



SECRETARIA DE COMERCIO

Y

FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA MEXICANA

NMX-B-482-1991

**CAPACITACION, CALIFICACION Y CERTIFICACION DE
PERSONAL DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

*TRAINING QUALIFICATION AND CERTIFICATION OF
NONDESTRUCTIVE TESTING PERSONNEL*

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

PREFACIO

En la elaboración de esta norma participaron las siguientes empresas e instituciones:

- ACERLAN, S.A. DE C.V.
- ACEROS SIDENA, S.A. DE C.V.
- AEROVIAS DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- AMSCO MEXICANA, S.A.
- ATLAX, S.A.
- AUTOMAGNETO, S.A.
- BOMBAS GOULDS DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO.
- CENTRO DE INGENIERIA Y DESARROLLO INDUSTRIAL.
- CHRYSLER DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- CIFUNSA, S.A.
- CLORO DE TEHUATEPEC, S.A. DE C.V.
- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.
- COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO.
- CORPORATIVO DE CALIDAD APLICADA, S.A. DE C.V.
- CROUSE HINDS DOMEX, S.A. DE C.V.
- DEPARTAMENTO DE LA INDUSTRIA MILITAR.
- EPN - ARVAL, S.A. DE C.V.
- FABRICACION INDUSTRIAL MEXICANA, S.A. DE C.V.
- FACULTAD DE QUIMICA U.N.A.M.
- FUNDICIONES DE HIERRO Y ACERO, S.A. DE C.V.
- GAMMAX, S.A.
- GRUPO INDUSTRIAL NKS, S.A. DE C.V.
- HYLSA, S.A. DE C.V.
- INDUSTRIAS PEÑALES, S.A. DE C.V.
- INGENIERIA Y CAPACITACION EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, S.C.
- INGENIERIA Y SERVICIOS DE INSPECCION, S.A.
- INSTITUTO MEXICANO DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, A.C.
- INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES EN MANUFACTURAS MECANICAS, A.C.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES.
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO.
- PERITOS DE RADIOGRAFIA Y SOLDADURA, S.A. DE C.V.
- PETROLEOS MEXICANOS.
- PRECITUBO, S.A. DE C.V.
- PROYECTOS Y EVALUACIONES DE MEXICO, S.A.
- SERVICIOS INDUSTRIALES NACOBRE, S.A. DE C.V.
- SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO - METRO.
- SPEEDMEX, S.A. DE C.V.
- TORRES MEXICANAS, S.A. DE C.V.
- VALVULAS URREA, S.A. DE C.V.
- WIDISA METAL, S.A. DE C.V.

CAPACITACION, CALIFICACION Y CERTIFICACION DE PERSONAL DE
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

TRAINING QUALIFICATION AND CERTIFICATION OF NONDESTRUCTIVE
TESTING PERSONNEL

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma Oficial Mexicana se emplea para evaluar y documentar la capacidad técnica del personal que realiza, testifica, supervisa y evalúa los ensayos no destructivos. El anexo "A" forma parte de esta norma, que por conveniencia se presenta por separado.

1.2 Esta norma establece un sistema para la capacitación, calificación y certificación de personal que efectúa ensayos no destructivos en la industria, utilizando cualquiera de los siguientes métodos.

- a) Inspección por electromagnetismo (Corrientes de Eddy).
- b) Inspección por líquidos penetrantes.
- c) Inspección con partículas magnéticas.
- d) Inspección con radiografía industrial.
- e) Inspección con ultrasonido industrial.
- f) Inspección visual.
- g) Inspección de hermeticidad.
- h) Inspección por emisión acústica.
- i) Neutrografía.

1.3 En esta norma se adoptan las siguientes abreviaturas, para los diferentes métodos de ensayos no destructivos:

Métodos	Abreviaturas
Ensayos no destructivos	END
Electromagnetismo (Eddy)	ET
Líquidos penetrantes	PT
Partículas magnéticas	MT
Radiografía industrial	RT
Ultrasonido industrial	UT
Hermeticidad	LT
Emisión acústica	AET
Neutrografía	NRT
Visual	VT

2 DEFINICIONES

2.1 Aprendiz

Individuo que está en entrenamiento o capacitación, para ser calificado y certificado para el nivel I y que debe trabajar bajo la supervisión directa de personal certificado como nivel II ó III, no siendo aún apto para realizar en forma independiente una prueba, la interpretación de una indicación, interpretar y evaluar los resultados o de elaborar un informe de resultados.

El período de aprendiz no debe exceder de dos veces el tiempo de experiencia requerido para el nivel I indicado en la tabla 2, dependiendo del método de prueba.

2.2 Autorización

Permiso para trabajar, emitido por el empleador, basándose en la capacidad técnica, la habilidad y la aptitud física de la persona para un trabajo específico.

2.3 Calificación

Demostración por medio de exámenes debidamente preparados, de que un individuo posee los conocimientos teóricos y las habilidades necesarias para desarrollar correctamente en E.N.D.

2.4 Candidato

Individuo que aspira a certificarse en alguno de los diferentes niveles establecidos por el esquema nacional de entrenamiento, calificación y certificación.

2.5 Capacitación en ensayos no destructivos

Cursos de entrenamiento en el método de E.N.D., para el cual se aspira a la certificación, que tiene por finalidad proporcionar los conocimientos teóricos y desarrollar las habilidades prácticas necesarias para efectuar una inspección de manera confiable. El curso debe efectuarse bajo el programa definido por esta norma.

2.6 Certificación

Procedimiento que permite la emisión del testimonio escrito, sobre la capacidad técnica de un individuo para realizar las tareas concernientes a un método específico de E.N.D.

2.7 Certificado

Testimonio escrito de la capacitación, calificación y experiencia de un individuo, para aplicar un método de ensayo no destructivo.

