

PROGRAMA EDUCATIVO
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
EN COMPETENCIAS PROFESIONALES

PROGRAMA DE ASIGNATURA: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

CLAVE: E-ENND-3

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante formulará programas de mantenimiento predictivo sustentados en la aplicación de ensayos no destructivos, para prevenir fallas imprevistas, de acuerdo a la normatividad aplicable.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Optimizar las estrategias de mantenimiento, condiciones de operación de los equipos, los estudios de ingeniería y proyectos técnico-económicos mediante el análisis de factores humanos, tecnológicos, financieros para la gestión del plan maestro de mantenimiento que garantice la disponibilidad, confiabilidad, sostenibilidad y factibilidad de la planta, contribuyendo a la competitividad de la empresa a través de las nuevas tecnologías de la Industria para predecir, planear y controlar los procesos de mantenimiento y lograr los objetivos de la organización			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	9	5.63	Escolarizada	6	90

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I. Técnicas de inspección superficial y/o subsuperficial	15	20

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

II. Técnicas de inspección volumétrica	15	20	35
III. Técnicas de inspección de integridad o hermeticidad	8	12	20
Totales	38	52	90

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Valorar la información de los factores humanos, tecnológicos, económicos y financieros, mediante el análisis de las políticas y las condiciones de la empresa y de su entorno para la toma de decisiones.	Analizar las políticas, condiciones internas y el entorno de la empresa mediante la aplicación de métodos, técnicas y procedimientos para la toma de decisiones.	Elabora un diagnóstico de la situación del mantenimiento en la empresa a partir del análisis realizado mediante los métodos, técnicas y procedimientos aplicados, integrando una síntesis que aporte datos para la toma de decisiones.
	Determinar los indicadores del área de mantenimiento mediante la ponderación de los factores de competitividad (disponibilidad de equipo, confiabilidad, mantenibilidad, costos de mantenimiento), que orientarán la toma de decisiones.	Entrega el conjunto de indicadores estratégicos de mantenimiento considerando las condiciones internas y externas del área (humanos, tecnológicos, materiales y financieros) a aplicar, así como su forma de cálculo y criterios de interpretación.
	Documentar las estrategias del mantenimiento mediante estudios históricos de demanda de los recursos, optimizando costos (directos y de oportunidad), incorporando nuevas tecnologías y técnicas para el cumplimiento de las metas establecidas.	Entrega un plan estratégico de mejora, considerando la situación general del mantenimiento en la empresa, incluyendo recursos humanos, materiales y financieros.
Administrar el plan maestro de mantenimiento mediante el	Estructurar el plan maestro de mantenimiento mediante la filosofía de mantenimiento y sus tipos: 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 predictivo (Inspección visual, Lubricación,

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBO:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

establecimiento de políticas, métodos y procedimientos de mantenimiento para la mejora de la confiabilidad de los equipos, empleados y la eficiencia de los recursos.		Termografía, Ultrasonido, Análisis de vibraciones mecánicas, análisis de redes eléctricas y otras pruebas no destructivas).
	Determinar los métodos y procedimientos de trabajo aplicando normas y técnicas correspondientes para la ejecución y mejoramiento de actividades de mantenimiento.	Presenta un manual de procedimientos (mapeo del proceso) para optimizar y ejecutar el programa de mantenimiento a sistemas productivos (electromecánicos, termo mecánicos, hidráulicos, neumáticos, automatizados, etc.)
	Gestionar el talento humano, así como los recursos financieros y materiales de acuerdo a los procedimientos y políticas de la empresa para la ejecución de las actividades de mantenimiento.	Entrega un reporte fundamentado con el análisis de viabilidad y factibilidad técnico - financiera acorde al plan maestro de mantenimiento que contemple el ingreso y desarrollo del personal así como los recursos y materiales requeridos.
Garantizar la correcta operación de maquinaria, equipo e instalaciones mediante la aplicación de técnicas actuales y las mejores prácticas de mantenimiento para contribuir a la competitividad de la empresa.	Diagnosticar maquinaria, equipo e instalaciones mediante técnicas de análisis predictivo y 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, mediante técnicas de análisis predictivo y 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 un reporte con el diagnóstico con 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), que incluya alternativas de atención, corrección y mejora
	Identificar las áreas de mejora en la eficiencia global de maquinaria, equipo e instalaciones	Presenta una propuesta con alternativas de atención, corrección y mejora en la implementación de un

