

ANEXO XX AL DECRETO XXX DE XXX DE XXXX

CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN DIGITALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

1. Identificación.

Denominación: Digitalización del mantenimiento industrial.

Nivel: Formación Profesional de Grado Superior.

Duración: 990 horas.

Familia Profesional: Instalación y Mantenimiento. (Únicamente a efectos de clasificación de las enseñanzas de formación profesional.)

Rama de conocimiento: Ingeniería y Arquitectura.

Créditos ECTS: 36.

Referente en la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación: P-5.5.4.

2. Acceso al Curso de Especialización.

Estar en posesión de alguno de los títulos siguientes o su equivalente a efectos académicos:

- Título de Técnico Superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica, establecido el Decreto 64/2010, de 2 de marzo, por el que se establece el currículum correspondiente al título de Técnico Superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica.
- Título de Técnico Superior en Química Industrial, establecido por el Decreto 72/2010, de 2 de marzo, por el que se establece el currículum correspondiente al Título de Técnico Superior en Química Industrial.
- Título de Técnico Superior en Desarrollo de Proyectos de Instalaciones Térmicas y de Fluidos, establecido por el Decreto 427/2009, de 30 de junio, por el que se establece el currículum correspondiente al título de Técnico Superior en Desarrollo de Proyectos de Instalaciones Térmicas y de Fluidos.
- Título de Técnico Superior en Mantenimiento de Instalaciones Térmicas y de Fluidos, establecido por el Decreto 426/2009, de 30 de junio, por el que se establece el currículum correspondiente al título de Técnico Superior en Mantenimiento de Instalaciones Térmicas y de Fluidos.
- Título de Técnico Superior en Diseño en Fabricación Mecánica, establecido por el Decreto 246/2010, de 21 de septiembre, por el que se establece el currículum correspondiente al título de Técnico Superior en Diseño en Fabricación Mecánica.
- Título de Técnico Superior en Procesos y Calidad en la Industria Alimentaria, establecido por el Decreto 128/2011, de 21 de junio, por el que se establece el currículum correspondiente al Título de Técnico Superior en Procesos y Calidad en la Industria Alimentaria.
- Título de Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados, establecido por el Decreto 222/2011, de 26 de octubre, por el que se establece el currículum correspondiente al título de Técnico Superior en Sistemas Electrónicos y Automatizados.
- Título de Técnico Superior en Mecatrónica Industrial, establecido por el Decreto 340/2013, de 22 de abril, por el que se establece el currículum correspondiente al título de Técnico Superior en Mecatrónica Industrial.

- Título de Técnico Superior en Mantenimiento Electrónico, establecido por el Decreto 341/2013, de 22 de abril, por el que se establece el currículum correspondiente al título de Técnico Superior en Mantenimiento Electrónico.
- Título de Técnico Superior en Automatización y Robótica Industrial, establecido por el Decreto 254/2012, de 27 de noviembre, por el que se establece el currículum correspondiente al título de Técnico Superior en Automatización y Robótica Industrial.
- Título de Técnico Superior en Fabricación de productos farmacéuticos, biotecnológicos y afines, establecido por el Decreto 240/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículum correspondiente al título de Técnico Superior en Fabricación de Productos Farmacéuticos, Biotecnológicos y Afines.

3. Perfil profesional.

3.1. Competencia general:

La competencia general de este curso de especialización consiste en implantar y gestionar proyectos de digitalización del mantenimiento en entornos industriales, aplicando las tecnologías de última generación y cumpliendo los requisitos de calidad, seguridad y respeto al medio ambiente.

3.2. Entorno profesional:

Las personas que hayan obtenido el certificado que acredita la superación de este curso de especialización podrán ejercer su actividad en empresas, públicas y privadas, de los diferentes sectores relacionados con el mantenimiento industrial con gran potencial para la mejora de su gestión y digitalización.

Las ocupaciones y puestos de trabajo más relevantes son los siguientes:

- Experto en digitalización del mantenimiento industrial.
- Experto en automatización y digitalización industrial.
- Responsable en digitalización industrial.

3.3. Las competencias profesionales, personales y sociales de este curso de especialización son las que se relacionan a continuación:

- Caracterizar los tipos, actividades y principales indicadores del mantenimiento industrial para proponer estrategias según las necesidades de la organización.
- Adaptar las actividades y procedimientos de mantenimiento para la minimización de riesgos asociados al factor humano y al tipo de industria.
- Adaptar los procesos y/o máquinas mediante la incorporación de las tecnologías digitales seleccionadas, atendiendo a criterios de seguridad, eficiencia y sostenibilidad.
- Evaluar la mejora en los procesos de mantenimiento digitalizado mediante el seguimiento de la evolución de los indicadores identificados.

- e) Reprogramar y ajustar parámetros de funcionamiento y readaptar el sistema frente a nuevos requisitos de operación y monitorización en el entorno de los procesos de mantenimiento.
- f) Aplicar soluciones de comunicaciones industriales, realizando la toma de datos e integrando los sistemas de almacenamiento de datos.
- g) Analizar la información recogida como resultado de la digitalización del mantenimiento para optimizar los procesos implicados.
- h) Organizar y gestionar el mantenimiento de las instalaciones mediante técnicas y aplicaciones digitales.
- i) Optimizar las operaciones de mantenimiento mediante la introducción de tecnologías avanzadas propias del sector.
- j) Elaborar documentación técnica y administrativa de acuerdo con la legislación vigente y con los requerimientos del cliente.
- k) Adaptarse a las nuevas situaciones laborales, manteniendo actualizados los conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos relativos a su entorno profesional, gestionando su formación y los recursos existentes en el aprendizaje a lo largo de la vida y utilizando las tecnologías de la información y la comunicación.
- l) Resolver situaciones, problemas o contingencias con iniciativa y autonomía en el ámbito de su competencia, con creatividad, innovación y espíritu de mejora en el trabajo personal y en el del equipo.
- m) Generar entornos seguros en el desarrollo de su trabajo y el de su equipo, supervisando y aplicando los procedimientos de prevención de riesgos laborales y ambientales, de acuerdo con lo establecido por la normativa y los objetivos de la empresa.
- n) Supervisar y aplicar procedimientos de gestión de calidad, de accesibilidad universal y de «diseño para todas las personas», en las actividades profesionales incluidas en los procesos de producción o prestación de servicios.

4. Enseñanzas del Curso de Especialización

4.1. Objetivos generales:

- a) Determinar los tipos, niveles e indicadores de mantenimiento según las necesidades para lograr una mayor eficiencia en la organización.
- b) Proponer metodologías y estrategias que respondan a los principios de la digitalización para la gestión del mantenimiento industrial.
- c) Identificar la problemática de la seguridad y los procedimientos de evitación de accidentes para minimizarlos en las actividades y planes de mantenimiento.
- d) Determinar e integrar en el mantenimiento los procedimientos seleccionados según los

riesgos específicos de la industria y los asociados al factor humano.

- e) Aplicar las tecnologías digitales de última generación seleccionadas, utilizando soluciones disponibles en el mercado, para mejorar los valores de los indicadores de mantenimiento y/o funcionamiento.
- f) Determinar la evolución de los indicadores para valorar la mejora de los procesos de mantenimiento.
- g) Identificar y valorar las modificaciones que pueden demandar los procesos de mantenimiento a partir de nuevos requisitos, materiales o tecnologías, para su rediseño y/o reprogramación.
- h) Integrar las comunicaciones y los sistemas de almacenamiento de datos en entornos inteligentes aplicando los formatos adecuados.
- i) Aplicar técnicas de Smart Data (recogida y análisis de grandes volúmenes de datos) para optimizar los procesos de mantenimiento.
- j) Instalar, configurar y ejecutar aplicaciones de gestión de mantenimiento asistida por ordenador para diseñar los planes de mantenimiento (predictivo, correctivo, preventivo).
- k) Aplicar técnicas de realidad aumentada y/o virtual, análisis de vibraciones, ultrasonidos y termografías por infrarrojos, entre otras, para la optimización de los procesos de mantenimiento.
- l) Desarrollar documentación técnica y administrativa, utilizando las herramientas ofimáticas y de diseño asistido por ordenador para los destinatarios.
- m) Valorar los recursos y oportunidades de aprendizaje relacionados con la evolución científica, tecnológica y organizativa del sector y las tecnologías de la información y la comunicación, para mantener el espíritu de actualización y adaptarse a nuevas situaciones laborales y personales.
- n) Desarrollar la creatividad y el espíritu de innovación para responder a los retos que se presentan en los procesos y en la organización del trabajo y de la vida personal.
- ñ) Evaluar situaciones de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, proponiendo y aplicando medidas de prevención personales y colectivas, de acuerdo con la normativa aplicable en los procesos de trabajo, para garantizar entornos seguros.
- o) Identificar y proponer las acciones profesionales necesarias, para dar respuesta a la accesibilidad universal y al «diseño para todas las personas».
- p) Identificar y aplicar parámetros de calidad en los trabajos y actividades realizados en el proceso de aprendizaje, para valorar la cultura de la evaluación y de la calidad y ser capaces de supervisar y mejorar procedimientos de gestión de calidad.

