



PROGRAMA DE CURSO DE FORMACION PROFESIONAL

Ensayos no destructivos

ENERO 2006

DATOS GENERALES DEL CURSO

1. **FAMILIA PROFESIONAL:** SERVICIOS A LAS EMPRESAS
ÁREA PROFESIONAL:
2. **DENOMINACIÓN DEL CURSO:** ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS
3. **CÓDIGO:** EMZZ85
4. **TIPO:** OCUPACIÓN

5. OBJETIVO GENERAL

Al finalizar el curso el alumno será capaz de ejecutar los ensayos correspondientes a las técnicas de E.N.D. siguiendo las especificaciones establecidas en los documentos técnicos pertinentes y respetando las normas, tanto de seguridad como las referidas a la calidad del ensayo y eficacia del proceso, además de que todos aquellos alumnos que superen el Curso podrán acreditar el número de horas mínimo en Formación que establece la Norma Europea UNE EN 473 para poder acceder a los exámenes de certificación de Niveles II en E.N.D.

6. REQUISITOS DEL PROFESORADO

6.1. Nivel académico

Titulación universitaria de grado medio o superior preferentemente en las ramas de Ingeniería, o capacitación profesional equivalente en la ocupación relacionada con el curso.

Además deberán quienes impartan el módulo de Radiología estar en posesión de la Licencia de Supervisor de Instalaciones Radiactivas, o en su caso, el de Operador de Instalaciones Radiactivas, emitidas por el Consejo de Seguridad Nuclear.

6.2. Experiencia profesional

Deberá tener tres años de experiencia en la ocupación

6.3. Nivel pedagógico

Será necesario tener formación metodológica o experiencia docente.

7. REQUISITOS DE ACCESO DEL ALUMNO.

7.1. Nivel académico o de conocimientos generales

Certificado de Escolaridad.

7.2. Nivel profesional o técnico

No se requiere experiencia profesional previa.

7.3. Condiciones físicas

No padecer defectos físicos que le impidan el desarrollo de la ocupación.

8. NÚMERO DE ALUMNOS

Se recomienda que el número de alumnos no sea superior a 15.

9. RELACIÓN SECUENCIAL DE MÓDULOS FORMATIVOS

1. Inspección por medio de líquidos penetrantes.
2. Inspección por medio de partículas magnéticas.
3. Inspección por medio de radiología industrial.
4. Inspección por medio de corrientes inducidas.
5. Inspección por medio de ultrasonidos.

10. DURACIÓN

Prácticas	200 horas.
Contenidos teóricos	180 horas.
Evaluación	20 horas.
 Duración total	 400 horas.

11. INSTALACIONES.

11.1. Aula de clases teóricas

- Superficie: El aula deberá tener un mínimo de 30 m² para grupos de 15 alumnos (2 m² por alumno).
- Mobiliario: Estará equipada con mobiliario docente para 15 plazas además de los elementos auxiliares.

11.2. Instalaciones para prácticas

- El acondicionamiento eléctrico reunirá las condiciones necesarias como para instalar un equipo de R-X así como un equipo magnetizador y demás aparatos eléctricos.
- El equipo de R-X, al ser un aparato emisor de radiaciones ionizantes, necesita unas condiciones especiales para su funcionamiento. Para lo cual, debe estar dicho equipo dentro de un recinto especialmente diseñado, con los blindajes adecuados y en todo caso con autorización específica del Consejo de Seguridad Nuclear como Organismo competente para autorizar la inclusión en la base de datos como Instalación Radiactiva de acuerdo con la legislación vigente.
- Iluminación: natural o artificial, según reglamento de luminotecnia vigente.
- Condiciones ambientales entorno a 20° C.
- Ventilación: normal con temperatura ambiente adecuada.

11.3. Otras Instalaciones

- Un espacio mínimo de 50 m² para despachos de dirección, sala de profesores y actividades de coordinación y secretaría.
- Una sala ventilada y acondicionada para las materias primas, así como laboratorio de análisis físicos, químicos y de calidad.
- Aseos y servicios higiénico-sanitarios en número adecuado a la capacidad del Centro.
- Los centros deberán reunir las condiciones higiénicas acústicas, de habitabilidad y de seguridad exigidas por la legislación vigente, y disponer de licencia municipal de apertura como centro de formación.