2.8 Cuerpo colegiado de certificación

El cuerpo colegiado de certificación es una organización no lucrativa que cuenta con un reconocimiento oficial y no está involucrada directamente en el entrenamiento de personal de E.N.D., y cuyas funciones se indican en 3 y 4.

2.9 Educación básica

Educación formal mínima requerida para la certificación con la que se establece la duración del entrenamiento y experiencia, previos a la calificación.

2.10 Empleador

Entidad física o moral para la cual trabaja el candidato en forma regular sobre la base de un contrato, se incluye también la posibilidad de profesionistas y técnicos que ejercen libremente su profesión.

2.11 Entidad calificadora

Organismo competente, independiente del empleador, autorizado por el Comité Nacional de Certificación para aplicar y ponderar los exámenes de calificación al personal que realiza los E.N.D.

2.12 Ensayo no destructivo

Es la aplicación de métodos físicos indirectos que tienen por finalidad verificar la sanidad de un material, sin alterar de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales.

2.13 Examen de calificación

Exámenes aplicados por una entidad calificadora, que deben organizarse en dos series: un examen de conocimientos y un examen de habilidad práctica.

2.14 Examen de conocimientos

Este consiste en los siguientes exámenes:

2.14.1 Examen general del método

Examen escrito sobre principios, generalidades, aplicaciones, ventajas y limitaciones de un método específico de E.N.D.

2.14.2 Examen de aplicaciones específicas

Examen escrito sobre el conocimiento de los instrumentos y equipo de inspección, procedimiento de calibración y operación, técnicas de prueba y especificaciones comúnmente empleadas en un sector industrial, en particular.

2.14.3 Examen de conocimiento básicos en E.N.D. (nivel III)

Examen escrito sobre proceso de fabricación sus discontinuidades inherentes, los principios de las técnicas más comunes de E.N.D., y mecanismos de certificación establecidos en esta norma.

2.15 Examen de habilidad práctica

Demostración de habilidad del aspirante para calibrar, ajustar y operar correctamente el equipo de inspección, realizar una inspección determinada, analizar e interpretar las indicaciones obtenidas, aplicar los criterios de aceptación establecidos por los procedimientos o las normas y elaborar informes de resultados.

2.16 Experiencia

Período durante el cual el candidato trabaja bajo la supervisión de personal debidamente calificado y certificado utilizando el método específico de E.N.D., como actividad principal, incluyendo la aplicación del método de E.N.D., a materiales, partes o estructuras, pero sin incluir las prácticas efectuadas para la capacitación; el tiempo de capacitación no debe incluirse en la experiencia.

2.17 Métodos de ensayo no destructivo

Cualquiera de los enlistados en 1.2.

2.18 Niveles de certificación

Se establece tres niveles de certificación para cada uno de los E.N.D., en función de los conocimientos, habilidad, experiencia y responsabilidad en el trabajo que debe tener el individuo al ser certificado. El individuo que todavía no haya obtenido ningún nivel de certificación debe registrarse como aprendiz o asistente.

2.18.1 Nivel I de E.N.D.

Aptitud para efectuar correctamente la calibración y ajuste de un equipo de inspección; realizar una inspección específica; aplicar los criterios de aceptación o rechazo definidos en un procedimiento o instrucción de inspección; informar o realizar los registros de estas actividades. El inspector con nivel I debe ser entrenado y supervisado por personal certificado como nivel II ó III.

2.18.2 Nivel II de E.N.D.

Es la aptitud para efectuar correctamente las actividades para un nivel I: conocer las técnicas para realizar o verificar el ajuste cuando el equipo de inspección presenta cambios en sus condiciones normales de funcionamiento; interpretar los resultados obtenidos durante una prueba, evaluándolos conforme a un código, norma o especificación aplicable. Quien posea este nivel, debe estar familiarizado con los alcances y limitaciones de su técnica y puede ser responsable de la capacitación práctica y supervisión de los individuos de nivel I y aprendices. Debe ser responsable de preparar instrucciones de inspección, de organizar, revisar y emitir los dictámenes de los resultados de las pruebas efectuadas por él o bajo su supervisión.

2.18.3 Nivel III de E.N.D.

Es aquel nivel que se aplica a un individuo que ha sido capacitado y está calificado para efectuar correctamente: las actividades para los niveles I y II; establecer técnicas definidas y procedimientos generales de inspección; interpretar los códigos, normas y especificaciones para establecer los métodos, técnicas y procedimientos específicos a ser empleados. Debe ser responsable de las pruebas de E.N.D., para las cuales esté certificado. Debe ser capaz de interpretar y evaluar los resultados con los criterios establecidos por códigos, normas y especificaciones. Es el responsable en primera instancia de la evaluación y emisión de los informes de los resultados de las pruebas efectuadas por él o bajo su supervisión. Quien posea el nivel III debe tener un conocimiento general sobre materiales, métodos y tecnología de fabricación que le permitan establecer el método y la técnica a emplear durante la inspección no destructiva y para asesorar en la selección de los criterios de aceptación cuando éstos no estén definidos. Debe estar familiarizado con los demás métodos de inspección no destructiva. Puede ser el responsable y debe estar capacitado para impartir el entrenamiento y seleccionar a los candidatos a ser calificados y certificados con nivel I o II.

2.19 Procedimientos de ensayos no destructivos

Instrucciones escritas de forma ordenada que describen en forma detallada, los medios y las secuencias en que debe aplicarse un tipo y método de E.N.D., a un material, parte o componente.

2.20 Sector industrial

Rama específica de la industria (por ejemplo: naval, metal mecánica o aeroespacial), en la cual se utilizan prácticas especializadas de E.N.D., requiriendo habilidad, conocimientos, equipo o entrenamiento específico para lograr una inspección confiable.

2.21 Técnicas de ensayos no destructivos

Variantes específicas en la aplicación de los métodos de ensayos no destructivos.