4.2. Módulos profesionales.

CÓDIGO	MÓDULO PROFESIONAL	ASIGNACIÓN HORARIA
5012	Metrología e instrumentación inteligente.	110
5032	Estrategias del mantenimiento industrial.	176
5033	Seguridad en el mantenimiento industrial.	132
5034	Monitorización de maquinaria, sistemas y equipos.	88
5035	Sistemas avanzados de ayuda al mantenimiento.	154
E316	Formación Práctica Dual en Empresa	330
TOTAL		990

4.3. Módulos profesionales: Resultados de Aprendizaje, Criterios de Evaluación y Contenidos.

Módulo Profesional 1: Metrología e instrumentación inteligente.

Código: 5012.

Duración: 110 horas.

Créditos ECTS: 6.

Resultados de aprendizaje, criterios de evaluación y contenidos.

RA1. Verifica la conformidad del producto con las tolerancias especificadas, aplicando técnicas metrológicas básicas.

Criterios de evaluación:

- Se han identificado las tolerancias fundamentales referidas a: dimensiones, geometría, posición, estado superficial y caracterización de materiales.
- Se han aplicado técnicas metrológicas básicas para para la medición de piezas.
- Se ha verificado la conformidad del producto con las tolerancias especificadas.
- Se ha realizado la puesta a punto de los instrumentos metrológicos ordinarios a través del mantenimiento y calibración de los mismos.

Contenidos: Verificación de las conformidades del producto con las tolerancias especificadas aplicando técnicas metrológicas básicas:

- Tolerancias fundamentales.
 - Especificaciones geométricas de productos. Matriz con enfoque GPS.
 - Tolerancias ISO de dimensiones, geometría, posición, estado superficial y caracterización de materiales: ISO 286, ISO 1302, ISO 1001...
- Técnicas metrológicas básicas.
 - Procedimientos de medición directa e indirecta con: calibre, micrómetro, reloj comparador, alexómetro, rugosímetro, durómetro, calibre pasa-no pasa...
- Verificación de la conformidad del producto.
 - Inspección mediante medición de piezas y equipos de medida ISO14253

- Puesta a punto de los instrumentos metrológicos.
 - Técnicas de mantenimiento del instrumental: limpieza, engrase...
 - Calibración del instrumental: principios básicos.

RA2. Determina los requisitos de captación de datos y su medida en cada etapa del proceso aplicando criterios de optimización y eficiencia.

Criterios de evaluación:

- a) Se han especificado los puntos para la sensorización con criterios de optimización de las operaciones a realizar.
- b) Se han seleccionado las tecnologías de captación de datos.
- c) Se han seleccionado las tecnologías de medición de datos.
- d) Se han determinado las especificaciones metrológicas de cada elemento de campo.
- e) Se han determinado las condiciones de compensación frente a parámetros secundarios que son de aplicación a cada elemento de campo.
- f) Se han determinado la cadencia de medición y el tiempo de respuesta necesario para elementos de campo a emplear.

Contenidos: Determinación de los requisitos de captación y medida:

- Conceptos de metrología aplicados a captadores y medidores:
 - Sistema nacional de calidad y seguridad.
 - Incertidumbre del instrumento. Incertidumbre de la medida. Principios de la guía GUM de definición de incertidumbre.
 - Calibración y verificación de los equipos de medida. Trazabilidad, tolerancias, intervalos de aceptación. Guías del CEM para calibración de equipos de medición.
 - Adecuación de los equipos de medida a las necesidades derivadas de las especificaciones dimensionales, geométricas, superficiales y de otras magnitudes.
 - Factores económicos asociados a los equipos de captación y medición. Selección óptima y eficiente de los equipos.
 - Funciones integradas de calibración y diagnosis.
 - Mantenimiento de equipos.
 - Sistema de gestión de la medición:
 - El sistema de gestión de las mediciones dentro del sistema de gestión de la calidad: normas ISO 10012, ISO 9001...

RA3. Especifica los requisitos de conectividad de los elementos de campo inteligentes analizando las tecnologías de comunicaciones implantadas.

Criterios de evaluación:

- a) Se han analizado las necesidades de sensorización en función del grado de automatización e integración óptimo, así como de su relación coste/beneficio.
- b) Se ha especificado el tipo de conectividad adecuado para los elementos de campo inteligentes.

- c) Se ha configurado tanto el elemento de campo, como el sistema de control para una comunicación óptima.
- d) Se ha verificado que la comunicación del elemento de campo con el sistema de control del proceso se produce según los requisitos establecidos.

Contenidos: Especificación de los requisitos de conectividad de los elementos de campo inteligentes.

- Tecnologías de captación y medición existentes en el mercado.
 - Utililajes modulares.
 - Robots colaborativos.
 - Cintas de transporte...
- Tecnologías de captación y detección. Sistemas y sensores:
 - Laser.
 - Condiciones ambientales.
 - Capacitivos.
 - Inductivos.
 - Magnéticos...
- Tecnologías para identificación y transmisión de la información.
 - Sistemas RFID
- Tecnologías de medición. Sistemas de:
 - palpado.
 - láser.
 - ópticos.
 - ultrasonidos.
 - tomografía...
- Funciones de autodiagnóstico y autocalibración de los sensores.
- Conectividad de los sensores:
 - Redes específicas para sensorización.
 - Redes de automatización de mayor nivel.
 - Conectividad inalámbrica.
 - Sensores con conexión directa a la nube.
 - Conceptos de ciberseguridad aplicados a redes de sensores.

RA4. Integra elementos de campo con el sistema de control determinando su funcionamiento autónomo o su aportación al sistema.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha determinado la información a intercambiar entre el sistema de control y elemento de campo.
- b) Se ha seleccionado el elemento de campo según las tecnologías de comunicaciones existentes.
- c) Se ha instalado el elemento de campo y se han configurado los diversos parámetros de comunicaciones y funcionamiento autónomo en su caso.

d) Se ha verificado el correcto funcionamiento del elemento de campo según los requisitos establecidos.

Contenidos: Integración de los elementos de campo con el sistema y/o determinación de su funcionamiento autónomo.

- Información a intercambiar entre el sistema y el sensor/medidor:
 - Datos de calibración.
 - Datos de compensación.
 - Direccionamiento.
 - Información propia del sensor.
 - Datos de la medición.
 - Información para la programación remota del sensor / medidor.
 - Información a compartir con otros sensores en un sistema distribuido.
 - Velocidad de la comunicación.
- Capacidades de funcionamiento autónomo y control del proceso de los sensores inteligentes:
 - Capacidad de procesado.
- Integración de los datos generados con el sistema de gestión de la información.
 - Sistemas específicos para la medición y gestión dinámica de datos: medición tridimensional, SPC.
 - Sistemas generales para la gestión. Pirámide del sistema de la automatización: ERP, MES y SCADA.
 - Vulnerabilidades en un entorno IoT. Ciberseguridad.
- Integración de hardware y software en células de control inteligentes.
 - Layout.
 - Equipos y soluciones automatizadas.
 - Redes y conectividad.

RA5. Determina la aplicación de los sistemas de visión artificial, láser, luz estructurada y sistemas de palpado de alto rendimiento, integrándolos en el proceso de mantenimiento.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los puntos del sistema en los que serían de aplicación los sistemas de visión artificial.
- b) Se han valorado los sistemas/aplicaciones de visión artificial, láser, luz estructurada y sistemas de palpado de alto rendimiento existentes en el mercado.
- c) Se ha propuesto una solución óptima y eficiente para dar respuesta a las necesidades del sistema en cuanto a la aplicación de sistemas de visión artificial, láser, luz estructurada y sistemas de palpado de alto rendimiento.
- d) Se han instalado y configurado los sistemas de visión artificial, láser, luz estructurada y sistemas de palpado de alto rendimiento seleccionados.
- e) Se ha verificado el correcto funcionamiento de los sistemas implantados.

- f) Se ha valorado la mejora en los parámetros de funcionamiento del sistema que suponen los sistemas de visión artificial, láser, luz estructurada y sistemas de palpado de alto rendimiento aplicados.

