

**DATOS IDENTIFICATIVOS DEL MÓDULO FORMATIVO**

MÓDULO FORMATIVO	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS MEDIANTE EL MÉTODO DE CORRIENTES INDUCIDAS	DURACIÓN	90
Código	MF1549_3		
Familia profesional	QUÍMICA		
Área Profesional	Análisis y control		
Certificado de profesionalidad	ORGANIZACIÓN Y CONTROL DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	Nivel	3
Resto de formación para completar el certificado de profesionalidad	Control de calidad y buenas prácticas en el laboratorio.	Duración	50
	Programas informáticos para tratamiento de datos y gestión en el laboratorio.		40
	Aplicación de las medidas de seguridad y medio ambiente en el laboratorio.		40
	Defectología asociada a los procesos de fabricación de diferentes materiales.		90
	Ensayo mediante líquidos penetrantes.		40
	Ensayo mediante partículas magnéticas.		40
	Ensayo mediante inspección visual.		40
	Principios físicos, manejo de equipos y accesorios empleados en la realización de ensayos no destructivos por el método de ultrasonidos.		40
	Aplicación de técnicas del ensayo mediante el método de ultrasonidos.		50
	Evaluación de resultados mediante el método de ultrasonidos.		30
	Preparación de la pieza y ajuste de equipos y accesorios para realizar ensayos no destructivos mediante el método de radiología industrial.		40
	Aplicación de técnicas de radiología industrial		50
	Evaluación de resultados mediante el método de radiología industrial.		30
	Principios de seguridad en instalaciones radiactivas de radiología industrial		30
	Gestión de la prevención de riesgos laborales en la organización y realización de ensayos no destructivos propios del sector de aplicación.		60
Prácticas profesionales no laborales	120		

**Apartado A: REFERENTE DE COMPETENCIA**

Este módulo formativo se corresponde con la unidad de competencia: UC1549\_3 Organizar, supervisar y realizar ensayos no destructivos mediante el método de corrientes inducidas, y evaluar los resultados.

## Apartado B: **ESPECIFICACIÓN DE LAS CAPACIDADES Y CONTENIDOS**

### **Capacidades y criterios de evaluación:**

C1: Relacionar los instrumentos y los equipos con las técnicas empleadas en la realización del ensayo de corrientes inducidas de acuerdo con las características del objeto a ensayar.

CE1.1 Identificar y seleccionar los instrumentos y equipos a emplear en la realización del ensayo de corrientes inducidas de acuerdo con el objetivo del ensayo.

CE1.2 Describir las distintas técnicas del método de corrientes inducidas justificando sus fundamentos científicos.

CE1.3 Describir los parámetros y la técnica a emplear, según la precisión del ensayo de corrientes inducidas y las condiciones de la muestra, siguiendo la normativa aplicable.

CE1.4 Interpretar esquemas básicos de aparatos de medida, describiendo las características técnicas esenciales de los componentes del aparato de corrientes inducidas y determinando cual es su misión.

CE1.5 Organizar las operaciones de mantenimiento de los instrumentos y equipos, asegurándose de que siempre se encuentran en condiciones de uso.

CE1.6 En un supuesto práctico consistente en la inspección mediante corrientes inducidas de unos tubos de generadores de vapor determinar el equipo a emplear, según se utilice mono o multifrecuencia, en función de la posición y circunstancias de las discontinuidades esperadas.

C2: Realizar ensayos mediante el método de corrientes inducidas, tomando las medidas necesarias para obtener un resultado fiable.

CE2.1 Determinar las condiciones para adecuar el objeto a ensayar a la técnica de corrientes inducidas a emplear, preparando la superficie de exploración de acuerdo con el ensayo a realizar.

CE2.2 Ajustar instrumentos y equipos, definiendo el tipo de parámetros a emplear según la característica que se tenga que medir y el instrumento que se vaya a utilizar.

CE2.3 Preparar probetas de diferentes materiales y realizar sobre ellas ensayos de caracterización.

CE2.4 En un supuesto práctico consistente en la inspección mediante corrientes inducidas de tubos de cambiadores de calor, se compara los resultados obtenidos de la inspección con un banco de señales de discontinuidades obtenidas a partir de probetas tipo con defectos.

