusión de grupo Análisis de casos Equipos colaborativos	Pizarrón Computadora Cañón Elementos mecánicos que han sufrido desgaste

ESPACIO FORMATIVO

Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
X		

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

TRIBOLOGÍA

UNIDADES DE APRENDIZAJE

1. Unidad de aprendizaje	II. Sistema tribológico y los tipos de fricción
2. Horas Teóricas	4
3. Horas Prácticas	6
4. Horas Totales	10
5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje	El alumno identificará las partes que constituyen un sistema tribológico para localizar posibilidades de reducción de fricción mediante el reconocimiento de tipos de fricción y los factores (variables) que la originan.

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Características que inciden en la fricción	<p>Explicar el concepto de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) sistema tribológico b) el concepto de rugosidad c) área de contacto de los picos de las superficies d) contacto elástico y contacto plástico e) energía de adhesión por compatibilidad de los materiales f) acabados de las superficies de acuerdo al tipo de maquinado utilizado 	De una situación dada, elaborar un esquema en el que se identifiquen las situaciones particulares en las que opera el sistema tribológico de un par de elementos de máquina.	<p>Responsabilidad</p> <p>Proactividad</p> <p>Motivación</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Tipos de fricción que se presentan en los elementos de máquina	<p>Explicar las características de la fricción deslizante, la fricción por rodadura, la fricción por rotación y la fricción combinada, utilizando ejemplos en los que se presentan estos tipos de fricción en los movimientos de los elementos de máquina.</p> <p>Explicar las ecuaciones para calcular: la fricción estática deslizante, fricción estática de rotación, fricción dinámica en movimiento deslizante, fricción dinámica en movimiento de rotación</p>	<p>Medir la rugosidad de varias superficies de elementos de máquina utilizando un rugosímetro.</p> <p>Determinar en forma práctica, porcentajes de contacto entre superficies, empleando azul de Prusia.</p> <p>Dados dos metales que estarán en contacto, calcular el nivel de compatibilidad entre ambos y su interpretación para conocer el nivel adhesividad entre ambas superficies.</p> <p>Determinar entre qué rangos de rugosidad se encontrará la superficie y viceversa Conociendo el tipo de maquinado realizado en un elemento de máquina.</p> <p>Calcular valores de fricción: estática deslizante, estática de rotación, dinámica en movimiento deslizante, dinámica en movimiento de rotación</p>	Responsabilidad Proactividad Motivación

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

TRIBOLOGÍA

PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
<p>A partir de un caso, elaborará un reporte en donde determina las causas que originan el incremento de la fricción de los elementos mecánicos mediante la medición de las características de la superficie como rugosidad y temperatura, y reconocer la estructura molecular de los materiales.</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Identificar las partes de un sistema tribológico estudio2. Identificar las características de forma de la superficie, utilizando el rugosímetro y técnicas prácticas de inspección3. Identificar pares de superficies que tienen mayor adhesividad molecular entre ambos y además relaciona el tipo de maquinado con el grado de rugosidad de la superficie	<p>Análisis de casos Lista de verificación</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

TRIBOLOGÍA

PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Discusión de grupo Simulación Análisis de casos	Pizarrón Computadora Cañón Sonido ambiental Equipo de laboratorio para análisis de desgaste Videos, fotografías, visitas a talleres de maquinado Rugosímetro, Azul de Prusia, 15 pares de placas metálicas pulidas para realización de prácticas relacionadas a la determinación del % de área de contacto entre las superficies, bloques para calibración de instrumentos de medición para ejemplificar el nivel de adhesividad

ESPACIO FORMATIVO

Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
	X	

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

TRIBOLOGÍA

UNIDADES DE APRENDIZAJE

1. Unidad de aprendizaje	III.- Fallas de los elementos mecánicos por desgaste
2. Horas Teóricas	4
3. Horas Prácticas	6
4. Horas Totales	10
5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje	El alumno identificará los tipos de fallas por desgaste de los elementos mecánicos para prevenir las causas que las originan, mediante el análisis de las condiciones de operación de los elementos mecánicos o el análisis de las superficies afectadas.