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>mediante el análisis estadístico de los indicadores en trabajo conjunto con áreas de producción, proyectos, planeación, calidad, Ing. de planta, seguridad y compras, para incrementar la confiabilidad y rentabilidad en la empresa.</p>	<p>programa de mantenimiento productivo total (TPM) basado en los resultados y seguimiento a la condición de maquinaria, equipo e instalaciones con técnicas avanzadas, involucrando las áreas relacionadas con el uso y mantenimiento del equipo.</p>
	<p>Asegurar la fiabilidad global de maquinaria, equipo e instalaciones mediante la coordinación de las actividades de grupos de trabajo para minimizar las fallas procurando la mejora continua y la calidad del servicio.</p>	<p>Presenta una programa que incluya el cálculo y análisis de la fiabilidad, así como los resultados de la implementación para maquinaria , equipo e instalaciones, basado en técnicas, como el análisis de causa raíz, análisis de modo y efectos de falla (AMEF), mantenimiento basado en la fiabilidad (RCM), entre otras.</p>
<p>Supervisar la seguridad e higiene industrial , el uso racional y eficiente de los recursos energéticos, y el correcto manejo integral de residuos mediante la aplicación de normas y estándares nacionales e internacionales para coadyuvar a la operación</p>	<p>Controlar los riesgos ambientales y los agentes contaminantes generados por las actividades propias de mantenimiento: físicos, químicos y biológicos mediante el cumplimiento de la normatividad vigente para garantizar la seguridad, salud y respeto del medio ambiente.</p>	<p>"Elabora un programa para el manejo de los agentes contaminantes presentes en su área de responsabilidad de acuerdo a normas y estándares nacionales e internacionales.</p> <p>Presenta órdenes de trabajo mediante el uso de herramientas tecnológicas que incluyan los aspectos referidos a la seguridad según el tipo de actividad y la normatividad vigente."</p>
	<p>Estructurar acciones específicas de contingencia en la unidad económica mediante la aplicación de análisis de riesgo en el caso de interrupción del servicio para conservar la integridad de las personas, instalaciones, equipos y procesos.</p>	<p>"Elabora un análisis de riesgos que permita identificar los diferentes tipos de amenazas en los procesos productivos.</p> <p>Elabora e implemente un plan de contingencia del área asignada bajo su responsabilidad que asegure el</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