3 PRINCIPIOS GENERALES DE CERTIFICACION

3.1 Administración

El cuerpo colegiado de certificación con la asistencia de las entidades debidamente autorizadas para capacitar o calificar, debe regular las actividades de capacitación y certificación, incluyendo todos los procedimientos establecidos para demostrar la capacidad técnica de un individuo en la aplicación de un método específico de E.N.D., y de extender el certificado.

El cuerpo colegiado de certificación debe estar formado, según corresponde, por representantes de asociaciones profesionales de E.N.D., institutos de investigación de E.N.D., dependencias gubernamentales y otras partes interesadas, según se requiera.

4 RESPONSABILIDADES

4.1 Son responsabilidades del cuerpo colegiado de certificación:

- a) Iniciar, mantener y promover el esquema de certificación nacional conforme a esta norma.
- b) Administrar y supervisar los procedimientos para certificación conforme a lo indicado en esta norma.
- c) Delegar bajo su responsabilidad directa, la administración detallada del procedimiento de capacitación y calificación a otras organizaciones nacionales no lucrativas, y que pueden actuar como entidades calificadoras.
- d) Es responsable en última instancia del esquema de certificación nacional, el cual incluye los requisitos técnicos y administrativos.
- e) Evaluar, aprobar y supervisar de forma periódica, ya sea directa o a través de una entidad calificada, los centros de capacitación y calificación para que cuenten con el equipo apropiado y personal capacitado y certificado.
- f) Verificar que todos los centros de calificación cuenten con muestras, para el examen práctico, con defectos que sean comparables para cada método de E.N.D., y para sector industrial.

- g) Mantener todos los registros y emitir los testimonios escritos de certificación.

4.2 Son responsabilidades del empleador:

- a) Presentar al candidato al cuerpo colegiado de certificación.
- b) Verificar la autenticidad de la información personal proporcionada por el candidato, la cual incluye: la escolaridad formal, los comprobantes de capacitación y experiencia utilizados para establecer la elegibilidad del candidato, para presentar el examen.

c) Asumir la responsabilidad total en todo lo concerniente a la autorización para operar y la validez de los resultados de la inspección con E.N.D., realizada por el personal que ha contratado.

4.3 La persona física que trabaja independientemente, debe asumir todas las responsabilidades especificadas para el empleador, y debe presentar la documentación adicional para demostrar su experiencia y entrenamiento.

4.4 Los centros autorizados por el cuerpo colegiado de certificación para la realización de exámenes de calificación tienen las siguientes responsabilidades:

a) Tener personal debidamente capacitado, calificado y certificado para realizar los exámenes en los métodos de E.N.D., en los que ha sido autorizado por el cuerpo colegiado de certificación.

b) Contar con el equipo necesario para realizar los exámenes prácticos en los métodos de E.N.D., en los que ha sido autorizado por el cuerpo colegiado de certificación.

c) Tener una organización técnico - administrativa que asegure que la aplicación de los exámenes de calificación son adecuados para todos los niveles, métodos y sectores industriales en los que ha sido autorizado por el cuerpo colegiado de certificación.

d) Utilizar únicamente aquellos documentos y cuestionarios de examen establecidos o aprobados por el cuerpo colegiado de certificación.

e) Utilizar sólo muestras preparadas o aprobadas por el cuerpo colegiado de certificación para exámenes prácticos que se lleven a cabo en estos centros.

f) Es responsable de que las muestras para examen, preparadas o autorizadas por el cuerpo colegiado de certificación, no sean empleadas con propósitos de entrenamiento.

5 REQUISITOS PARA PRESENTAR EL EXAMEN

5.1 Generalidades

Los candidatos deben tener una combinación adecuada de escolaridad, entrenamiento y experiencia que garantice que pueden comprender los principios y procedimientos del método de E.N.D., aplicable.

5.2 Escolaridad

El candidato debe presentar constancias de escolaridad.

a) Niveles I y II. Para los métodos PT, MT y LT, educación básica de 9 años.

Para los demás métodos, bachillerato.

b) Nivel III. Dos años de licenciatura en áreas de ingeniería o ramas afines.

5.3 Entrenamiento

5.3.1 Niveles I y II

Para ser elegible como postulante al examen de calificación para la certificación en cualquier método de E.N.D., el candidato debe presentar la evidencia de haber completado satisfactoriamente el programa de entrenamiento, que está descrito en el anexo "A" de esta norma; la tabla 1 muestra las horas mínimas de entrenamiento y el anexo "A" proporciona el temario mínimo a ser cubierto.

5.3.1.1 Las horas de entrenamiento incluyen la parte teórica y la parte práctica del entrenamiento.

5.3.1.2 Para el acceso directo al nivel II se requiere el total de horas que se indican para los niveles I y II. Los comprobantes de capacitación deben mostrar que el candidato ha recibido una capacitación que cubre los temas y las horas de entrenamiento de los niveles I y II en el método particular.

5.3.2 Nivel III

Para ser elegible como postulante el examen de calificación para la certificación en cualquier método de E.N.D., el candidato debe presentar la evidencia de haber completado satisfactoriamente el programa de entrenamiento, que está descrito en el anexo "A" de esta norma; la tabla 1 muestra las horas mínimas de entrenamiento.

5.4 Experiencia

5.4.1 Niveles I y II

Para ser elegible para la certificación, en estos niveles, el candidato debe tener la experiencia mínima indicada en la tabla 2 dependiendo del método para el cual aspira a certificarse.

Los meses de experiencia para el nivel I, son como aprendiz, desarrollando actividades comparables a las del nivel I. Los meses de experiencia para el nivel II, son desarrollando actividades del nivel I.

5.4.1.1 La experiencia de trabajo en meses se basa en una semana nominal de 40 horas (175 horas por mes). Cuando una persona trabaja más de 40 horas semanales se le puede acreditar la experiencia basada en el total de horas trabajadas, pero se requiere que presente pruebas de esta experiencia.