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Tipos de desgaste	Explicar causas del: -desgaste abrasivo -desgaste adhesivos -desgaste por fractura -desgaste por corrosión -desgaste por erosión -desgaste por cavitación	Calcular el desgaste en los elementos de máquina midiendo espesores y rugosidades.	Responsabilidad Proactividad

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Tipos de fallas	<p>Explicar por qué y cómo falla un rodamiento.</p> <p>Explicar cuáles son los patrones de carga de los rodamientos y su interpretación.</p> <p>Explicar la clasificación de las fallas de los rodamientos de acuerdo a la ISO.</p> <p>Explicar cómo fallan los engranes y clasificación de sus modos de falla de acuerdo a la norma ISO.</p> <p>Explicar cómo fallan las levas y la clasificación de sus modos de falla.</p> <p>Explicar cómo fallan los cojinetes de superficie de contacto y su clasificación de sus modos de falla.</p> <p>Explicar cómo fallan las cadenas.</p> <p>Explicar los procedimientos para calcular el nivel de desgaste</p>	Determinar falla por desgaste en los elementos de máquina y las causas que la originan.	Responsabilidad Proactividad

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

TRIBOLOGÍA

PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
<p>A partir de un caso, elaborará un reporte que contenga:</p> <p>- Identificación de las fallas por desgaste en los elementos de máquina y las causas que le dieron origen y calculará niveles de desgaste en los elementos de máquina.</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Identificar los diferentes tipos de desgaste2. Identificar las fallas por desgaste en los elementos mecánicos3. Comprender el nivel de desgaste que se presenta en un elemento mediante el cálculo4. Interpretar las fallas por desgaste e identifica las acciones para disminuir el incremento del desgaste o tomar acciones correctivas para evitar que vuelva reincidir si se ha presentado una falla catastrófica	<p>Ejercicios prácticos Lista de verificación</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

TRIBOLOGÍA

PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Conferencias y exposición Taller Análisis de casos	Pizarrón Computadora Cañón Sonido ambiental Equipo de laboratorio para análisis de desgaste Videos, fotografías, visitas a talleres de maquinado

ESPACIO FORMATIVO

Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
	X	

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

TRIBOLOGÍA

UNIDADES DE APRENDIZAJE

1. Unidad de aprendizaje	IV.- Lubricación
2. Horas Teóricas	4
3. Horas Prácticas	6
4. Horas Totales	10
5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje	El alumno lubricará sistemas tribológicos para reducir su desgaste mediante la identificación y aplicación de los diferentes tipos de lubricantes.

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Tipos de películas lubricantes	Explicar las características de la película a) Hidrodinámica b) Hidrostática c) De capa límite (mixta) d) Elastohidrodinámica Regímenes de lubricación en función de la velocidad (curva de Stribeck)	Determinar el tipo de película lubricante con la que debe de trabajar un sistema tribológico determinado.	Responsabilidad Honestidad Proactividad
Tipos de lubricantes	Explicar la composición de los aceites lubricantes (aceite básico y aditivos): -Características de los aceites minerales. -Características de los aceites sintéticos -Composición y características de las grasas (aceite mineral, aceite sintético) Vida útil de los aceites y de las grasas lubricantes características de los lubricantes sólidos y fase vapor.	Diferenciar el comportamiento de la película lubricante de acuerdo a la carga, la velocidad, la temperatura y el medio ambiente en la que opera un sistema tribológico determinado.	Responsabilidad Honestidad Proactividad

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Lubricación de elementos de máquina	<p>Cojinetes de superficie de contacto (bujes y arandelas axiales de carga).</p> <p>Procedimiento para el cálculo del tipo de lubricante -grasa o aceite.</p> <p>Método de aplicación y el grado de viscosidad a utilizar considerando la carga velocidad de trabajo y la temperatura –temp., de suministro + 20° max-.</p> <p>Selección del tipo de vena de lubricación a emplear. -Cojinetes antifricción (rodamientos).</p> <p>Procedimiento para el cálculo del tipo de lubricante -grasa o aceite-, método de aplicación y los periodos de relubricación considerando la carga, velocidad, temperatura de trabajo y el medio ambiente, así como también del tipo de jaula del rodamiento.</p>	Determinar el tipo de lubricante, la cantidad de suministro, las frecuencias de relubricación, el método de aplicación más apropiado, para la lubricación de elementos de máquina.	Responsabilidad Honestidad Proactividad
Métodos de aplicación del lubricante	<p>Procedimiento para la lubricación de engranes, levas y seguidores y coples flexibles, considerando: si son abiertos o cerrados, sin fin-corona, su carga y velocidad de trabajo.</p> <p>Procedimiento para el cálculo del riesgo de que se produzcan surcos -scuffing-</p>	Establecer el sistema apropiado para lubricar elementos de máquina.	Responsabilidad Honestidad Proactividad