12. EQUIPO Y MATERIAL

12.1. Equipo

- Técnica de LÍQUIDOS PENETRANTES:
 - Máquina para Ensayo con Líquidos Penetrantes por inmersión.
 - Cabinas para aplicación del ensayo por aerosoles.
 - Cabina de luz negra para inspección.
 - Cabina de aplicación electrostática.
 - Pistolas para aplicación de penetrantes.
 - Pistolas para aplicación de reveladores.
 - Luz negra.
 - Estufa de secado con aire caliente.
 - Cepillos metálicos.

- Técnica de PARTÍCULAS MAGNÉTICAS:
 - Bancada Universal de magnetización.
 - Imán permanente.
 - Medidor de campo magnético.
 - Lámparas de luz negra.
 - Desmagnetizador.
 - Yugo magnético.
 - Proyector transparencias.
 - Equipo portátil de magnetización por electrodos.
 - Aplicador de P.M.
 - Pulverizador de P.M.

- Técnica de CORRIENTES INDUCIDAS:
 - Equipo de representación en pantalla del plano complejo.
 - Equipo de clasificación de materiales ferromagnéticos.
 - Equipo de detección de grietas superficiales.
 - Equipo de medida de conductividad eléctrica.
 - Equipo de medida de espesores de recubrimientos.
 - Bobinas, sondas y palpadores.
 - Probetas de aleación ligera con diferentes tratamientos térmicos.
 - Probetas de distintos materiales.
 - Probetas con grietas en taladros.
 - Probetas de acero con diferentes tratamientos térmicos.
 - Útiles y plantillas de dibujo.

- Técnica de ULTRASONIDOS:
 - Equipos de ultrasonidos convencional.
 - Piezas patrón V-1, V-2.
 - Equipo de medida de espesores con representación digital.
 - Equipo de ultrasonidos con 1 puerta de salida analógica de amplitud y “echo-star”.
 - Cuba para ensayos por inmersión con mecanismo de desplazamiento del palpador en 3 ejes.
 - Palpadores de incidencia normal de distintas frecuencias.
 - Palpadores de incidencia angular.
 - Cables para palpadores.

- Técnica de RADIOLOGÍA INDUSTRIAL:
 - Equipo de Rayos X.
 - Gammógrafo.
 - Banco de óptica.
 - Negatoscopios.
 - Densitómetros.
 - Detectores de radiación (cámara de ionización).
 - Proyector de diapositivas.
 - Proyector de transparencias.
 - Pizarra.
 - Equipo de laboratorio radiográfico.
 - Dosímetro de pluma.

- Dosímetro de película.

12.2. Herramientas y utillaje

- Un equipo completo de herramientas de taller.
- 15 equipos de herramienta ligera personal.

12.3. Material de consumo

- Penetrante rojo.
- Penetrante fluorescente.
- Disolvente.
- Revelador.
- Emulsificador.
- Desengrasante.
- Desoxidante.
- Decapante.
- Partículas magnéticas secas, húmedas, coloreadas y fluorescentes.
- Aplicador de partículas magnéticas.
- Pulverizador.
- Cinta adhesiva.
- Acoplante para palpadores.
- Hojas de papel milimetrado.
- Láminas de plástico transparente.
- Líquido revelador.
- Ácido acético.
- Chasis para películas.
- Pantallas reforzadoras de plomo.
- Termómetro centígrado.
- Varilla de agitación.
- Líquido fijador.
- Películas.
- Bateas.
- Vasos de ppdo. Probetas graduadas.
- Lupas.
- Muestras de soldaduras de chapa aluminio de 10 mm. de espesor.
- Muestras de soldaduras de chapa de acero de 5 mm.
- Soldadura en tubo de 2" diámetro de acero.
- Soldadura en tubo de 10-15 mm. de diámetro.
- Colección radiografías con defectos.
- Colección ICI, DIN. Colección ICI, ASTM. Colección ICI, ASME.
- Cronómetros.
- Colimadores.
- Reglas de isótopos de Ir, Co, Cs, Tm.
- Imán de sujeción de fuentes.
- Papel semilogarítmico.
- Letras de plomo. Números de plomo.
- Tiza indeleble.
- Probetas de soldadura a tope en L, T y tubería.
- Piezas moldeadas.
- Juego de radiografías IIW. Juego de radiografías ASTM E 71-64.