5.4.1.2 Para la certificación como nivel II se considera como experiencia de trabajo el tiempo que ha laborado como operador de nivel I. Si el individuo va a calificarse directamente al nivel II sin certificación en el nivel I, la experiencia debe consistir en la suma de los períodos requeridos para los niveles I y II.

5.4.1.3 La experiencia de trabajo puede lograrse simultáneamente en dos o más métodos de E.N.D., contemplados por esta norma, con la siguiente reducción del tiempo total de experiencia práctica:

- a) Para dos métodos de ensayo. Reducción de 25% del tiempo total requerido.
- b) Para tres métodos de ensayo. Reducción de 33% del tiempo total requerido.
- c) Para cuatro o más métodos de ensayo: Reducción de 50% del tiempo total.

El candidato debe mostrar que empleó por lo menos el 50% del tiempo establecido en la tabla 2, de entrenamiento en el método o métodos a certificar.

5.4.2 Nivel III

En la tabla 3 se indica la experiencia mínima relacionada con la escolaridad. Todos los candidatos para la certificación del nivel III en cualquiera de los métodos de E.N.D., deben haber aprobado satisfactoriamente los exámenes de certificación para el nivel II en el método correspondiente.

5.5 Requisitos de aptitud física

El candidato debe presentar pruebas de agudeza visual satisfactoria, emitidas por un oftalmólogo ú optometrista y cumplir los siguientes requisitos:

- a) La agudeza visual lejana debe permitir leer como mínimo letras del tipo Snellen 20/30 o equivalente, por lo menos en un ojo con o sin prótesis correctiva (anteojos).
- b) La agudeza visual cercana debe permitir leer como mínimo letras del tipo y tamaño Jaeger No.2 o equivalente, a una distancia de 30 cm, en una carta de patrón Jaeger, en por lo menos un ojo con o sin prótesis (anteojos).
- c) La discriminación cromática debe ser suficiente para que el candidato distinga y diferencie los contrastes entre los colores utilizados en el método de prueba involucrado.
- d) Para cantidades que soliciten el examen que involucre energía ionizante deben presentar los resultados de los exámenes solicitados para el personal profesionalmente expuesto (P.O.E), conforme a lo establecido por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguarda (C.N.S.N.S.).

6 EXAMENES

6.1 Los exámenes deben aplicarse a libro cerrado

Todo el material, así como la información necesaria, para resolver los cuestionarios, tales como gráficas, tablas, especificaciones, códigos, etc., deben proporcionarse libremente durante el período de examen.

6.1.1 Todos los cuestionarios así como la información proporcionada deben ser aprobados por el cuerpo colegiado de certificación.

6.2 Examen general (escrito para los niveles I y II)

6.2.1 El examen general debe evaluar los conocimientos del candidato sobre principios básicos del método aplicable.

6.2.2 En la preparación del examen el cuerpo colegiado de certificación, debe seleccionar preguntas apropiadas cubriendo el método aplicable en el que el candidato este evaluándose.

6.2.3 El número de preguntas se indica a continuación.

Método de prueba	Nivel I Número de preguntas	Nivel II Número de preguntas
Electromagnetismo	40	40
Líquidos penetrantes	30	30
Partículas magnéticas	30	30
Radiografía industrial	40	40
Ultrasonido industrial	40	40
Visual	30	30
Hermeticidad	20	20
Emisión acústica	40	40
Neutrografía	40	40

6.3 Examen específico (escrito para los niveles I y II)

6.3.1 El examen específico debe evaluar los conocimientos del candidato sobre el equipo, procedimiento de operación y técnica del método de E.N.D., que puede encontrar durante las actividades específicas para el sector industrial en que se está calificando.

6.3.2 En la preparación del examen, el cuerpo colegiado de certificación debe seleccionar preguntas apropiadas cubriendo el procedimiento de inspección aplicable al sector industrial; también debe cubrir las especificaciones o códigos y criterios de aceptación nacionales e internacionales usados en los procedimientos de E.N.D.

6.3.3 El número de preguntas se indica a continuación:

Método de prueba	Nivel I Número de preguntas	Nivel II Número de preguntas
Electromagnetismo	40	40
Líquidos penetrantes	40	40
Partículas magnéticas	40	40
Radiografía industrial	40	40
Ultrasonido industrial	40	40
Visual	40	40
Hermeticidad	30	30
Emisión acústica	40	40
Neutrografía	30	30

6.4 Examen práctico para los niveles I y II

6.4.1 El examen práctico debe evaluar la habilidad y destreza para operar el equipo de E.N.D., registrar y analizar los resultados para nivel requerido.

6.4.2 Para la aplicación del examen práctico, el cuerpo colegiado de certificación debe presentar un procedimiento para la inspección que incluya:
la descripción de la muestra, forma de inspeccionarla, puntos de inspección y los criterios de aceptación y rechazo.

6.4.3 El cuerpo colegiado de certificación debe proporcionar muestras con características que sean acordes al procedimiento que se empleará en el examen.

6.4.4 El examen debe incluir por lo menos 10 puntos de verificación para comprobar que el candidato tiene habilidad práctica para realizar una inspección siguiendo el procedimiento.

6.5 Examen para el nivel III

6.5.1 Examen básico

Requerido cuando se toma más de un método). El mínimo de preguntas es el siguiente:

- a) 15 preguntas sobre la comprensión de esta norma.
- b) 20 preguntas sobre materiales, sus procesos y tecnología de fabricación.
- c) 20 preguntas, basándose en las NMX-CC de la 1 a la 8 vigentes.
- d) 30 preguntas con grado de dificultad igual al de un nivel II de las técnicas de E.N.D., comprendidos por esta norma.