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
	<p>o desgaste en el diente del engrane.</p> <p>Consideraciones para la selección del método de lubricación.</p> <p>Procedimientos para la selección del tipo de lubricante considerando el tipo de cople y las rpm de giro.</p> <p>Procedimiento para selección del método de lubricación de los cables de acero, considerando el tipo de movimiento.</p> <p>Clasificación de los sistemas de lubricación.</p> <p>Criterios para seleccionar en qué casos se debe de utilizar un determinado método de lubricación.</p> <p>Explicar el principio de operación de los sistemas de pérdida total de grasa.</p> <p>Explicar el principio de operación de los sistemas de pérdida total de aceite o grasa semifluida.</p> <p>Explicar el principio de operación de los sistemas por baño o salpique.</p> <p>Explicar el principio de operación de los sistemas por neblina.</p>		

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
	Explicar el principio de operación de los sistemas a circulación.		

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

TRIBOLOGÍA

PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
<p>A partir de un proyecto, elaborará programas de lubricación de elementos de máquina en forma adecuada considerando carga, velocidad, temperatura condiciones ambientales, su método de aplicación y sus periodos de relubricación y método de aplicación.</p>	<p>1. Identificar las características de la película: a) Hidrodinámica, b) Hidrostática, c) De capa límite mixta), d) Elastohidrodinámica, regímenes de lubricación en función de la velocidad (curva de Stribeck), composición de los aceites lubricantes (aceite básico y aditivos), de los aceites minerales y sintéticos, grasas, lubricantes sólidos y fase vapor.</p> <p>2. Analizar la lubricación efectiva de los rodamientos, cojinetes, engranes, coples, levas y cadenas en base a las condiciones de trabajo y las características de los lubricantes comerciales.</p>	<p>Proyecto Lista de cotejo</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

TRIBOLOGÍA

PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Aprendizaje basado en proyectos Análisis de casos Equipos colaborativos	Pizarrón Computadora Cañón Sonido ambiental Cámara fotográfica digital y de video Aceites lubricantes, mineral y sintético, Equipos y dispositivos de lubricación manual y automáticos

ESPACIO FORMATIVO

Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
	X	

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

TRIBOLOGÍA

UNIDADES DE APRENDIZAJE

1. Unidad de aprendizaje	V.- Análisis de aceite
2. Horas Teóricas	10
3. Horas Prácticas	15
4. Horas Totales	25
5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje	El alumno diseñará e implementará programas de análisis de aceite para garantizar la confiabilidad de operación de los lubricantes mediante la realización de pruebas en campo y/o laboratorio.

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Control de calidad del aceite recibido	Identificar normas para el almacenamiento de aceites y grasas lubricantes, (NOM y EMA).	Elaborar un procedimiento para asegurar la calidad del aceite recibido.	Responsabilidad Honestidad Proactividad Liderazgo
Calidad en el almacenamiento y surtimiento de los aceites y grasas lubricantes	Identificar equipo adecuado para el suministro, distribución y aplicación de rellenos a depósitos de lubricación.	Elaborar una propuesta de infraestructura para el almacenamiento, así como un procedimiento para el suministro de los lubricantes de manera que se evite la posibilidad de contaminación.	Responsabilidad Honestidad Proactividad Liderazgo