Contenidos: Determinación de la utilidad de los sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada.

- Soluciones de visión artificial disponibles en el mercado.
 - Sistemas 2D, 3D.
 - Características y utilidad.
- Soluciones basadas en láser disponibles en el mercado.
 - Láser tracker.
 - Escáner láser.
 - Características y utilidad.
- Soluciones basadas en luz estructurada disponibles en el mercado. Características y utilidad.
- Soluciones y sistemas de palpado de alto rendimiento disponibles en el mercado.
 - MMC.
 - Cabezales de pulso continuo y sondas de escaneo de alta velocidad.
 - Características y utilidad.
- Otras soluciones de medición para sistemas inteligentes.
 - Brazos de medición portátil.
 - Teodolitos industriales.
 - Fotogrametría industrial.
 - Microscopios para estado superficial.
 - Tomografía computerizada.
 - Durómetros automáticos.
 - Sistemas híbridos.
- Integración de las diferentes soluciones en el proceso.

Módulo Profesional 2: Estrategias del mantenimiento industrial.

Código: 5032.

Duración: 176 horas.

Créditos ECTS: 10.

Resultados de aprendizaje, criterios de evaluación y contenidos.

RA1: Caracteriza los tipos, niveles y procedimientos del mantenimiento industrial referenciándolos a la normativa vigente y relacionándolos con los perfiles y cualificaciones del personal de mantenimiento.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha identificado el objeto, campo de aplicación y términos fundamentales del mantenimiento industrial.
- b) Se han descrito los tipos de fallos, eventos, averías y estados de un elemento o máquina.
- c) Se han especificado las actividades de mantenimiento según el entorno industrial de referencia.

- d) Se han caracterizado los principios aplicables a la gestión de los repuestos y consumibles.
- e) Se ha determinado la utilidad de los indicadores de mantenimiento.
- f) Se han caracterizado los distintos perfiles y cualificaciones que corresponden al personal de mantenimiento.
- g) Se han relacionado las diferentes tareas de mantenimiento con los perfiles del personal y sus cualificaciones.

Contenidos: Tipos, niveles y procedimientos del mantenimiento industrial.

- Normativa en vigor en el campo del mantenimiento (entre otras y atendiendo a sus posibles modificaciones y sustituciones):
 - UNE-EN 13269 Mantenimiento. Guía para la preparación de contratos de mantenimiento.
 - UNE-EN 13306 Mantenimiento. Terminología del mantenimiento.
 - UNE-EN 13460 Mantenimiento. Documentos para el mantenimiento.
 - UNE-EN 15341 Mantenimiento. Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento.
 - UNE-EN 15628 Mantenimiento. Cualificación del personal de mantenimiento.
 - UNE 151001 Mantenimiento. Indicadores de mantenibilidad de dispositivos industriales. Definición y evaluación.
- Literatura técnica en el campo del mantenimiento.
- Tipos de mantenimiento: correctivo, preventivo, predictivo, recuperativo y otros, con sus subtipos. Variantes según estrategias y sectores.
- Mantenimiento productivo total (TPM).
- Gestión del almacén de mantenimiento. Codificación de repuestos y consumibles. Optimización del inventario de mantenimiento. Parámetros a definir para cada repuesto codificado: punto de pedido, cantidad de pedido, tiempo de entrega. Repuestos críticos.
- Los cinco niveles de mantenimiento y sus actividades asociadas. Casuística.
- Indicadores de mantenimiento. Definiciones según normativa.
- Perfiles y cualificaciones del personal de mantenimiento: técnico especializado de mantenimiento, supervisor de mantenimiento, gerente de mantenimiento y otros.
- Intervención del personal de otros departamentos en tareas relacionadas con el mantenimiento (tareas de mantenimiento autónomo).
- Tareas típicas de mantenimiento. Priorización. Definición de responsabilidades. Asociación típica de repuestos y consumibles a tareas típicas.

RA2: Evalúa los atributos e indicadores de mantenibilidad de dispositivos industriales, relacionándolos con los niveles de mantenimiento y estableciendo indicadores de rendimiento.

Criterios de evaluación:

- a) Se han analizado los atributos de mantenibilidad, clasificándolos según su dimensión global o variable y atendiendo al nivel de intervención.
- b) Se han caracterizado los indicadores primarios u operacionales (fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad).
- c) Se han caracterizado los indicadores secundarios, con aportación de información de otros departamentos en su caso.

- d) Se han establecido los indicadores clave de rendimiento KPI (key performance indicator) aplicados al mantenimiento.
- e) Se ha medido el rendimiento de las intervenciones, en función de los objetivos de la empresa.
- f) Se han aplicado los índices de disponibilidad, de coste, de proporción de tiempos de mantenimiento, de gestión de almacenes y compras, de gestión de órdenes de trabajo, de seguridad y medio ambiente y de formación.
- g) Se han calculado y evaluado los indicadores de mantenibilidad.

Contenidos: Atributos e indicadores de mantenibilidad de dispositivos industriales.

- Atributos de mantenibilidad.
- Atributos globales o que afectan a cualquier nivel de mantenimiento (simplicidad, identificación, modularidad, tribología, ergonomía, estandarización y otros).
- Atributos variables o que dependen del nivel de mantenimiento (accesibilidad, montaje/desmontaje, necesidad de personal, necesidades de organización, coordinación, grado de complejidad de las tareas, entorno, herramientas, equipos, documentación y otros).
- Mejoras enfocadas como pilar del TPM: involucración del mantenedor en el diseño de sistemas.

RA3. Implanta metodologías y estrategias para la gestión del mantenimiento industrial analizando sus características específicas y aplicando tecnologías digitales.

- a) Se ha valorado la metodología AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos), para la definición y evaluación de las actividades de mantenimiento.
- b) Se ha valorado la metodología “lean” de mejora continua.
- c) Se ha analizado la metodología 5s aplicada a las actividades de mantenimiento.
- d) Se han establecido las herramientas estadísticas de la metodología seis sigma.
- e) Se han establecido las características del TPM (Mantenimiento Productivo Total).
- f) Se han diseñado experimentos con las metodologías y estrategias analizadas.
- g) Se ha implantado una organización TPM (Mantenimiento Productivo Total).

Contenidos: Metodologías y estrategias para la gestión del mantenimiento industrial.

- Metodologías:
 - Metodología AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos).
 - Metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar).
 - Ciclo de DEMING (PHVA, Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), principios básicos de Kaizen o mejora continua.
 - Metodología 5s (Clasificación, Orden, Limpieza, Estandarización, Mantener la disciplina).
 - Otras metodologías.
- Cálculos estadísticos aplicados al mantenimiento.
- Diseño de experimentos.
- Implantación de una organización TPM.

RA 4. Diseña el plan de mantenimiento de la organización determinando los tipos y niveles de mantenimiento a aplicar según las necesidades de la producción y la optimización de los recursos.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha realizado el inventario técnico de la maquinaria y equipos que componen la instalación y son susceptibles de recibir mantenimiento.
- b) Se ha analizado la información disponible de todas las máquinas y equipos de la instalación desde el punto de vista de sus necesidades de mantenimiento.
- c) Se ha determinado para cada máquina y equipo una relación de actividades de mantenimiento clasificadas por tipos, niveles y periodicidades, en su caso, a implementar en el plan de mantenimiento de la organización.
- d) Se han analizado, dimensionado y asignado los recursos materiales (herramientas, fungibles y repuestos, entre otros) para cada actividad determinada.
- e) Se ha determinado para cada máquina y equipo, la relación de recursos materiales (fungibles y repuestos, entre otros), que deben estar disponibles permanentemente en el almacén para las intervenciones de mantenimiento más urgentes y/o frecuentes.
- f) Se han analizado, dimensionado y asignado los recursos humanos, propios y externos, para cada actividad determinada.
- g) Se han elaborado los materiales y acciones formativos necesarios para instruir al diverso personal de mantenimiento.
- h) Se ha elaborado e implantado el plan general de mantenimiento de la organización.

Contenidos: Plan de mantenimiento según necesidades de producción y optimización de recursos.