C3: Determinar los aspectos críticos en el proceso de realización de ensayos de corrientes inducidas, tomando las medidas necesarias para obtener un resultado fiable.

CE3.1 Supervisar los ensayos realizados por otros siguiendo indicaciones escritas, contemplando el cumplimiento del procedimiento establecido y la actuación preventiva de riesgos laborales y ambientales en caso de accidentes.

CE3.2 Describir el proceso de aplicación de una técnica de corrientes inducidas determinada, mediante la elaboración de un esquema previo, secuencial y ordenado, que pueda servir como instrucción o procedimiento de trabajo.

CE3.3 Analizar las acciones posteriores al ensayo y la elaboración de un informe que refleje las discontinuidades detectadas.

C4: Interpretar los resultados obtenidos en la realización de los ensayos de corrientes inducidas, realizando el informe correspondiente donde se deben reflejar las acciones preventivas de riesgos laborales y ambientales adecuadas a la legislación aplicable.

CE4.1 Organizar el registro de datos en los soportes adecuados dependiendo del tipo de objeto y del ensayo.

CE4.2 Analizar los registros, interpretando y evaluando los resultados de acuerdo con los criterios de aceptación/ rechazo establecidos en las normas y/o procedimientos aplicables, para reparar o eliminar los elementos no conformes.

CE4.3 Realizar un informe de los resultados obtenidos en los ensayos expresando en él la identificación y las características de la pieza, la técnica empleada, la valoración de los resultados y las observaciones significativas que se hayan producido durante el ensayo, así como las acciones preventivas de riesgos laborales y ambientales realizadas.

CE4.4 Reflejar en el informe de resultados de un supuesto práctico de la inspección mediante corriente inducidas de la superficie de un componente aeronáutico el tipo de discontinuidades halladas, basadas en un banco de señales.

### **Contenidos:**

#### **1. Fundamentos del método de corrientes inducidas (ET)**

- Introducción al método de corrientes inducidas.
- Definiciones y metodología de aplicación de los métodos básicos
- Campos de aplicación de los métodos comunes
- Alcance y límites de los métodos comunes
- Límites de aplicación de las corrientes inducidas
- Principios de electricidad y electromagnetismo.
  - Corriente continua
  - Intensidad y tensión.

- Ley de Ohm y resistencia, conductividad
- Unidades eléctricas.
- Corriente alterna
- Amplitud y fase
- Impedancia
- Funciones sinusoidales
- Amplitud de punto máximo y valores efectivos
- Frecuencia y periodo
- Ángulo de fase.
- Expresiones matemáticas
- Diferencia o retardo de fase
- Electromagnetismo, inductancia e inducción por corriente alterna.
  - Historia del magnetismo
  - Inducción y campos magnéticos
  - Permeabilidad magnética
  - Flujo magnético inducido
    - Líneas de fuerza y campos de fuerza
    - Conservación del flujo, magnetismo residual
  - Ley de Biot y Savart
  - Ley de Ampere
  - Inductancia
- Corrientes inducidas.
  - Ley de Lenz.
  - Reactancia inductiva.
  - Circuitos inductivos.
  - Distribución de las corrientes inducidas en materiales conductores.
- Piezas planas
  - Variación de amplitud y fase de corriente
  - Profundidad de penetración efectiva
  - Reacción de la discontinuidad de acuerdo con la posición
- Tubos
  - Frecuencias características
  - Variaciones de amplitud y fase
  - Profundidad de penetración efectiva
  - Reacción de discontinuidad de acuerdo con la posición

## **2. Instrumentación, equipos y materiales**

- Principios y características básicas de los captadores de corrientes inducidas
  - Inducción y funciones de recepción
  - Medidas absolutas y diferenciales
  - Tipos de captadores
  - Caracterización y mantenimiento
  - Distribución de las corrientes inducidas respecto a la posición del captador
  - Campo generado por un captador en el vacío.
  - Distribución de las corrientes inducidas en una zona respecto a la posición del captador.
  - Técnicas de focalización.
  - Reacción de distintos tipos de captadores de acuerdo con su montaje.
- Equipos de corrientes inducidas.
  - Principio de funcionamiento del equipo de corrientes inducidas.
  - Principales funciones y ajustes del equipo.
  - Diferentes tipos de equipos de corrientes inducidas.
    - Equipo específico (monofrecuencia y multifrecuencia).
    - Equipo multiparámetro (monofrecuencia y multifrecuencia).
  - Dispositivos auxiliares.