12.4. Material didáctico

A cada alumno al inicio del curso se le hará entrega del siguiente material:

- 1 bata.
- 1 rotulador fino (negro, rojo, verde y azul).
- 1 lápiz (nº 2 y nº 4).
- 1 goma de borrar.
- 1 bloc tamaño folio.
- 1 bolígrafo azul y negro.
- 1 carpeta tamaño folio.

DATOS ESPECÍFICOS DEL CURSO

14. DENOMINACIÓN DEL MÓDULO:

INSPECCIÓN POR MEDIO DE LÍQUIDOS PENETRANTES.

15. OBJETIVO DEL MÓDULO:

El alumno al finalizar este módulo será capaz de realizar una inspección en el campo de los materiales magnéticos y no magnéticos por cualquiera de los procedimientos de Ensayo por Líquidos Penetrantes.

16. DURACIÓN DEL MÓDULO:

40 Horas

17. CONTENIDO FORMATIVO DEL MÓDULO.

A) Prácticas

- Observación en distintos tipos de penetrantes de su capacidad de penetración.
- Comprobación de la mojabilidad y lavabilidad de distintos tipos de penetrantes.
- Comprobación de las características de los reveladores. Manejo de aerosoles.
- Observación de penetrantes fluorescentes bajo fuentes de luz negra.
- Preparación superficial de piezas que contengan los siguientes contaminantes: grasa, óxido, pintura, escorias.
- Proceso de inspección con líquido penetrante rojo eliminable con disolvente en aerosol.
- Proceso de inspección con líquido penetrante fluorescente por inmersión.
- Proceso de inspección con líquido penetrante rojo eliminable con disolvente en aerosol.
- Proceso de inspección con líquido penetrante fluorescente eliminable con disolvente en aerosol.
- Proceso de inspección con líquido penetrante fluorescente lavable con agua por inmersión a brocha.
- Inspección de una pieza por cualquiera de los procesos de líquidos penetrantes siguiendo unas especificaciones y normas de aceptación concretas.
- Redacción de informes de las piezas inspeccionadas.

B) Contenidos profesionales.

- Campo de aplicación de los líquidos penetrantes.
- Fundamentos físico-químicos del ensayo.
- Descripción de las etapas básicas del ensayo por líquidos penetrantes.
- Características y tipos de penetrantes. Tiempo de penetración.
- Características y tipos de eliminadores.
- Características y tipos de reveladores. Tiempo de revelado.
- Manejo de aerosoles.
- Tipos de iluminación utilizada. Fuentes de luz negra.
- Tipos de contaminantes superficiales.
- Condiciones de la rugosidad superficial.
- Métodos de limpieza.
- Penetrantes postemulsificables, ventajas y limitaciones.
- Emulsificadores.
- Penetrantes eliminables con disolventes, ventajas y limitaciones.
- Disolventes.
- Limpieza final.
- Redacción de informes.

18. EVALUACIÓN OBJETIVA.

18.1. Prácticas.

Realizará cada alumno un ensayo por líquidos penetrantes, emitiendo el informe correspondiente.

18.2. Conocimientos profesionales.

Se realizará una evaluación objetiva con un número mínimo de 20 preguntas con respuestas múltiples o de verdadero o falso.

14. DENOMINACIÓN DEL MÓDULO:

INSPECCIÓN POR MEDIO DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

15. OBJETIVO DEL MÓDULO:

El alumno al finalizar este módulo será capaz de realizar una inspección en el campo de los materiales magnéticos por cualquiera de los procedimientos del Ensayo por Partículas Magnéticas.