sustentable y sostenible de la unidad económica.		restablecimiento del servicio. Presenta un reporte de las posibles causas que ocasionaron la falla."
	Mejorar el uso de los recursos energéticos mediante proyectos de ahorro y calidad de la energía para la reducción de costos de operación y la disminución del impacto ambiental.	Presentar un proyecto integral de ahorro y calidad de la energía, que contemple el costo-beneficio considerando el medio ambiente, el uso de energías alternas y nuevas tecnologías, acorde a la normatividad y estándares vigentes aplicables .
Integrar proyectos de innovación a los sistemas productivos con enfoque en la mantenibilidad mediante la utilización de nuevas tecnologías para mejorar la operatividad de la empresa.	Proponer sistemas de control automatizado usando las nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia en la funcionalidad del mantenimiento y de los procesos.	Presenta propuestas de proyectos de automatización de maquinaria, equipo e instalaciones que incluyan el uso de tecnologías y manejo de información de mantenimiento considerando aspectos de seguridad, higiene y medio ambiente.
	Controlar las modificaciones y ampliaciones de infraestructura, equipamiento e instalaciones mediante el seguimiento de las diversas etapas de los proyectos de construcción, modificación e instalación de equipos para garantizar el alcance de las metas establecidas y el cumplimiento a la normatividad correspondiente.	Presenta un reporte de avance de las actividades del proyecto que contenga costos, tiempos, uso de materiales y cumplimiento de normas y especificaciones.
	Asegurar la disponibilidad y calidad de suministros energéticos (gas, vapor, agua, electricidad, etc.) de acuerdo a la demanda mediante la elaboración de programas de abastecimiento para garantizar la continuidad del servicio en las instalaciones de la	Elabora un programa para el suministro de energéticos que contemple planes alternativos de abastecimiento tomando en cuenta los indicadores de consumo.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	empresa.	
Diseñar proyectos de desarrollo tecnológico mediante estudios de viabilidad y factibilidad para mejorar la mantenibilidad.	Elaborar proyectos de aplicación e investigación tecnológica utilizando técnicas y métodos cualitativos y cuantitativos para la toma de decisiones que coadyuven a mejorar las condiciones de operación de los activos fijos de la empresa.	Presenta proyectos de desarrollo tecnológico en su área de competencia que contemplen aspectos como mejora de tiempos de respuesta, eficiencia energética, accesibilidad, ergonomía, seguridad e higiene y medio ambiente.
	Crear estrategias para el establecimiento de empresas de mantenimiento mediante el análisis de estudios técnicos, económicos y de oportunidades de mercado para promover el autoempleo y desarrollo de emprendedores.	Presenta el anteproyecto para el establecimiento de una empresa de acuerdo a su perfil profesional que contemple la concepción de la oportunidad de negocio, análisis de mercado potencial y viabilidad económica.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Técnicas de inspección superficial y/o subsuperficial					
Propósito esperado	El estudiante implementará técnicas de inspección superficial y/o subsuperficial de acuerdo a normativa, para evaluar las condiciones en las cuales se encuentra el activo y optimizar los programas de mantenimiento predictivo.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	15	Horas del Saber Hacer	20	Horas Totales	35

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Inspección visual	<p>Explicar en qué consiste la prueba de inspección visual, los tipos de aplicación de la prueba, sus ventajas y desventajas.</p> <p>Explicar la terminología empleada y los tipos de inspección superficial.</p> <p>Describir las características de los equipos empleados en la inspección visual.</p> <p>Identificar parámetros de una inspección</p>	<p>Inspeccionar superficies de un activo en búsqueda de indicaciones o discontinuidades.</p> <p>Evaluar las superficies de acuerdo a procedimientos y normatividad vigente.</p> <p>Documentar resultados de la inspección visual.</p>	<p>Desarrollar el pensamiento <i>analítico</i> a través de la identificación de conceptos para resolver problemas en su formación académica o su entorno.</p> <p>Asumir la <i>responsabilidad</i> y <i>honestidad</i> para la toma de decisiones y al realizar actividades en forma individual y en equipo en forma <i>proactiva</i> e <i>inclusiva</i>.</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	visual.		Ejercer <i>liderazgo</i> en la práctica de laboratorio, coordinando las actividades para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar con respeto al entorno y medio ambiente.
Líquidos penetrantes	<p>Describir las características de la prueba de líquidos penetrantes y sus tipos.</p> <p>Explicar el procedimiento en la prueba de líquidos penetrantes.</p>	<p>Inspeccionar superficies de un activo en búsqueda de indicaciones o discontinuidades.</p> <p>Documentar los resultados de la técnica de líquidos penetrantes.</p>	
Partículas magnéticas	<p>Identificar los tipos de materiales a los cuales es aplicable la técnica de partículas magnéticas</p> <p>Reconocer los principios del magnetismo.</p> <p>Describir la generación del campo magnético en diferentes geometrías.</p> <p>Explicar los métodos para inducir producir el campo magnético.</p> <p>Describir las características de las grietas y rayones superficiales; e indicaciones subsuperficiales.</p>	<p>Seleccionar método conveniente al realizar la prueba.</p> <p>Inspeccionar un activo en búsqueda de indicaciones o discontinuidades superficiales y subsuperficiales.</p> <p>Determinar las características de las discontinuidades que se presentan.</p> <p>Documentar los resultados del ensayo.</p>	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	Describir los equipos utilizados en la técnica.		
Termografía	<p>Explicar los principios físicos básicos de la termografía infrarroja.</p> <p>Identificar las características y funciones de las cámaras infrarrojas.</p> <p>Describir el procedimiento de termografía infrarroja.</p> <p>Explicar casos de aplicación de la técnica de termografía infrarroja.</p> <p>Distinguir condiciones anormales de operación de maquinaria y equipos.</p>	<p>Establecer los parámetros al obtener termogramas.</p> <p>Obtener termogramas y diagnosticar anomalías térmicas.</p> <p>Evaluar las condiciones del equipo con base en termogramas.</p> <p>Documentar los resultados de termografía.</p>	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje		
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