- Manuales de operación y de mantenimiento de las máquinas y equipos de la instalación proporcionados por fabricantes.
- Documentación. Formatos para el registro de datos y de las operaciones de mantenimiento: órdenes de trabajo, libro de vida de la máquina/equipo, registros de rutas de inspección, registros de reparaciones, registros de modificaciones sobre máquinas/equipos, registros de inspecciones técnicas periódicas y otros.
- Procedimientos de gestión del plan general de mantenimiento: operaciones básicas de revisión, reparación, planificación de los trabajos, programación, definición del flujo ligado a las órdenes de trabajo (OTs), asignación de prioridades, ejecución de los trabajos, cierre de las OTs, realización de informes, análisis de informes y realimentación de las conclusiones a los procedimientos.
- Archivo técnico de la organización ligado al mantenimiento:
 - Herramientas y medios: inventario de herramientas, relación de instrumentos con control metrológico, plan de control metrológico.
 - Procedimientos de gestión y calidad de mantenimiento: organización, funciones y responsabilidades, planificación, documentación, compras y contratos, controles, inspección y ensayos, plan de control metrológico, planificación de las auditorías/inspecciones externas, planificación de las acciones de formación.
 - Procedimientos de trabajo de mantenimiento: procedimientos organizativos y técnicos, rutas de inspección, rutas de lubricación, otras gamas de mantenimiento.
 - Archivo de gamas realizadas, informes de reparación, órdenes de trabajo terminadas e informadas.
 - Informes de intervención sobre las instalaciones: grandes reparaciones y nuevas

instalaciones realizadas.

- Información económica: presupuesto de mantenimiento, control de costes, pedidos, facturación.
- Informes periódicos de mantenimiento: indicadores, evolución, emisión de los informes.
- Seguridad y salud: plan de seguridad.
- Control medioambiental y economía circular.

RA 5. Planifica y realiza el seguimiento de las actividades de mantenimiento recuperativo y/o reformas sobre la instalación anticipando los recursos humanos y materiales.

Criterios de evaluación:

- a) Se han analizado los registros de mantenimiento correctivo e intervenciones sobre máquinas y equipos.
- b) Se han propuesto acciones de mantenimiento recuperativo y/o reformas sobre las máquinas y equipos en base a los registros analizados y a las aportaciones de otros departamentos.
- c) Se ha estimado la necesidad de tiempo de parada de las instalaciones y coordinado con el resto de departamentos de la organización.
- d) Se han determinado las necesidades de materiales asociadas a las actividades a realizar.
- e) Se han ejecutado los pedidos de materiales (repuestos, herramientas, fungibles y otros) con la suficiente antelación.
- f) Se han determinado las necesidades de personal y/o contratación de servicios externos necesarios.
- g) Se ha ejecutado el control y seguimiento de las actividades.
- h) Se han informado todas las actividades realizadas con detalle y se han analizado en su conjunto.

Contenidos: Seguimiento de las actividades de mantenimiento recuperativo.

- Diagramas de GANTT.
- Técnicas de revisión y evaluación de programas (PERT).
- Determinación de las holguras, actividades críticas y rutas críticas.
- Optimización de la planificación de actividades.
- Herramientas adicionales de gestión de proyectos.
- Gestión de recursos materiales, económicos y humanos.
- Contratación de servicios.

Módulo Profesional 3: Seguridad en el mantenimiento industrial.

Código: 5033.

Duración: 132 horas.

Créditos ECTS: 7.

Resultados de aprendizaje, criterios de evaluación y contenidos.

RA1: Determina la estrategia de seguridad en las actividades de mantenimiento industrial digitalizado aplicando las normativas de uso en el sector.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha identificado el objeto, campo de aplicación y términos fundamentales de la seguridad industrial.
- b) Se han descrito los tipos de riesgos asociados a elementos, máquinas o sistemas.
- c) Se han caracterizado los indicadores específicos de mantenimiento ligados a la seguridad.
- d) Se ha identificado la normativa de seguridad aplicable a la organización.
- e) Se ha caracterizado e integrado la normativa de seguridad aplicable en los procedimientos de mantenimiento.
- f) Se han analizado los mecanismos existentes para paliar los riesgos.
- g) Se han definido los puntos a tener en cuenta en un expediente de nueva maquinaria o modificación de las mismas.
- h) Se ha definido la estrategia a seguir en la reducción de riesgos en la organización.
- i) Se ha elaborado un informe, utilizando un software para determinar el nivel de la medida de prestaciones de la máquina.

Contenidos: Estrategia de seguridad en las actividades de mantenimiento.

- La legislación técnica en la Unión Europea: la directiva de máquinas y otras directivas relacionadas. Directivas de seguridad eléctrica y de compatibilidad electromagnética.
- Ámbito de aplicación de la directiva de máquinas: descripción de máquina y fabricante.
- Evaluación de la conformidad para el mercado CE.
- La evaluación de riesgos. Conceptos básicos. Normativa armonizada relacionada con las directivas de seguridad de máquinas.
- Análisis y evaluación de riesgos. Normativa. UNE EN 12100 y otras y las que eventualmente las sustituyan.
- Estrategia de reducción del riesgo y diseño seguro de los sistemas de mando. Normativa. UNE EN ISO 13849 y otras y las que eventualmente las sustituyan.
- Partes de un expediente técnico.
- La documentación administrativa para el mercado CE.
- Software de análisis y cálculo de la medida de seguridad de la máquina.
- Informe. Nivel de prestaciones de la máquina.

RA2: Optimiza la seguridad en las operaciones de mantenimiento de la organización en entornos digitalizados integrando los métodos de evitación de accidentes y riesgos.

Criterios de evaluación:

- a) Se han caracterizado los métodos de evitación de accidentes según un enfoque analítico.
- b) Se han caracterizado los métodos de evitación de accidentes según un enfoque de ingeniería.
- c) Se han comparado los métodos y se han establecido sus ventajas e inconvenientes.
- d) Se han determinado los métodos disponibles de evitación de accidentes más adecuados para la organización.
- e) Se han integrado los métodos seleccionados en la cultura de seguridad de la organización.

Contenidos: Optimización de la seguridad en las operaciones de mantenimiento.

- Métodos de evitación de accidentes según un enfoque analítico:
 - Análisis del error humano (HEA, Human Error Analysis).
 - Análisis de la causa raíz del accidente (RCA, Accident Root Cause Analysis).
 - Análisis del árbol de fallas (FTA, Fault Tree Analysis).
 - Análisis de modos y efectos de fallas (FMEA, Failure Modes and Effects Analysis).
 - Análisis funcional de operabilidad (Hazard and Operability Analysis).
- Métodos de evitación de accidentes según un enfoque de ingeniería:
 - Controles de ingeniería.
 - Procedimientos de seguridad para trabajos de mantenimiento:
 - Autorización de las órdenes de trabajo.
 - Instrucciones específicas de seguridad para actividades de mantenimiento.
 - Preparación segura de las actividades de mantenimiento.
 - Seguimiento y observación de la ejecución de las actividades.
 - Asignación adecuada y documentada de herramientas y métodos de protección.
 - Etiquetado de las máquinas y áreas de trabajo en actividades de mantenimiento.
 - Aseguramiento de la terminación correcta de las actividades de mantenimiento y autorización para la puesta en marcha.
 - Equipos de protección individual.

RA3: Optimiza la seguridad en las actividades y procedimientos de mantenimiento en entornos digitalizados identificando riesgos inherentes a cada tipo de industria.

Criterios de evaluación:

- a) Se han descrito los tipos de riesgo asociados a industrias concretas.
- b) Se ha analizado el histórico de eventos de riesgo de la organización ligados al tipo de industria.
- c) Se ha elaborado un catálogo de patrones de riesgo en las actividades de mantenimiento de la organización o en organizaciones de similar naturaleza.
- d) Se han identificado los procedimientos y los pasos de las actividades de mantenimiento que presentan mayor propensión al riesgo debido a factores inherentes a cada tipo de industria.
- e) Se han seleccionado los métodos de evitación de accidentes de aplicación.
- f) Se han propuesto mejoras en las actividades de mantenimiento para mitigar los niveles de riesgo ligados a la industria concreta.
- g) Se han implantado las mejoras propuestas en las actividades de mantenimiento.
- h) Se ha evaluado la mejora en base al seguimiento de las métricas de los indicadores de mantenimiento ligados a la seguridad.

Contenidos: Optimización de la seguridad en los procedimientos de mantenimiento.

- Normativa y bases de datos asociadas a riesgos específicos de las siguientes industrias: química, nuclear-radiaciones ionizantes, petroquímica, eléctrica, alimentaria, farmacéutica, tecnologías robóticas, entre otras.
- Clasificación de los materiales y desechos peligrosos según los tipos de instalaciones y sectores industriales: inflamables, corrosivos, reactivos, tóxicos, biológicos y otros.