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Tomas de muestras de aceite	<p>Explicar las finalidades de puntos de muestreos primarios y secundarios para el análisis efectivo.</p> <p>Identificar el equipo apropiado para la extracción de muestras de aceite.</p> <p>Explicar los procedimientos para la extracción de muestras de aceite, y administración de las muestras de aceite tomadas.</p> <p>Identificar las frecuencias de muestreos de aceite recomendados.</p>	Tomar muestras de aceite utilizando prácticas que reduzcan la posibilidad de que contaminen la muestra de aceite después de haberse sacado del depósito de almacenamiento del sistema de lubricación.	<p>Responsabilidad</p> <p>Honestidad</p> <p>Proactividad</p> <p>Liderazgo</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Pruebas de análisis de aceite.	<p>Describir en qué consisten las pruebas que se le realizan al aceite para conocer el grado de salud del aceite, su grado de contaminación y la inspección del nivel de desgaste de los elementos mecánicos, "in situ" para generar tendencias y de laboratorio.</p> <p>Listar nombres de laboratorios que ofrecen servicios de análisis de aceite.</p>	<p>Seleccionar pruebas mínimas necesarias de análisis de aceite para garantizar la confiabilidad de desempeño del mismo.</p> <p>Diagnosticar el nivel de degradación y contaminación en el que se encuentra operando un aceite lubricante.</p> <p>Calcular el incremento de vida útil de los elementos mecánicos al reducir el nivel de contaminación por partículas.</p> <p>Determinar las características de las partículas de desgaste contenidas en una muestra de aceite.</p> <p>Elaborar reporte de resultados y recomendaciones para garantizar la confiabilidad de operación de los equipos.</p>	<p>Responsabilidad</p> <p>Honestidad</p> <p>Proactividad</p> <p>Liderazgo</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Interpretación de resultados.	<p>Explicar rangos de parámetros para diagnosticar cuando el lubricante está en condiciones de operación, grado de contaminación y el nivel de desgaste en los elementos de máquina.</p> <p>Explicar la forma de interpretar Norma de ISO 4406:99 referente al código de limpieza de partículas.</p> <p>Explicar la interpretación de la Tabla del número de veces que se extiende la vida útil de los elementos de máquina al reducir el nivel de partículas contaminantes en el aceite.</p> <p>Listar los rangos de códigos de limpieza del aceite aceptados para elementos de máquina para su buen funcionamiento.</p>	Diagnosticar el nivel de degradación y contaminación en el que se encuentra operando un aceite lubricante.	Responsabilidad Honestidad Proactividad Liderazgo
Análisis de partículas de desgaste.	<p>Explicar la finalidad del análisis de partículas de desgaste.</p> <p>Identificar la clasificación de las partículas de desgaste.</p> <p>Explicar los factores que determinan la severidad del desgaste.</p>	Calcular el incremento de vida útil de los elementos mecánicos al reducir el nivel de contaminación por partículas. Identificar las características de las partículas de desgaste contenidas en una muestra de aceite.	Responsabilidad Honestidad Proactividad Liderazgo

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Emisión de resultados.	<p>Explicar el procedimiento para la elaboración de reportes y recomendaciones en base a los resultados.</p> <p>Explicar el procedimiento para la disposición de los lubricantes utilizados: filtración, centrifugado, reciclado y confinamiento.</p>	Elaborar reporte de resultados y recomendaciones para garantizar la confiabilidad de operación de los equipos.	Responsabilidad Honestidad Proactividad Liderazgo

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

TRIBOLOGÍA

PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
Diseñará e implementará un programa de análisis de aceite que permita tomar acciones proactivas para garantizar la confiabilidad de operación de las máquinas.	<ol style="list-style-type: none">1. Identificar un sistema de calidad para la recepción, almacenaje y suministro de los lubricantes2. Identificar puntos de muestreos primarios y secundarios en una máquina3. Comprender procedimiento de las pruebas que se le realizan a un lubricante considerando sus condiciones de trabajo4. Comprender metodología en la toma de muestras de aceite5. Interpretar los resultados del análisis de aceite	Proyecto Lista de cotejo