		Aula	
Tareas de investigación	Pintarrón	Laboratorio / Taller	X
Análisis de casos	Equipos de cómputo	Empresa	
Práctica en laboratorio	Cañón		
	Pantallas		
	Sonido ambiental		
	Para inspección visual: Boroscopio, Fibroscopio, Estereoscopio, Lámpara LED, Lupas varios tamaños, cámara fotográfica, videoscopio, etc.		
	Para Inspección por Líquidos penetrantes: Líquidos penetrantes (Limpiador, Penetrante y Revelador)		
	Para inspección por Partículas magnéticas: Yugo magnético, partículas y Medidor de campo residual.		
	Para inspección por termografía: Cámara termográfica, software de análisis termográfico, termómetros infrarrojos, termómetros de contacto.		

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
a) Los estudiantes identifican las discontinuidades que puede presentar un producto o elemento de máquina por su proceso de fabricación o condición de uso.	A partir de casos prácticos elabora un reporte de selección de la técnica y de la aplicación de los ensayos no destructivos superficiales o subsuperficiales para	Estudio de casos Lista de cotejo

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

<p>b) Los estudiantes valoran la forma, tamaño, distribución, ubicación, alineación, agrupación de discontinuidades para identificar como fallas o defectos en las partes de máquinas.</p> <p>c) Los estudiantes conocen las diversas técnicas de la Inspección superficial o subsuperficial y aplican el instrumental designado.</p> <p>d) Los estudiantes seleccionan la técnica más adecuada a las características de los diferentes materiales, condición de la superficie y construcción de las partes.</p> <p>e) Los estudiantes aplican la técnica de inspección superficial o subsuperficial seleccionada.</p> <p>f) Los estudiantes interpretan y evalúan los resultados o datos obtenidos para generar un reporte.</p>	<p>determinar la condición de componentes de máquinas, y dictaminar sobre su utilidad o reemplazo dentro del plan maestro de mantenimiento.</p>	
--	---	--

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

g) Los estudiantes diagnostican la condición de los activos y recomiendan acciones de mantenimiento.		
--	--	--

Unidad de Aprendizaje	II. Técnicas de inspección volumétrica					
Propósito esperado	El estudiante implementará técnicas de inspección volumétrica de acuerdo a normativa, para evaluar las condiciones en las cuales se encuentra el activo y optimizar los programas de mantenimiento predictivo.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	15	Horas del Saber Hacer	20	Horas Totales	35