- Categorización de los riesgos generales según los tipos de instalaciones y sectores industriales: estructurales, eléctricos, mecánicos, temperatura, ruido, radiación, presencia de gases y otros.
- Riesgos concretos asociados a las actividades industriales: piezas en movimiento, trabajo intenso en las proximidades de fuentes de calor, ruido de maquinaria, polvo por operaciones de aserrado o similares, ruptura de recipientes a presión, exposición a productos químicos de distinta naturaleza, sustancias explosivas, agotamiento de oxígeno en tanques y espacios cerrados, derrumbes, entre otros.

RA4: Relaciona las inspecciones, revisiones y demás tipo de actividades asegurando el cumplimiento normativo de las operaciones de mantenimiento.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los sectores de actividad normalizados a los que pertenece la organización.
- b) Se han caracterizado las actividades de la organización desde un punto de vista técnico.
- c) Se han identificado y analizado la normativa y las reglamentaciones de seguridad que aplican a los sectores de actividad a los que pertenece la organización.
- d) Se han seleccionado aquellas inspecciones, revisiones y otras actividades que sean de aplicación a la organización, según la normativa y la reglamentación de seguridad.
- e) Se han identificado a los agentes y organizaciones autorizadas para realizar cada una de estas actividades.
- f) Se han determinado las periodicidades y condiciones técnicas y operativas para realizar cada una de estas actividades.
- g) Se han integrado todas aquellas inspecciones, revisiones y otras actividades de seguridad que sean de obligado cumplimiento desde el punto de vista de la seguridad.

Contenidos: Cumplimiento normativo de las actividades de mantenimiento.

- Inspecciones que se derivan de los siguientes reglamentos y normativas (o aquellas que las sustituyan o modifiquen) que pudieran ser de aplicación a la organización, entre otros:
 - Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
 - Normativa que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
 - Reglamento de centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
 - Reglamento electrotécnico de baja tensión.
 - Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior.
 - Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos.
 - Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas.
 - Reglamento de instalaciones petrolíferas.
 - Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios.
 - Reglamento de equipos a presión (REP).
 - Reglamento de instalaciones contra incendios en establecimientos industriales.
 - Reglamento de aparatos de elevación y manutención.

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en equipos de trabajo.

RA5: Configura sistemas y redes de soporte al mantenimiento minimizando los posibles escenarios de riesgo en ciberseguridad.

Criterios de evaluación:

- Se han caracterizado diferentes tipos de amenazas para los sistemas y redes de soporte al mantenimiento.
- Se han identificado y evaluado la seguridad de credenciales y los medios de control de acceso.
- Se ha elaborado y ordenado una lista de riesgos asociados a los sistemas y redes de soporte al mantenimiento.
- Se han configurado y parametrizado los sistemas y redes de soporte al mantenimiento de acuerdo a los requisitos de protección establecidos.
- Se han identificado los requisitos de seguridad para la actualización y el parchado de los sistemas y redes de soporte al mantenimiento.
- Se han identificado los requisitos de seguridad para la gestión de antivirus y cortafuegos de los sistemas y redes de soporte al mantenimiento.
- Se han identificado los requisitos de seguridad para las copias de seguridad de las configuraciones e información de los sistemas y redes de soporte al mantenimiento.

Contenidos: La ciberseguridad en la configuración de sistemas y redes de soporte al mantenimiento.

- Tipos de sistemas y redes de soporte al mantenimiento.
- Amenazas y tipos de amenaza.
- Evaluación del riesgo.
- Riesgos externos.
- Tipos de credenciales y sistemas de control de acceso.
- Configuración de usuarios y/o direcciones IP habilitadas para controlar los sistemas.
- Envíos de registros (Logs) a sistemas externos.
- Gestión de la actualización de los sistemas.
- Gestión de antivirus.
- Copias de seguridad de una configuración deseada y su custodia.

Módulo Profesional 5: Monitorización de maquinaria, sistemas y equipos.

Código: 5034.

Duración: 88 horas

Créditos ECTS: 5.

Resultados de aprendizaje, criterios de evaluación y contenidos.

RA1. Determina la tecnología de almacenamiento de la información, teniendo en cuenta los requisitos de seguridad y accesibilidad.

Criterios de evaluación:

- a) Se han especificado los procesos productivos y/o máquinas, sistemas y equipos adecuados con criterios de optimización y eficiencia que transmiten información.
- b) Se han diferenciado las posibilidades de tratamiento de datos a distintos niveles.
- c) Se han determinado las tecnologías de almacenamiento adecuadas en función de los requisitos adecuados.
- d) Se han seleccionado las herramientas de monitorización y supervisión adecuadas en función de cada requisito.
- e) Se han determinado las especificaciones de la conectividad y accesibilidad de cada elemento de campo de forma segura.

Contenidos: Tecnologías avanzadas de almacenamiento de la información.

- Tipos de almacenamiento de datos: niebla y nube.
- Tratamiento de datos en función del nivel en el que se encuentran: máquina/nube
- Streaming y datos en tiempo real.
- Escalabilidad de los servicios.
- Bases de datos analíticas vs. almacenes de datos.
- Datos abiertos y obtención de datos externos.
- Consultas y definición de datos en diferentes lenguajes.
- Selección correcta de tipo de conectividad y protocolo de comunicación.
- Encriptación de datos.

RA2. Garantiza transmisiones seguras aplicando soluciones de comunicaciones avanzadas que permitan la encriptación, firma y autenticación de la información OPC UA, (tecnología de comunicación industrial multiplataforma, abierta, orientada a servicios).

Criterios de evaluación:

- a) Se han especificado las comunicaciones avanzadas que permiten encriptación, firma y autenticación de la información.
- b) Se ha definido cada elemento y ámbito donde aplicar las soluciones de comunicaciones industriales.
- c) Se han aplicado las soluciones de comunicaciones industriales avanzadas, en función de cada requisito.
- d) Se ha realizado la correcta configuración de la comunicación OPC UA para la transmisión de datos.

Contenidos: Transmisiones seguras con encriptación, firma y autenticación de la información (OPC UA).

- Opciones disponibles en el mercado para las comunicaciones industriales avanzadas.
- Comunicación OPC UA que permite comunicación de equipos y sistemas industriales para la recolección y control de los datos.
- Tipos de acceso a la información.
- Acceso unificado.
- Seguridad basada en certificados digitales (encriptada).
- Cliente / Servidor OPC UA.

RA3. Integra las comunicaciones avanzadas y los sistemas de almacenamiento de datos en entornos inteligentes y a lo largo de la cadena de valor, aplicando los formatos adecuados.

Criterios de evaluación:

- a) Se han integrado las comunicaciones industriales avanzadas de forma eficiente y segura.
- b) Se han integrado sistemas de almacenamiento de datos en entornos industriales inteligentes de forma eficiente y segura.
- c) Se han almacenado, procesado y transferido los datos del entorno industrial inteligente de forma segura.
- d) Se han conectado las máquinas, equipos y sistemas industriales con los sistemas IT.
- e) Se ha realizado una transferencia segura hacia los sistemas IT superiores.
- f) Se ha configurado un acceso multi-usuario.

Contenidos: Integración de las comunicaciones y los sistemas de almacenamiento de datos.

- Captura, agregación y análisis de datos operativos del proceso y de la máquina.
- Obtención de información para la mejora de los procesos en entornos industriales.
- Armonización entre las diferentes fuentes de datos.
- Análisis y optimización de los entornos industriales inteligentes.
- Integración de la producción con sistemas IT.
- Reducción de riesgos para operarios e instalaciones.
- Utilización de diferentes protocolos de comunicación.
- Sistemas multi-usuario en tiempo real.

RA4. Optimiza la monitorización y el estado de funcionamiento de la maquinaria existente en la instalación analizando y proponiendo soluciones de actualización tecnológica de equipos (retrofitting).

Criterios de evaluación:

- a) Se ha elaborado un catálogo de la maquinaria existente en la instalación que sea crítica para el mantenimiento y/o la producción.

- b) Se han definido las necesidades y los objetivos de actualización tecnológica de los equipos de la instalación en función de su historial de mantenimiento y de su índice de productividad.
- c) Se han seleccionado y priorizado los equipos de la instalación que presentan un mayor potencial de mejora en cuanto a actualización tecnológica.
- d) Se han analizado las posibilidades técnicas de actualización tecnológica de los equipos seleccionados.
- e) Se han propuesto las acciones concretas de actualización tecnológica sobre los equipos seleccionados, de forma priorizada.
- f) Se han realizado actividades de actualización tecnológica sobre equipos sencillos y se han solicitado ofertas a empresas del sector para los equipos de mayor entidad.
- g) Se han integrado los equipos reformados en los sistemas digitales de producción y mantenimiento de la organización.
- h) Se han integrado equipos de medición y análisis de consumos energéticos.

Contenidos: Optimización de la monitorización y el estado de funcionamiento de la maquinaria.