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

TRIBOLOGÍA

PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Aprendizaje basado en proyectos Análisis de casos Equipo colaborativos	Pizarrón Computadora Cañón Sonido ambiental Cámara fotográfica digital y de video Aceites lubricantes mineral y sintético, Equipos y dispositivos de lubricación manual y automáticos Titulador Karl Fischer Titulador AN Contador de Partículas Espectrógrafo FTIR Viscosímetro Equipo para analizar partículas DR-5 Ferro graph, FM-IIIIE Ferro gram Maker, FS-6 Ferro scope w/ Camera, Microscope Adapter, Passport License & Software, Wear Particle Atlas, Glass Marking Pens, Substrate Heater, Sample Oven

ESPACIO FORMATIVO

Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
	X	

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

TRIBOLOGÍA

CAPACIDADES DERIVADAS DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Capacidad	Criterios de Desempeño
Estructurar los programas maestros de mantenimiento mediante filosofías de mantenimiento: correctivo, preventivo, predictivo y autónomo para asegurar su cumplimiento.	Elabora propuesta de mejora al plan maestro de mantenimiento en función de los resultados y análisis de la aplicación de las técnicas pertinentes de mantenimiento (Inspección visual, Lubricación, termografía, ultrasonido, vibraciones, alineación con láser y otras pruebas no destructivas).
Diagnosticar maquinaria y equipo mediante técnicas predictivas con ensayos no destructivos (termografía, vibraciones, ultrasonido, tribología, entre otras) aplicando modelos matemáticos y otras herramientas para la detección oportuna de fallas y optimización de las actividades de mantenimiento.	Presenta el diagnóstico de las condiciones de operación de los sistemas electromecánicos utilizando técnicas predictivas (inspección visual, lubricación, termografía, ultrasonido, vibraciones, alineación con láser y otras pruebas no destructivas).

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

TRIBOLOGÍA

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Autor	Año	Título del Documento	Ciudad	País	Editorial
Williams, J.	(2004)	<i>Engineering Tribology.</i>	s.l.	United States.	Oxford University Press.
Wireman, T	(1990)	<i>World Class Maintenance Management</i>	s.l.	United States	Industrial Press, Inc.
Klüber Lubrication	(1989)	<i>Tribology The guide to lubrication.(9/89)</i>	s.l.	s.l.	s.e.
Rabinowicz, E	(1995)	<i>Friction and wear of materials</i>	s.l.	United States	John Wiley & Sons, Inc
Booser, R.	(1997)	<i>Tribology data Handbook</i>	New York	USA	CRC Press LLC
Van Beek, A	(2004)	<i>Machine lifetime performance and reliability</i>	s.l.	Netherlands.	TU Delft
Van Beek, A	(2006)	<i>Advance engineering design</i>	s.l.	Netherlands	TU Delft
Ludema, K.	(1996)	<i>Friction, Wear, Lubrication a textbook in Tribology.</i>	s.l.	United States	CRC Press
ASM International	(1992)	<i>Friction, Lubrication, and Wear Technology Handbook Vol. 18</i>	s.l.	United States	ASM International
Bhushan, B.	(2001)	<i>Modern Tribology Handbook</i>	New York	s.l.	CRC Press LLC
Booser, R.	(1983)	<i>Handbook of Lubrication (Theory and practice of Tribology) Vol II</i>	New York	s.l.	CRC Press LLC
Neale, M	(1993)	<i>Lubrication. East Kilbride</i>	Scotlad	United Kingdom.	Thompson Litho Ltd

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	

Autor	Año	Título del Documento	Ciudad	País	Editorial
Stachowiak,G	(2005)	<i>Wear - Materials, Mechanisms and Practice.</i>	s.l.	England	John Wiley & Sons, Ltd
Tribology: How a word was coined 40 years ago. (Consulta realizada 24/02/2009) en http://www.highbeam.com/Tribology+~A~+Lubrication+Technology/publications.aspx?date=200603					
Castañeda, V. (2008) Metodología para integrar la tecnología del análisis de aceite a los programas de mantenimiento predictivo, Tesis. (Consultado 01/03/2009). México. CICATA-IPN QRO . http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/handle/123456789/1158					
MACHINERY LUBRICATION (Sep-Oct 2005) The importance of ISO Cleanliness code, (Consultado 01/03/2009). http://www.machinerylubrication.com/Backup/200509/Contam-Tab2.gif					

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2017	