Temas	Saber	Saber Hacer	Ser y Convivir
	Dimensión Conceptual	Dimensión Actuacional	Dimensión Socioafectiva
Emisión Acústica	<p>Explicar la prueba de emisión acústica.</p> <p>Diferenciar la relación de la prueba de emisión acústica con otros métodos.</p> <p>Identificar los equipos que requiere para realizar la prueba.</p>	<p>Proponer una inspección de emisión acústica de acuerdo a su campo de aplicación.</p> <p>Realizar un procedimiento de inspección por emisión acústica.</p> <p>Documenta en el programa de</p>	<p>Desarrollar el pensamiento <i>analítico</i> a través de la identificación de conceptos para resolver problemas en su formación académica o su entorno.</p> <p>Asumir la <i>responsabilidad</i> y <i>honestidad</i> para la toma de decisiones y al realizar actividades</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	Identificar los campos de aplicación de la técnica de emisión acústica.	mantenimiento la integración del ensayo.	en forma individual y en equipo en forma <i>proactiva, empática e inclusiva</i> .
Ultrasonido	<p>Explicar las pruebas de ultrasonido. (Medición de espesores, detección de fallas, contacto o inmersión).</p> <p>Diferenciar los métodos de introducción de ultrasonido y los gráficos resultantes.</p> <p>Relacionar los tiempos de retardo con la ubicación de las fallas.</p> <p>Explicar las características de los diferentes equipos empleados para la realización de pruebas de ultrasonido.</p> <p>Identificar los campos de aplicación de la técnica de ultrasonido.</p>	<p>Seleccionar el método acorde a la prueba a realizar.</p> <p>Inspeccionar un activo en búsqueda de indicaciones o de discontinuidades volumétricas.</p> <p>Determinar las características de las discontinuidades que se presentan.</p> <p>Documentar los resultados del ensayo.</p>	Ejercer <i>liderazgo</i> en la práctica de laboratorio, coordinando las actividades para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar con respeto al entorno y medio ambiente.
Radiografía industrial	<p>Reconocer los principios que sustentan la prueba de radiografía industrial.</p> <p>Explicar en qué consiste el ensayo de</p>	<p>Seleccionar el método acorde a la prueba a realizar.</p> <p>Inspeccionar un activo en búsqueda</p>	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>radiografía industrial.</p> <p>Describir el procedimiento de radiografía industrial.</p> <p>Identificar las características y funciones de los equipos de rayos X y fuentes de rayos gamma.</p> <p>Explicar casos de aplicación de la técnica de radiografía industrial.</p>	<p>de indicaciones o de discontinuidades volumétricas.</p> <p>Determinar las características de las discontinuidades que se presentan.</p> <p>Documentar los resultados del ensayo.</p>	
--	---	---	--

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
<p>Análisis de casos</p> <p>Práctica en laboratorio</p> <p>Simulación</p>	<p>Pintarrón</p> <p>Equipo de cómputo</p> <p>Videos de aplicación</p> <p>Radiografías de ejemplo</p> <p>Cañón</p> <p>Cámara fotográfica y de video</p>	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>Cámara de visión</p> <p>Sonido ambiental</p> <p>Detector de fallas por ultrasonido</p> <p>Medidor de espesores por ultrasonido</p> <p>Acoplantes acústicos</p>		
--	---	--	--

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes identifican ventajas y desventajas de las pruebas por emisión acústica, ultrasonido y de radiografía industrial.</p> <p>Los estudiantes identifican los fundamentos de las metodologías de</p> <p>los ensayos no destructivos volumétricos (emisión acústica, ultrasonido y de radiografía industrial).</p> <p>Los estudiantes identifican los campos de aplicación de los ensayos no destructivos volumétricos.</p> <p>Los estudiantes seleccionan la técnica más adecuada a las características de los diferentes materiales y condición de las partes.</p> <p>Los estudiantes aplican la técnica de inspección volumétrica seleccionada.</p>	<p>A partir de casos prácticos elaborar reportes de selección de la técnica acorde y de resultados de aplicación de los ensayos no destructivos volumétricos (emisión acústica, ultrasonido y de radiografía industrial) para determinar la condición de componentes de máquinas, y dictaminar sobre su utilidad o reemplazo dentro del plan maestro de mantenimiento.</p>	<p>Rúbrica</p> <p>Lista de cotejo</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

<p>Los estudiantes interpretan y evalúan los resultados o datos obtenidos para generar un reporte.</p> <p>Los estudiantes diagnostican la condición de los activos y recomiendan acciones de mantenimiento.</p> <p>Los estudiantes diferencian las características del equipo o componente al que se le realizará la prueba y determina las medidas pertinentes para no dañarlo.</p> <p>Los estudiantes identifican las consideraciones y normativas en materia de seguridad que se debe aplicar en la técnica de rayos X.</p>		
--	--	--

Unidad de Aprendizaje	III. Técnicas de inspección de integridad o hermeticidad.					
Propósito esperado	El estudiante implementará técnicas de inspección de integridad o hermeticidad de acuerdo a requerimientos y normativa, para evaluar las condiciones en las cuales se encuentra el activo y optimizar los programas de mantenimiento predictivo.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	8	Horas del Saber Hacer	12	Horas Totales	20

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
-------	-------------------------------	--------------------------------------	---