16. DURACIÓN DEL MÓDULO:

40 Horas

17. CONTENIDO FORMATIVO DEL MÓDULO.

A) Prácticas

- Manejo de medidores elementales del campo magnético.
- Comprobación de la aparición de la polaridad cuando hay una discontinuidad.
- Comprobación que las líneas de fuerza del campo magnético son cerradas.
- Medida del remanente en diferentes materiales.
- Ensayo de piezas con electroimán y partículas magnéticas por vía seca y húmeda, por los métodos continuo y residual.
- Ensayo de piezas magnetizadas circularmente, por medio de corriente alterna y continua por vía seca y húmeda, por los métodos continuo y residual.
- Ensayo de piezas magnetizadas longitudinalmente, por medio de corriente alterna y continua, por vía seca y húmeda por los métodos continuos y residual.
- Ensayo de piezas huecas magnetizadas por el paso de corriente, alterna y continua, por conductor central, por vía húmeda y seca.
- Ensayo de piezas magnetizadas localmente por medio de electrodos por vía seca y húmeda.
- Desmagnetización de piezas con bobina de corriente alterna, en ciclo automático y manual.
- Realización de informes de las piezas ensayadas.

B) Contenidos teóricos.

- Campo de aplicación de las Partículas Magnéticas.
- Conceptos básicos de magnetismo.
- Descripción de las etapas básicas del ensayo por Partículas Magnéticas.
- Magnetización por electroimán.
- Características de las partículas magnéticas.
- Aplicación de las partículas magnéticas. Método continuo y residual.
- Corriente alterna, continua y rectificada.
- Magnetización longitudinal.
- Magnetización circular.
- Manejo de los indicadores de campo.
- Distribución del campo magnético en un conductor macizo y en conductor hueco.
- Magnetización mediante electrodos de contacto.
- Inspección de soldaduras.
- Desmagnetización.
- Interpretación de las indicaciones obtenidas en el ensayo por partículas magnéticas.
- Redacción de informes.

18. EVALUACIÓN OBJETIVA.

18.1. Prácticas.

Realizará cada alumno un ensayo por partículas magnéticas, emitiendo el informe correspondiente.

18.2. Conocimientos profesionales.

Se realizará una evaluación objetiva con un número mínimo de 20 preguntas con respuestas múltiples o de verdadero o falso.

14. DENOMINACIÓN DEL MÓDULO:

INSPECCIÓN POR MEDIO DE RADIOLOGÍA INDUSTRIAL

15. OBJETIVO DEL MÓDULO:

El alumno al finalizar este módulo será capaz de realizar radiografías en piezas soldadas o moldeadas así como su procesado, pudiendo interpretar las heterogeneidades más usuales que se puedan presentar.

16. DURACIÓN DEL MÓDULO:

120 Horas

17. CONTENIDO FORMATIVO DEL MÓDULO.

A) Prácticas

- Manejo de detectores de radiaciones ionizantes.
- Carga de películas.
- Preparación de los baños para el procesado de películas.
- Procesado de películas.
- Medida de la densidad de una radiografía.
- Examen en negatoscopio de imágenes radiográficas.
- Rodaje del equipo de R-X.
- Cálculo de parámetros de exposición de R-X en función del espesor de la pieza a radiografiar.
- Manejo del gammagrafo.
- Cálculo de parámetros de exposición a la radiación gamma, en función de la actividad de la fuente y el espesor de la pieza a radiografiar.
- Realización de radiografía a una soldadura plana.
- Realización de radiografía a una soldadura circular a doble pared, radiación exterior y película exterior.
- Radiografiado de piezas moldeadas
- Identificar ante radiografías tipo las diferentes discontinuidades que aparecen en las mismas.
- Realización de informes según criterios de aceptación de distintos códigos o normas de las radiografías realizadas.

B) Contenidos teóricos

- Campo La película radiográfica.
- Características de la imagen radiográfica.
- Técnica radiográfica. Factores de exposición.
- Procesado de la radiografía.
- Parámetros de la calidad en la imagen radiográfica.
- Criterios de aceptación.
- Los rayos X.
- Aparatos de rayos X.
- El tubo de R-X. Espectro de los R-X.
- Los rayos gamma.
- Equipos de gammagrafía.
- Radionucleidos productores de radiación gamma.
- Magnitudes y unidades radiológicas.
- Período de semidesintegración.
- Ensayo radiográfico de las uniones soldadas.
- Técnicas radiográficas.
- Interpretación y calificación según las discontinuidades percibidas.
- Causas y correcciones de los defectos en la calidad de las radiografías.
- Redacción de informes con arreglo a distintos códigos de aceptación.