6.5.2 Examen del método

El número de preguntas es el siguiente:

- a) 30 preguntas sobre los fundamentos y principios de la técnica en que el candidato va a calificarse.
- b) 15 preguntas sobre la aplicación y establecimiento de técnica y procedimiento del método de E.N.D., en el que el candidato va a calificarse.
- c) 20 preguntas sobre la capacidad para interpretar códigos, normas y especificaciones, nacionales, extranjeras e internacionales relacionados con el método en el que el candidato va a calificarse.

6.5.3 Examen específico (para cada método)

El número de preguntas es el siguiente:

a) 20 preguntas sobre especificaciones, equipo técnicas y procedimientos aplicables en el sector industrial en que el candidato va a calificarse.

6.5.4 Para las personas que han sido examinadas y certificadas en el nivel III

Por instituciones reconocidas internacionalmente y con las cuales existe convenio; queda a juicio del Cuerpo Colegiado de Certificación su validez para cubrir los requisitos de examen antes mencionados.

6.6 Requisitos de aprobación

6.6.1 Para los niveles I y II se consideran que el alumno ha aprobado los exámenes: General, Especifico y Práctico, cuando la calificación en cada uno de ellos sea 70/100 ó mayor.

6.6.2 Para el nivel III se considera que el alumno ha aprobado los exámenes: Básico, del Método Y Especifico, cuando la calificación en cada uno de ellos sea de 70/100 ó mayor.

6.7 Requisitos de certificación

6.7.1 Para los niveles I y II se consideran que el candidato puede certificarse, si el promedio simple de los exámenes: General, Especifico y Práctico es de 80/100 ó mayor.

6.7.2 Para el nivel III se considera que el candidato puede certificarse, si el promedio simple de los exámenes: Básico, del Método y Especifico es de 80/100 ó mayor.

6.8 Aplicación de los exámenes

Todos los exámenes deben llevarse a cabo en centros establecidos o aprobados por el cuerpo colegiado de certificación.

6.9 Reexaminación

El candidato que no obtenga el promedio mínimo para aprobar su examen de calificación, debe esperar por lo menos 30 días antes de realizar un nuevo examen.

El candidato cuyos resultados de examen no fueron aceptados debido a un fraude no podrá postularse nuevamente al examen antes de un año.

El candidato que no obtenga el porcentaje requerido en una de las dos partes del examen, puede presentar sólo un examen suplementario en cada una de las partes no aprobadas, siempre y cuando el examen suplementario se lleve a cabo dentro de los 12. meses siguientes.

Los candidatos para reexaminación, deben postularse y presentar el examen según los requisitos establecidos para los nuevos candidatos.

7 CERTIFICACION

7.1 Administración

En base a los resultados obtenidos en los exámenes de calificación, el cuerpo colegiado de certificación directamente o a través de sus entidades calificadoras autorizadas, debe comunicar la certificación y emitir los certificados y credenciales correspondientes.

7.2 Certificados y credenciales

En los certificados y credenciales deben constar los siguientes datos.

- a) El nombre del individuo certificado.
- b) La fecha de certificación.
- c) La fecha de vencimiento de la certificación.
- d) El nivel de certificación.
- e) El método de E.N.D.
- f) El sector industrial involucrado.
- g) Número único de identificación.
- h) La firma de la persona certificada.
- i) Una fotografía de la persona certificada.
- j) Un sello de la entidad nacional de certificación, o entidad calificadora autorizada, sobre la foto para evitar falsificaciones.

Nota: Al emitir el certificado y credencial correspondiente, el cuerpo colegiado da certificación de fe sobre la calificación del individuo pero no otorga ninguna autorización para operar. Puede existir un espacio especial tanto en el certificado como en la credencial, para la firma del contratante o agencia responsable autorizando al titular del certificado a operar y tomando la responsabilidad de los resultados del ensayo. Esta autorización servirá también como testimonio de la actividad del individuo certificado.

8 VALIDEZ Y RENOVACION

8.1 Validez

El período de validez del certificado emitido por el cuerpo colegiado de certificación debe ser 3 años para los niveles I y II y de 5 años para el nivel III, desde la fecha de certificación:

- a) Si el individuo cambia de un sector industrial a otro, debe aprobar satisfactoriamente el examen específico del nuevo sector industrial.
- b) La certificación se cancela a juicio del cuerpo colegiado de certificación cuando se demuestra la falta de ética profesional del individuo.
- c) La certificación se cancela por incapacidad física para realizar sus tareas en base al examen físico bienal efectuado bajo la responsabilidad de su empleador o agencia responsable.

8.2 Renovación

La certificación puede ser renovada directamente por el cuerpo colegiado de certificación o a través de una entidad calificadora autorizada, por un nuevo período de duración similar, siempre y cuando el individuo cumpla con las siguientes condiciones:

- a) Que proporcione pruebas fehacientes de examen físico bienal continuo y satisfactorio.
- b) Que proporcione pruebas de actividad continua en su trabajo sin interrupciones significativas.

Nota:

Se considera como una interrupción significativa una ausencia o cambio de actividad que impida a la persona certificada practicar las tareas correspondientes a su nivel, en el método y en el sector industrial para el cual está certificado, por un período mayor de 6 meses.

Cuando no se cumplan las condiciones para la renovación, el individuo debe presentar los exámenes de calificación

9 ARCHIVO

el cuerpo colegiado de certificación y las entidades calificadoras autorizadas deben mantener:

9.1 Una lista actualizada de todas las personas certificadas, clasificadas de acuerdo con el nivel, el método de ensayo y el sector industrial.

9.2 Un expediente individual para cada persona certificada y para cada persona cuya certificación se haya cancelado, con la siguiente información:

- a) Nombre del aspirante.
- b) Nivel de certificación y método de E.N.D.
- c) Educación formal y experiencia.
- d) Copia validada de los comprobantes de capacitación en el método de E.N.D.
- e) Resultados de los exámenes de agudeza visual.
- f) Copia del examen aplicado o evidencia de su realización.
- g) Evidencia de las calificaciones obtenidas.
- h) Fecha de certificación o renovación.