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Cambio de presión	<p>Explicar las pruebas de estanqueidad por cambio de presión.</p> <p>Explicar las pruebas de hermeticidad por cambio de presión.</p> <p>Diferenciar los métodos de presurización y los gráficos resultantes.</p> <p>Explicar la relación del cambio de presión con la existencia de las fallas.</p> <p>Explicar las características de los diferentes equipos empleados en pruebas de cambio de presión.</p> <p>Identificar los campos de aplicación de la técnica de cambio de presión.</p>	<p>Seleccionar método conveniente al realizar la prueba.</p> <p>Inspeccionar un activo en búsqueda de indicaciones de la pérdida de la estanqueidad o hermeticidad.</p> <p>Establecer los parámetros aplicables en las pruebas de cambio de presión.</p> <p>Establecer registros de presión/tiempo y diagnosticar anomalías de presión.</p> <p>Documentar los resultados de los ensayos de cambio de presión.</p> <p>Evaluar las condiciones del equipo con base al cambio de la presión.</p> <p>Determinar la condición del producto, parte o equipo inspeccionado.</p>	<p>Desarrollar el pensamiento <i>analítico</i> a través de la identificación de conceptos para resolver problemas en su formación académica o su entorno.</p> <p>Asumir la <i>responsabilidad</i> y <i>honestidad</i> para la toma de decisiones y al realizar actividades en forma individual y en equipo en forma <i>proactiva, empática</i> e <i>inclusiva</i>.</p> <p>Ejercer <i>liderazgo</i> en la práctica de laboratorio, coordinando las actividades para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar con respeto al entorno y medio ambiente.</p>
Pruebas de fuga	Explicar las pruebas de fuga en tuberías, recipientes a presión,	Seleccionar método conveniente al realizar la prueba.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>recipientes abiertos.</p> <p>Diferenciar los métodos de prueba de fuga y las indicaciones resultantes.</p> <p>Explicar la relación de las indicaciones de fuga con la existencia de las fallas.</p> <p>Explicar las características de los diferentes materiales y /o equipos empleados para la realización de pruebas de fuga.</p> <p>Explicar las variables a considerar al realizar la prueba de fuga en tuberías.</p> <p>Identificar los campos de aplicación de la técnica de prueba de fuga.</p>	<p>Inspeccionar un activo en búsqueda de indicaciones de fugas que significan falla en la estanqueidad o la hermeticidad.</p> <p>Establecer los parámetros aplicables en las pruebas de fuga.</p> <p>Establecer registros de evidencias de fugas en condiciones específicas y diagnosticar anomalías.</p> <p>Documentar los resultados de los ensayos de fuga.</p> <p>Evaluar las condiciones del componente o equipo con base en indicaciones o registros de fuga.</p> <p>Determinar la condición del producto, parte o equipo inspeccionado.</p>	
--	---	--	--

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Análisis de casos	Pintarrón	Laboratorio / Taller	X
Práctica en laboratorio	Equipo de cómputo	Empresa	
Simulación	Videos de aplicación		
	Cañón		
	Equipamiento para pruebas de presión		
	Instrumentos de presión		
	Equipamiento para pruebas de fuga		

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
a) Los estudiantes identifican los fundamentos de las metodologías de los ensayos no destructivos por cambio de presión y fugas (ultrasonido, tintas, líquidos fluorescentes, sensores específicos).	A partir de casos prácticos elabora reportes de selección de la técnica conveniente y de resultados de aplicación de los ensayos no destructivos por cambio	Rúbrica Lista de cotejo

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

<p>b) Los estudiantes identifican las ventajas y desventajas de las pruebas de estanqueidad y/o hermeticidad por cambio de presión o por fugas.</p> <p>c) Los estudiantes identifican los campos de aplicación de los ensayos no destructivos para asegurar la estanqueidad y/o hermeticidad.</p> <p>d) Los estudiantes identifican las variables de las pruebas de cambio de presión y fuga (propiedades del fluido, nivel de presurización de la tubería, contraste, temperatura, etc.).</p> <p>e) Los estudiantes seleccionan la técnica más adecuada a las características de los diferentes materiales, tipos y condición de los equipos o partes.</p> <p>f) Los estudiantes aplican la técnica de inspección de hermeticidad o estanqueidad seleccionada.</p> <p>g) Los estudiantes interpretan y evalúan los resultados o datos obtenidos para generar un</p>	<p>de presión o de fuga para determinar la condición de instalaciones, equipos o componentes de máquinas, y dictaminar sobre su utilidad o reemplazo dentro del plan maestro de mantenimiento.</p>	
--	--	--