- Objetivos de las operaciones de actualización tecnológica de equipos: incremento de la productividad, reducción de los períodos de inactividad, reducción de los riesgos, simplificación de la programación de la operación y mantenimiento, aumento del período de amortización de la maquinaria, dotación de posibilidad de integración en red.
- Tipos de maquinaria y equipamientos susceptibles de recibir actualización tecnológica: tornos, centros de torneado, prensas, plegadoras, esmeriladoras, mandrinadoras, recortadoras, fresadoras, centros de mecanizado de madera, centros de taladrado, máquinas de corte láser, centros de soldadura, máquinas de alimentación, máquinas de extrusión, líneas de envasado y embotellado, líneas de producción, hornos industriales, máquinas de reciclado y otros.
- Tipología de las actualizaciones tecnológicas: mecánica, hidráulica, neumática, eléctrica, electrónica, sensorización, integración digital, dotación de mando remoto, de programación y otros.
- Organizaciones que realizan actividades de actualización tecnológica disponibles en el mercado y servicios que prestan.
- Optimización de los consumos energéticos. Apuesta por una eficiencia energética continua y una gestión sostenible de las instalaciones.

RA5. Aplica técnicas de *Smart Data* (Datos Inteligentes: recaba y analiza grandes volúmenes de datos) al análisis de los datos almacenados optimizando los procesos de mantenimiento.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha caracterizado el concepto de Smart Data como el encargado de transformar los grandes volúmenes de datos en información disponible y accionable en tiempo real.
- b) Se han analizado y comparado las aplicaciones industriales existentes en el mercado de análisis de datos.
- c) Se han evaluado las ventajas para el mantenimiento y operación de los procesos industriales.

- d) Se ha analizado a través del Smart Data el conjunto de acciones a realizar para alargar la vida útil de la máquina, sistema y/o equipos.
- e) Se han optimizado y depurado las técnicas de mantenimiento preventivo y predictivo.
- f) Se ha diseñado un plan de mantenimiento en base a los datos inteligentes obtenidos.
- g) Se ha supervisado el plan de mantenimiento, evitando posibles incidencias o errores.

Contenidos: Técnicas de *Smart Data* al análisis de datos almacenados.

- Información de la calidad y uso de datos.
- Almacenamiento y procesamiento selectivo de la información en tiempo real.
- Optimización de mantenimiento preventivo y predictivo a través de Smart Data.
- Identificación y variación de variables.
- Análisis y predicción de las características de rendimiento de procesos productivos y/o máquinas reales.
- Reducción de las tareas de mantenimiento.

Módulo Profesional 5: Sistemas avanzados de ayuda al mantenimiento.

Código: 5035.

Duración: 154 horas.

Créditos ECTS: 8.

Resultados de aprendizaje, criterios de evaluación y contenidos.

RA1: Implanta aplicaciones de Gestión del Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO), atendiendo a las necesidades de la organización.

Criterios de evaluación:

- a) Se han analizado las necesidades de la organización y su potencial de mejora con respecto a la implantación de una solución GMAO.
- b) Se han analizado y comparado sistemas GMAO en cuanto a prestaciones y costes y a su adecuación a las necesidades de la organización.
- c) Se ha seleccionado e instalado la solución óptima de GMAO.
- d) Se ha volcado al sistema GMAO toda la información relevante en cuanto a equipos, repuestos, personal y otros.
- e) Se han identificado y seleccionado las metodologías de mantenimiento necesarias disponibles en la aplicación.
- f) Se han definido los niveles de acceso al sistema GMAO, los usuarios, los privilegios, las responsabilidades en cada actividad definida y la metodología para la creación, emisión y realimentación de órdenes de trabajo.
- g) Se han definido las gamas de mantenimiento a realizar, con su descripción de actividades, periodicidades, herramientas, fungibles, repuestos y demás.

- h) Se han simulado planes de mantenimiento sobre diferentes equipos, obteniéndose las tareas y órdenes de trabajo que se deben realizar y los recursos que se van a necesitar.
- i) Se ha realimentado a la aplicación toda la información relevante en cuanto a órdenes de trabajo y actividades terminadas.
- j) Se ha extraído de la aplicación la información relevante de seguimiento del mantenimiento para la realización de informes.
- k) Se ha conectado el sistema GMAO con niveles superiores de supervisión de la organización, como los sistemas de planificación de recursos (ERP).

Contenidos: Gestión del Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO).

- Mantenimiento: función, objetivos, tipos, ventajas e inconvenientes. Recursos personales y materiales.
- Intervenciones en el mantenimiento. Tipos y temporalización, entre otros.
- Tipos de documentos, documentación de las intervenciones de mantenimiento. Fichas, gamas o normas, entre otras.
- Aplicaciones de Gestión del Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO) o equivalentemente Sistemas de Gestión del Mantenimiento Computerizado (CMMS), disponibles en el mercado.
- Modelo de mantenimiento (mix).
- Diagrama de planta y árbol jerárquico de archivos.
- Usuarios y privilegios.
- KPI's y cuadros de mando.

RA2. Optimiza los procesos y las operaciones de mantenimiento aplicando técnicas de realidad aumentada y/o realidad virtual.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado y caracterizado los equipos a los que aplicar técnicas de realidad aumentada y/o virtual por su complejidad o criticidad.
- b) Se han seleccionado las aplicaciones de realidad aumentada y/o virtual de entre las disponibles en el mercado.
- c) Se han implementado las aplicaciones de realidad aumentada y/o virtual en la organización.
- d) Se han establecido los puntos de los equipos sobre los que implementar las técnicas de realidad aumentada y/o virtual.
- e) Se ha alimentado a las aplicaciones la información relevante para el mantenimiento de cada punto de cada equipo que se considere (planos, repuestos, órdenes de trabajo, históricos, características técnicas, entre otros).
- f) Se han conectado las aplicaciones de realidad aumentada y/o virtual con los sistemas SCADA y/o GMAO de la organización para ofrecer información de los equipos y procesos en tiempo real.
- g) Se han definido e implementado las acciones a realizar desde la aplicación de realidad aumentada y/o virtual en el sistema SCADA, tanto simuladas como actuaciones reales.

- h) Se han elaborado materiales formativos para el nuevo personal y/o para nuevos procesos de mantenimiento.
- i) Se han integrado los materiales formativos elaborados en las aplicaciones de realidad aumentada y/o virtual.

Contenidos: Técnicas de realidad aumentada y/o realidad virtual en los procesos y las operaciones de mantenimiento.

- Fundamentos de la virtualización de sistemas.
- Tecnologías de virtualización existentes en el mercado.
- Aplicaciones y servicios de realidad aumentada y/o realidad virtual disponibles. Prestaciones. Asociación de información de equipos y sus partes. Planos. Esquemas. Características técnicas, procedimientos de mantenimiento, despieces, existencia de repuestos y otros.
- Capacidad de integración de las aplicaciones con los sistemas digitales de la organización: SCADA y GMAO.
- Usos de la realidad aumentada y/o virtual con respecto a la formación: procedimientos de mantenimiento y de seguridad.

RA3. Optimiza el estado de funcionamiento de los equipos aplicando técnicas de mantenimiento predictivo de medición y análisis de vibraciones en máquinas.

Criterios de evaluación:

- a) Se han analizado los fundamentos físicos que dan soporte a las técnicas de análisis de vibraciones.
- b) Se han caracterizado los sensores-acelerómetros que se aplican al análisis de vibraciones en función de sus características y costes.
- c) Se han caracterizado los distintos tipos de fallos que se pueden producir en máquinas y componentes o elementos sometidas a vibraciones.
- d) Se han catalogado y analizado las diferentes causas que pueden producir vibraciones inusuales en máquinas en funcionamiento.
- e) Se han identificado las causas que producen vibraciones inusuales en máquinas concretas en base a los registros históricos y al análisis de las causas.
- f) Se han corregido las causas que provocan un nivel inusual de vibraciones: desalineamientos, desequilibrios, resonancias a determinadas frecuencias de giro, partes deterioradas o desgastadas y otros.
- g) Se han integrado los sistemas automáticos de supervisión continua de vibraciones en los sistemas de control y supervisión de la organización (SCADA).
- h) Se han establecido los avisos y las acciones automáticas a tomar por el sistema de control y supervisión en base a niveles preestablecidos de vibraciones.
- i) Se han programado en el sistema GMAO las gamas de análisis de vibraciones con sus periodicidades y puntos de toma de medición.

Contenidos: Optimización del estado de funcionamiento de los equipos con técnicas de

mantenimiento predictivo de medición y análisis de las vibraciones en máquinas.