18. EVALUACIÓN OBJETIVA.

18.1. Prácticas.

Realizará cada uno una radiografía emitiendo al final un informe de aceptación o no con arreglo a unas normas previamente fijadas.

18.2. Conocimientos profesionales.

Al final del módulo se realizará una evaluación objetiva con un número mínimo de 20 preguntas con respuestas múltiples o de verdadero o falso.

14. DENOMINACIÓN DEL MÓDULO:

INSPECCIÓN POR MEDIO DE ULTRASONIDOS

15. OBJETIVO DEL MÓDULO:

Al finalizar este módulo el alumno sabrá utilizar el equipo de ultrasonidos, calibrará la base de tiempos con palpadores normales, bicristales y angulares y podrá inspeccionar piezas por las técnicas más usuales, y redactar un informe de los resultados obtenidos.

16. DURACIÓN DEL MÓDULO:

120 Horas

17. CONTENIDO FORMATIVO DEL MÓDULO.

A) Prácticas

- Manejo. Determinar la longitud de onda de un impulso dada la frecuencia, y el tipo de onda y el material que se ensaya.
- Determinar la frecuencia que habrá que emplear para que, al ensayar un determinado material con una forma de onda dada, tengamos una longitud de onda previamente definida.
- Calcular los coeficientes de reflexión y transmisión en diferentes interfases.
- Calcular los dos ángulos críticos para diferentes interfases.
- Calcular la longitud del campo próximo y el ángulo de divergencia, de frecuencia y diámetros dados en agua y en acero.
- Mandos del equipo. Calibración.
- Determinar la zona muerta y el error de cero de un palpador.
- Determinar el poder de resolución midiendo la anchura de los ecos.
- Determinar la anchura del haz a dos distancias diferentes.
- Calibración de la base de tiempos en 100 mm. con palpador normal. Determinación de las distancias típicas en la pieza VI. Identificación de ecos.
- Otras calibraciones. Procedimientos.
 1. Con la pieza patrón V2
 2. Con la pieza patrón VI.
- Reflexiones con transformación de ondas.
- Determinación del tamaño de un reflector grande mediante la técnica del eco máximo y eco mitad. Determinación del tamaño de un reflector pequeño. Curva de corrección distancia-amplitud.
- Medidas de espesores con palpadores normales.
- Calibración de la base de tiempos con palpadores de doble cristal.
- Medidas de espesores en chapas medias y gruesas.
- Medida de espesores en chapas finas.
- Medida de espesores en tubos.
- Determinación del punto de salida del eje del haz y del verdadero ángulo de un palpador angular.
- Calibración con palpadores angulares de la base de tiempos en:
 1. Recorrido del haz
 2. Distancias de proyección y
 3. Doble calibración
- Exploración de piezas con defectos artificiales.
- Exploración de piezas mediante la técnica de inmersión. Ecos de interfase. Calibración.

B) Contenidos profesionales

- Principios físicos del movimiento ondulatorio.
 - a) Características generales de las ondas.
 - b) Ondas continuas. Impulsos.

- c) Tipos de ondas.
 - d) Impedancia acústica.
 - e) Presión acústica. intensidad acústica.
- Reflexión y refracción
 - a) Incidencia normal
 - b) Incidencia oblicua.
- Generación y recepción de los ultrasonidos.
 - a) Efecto piezo-eléctrico. Materiales piezoeléctricos
 - b) Efecto magnostrictivo
 - c) Propiedades del transductor. Campo ultrasónico.
- Equipos y Palpadores.
 - a) Construcción y modo de operación. Equipos.
 - b) Palpadores.
 - c) Características del sistema equipo-palpador.
 - d) Poder de resolución. Zona muerta.
- Medio de acoplamiento.
- Campo ultrasónico en palpadores de incidencia normal.
- Oscilograma característico. Ecos secundarios.
- Ensayo con lupa de profundidad, - Técnicas de ensayo.
- Características de los palpadores de doble cristal.
- Medida de espesores. Aplicaciones. Detección y evaluación de la corrosión.
- Ley de Snell. Interfase perpe-x-acero; valores de la presión acústica.
- Características de un palpador angular de ondas transversales.
- Técnicas de calibración de la base de tiempos.
- Determinación de la posición de un reflector. Ecodinámica.
- Determinación del tamaño
- Coeficientes de reflexión y transmisión.
- Oscilograma característico de un ensayo por inmersión. Análisis de las posiciones de los ecos.