- i) Firma de verificación por un delegado del cuerpo colegiado de certificación.
- j) Cédula de cancelación, en su caso.

NOTA:

Los expedientes individuales deben conservarse bajo condiciones adecuadas de seguridad y discreción por un período igual al total del período inicial de validez más el período de renovación.

Tabla 1.- Duración del entrenamiento.

Método	Horas		
	Nivel I	Nivel II	Nivel III
Electromagnetismo ET	40	80	80
Líquidos penetrantes PT	24	24	40
Partículas magnéticas MT	24	24	40
Radiografía industrial RT	80	40	80
Ultrasonido Industrial UT	40	40	80
Hermeticidad LT	24	24	40
Emisión acústica AET	40	40	80
Neurografía NRT	40	40	80
Visual VT	24	24	40

Tabla 2.- Experiencia mínima requerida.

Método	Meses de experiencia	
	Nivel I	Nivel II
Electromagnetismo	3	9
Líquidos penetrantes	1	2
Particular magnéticas	1	3
Radiografía industrial	3	9
Ultrasonido Industrial	3	9
Hermeticidad	4	6
Emisión acústica	6	18
Neurografía	6	24
Visual	1	2

Tabla 3.- Experiencia mínima requerida para el nivel III.

	<i>Grado académico</i>	<i>Experiencia (en meses)</i>
<i>Acceso al nivel III de un operario certificado en el nivel II.</i>	<i>Graduado en una carrera de cuatro años en una escuela de ciencias o ingeniería o de un programa universitario acreditado.</i>	<i>12 como nivel II</i>
	<i>Por lo menos de dos años de estudio aprobado en ingeniería o ciencias en una universidad o escuela técnica acreditada.</i>	<i>24 como nivel II</i>
<i>Acceso directo al nivel III por operario no certificado con una experiencia equivalente al nivel II</i>	<i>Graduado en una carrera de cuatro años en una escuela de ciencias o ingeniería o de un programa universitario acreditado.</i>	<i>24 como nivel II</i>
	<i>Por lo menos de dos años de estudio aprobado en la ingeniería o ciencias en una universidad o escuela técnica acreditada.</i>	<i>48 como nivel II</i>

NOTA: Si la graduación de la escuela o universidad corresponde a ensayos no destructivos, la experiencia requerida para el acceso al nivel III puede reducirse en un 50%.

ANEXO "A"

Este anexo forma parte de la norma, que por conveniencia se presenta por separado. Proporciona el temario mínimo que debe cubrirse en la capacitación de personal de ensayos no destructivos para los métodos contemplados en esta norma.

A.1 Los métodos de E.N.D.

Se clasifican en las siguientes técnicas:

A.1.1 Técnicas de inspección superficial

Las cuales incluyen los siguientes métodos:

- a) Visual.
- b) Líquidos penetrantes.
- c) Partículas magnéticas.
- d) Electromagnetismo (corrientes de Eddy).

A.1.2 Técnicas de inspección volumétricas las cuales incluyen los siguientes métodos.

- a) Radiografía industrial.
- b) Ultrasonido industrial.
- c) Neutrografía.
- d) Emisión acústica.

A.1.3 Técnicas de inspección de la integridad o de hermeticidad, las cuales incluyen los siguientes métodos

- a) Medición de cambios de presión.
 - Hidrostática.
 - Neumática.
- b) Medición de pérdida de fluido.
 - Detector de halógenos.
 - Espectrómetro de masas.
 - Camara de burbuja.

A.2 Inspección visual

A.2.1 Temario para el nivel I

A.2.1.1 Introducción

- a) Definición de pruebas visuales.
- b) Historia de las pruebas visuales.
- c) Resumen de las aplicaciones de las pruebas visuales.

A.2.1.2 Definiciones

- a) Términos comunes y sus significados en la industria

A.2.1.3 Fundamentos

- a) Visión.
- b) Iluminación.
- c) Atributos de los materiales.
- d) Percepción visual.
- e) Métodos directos e indirectos.

A.2.1.4 Equipo

- a) Espejos
- b) Lentes de aumento
- c) Endoscopios
- d) Circuito cerrado de televisión
- e) Fuentes de luz e iluminación especial
- f) Indicadores, patrones, escalas y herramientas especiales
- g) Sistemas automatizados
- h) Digitalización de imagen

A.2.1.5 Aplicaciones

- a) Materiales no metálicos
- b) Materiales metálicos, incluyendo soldaduras
- c) Materiales orgánicos
- d) Otros materiales

A.2.1.6 Pruebas visuales para procedimientos específicos

- a) Selección de parámetros
 - (1) Objetivos de inspección
 - (2) Puntos de verificación de la inspección
 - (3) Planes de muestreo
 - (4) Patrones de inspección
 - (5) Procedimientos documentados
- b) Normas de prueba y calibración
- c) Clasificación de las indicaciones por el criterio de aceptación
- d) Informes y documentación

A.2.2 Temario para el nivel II

A.2.2.1 Repaso del nivel I

- a) Definiciones
- b) Fundamentos de las pruebas visuales
- c) Equipo
- d) Aplicaciones

A.2.2.2 Visión

- a) El ojo
- b) Limitaciones de la visión
- c) Trastornos
- d) Métodos de examen de la visión

A.2.2.3 Iluminación

- a) Fundamentos de la luz
- b) Mediciones de la iluminación
- c) Niveles recomendados de iluminación
- d) Técnicas de iluminación para inspección

A.2.2.4 Atributos de los materiales

- a) Limpieza
- b) Color
- c) Condición
- d) Formas
- e) Tamaños
- f) Temperatura
- g) Textura
- h) Tipo