- Fundamentos del análisis de vibraciones en máquinas. Naturaleza de la vibración. *Análisis armónico*. Principios físicos, respuesta de la maquinaria, resonancia.
- Principios de funcionamiento de los sensores, acelerómetros y transductores, etapas que los componen, tipos de señal de salida, sistemas de montaje y nomenclatura, características avanzadas de procesamiento de señal y comunicaciones.
- Análisis en frecuencia de las vibraciones y su asociación a las diferentes causas de niveles anómalos de vibración. Tratamiento de la señal: movimiento armónico, dominio del tiempo, dominio frecuencia, características cinemáticas, transformada de Fourier, resolución, familias de frecuencias, filtros, modulación, demodulación, bandas laterales, tendencias.
- Causas usuales de niveles anómalos de vibración: desequilibrio de máquina rotativa, desalineamiento de ejes de transmisión, aflojamiento y holguras, transmisión por correas, rodamientos, engranajes, motores, problemas fluido-dinámicos, problemas de resonancia, deterioro y/o desgaste de partes en fricción y otros.
- Métodos para corrección de niveles elevados de vibraciones: alineamiento de ejes, equilibrado de elementos en rotación, sustitución de elementos defectuosos o con desgastes elevados y otros.

RA4. Optimiza el estado de funcionamiento de los equipos aplicando técnicas de mantenimiento predictivo de análisis de aceites y partículas.

Criterios de evaluación:

- a) Se han analizado los fundamentos que dan soporte a las técnicas de análisis de aceites y partículas.
- b) Se ha realizado un inventario de aplicaciones de las técnicas de análisis de aceites y partículas a los equipos de la organización.
- c) Se han catalogado, analizado y diagnosticado las diferentes causas que pueden producir los resultados anómalos en los análisis de aceites y partículas.
- d) Se han establecido y configurado los niveles de aviso y de actuación frente a los resultados de los análisis de aceites y partículas.
- e) Se han programado en el sistema GMAO las gamas de análisis de aceites y partículas con sus periodicidades y puntos de toma de medición.

Contenidos: Optimización del estado de funcionamiento de los equipos con técnicas de mantenimiento predictivo de análisis de aceites y partículas.

- Fundamentos del análisis de aceites y partículas. Propiedades de los lubricantes. Propiedades de los aceites dieléctricos. Degradación de los aceites y resultados analíticos asociados. Pruebas de rigidez dieléctrica.
- Análisis de aceites y partículas y mantenimiento basado en la condición: ferrografías, sedimentos, presencia de agua.

- Aplicaciones de los análisis de aceites y partículas: motores, reductores, transformadores y otros. Viscosidad cinemática.
- Métodos de toma de muestras, contaminantes típicos en los lubricantes y en los aceites dieléctricos; cuantificación de partículas, número total de ácidos y número total de bases.
- Límites típicos de aviso y de intervención asociados a diferentes tipos de maquinaria (registros históricos de la instalación e informaciones publicadas por los servicios y organismos oficiales).

RA5. Optimiza el estado de funcionamiento de los equipos aplicando técnicas de mantenimiento predictivo de termografía por infrarrojos y de ultrasonidos.

Criterios de evaluación:

- a) Se han analizado los fundamentos que dan soporte a las técnicas de termografía por infrarrojos y de ultrasonidos.
- b) Se ha realizado un inventario de aplicaciones de las técnicas de termografía por infrarrojos y de ultrasonidos a los equipos de la organización.
- c) Se han catalogado y analizado las diferentes causas que pueden producir lecturas anómalas en las mediciones realizadas en base a termografía por infrarrojos y ultrasonidos.
- d) Se han establecido y configurado los niveles de aviso y de actuación frente a los resultados de las mediciones realizadas en base a termografía por infrarrojos y ultrasonidos.
- e) Se ha programado en el GMAO las gamas de predictivo basadas en termografía por infrarrojos y ultrasonidos.

Contenidos: Optimización del estado de funcionamiento de los equipos con técnicas de mantenimiento predictivo de termografía por infrarrojos y de ultrasonidos.

- Fundamentos de las técnicas de termografía por infrarrojos y de ultrasonidos. Propiedades de los materiales con respecto a cada una de las técnicas. Posibles causas de lecturas anómalas.
- Termografía por infrarrojos, técnicas de ultrasonidos y mantenimiento basado en la condición.
- Aplicaciones de la termografía por infrarrojos: detección de puntos calientes en instalaciones eléctricas o de fluidos, conexiones defectuosas, sobreintensidades, medición de temperatura en partes sometidas a carga mecánica, puente térmico, temperatura en sustancias y otros.
- Aplicaciones de las técnicas de ultrasonidos: medición de espesores en materiales, detección de fisuras, fricción en máquinas rotativas, fallas y/o fugas en válvulas, fugas de fluidos, pérdidas de vacío, detección de arco eléctrico, componentes eléctricos, verificación estanqueidad, erosión, corrosión y otros.
- Métodos de realización de las mediciones con ultrasonidos. Retro-dispersión ultrasónica, eco de la pared, inspección rotativa interna, emisiones acústicas, ultrasonidos de largo alcance, alcance acústico.
- Métodos de realización de las mediciones con termografía por infrarrojos. Termografía comparativa, termografía de pulso, bloqueo y fase de impulsos.

- Límites típicos de aviso y de intervención asociados a diferentes tipos de elementos e instalaciones. Histórico de mediciones de la instalación. Documentación publicada por organismos y servicios oficiales.

Módulo Profesional 6: Formación Práctica Dual en Empresa

Código: E316

Duración: 330 horas

Las actividades a realizar en la empresa se programarán con la finalidad de completar las competencias del Curso de Especialización y sus objetivos generales, tanto para aquellas que se han alcanzado en el centro educativo, como para aquellas que son difíciles de conseguir en el mismo. Las actividades diseñadas deberán incluir:

- La configuración de los elementos inteligentes de campo y la reprogramación del sistema de control de la producción y/o de mantenimiento.
- La participación en el diseño, la ejecución y el seguimiento del plan de mantenimiento industrial.
- El establecimiento de métodos de evitación de accidentes.
- La configuración de sistemas y redes ciberseguros de soporte al mantenimiento.
- La monitorización de la maquinaria, sistemas y equipos de la empresa, incluyendo:
 - la determinación de la tecnología de almacenamiento de la información,
 - la implementación de las comunicaciones industriales avanzadas,
 - la optimización de la monitorización de la maquinaria; y,
 - la mejora del mantenimiento preventivo y predictivo.
- La optimización de la gestión del mantenimiento, incluyendo:
 - la implantación de aplicaciones de Gestión del Mantenimiento Asistida por ordenador (GMAO),
 - la aplicación de técnicas de realidad aumentada y/o realidad virtual; y,
 - la aplicación de técnicas de mantenimiento predictivo para el estado de funcionamiento de los equipos.
- La participación en la evaluación de los indicadores de mantenibilidad y metodologías de mejora.

5. Espacios y equipamientos.

5.1. Espacios:

ESPACIO FORMATIVO	SUPERFICIE M2 / 30 ALUMNOS O ALUMNAS	SUPERFICIE M2 / 20 ALUMNOS O ALUMNAS
Aula polivalente.	60	40
Aula de informática industrial.	120	80
Laboratorio de sistemas automáticos.	180	120
Taller de sistemas automáticos.	200	130

5.2. Equipamientos:

ESPACIO FORMATIVO	EQUIPAMIENTO
Aula polivalente.	<p>Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Dispositivos de almacenamiento en red. Escáner. Sistemas de reprografía. Equipos audiovisuales.</p>
Aula de informática industrial.	<p>Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Escáner. Plotter. Programas de gestión de proyectos. Sistemas de reprografía. Equipos audiovisuales. Software de diseño y simulación de sistemas de automatización y robótica industrial. Software de desarrollo de SCADA. Software de Gestión del Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO). Sistemas de planificación de recursos de la empresa (<i>ERP – Enterprise Resource Planning</i>).</p>
Laboratorio de sistemas automáticos.	<p>Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Sistemas de reprografía. Software de aplicación. Generador de funciones. Componentes neumáticos, hidráulicos, electro-hidráulicos y electro-neumáticos: válvulas, actuadores, indicadores y otros. Elementos de mando y maniobra. Bombas, motores y cilindros hidráulicos. Acumuladores hidráulicos. Elementos de protección. Contadores de energía activa y reactiva monofásicos y trifásicos. Luxómetro. Transformadores. Polímetros. Fuentes de alimentación. Frecuencímetros. Entrenadores de neumática, hidráulica, electro-neumática y electro-hidráulica. Entrenadores de electrónica de potencia. Autómatas programables. Osciloscopios. Inyector de señales. Herramientas y máquinas portátiles de mecanizado para electricidad. Bancos de ensayos, control, regulación y acoplamiento de máquinas eléctricas estáticas y rotativas. Pinzas amperimétricas. Tacómetros. Diversos tipos de motores. Fuentes de alimentación. Transformadores monofásicos. Arrancadores progresivos y variadores de velocidad. Entrenadores para electrotecnia. Equipos para construcción de cuadros eléctricos. Paneles para las instalaciones de circuitos de electricidad-electrónica. Elementos y entrenadores de comunicaciones industriales. Equipamientos y elementos de medición y control.</p>