18. EVALUACIÓN OBJETIVA.

18.1. Prácticas.

Al final del módulo el alumno inspeccionará una pieza-probeta propuesta por el docente localizando mediante palpadores normales, bicristales y angulares los reflectores que presente, elaborando un informe de los resultados obtenidos.

18.2. Conocimientos profesionales.

Al final del módulo el alumno estará capacitado para superar una prueba de evaluación objetiva compuesta de 20 cuestiones como mínimo de respuestas múltiples o de verdadero o falso.

14. DENOMINACIÓN DEL MÓDULO:

INSPECCIÓN POR MEDIO DE CORRIENTES INDUCIDAS

15. OBJETIVO DEL MÓDULO:

Este módulo formativo tiene por objeto instruir al alumno en los fundamentos del ensayo por Corrientes Inducidas y adiestrarle en la realización de una serie de inspecciones de amplio uso en la industria.

16. DURACIÓN DEL MÓDULO:

80 Horas

17. CONTENIDO FORMATIVO DEL MÓDULO

A) Prácticas

- Representación de vectores en el plano complejo (fasores). Cálculo de los componentes.
- Representación de lugares geométricos.
- Conductividad.
- Efecto de separación.
- Espesor.
- Grietas
- Material ferromagnético.
- Determinación de la profundidad de penetración de la corriente: por gráfico por cálculo
- Dibujar esquemas de solenoides y equipos.
- Calibración del equipo.
- Medida de la conductividad sobre muestras idénticas.
- Clasificación por estado de tratamiento.
- Clasificación por composición química.
- Clasificación por grado de deformación en frío.
- Calentamiento no controlado. Trazado de curvas iso-conductoras.
- Calibración, sensibilidad, efecto de separación y punto cero.
- Construcción de la curva profundidad/indicación.
- Evaluación de la influencia del efecto de separación sobre la sensibilidad.
- Efecto borde. Distancia crítica.
- Calibración en zona de influencia de borde.
- Calibración en zona de influencia de un taladro.
- Preparación del ensayo. Selección de la frecuencia. Equilibrado en vacío.
- Separación por composición química.
- Separación por estado de tratamiento.
- Efecto de las variaciones dimensionales.
- Detección de grietas.

B) Contenidos profesionales

- Introducción histórica.
- Inducción electromagnética.
- Conceptos básicos.
- Factores que afectan a la impedancia de un solenoide.
- Equipos de corrientes inducidas
- La conductividad eléctrica de los metales
- Factores que afectan a la conductividad
- Equipos.
- Aplicaciones Industriales.
- Plano complejo de impedancia. Lugar geométrico de las grietas .
- Influencia de la frecuencia y de la conductividad del material.
- Equipos y palpadores.
- Separación de variables de alta y baja frecuencia. Filtros .
- Descripción de los equipos.

- Técnica de operación. Aplicaciones.
- Descripción de una sonda diferencial.
- Influencia de la frecuencia en la penetración de la corriente.
- Palpadores para ensayos a baja frecuencia. Aplicaciones.

18. EVALUACIÓN OBJETIVA.

18.1. Prácticas.

Al final del módulo el alumno inspeccionará una pieza-probeta compuesta por el docente detectando las posibles discontinuidades e impurezas y caracterizando los problemas que presente, elaborando un informe de la inspección realizada.

18.2. Conocimientos profesionales.

Al final del módulo el alumno estará capacitado para superar una prueba de evaluación objetiva compuesta de 20 cuestiones como mínimo de respuestas múltiples o de verdadero o falso.