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

<p>reporte.</p> <p>h) Los estudiantes diagnostican la condición de los activos y recomiendan acciones de mantenimiento.</p> <p>i) Los estudiantes diferencian las características del equipo o componente al cual se le realiza la prueba y determina las medidas pertinentes para no dañarlo.</p> <p>j) Los estudiantes identifican las consideraciones y normativas en materia de seguridad que se debe aplicar en la técnica de cambio de presión o de fuga.</p>		
---	--	--

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Industrial, Química, Mantenimiento, Sistemas Productivos, Ingeniería Física, Metalurgia, Ingeniería de Materiales, Ingeniería Electromecánica, Metal-	Conocimiento en el proceso enseñanza-aprendizaje, uso de entornos colaborativos e interactivos, enseñanza por competencias, uso de herramientas tecnológicas y de simulación, cursos	Experiencia profesional preferentemente en áreas de Ingeniería y/o Mantenimiento Industrial. Certificaciones en los ensayos no

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Mecánica o carrera afín a las áreas de Mantenimiento Industrial, deseable Maestría o Doctorado.	relacionados con pedagogía, didáctica, educación y habilidades docentes.	destructivos. Experiencia docente de acuerdo con su formación académica.
---	--	---

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
ASM International Handbook	2018	Volume 17, Nondestructive Evaluation and Quality Control	USA Geauga County, OH	ASM International	ISBN: 978-1-62708-152-8
ASM Handbook	2004	Volume 9, Metallography and Microstructures	USA Geauga County, OH	ASM International	ISBN: 978-0-87170-706-2
R. Keith Mobley	2002	An introduction to predictive maintenance, Second Edition	USA Woburn, MA	Butterworth-Heinemann	978-0750675314
Hellier, Charles J.	2020	Handbook of Nondestructive Evaluation. 3rd ed.	New York	McGraw-Hill Education.	9781260441437
AEND Asociación Española de Ensayos No Destructivos	2016	Partículas Magnéticas. nivel II	Madrid	FUNDACIÓN CONFEMETAL	84-92735-04-4
Alfonso R. García Cueto I	2005	Inspección Visual Niveles I y II	México	Instituto Mexicano de Ensayos No Destructivos, A. C.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Peter J. Shull	2001	Nondestructive Evaluation Theory, Techniques, and Applications 1st Edition	USA	CRC Press	9780824788728
Mohammed Omar	2012	Nondestructive Testing Methods and New Applications	Croacia	InTech	9789535101086
Nathan Ida Norbert Meyendorf	2019	Handbook of Advanced Nondestructive Evaluation	Switzerland	Springer	9783319265520
Nicola Bowler	2019	Eddy Current Nondestructive Evaluation	Iowa State University Ames, IA, USA	Springer	978-1-4939-9629-2
Carosena Meola	2018	INFRARED THERMOGRAPHY RECENT ADVANCES AND FUTURE TRENDS	Italy	Bentham Science Publishers	ISBN-10 : 1608055213 ISBN-13 : 978-1608055210

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Llogsa México	26 de abril de 2024	Llog SA de CV	https://www.llogsa.mx/
Llogsa México	2 de mayo de 2024	Llog SA de CV	https://www.youtube.com/@llogsamercadotecnia/videos
© NDT.net	26 de abril de 2024	NDT net	https://www.ndt.net/

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Oscar Chaverri-Quirós, Mario Conejo-Solís	2 de mayo de 2024	Radiografía Industrial: comparación entre el método tradicional y digital empleando rayos X	https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v30n3/0379-3982-tem-30-03-119.pdf
MFE Inspection Solutions	3 mayo de 2024	NDT: The Complete Guide to Non-Destructive Testing 2023	https://mfe-is.com/non-destructive-testing/
onestopndt	03 mayo de 2024	Leak Testing Methods - A Non-destructive Testing Technique	https://www.onestopndt.com/ndt-articles/leak-testing-methods

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	