<p>Aula técnica de sistemas automáticos.</p>	<p>Equipamiento para la realización de ensayos. Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Sistemas de reprografía. Equipos y herramientas de mecanizado manual. Equipamientos y elementos de medición y control. Equipamiento para la realización de mediciones y verificación de elementos. Mecanismos. Equipos y accesorios para distintos tipos de soldadura. Paneles modulares para el montaje de sistemas. Elementos para montaje y simulación de sistemas hidráulicos, neumáticos, electro-hidráulicos y electro-neumáticos. Herramientas portátiles para mecanizado. Simuladores de estaciones: distribución, verificación, procesamiento, robots y otros. Autómatas programables. Línea de fabricación inteligente. Equipos de verificación y medida. Software de aplicación. Equipos para análisis de vibraciones. Equipos para toma de muestras para análisis de aceites y de partículas. Equipos de inspección por termografía de infrarrojos. Equipos de inspección por ultrasonidos.</p>
--	--

6. Profesorado.

6.1. Especialidades del profesorado con atribución docente en los módulos profesionales del curso de especialización de Digitalización del mantenimiento industrial:

MÓDULO PROFESIONAL	ESPECIALIDAD DEL PROFESORADO	CUERPO
5012. Metrología e instrumentación inteligente.	Equipos Electrónicos. Instalaciones Electrotécnicas. Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas. Oficina de Proyectos de Fabricación Mecánica. Operaciones de Procesos.	Profesora Técnica o Profesor Técnico de Formación Profesional.
5032. Estrategias del mantenimiento industrial.	Organización y Proyectos de Fabricación Mecánica. Organización y Proyectos de Sistemas Energéticos. Sistemas Electrónicos. Sistemas Electrotécnicos y Automáticos.	Profesora o Profesor de Enseñanza Secundaria.
5033. Seguridad en el mantenimiento industrial.	Equipos Electrónicos. Instalación y Mantenimiento de Equipos Térmicos y de Fluidos. Instalaciones Electrotécnicas. Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas. Oficina de Proyectos de Fabricación Mecánica. Operaciones de Procesos. Soldadura.	Profesora Técnica o Profesor Técnico de Formación Profesional.
	Profesora o Profesor Especialista.	

5034. Monitorización de maquinaria, sistemas y equipos.	Organización y Proyectos de Fabricación Mecánica. Organización y Proyectos de Sistemas Energéticos. Sistemas Electrónicos. Sistemas Electrotécnicos y Automáticos.	Profesora o Profesor de Enseñanza Secundaria.
	Profesora o Profesor Especialista.	
5035. Sistemas avanzados de ayuda al mantenimiento.	Equipos Electrónicos. Instalaciones Electrotécnicas. Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas. Oficina de Proyectos de Fabricación Mecánica. Operaciones de Procesos.	Profesora Técnica o Profesor Técnico de Formación Profesional.
	Profesora o Profesor Especialista.	
E316. Formación Práctica Dual en Empresa.	Organización y Proyectos de Fabricación Mecánica. Organización y Proyectos de Sistemas Energéticos. Sistemas Electrónicos. Sistemas Electrotécnicos y Automáticos.	Profesora o Profesor de Enseñanza Secundaria.
	Equipos Electrónicos. Instalaciones Electrotécnicas. Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas. Oficina de Proyectos de Fabricación Mecánica. Operaciones de Procesos.	Profesora Técnica o Profesor Técnico de Formación Profesional.

6.2. Titulaciones habilitantes a efectos de docencia:

CUERPO	ESPECIALIDAD	TITULACIONES
Profesora o Profesor de Enseñanza Secundaria.	Organización y Proyectos de Fabricación Mecánica.	Diplomada o Diplomado en Máquinas Navales. Ingeniera Técnica Aeronáutica o Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronaves, especialidad en Equipos y Materiales Aeroespaciales. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico Agrícola: especialidad en Explotaciones Agropecuarias, especialidad en Industrias Agrarias y Alimentarias, especialidad en Mecanización y Construcciones Rurales. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico en Diseño Industrial. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico Industrial, en todas sus especialidades. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico de Minas, en todas sus especialidades. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico Naval, en todas sus especialidades. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico en Obras Públicas, especialidad en Construcciones Civiles.
	Organización y Proyectos de Sistemas Energéticos.	Diplomada o Diplomado en Máquinas Navales. Ingeniera Técnica Aeronáutica o Ingeniero Técnico Aeronáutico, en todas sus especialidades. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico Agrícola, en todas sus especialidades. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico Industrial, en todas sus especialidades.

		Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico de Minas, en todas sus especialidades. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico Naval, en todas sus especialidades. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico de Obras Públicas, en todas sus especialidades. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico de Telecomunicación, en todas sus especialidades.
	Sistemas Electrónicos. Sistemas Electrotécnicos y Automáticos.	Diplomada o Diplomado en Radioelectrónica Naval. Ingeniera Técnica Aeronáutica o Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en Electricidad, especialidad en Electrónica Industrial. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico de Telecomunicación, en todas sus especialidades.
Profesora Técnica o Profesor Técnico de Formación Profesional.	Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas.	Técnica Superior o Técnico Superior en Producción por Mecanizado u otros títulos equivalentes.
	Soldadura.	Técnica Superior o Técnico Superior en Construcciones Metálicas u otros títulos equivalentes.

6.3. Titulaciones requeridas para impartir módulos profesionales que conforman el Curso de Especialización para los centros de titularidad privada, de otras Administraciones distintas a la educativa y orientaciones para la Administración educativa:

MÓDULOS PROFESIONALES	TITULACIONES
5032. Estrategias del mantenimiento industrial. 5034. Monitorización de maquinaria, sistemas y equipos.	Licenciada o Licenciado, Ingeniera o Ingeniero, Arquitecta o Arquitecto o título de Grado correspondiente u otros títulos equivalentes a efectos de docencia.
5012. Metrología e instrumentación inteligente. 5033. Seguridad en el mantenimiento industrial. 5035. Sistemas avanzados de ayuda al mantenimiento.	Licenciada o Licenciado, Ingeniera o Ingeniero, Arquitecta o Arquitecto o título de Grado correspondiente u otros títulos equivalentes a efectos de docencia. Diplomada Universitaria o Diplomado Universitario, Arquitecta Técnica o Arquitecto Técnico o Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico u otros títulos equivalentes a efectos de docencia.

6.4. Titulaciones habilitantes a efectos de docencia para impartir módulos profesionales que conforman el Curso de Especialización para los centros de titularidad privada, de otras Administraciones distintas a la educativa y orientaciones para la Administración educativa:

MÓDULOS PROFESIONALES	TITULACIONES
5032. Estrategias del mantenimiento industrial. 5034. Monitorización de maquinaria, sistemas y equipos.	Diplomada o Diplomado en Máquinas Navales. Diplomada o Diplomado en Radioelectrónica Naval. Ingeniera Técnica Aeronáutica o Ingeniero Técnico Aeronáutico, en todas sus especialidades. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico Agrícola, en todas sus especialidades. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico en Diseño Industrial. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico Industrial, en todas sus especialidades. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas.

	<p>Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico de Minas, en todas sus especialidades.</p> <p>Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico Naval, en todas sus especialidades.</p> <p>Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico de Obras Públicas, en todas sus especialidades.</p> <p>Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico de Telecomunicación, en todas sus especialidades.</p>
<p>5012. Metrología e instrumentación inteligente.</p> <p>5035. Sistemas avanzados de ayuda al mantenimiento.</p>	<p>Técnica Superior o Técnico Superior en Producción por Mecanizado u otros títulos equivalentes.</p>
<p>5033. Seguridad en el mantenimiento industrial.</p>	<p>Técnica Superior o Técnico Superior en Producción por Mecanizado u otros títulos equivalentes.</p> <p>Técnica Superior o Técnico Superior en Construcciones Metálicas u otros títulos equivalentes.</p>

BORRADOR