A.2.2.5 Factores ambientales y psicológicos

- a) Atmósfera
- b) Limpieza
- c) Distancia
- d) Elevación
- e) Humedad
- f) Posición
- g) Temperatura
- h) Comodidad
- i) Fatiga
- j) Salud
- k) Actitud mental
- l) Seguridad

A.2.2.6 Percepción visual

- a) Observación
- b) Interpretación
- c) Percepción objetiva
- d) Tipos de discontinuidades a observar

A.2.2.7 Equipo

- a) Espejos
- b) Lentes de aumento
- c) Endoscopios
- d) Circuito cerrado de televisión
- e) Fuentes de luz e iluminación especial
- f) Indicadores, patrones, escalas y herramientas especiales
- g) Sistemas automatizados
- h) Digitalización de imagen

- i) Iluminación normal
- j) Sistemas ópticos especiales

A.2.2.8 Aplicaciones

- a) Materiales no metálicos
- b) Materiales metálicos, incluyendo soldaduras
- c) Materiales orgánicos
- d) Otros materiales

A.2.2.9 Criterios de aceptación y rechazo

- a) Bases cualitativas
- b) Bases cuantitativas
- c) Evaluación de los resultados

A.2.2.10 Registros e informes

- a) Método cualitativo
- b) Método cuantitativo
- c) Método del informe

A.3 Inspección con partículas magnéticas

A.3.1 Temario para el nivel I

A.3.1.1 Principios de los imanes y campos magnéticos

- a) Teoría de los campos magnéticos
 - (1) Campo magnético de la tierra
 - (2) Campos magnéticos alrededor de materiales magnetizados
- b) Teoría del magnetismo
 - (1) Polos magnéticos
 - (2) Ley del magnetismo
 - (3) Materiales inducidos por campos magnéticos
 - (a) Ferromagnéticos
 - (b) Paramagnéticos
 - (4) Características magnéticas de los materiales ferrosos
- c) Terminología relacionada con las pruebas con partículas magnéticas

A.3.1.2 Características de los campos magnéticos

- a) Barras magnéticas
- b) Anillos magnéticos

A.3.1.3 Efecto de las discontinuidades de los materiales

- a) Grietas superficiales
- b) Ralladuras
- c) Defectos superficiales

A.3.1.4 Magnetización por medio de corriente eléctrica

- a) Campo circular
 - (1) Campo alrededor de un conductor recto
 - (2) Regla de la mano derecha
 - (3) Campos inducidos en las partes por las que fluye la corriente
 - (a) Partes grandes, sólidas, cilíndricas y regulares
 - (b) Partes de forma irregular
 - (c) Partes tubulares
 - (d) Partes que tienen orificios maquinados y muescas
 - (4) Métodos de inducción del flujo de corriente en :
 - (a) Placas de contacto.
 - (b) Puntas.
 - (5) Discontinuidades detectadas comúnmente por los campos circulares
- b) Campo longitudinal.
 - (1) Campo producido por el flujo de corriente en una bobina
 - (2) Dirección del campo en una bobina por la que circula corriente.
 - (3) Potencia del campo en una bobina por la que circula corriente.
 - (4) Discontinuidades detectadas comúnmente por los campos longitudinales.
 - (5) Ventajas de la magnetización longitudinal.
 - (6) Desventajas de la magnetización longitudinal.

A.3.1.5 Selección del método apropiado de magnetización

- a) Aleación, forma y condición de la parte.
- b) Tipo de corriente de magnetización.
- c) Dirección del campo magnético.
- d) Secuencia de operaciones.
- e) Valor de la densidad del flujo.

A.3.1.6 Materiales de inspección

- a) Partículas húmedas.
- b) Partículas secas.

A.3.1.7 Principios de la desmagnetización

- a) Magnetismo residual.
- b) Razones por las cuales se requiere la desmagnetización
- c) Campos residuales longitudinales y circulares.
- d) Principios básicos de la desmagnetización.
- e) Retentividad y fuerza coercitiva.
- f) Métodos de desmagnetización.

A.3.1.8 Equipo de prueba de partículas magnéticas

- a) Consideraciones en la selección del equipo.
 - (1) Tipo de corriente magnetizante.
 - (2) Localización y naturaleza de la prueba.
 - (3) Materiales usados en la prueba.
 - (4) Propósito de la prueba.
 - (5) Area inspeccionada.
- b) Equipo de inspección manual.
- c) Equipo de servicio medio y pesado.
- d) Equipo estacionario.
- e) Equipo de inspección mecanizado.
 - (1) Equipo de inspección semiautomático.
 - (2) Equipo semiautomático de propósito simple.
 - (3) Equipo semiautomático de propósito múltiple.
 - (4) Equipo totalmente automático.

A.3.1.9 Tipos de discontinuidades detectadas por la prueba con partículas magnéticas

- a) Inclusiones.
- b) Sopladuras.
- c) Porosidad.
- d) Escamas.
- e) Grietas.
- f) Rechupes.
- g) Laminaciones.
- h) Pliegues.
- i) Reventaduras de forja.
- j) Huecos.

A 3.1.10 indicaciones e interpretaciones de la prueba con partículas magnéticas

- a) Indicaciones de inclusiones no metálicas.
- b) Indicaciones de costuras superficiales.
- c) Indicaciones de grietas.
- d) Indicaciones de laminaciones.
- e) Indicaciones de pliegues.
- f) Indicaciones de reventaduras y escamas.
- g) Indicaciones de porosidad.
- h) Indicaciones no relevantes.

A 3.2 Temario para el nivel II

A 3.2.1 Principios

- a) Teoría.
 - (1) Patrones de flujo.
 - (2) Factores de frecuencia y voltaje.
 - (3) Cálculos de corriente.