- Dispositivos auxiliares para la adquisición de señales.
- Dispositivo de transmisión, unidad de saturación, desmagnetizador.
- Equipo para el almacenamiento de señal: registrador en cinta y memorias digitales.
- Sistema para el procesado automático de señales.
- Dispositivos de filtrado
- Tipos de representación de la señal.
  - Indicación directa.
  - Plano de impedancia.
  - Cartas gráficas y registros en X-Y.
- Bloques patrón y de referencia.
  - Función de los bloques patrón.
  - Función de los bloques de referencia.
  - Fabricación y reproducibilidad de los distintos tipos de patrones de referencia
  - Patrones para medida de espesores.
  - Curvas de calibración.
- Normas para caracterización y verificación del equipo

### **3. Aplicaciones y técnicas de ensayo del método de corrientes inducidas**

- Variables del ensayo de corrientes inducidas
  - Características de la pieza: conductividad eléctrica, permeabilidad magnética, composición química, tamaño de grano.
  - Influencia de la posición y la orientación de la discontinuidad
  - Influencia de la temperatura del material
  - Influencia de la estructura y geometría de las piezas sometidas a ensayo. (Relación señal ruido)
  - Elección de la frecuencia del ensayo.
  - Discriminación de fase
  - Factor de llenado.
  - Profundidad de penetración.
  - Efecto separación. (Lift off)
  - Efecto borde.
  - Influencia de la distancia de acoplamiento en función de la geometría del captador.
  - Saturación magnética.
  - Influencia del acoplamiento
  - Influencia de la velocidad de exploración.
  - Frecuencias de ensayo según la velocidad de inspección.
  - Rangos de frecuencia del equipo según la velocidad de inspección.
- Principales tipos de discontinuidades detectadas por ensayos de corrientes inducidas. (Detección y Caracterización)
- Aplicaciones.
  - Detección de discontinuidades superficiales y subsuperficiales.
  - Medida de espesores de materiales delgados.
  - Medida de espesores de recubrimiento.
  - Caracterización de materiales.
    - Comprobación de la composición del producto
    - Medida de la conductividad eléctrica
    - Comprobación del estado de tratamiento
  - Inspección de productos ferromagnéticos
  - Inspección de productos largos.
    - Tubos de intercambiadores de calor y generadores de vapor.
    - Tubos.
    - Barras.
    - Alambres, etc.

### **4. Evaluación de resultados de la aplicación del método de corrientes inducidas**

- Catálogo de representaciones en el plano de impedancia.
- Códigos y normas aplicables al ensayo de corrientes inducidas
- Preparación del informe

- Especificaciones y procedimientos aplicables al método
- Evaluación de los resultados del ensayo: Aceptación o rechazo de acuerdo con las normas aplicables en cada caso y el grado de calidad requerida.
- Instrucciones escritas
  - Preparación de una instrucción escrita
  - Lectura y comprensión de un código o norma
  - Conocimiento general de normas y normalización
- Prevención de riesgos laborales y ambientales aplicables al método de corrientes inducidas.

### Apartado C: **REQUISITOS Y CONDICIONES**

Deberá cumplir alguno de los requisitos siguientes:

- Estar en posesión del título de Bachiller
- Estar en posesión de algún certificado de profesionalidad de nivel 3.
- Estar en posesión de un certificado de profesionalidad de nivel 2 de la misma familia y área profesional
- Cumplir el requisito académico de acceso a los ciclos formativos de grado superior o haber superado las correspondientes pruebas de acceso a ciclos de grado superior.
- Tener superada la prueba de acceso a la universidad para mayores de 25 años y/o de 45 años
- Tener, de acuerdo con la normativa que se establezca, los conocimientos formativos o profesionales suficientes que permitan cursar con aprovechamiento la formación

En relación con las exigencias de los formadores o de las formadoras, instalaciones y equipamientos se atenderá las exigencias solicitadas para el propio certificado de profesionalidad.