- (4) Potencia del flujo de superficie.
- (5) Efectos superficiales.
- b) Imanes y magnetismo.
 - (1) Factores de distancia contra intensidad del flujo.
 - (2) Patrones de flujo interno y externo.
 - (3) Fenómeno de acción en la discontinuidad.
 - (4) Efectos del calor en el magnetismo.
 - (5) Dureza del material contra retención magnética.

A 3.2.2 Campos de flujo

- a) Corriente directa.
 - (1) Factores de profundidad de penetración.
 - (2) Fuente de corriente.
- b) Corriente pulsada directa.
 - (1) Semejanza con la corriente directa.
 - (2) Ventajas.
 - (3) Campos típicos.
- c) Corriente alterna.
 - (1) Efectos cíclicos
 - (2) Características de la potencia de superficies.
 - (3) Precauciones de seguridad.
 - (4) Factores de voltaje y corriente.
 - (5) Fuentes de corriente.

A 3.2.3 Efectos de las discontinuidades en los materiales

- a) Factores de diseño
 - (1) Propiedades mecánicas
 - (2) Uso de la parte
- b) Relación de la capacidad de carga

A 3.2.4 Magnetización por medio de corriente eléctrica

- a) Técnicas circulares
 - (1) Cálculos de corrientes
 - (2) Consideraciones de factores de profundidad
 - (3) Precauciones, seguridad y sobre calentamiento
 - (4) Puntos de contactos y yugos
 - (a) Requisitos de las puntas y de los yugos
 - (b) Capacidades de carga
 - (5) Discontinuidades comúnmente detectadas
- b) Técnica longitudinal.
 - (1) Principios de los campos de flujo inducidos
 - (2) Geometría de la parte a inspeccionar
 - (3) Formas y tamaños de las bobinas
 - (4) Uso de bobinas y cables
 - (a) Intensidad del campo
 - (b) Flujo direccional de la corriente contra campo de flujo
 - (c) Formas, tamaños y capacidades de corriente

- (5) Cálculos de corrientes
 - (a) Fórmulas
 - (b) Tipos de corriente requerida
 - (c) Corriente requerida
- (6) Discontinuidades detectadas comúnmente

A 3.2.5 Selección del método apropiado de magnetización

- a) Aleación, forma y condición de la parte
- b) Tipo de corriente de magnetización
- c) Dirección del campo magnético
- d) Secuencia de operaciones
- e) Valor de la densidad de flujo

A 3.2.6 Procedimientos de desmagnetización

- a) Necesidad de desmagnetización de la parte
- b) Corriente, frecuencia y orientación del campo
- c) Factores de calentamiento y Precauciones
- d) Necesidad para romper los campos de flujo

A 3.2.7 Equipo

- a) Tipo portátil
 - (1) Razón del equipo portátil
 - (2) Capacidades del equipo portátil
 - (3) Semejanza con el equipo estacionario
- b) Tipo estacionario
 - (1) Capacidad de manejo de partes grandes y pesadas
 - (2) Flexibilidad en el uso
 - (3) Necesidad del equipo estacionario
 - (4) Uso de accesorios y aditamentos
- c) Tipo automático
 - (1) Requisitos para la automatización
 - (2) Secuencia de operaciones
 - (3) Factores de control y operación
 - (4) Alarmas y mecanismos de rechazo
- d) Líquidos y polvos
 - (1) Requisitos del líquido como un vehículo de las partículas
 - (2) Precauciones de seguridad
 - (3) Temperaturas requeridas
 - (4) Contenidos de las partes y polvos
 - (5) Procedimiento de mezclado
- e) Tipo de luz ultravioleta
 - (1) Luz ultravioleta y fluorescente
 - (2) Comparaciones de luz visible y luz negra
 - (3) Requisitos en el ciclo de prueba
 - (4) Técnicas en uso

- f) Instrumentos sensibles a la luz
 - (1) Requisitos para la instrumentación
 - (2) Características de la luz

A 3.2.8 Tipos de discontinuidades

- a) En piezas coladas
- b) En lingotes
- c) En partes y secciones forjadas
- d) En soldaduras

A 3.2.9 Técnicas de evaluación

- a) Uso de patrones
 - (1) Requisitos para los patrones y referencias
 - (2) Comparación de lo conocido con lo desconocido
 - (3) Especificaciones y certificaciones
 - (4) Técnicas de comparación
- b) Evaluación del efecto
 - (1) Historia de la parte
 - (2) Proceso de manufactura
 - (3) Causas posibles del efecto
 - (4) Uso de la parte
 - (5) Criterio de aceptación y rechazo
 - (6) Uso de tolerancias

A 3.2.10 Control de calidad del equipo y procesos

- a) Funcionamiento incorrecto del equipo
- b) Partículas magnéticas convenientes y baño líquido
- c) Concentración del baño
 - (1) Prueba de ajuste
 - (2) Otras pruebas para la intensidad del baño
- d) Pruebas para la intensidad de la luz ultravioleta

A 4 Inspección con líquidos penetrantes

A 4.1 Temario para el nivel I

A.4.1.1 Introducción

- a) Breve historia de las pruebas no destructivas y de las pruebas con líquidos penetrantes
- b) Propósitos de la prueba con líquidos penetrantes
- c) Principios básicos de la prueba con líquidos penetrantes
- d) Tipos de líquidos penetrantes comerciales disponibles

A 4.1.2 Inspección por líquidos penetrantes

- a) Limpieza previa de la superficie
- b) Requisitos de iluminación
 - (1) Luz visible
 - (2) Luz ultravioleta
- c) Aplicación del penetrante en la superficie
- d) Remoción del exceso del penetrante
- e) Aplicación del revelador
- f) Inspección y evaluación
- g) Limpieza final

A 4.1.3 Métodos y técnicas de líquidos penetrantes

- a) Características de cada método
- b) Aplicaciones generales de cada método

A.4.1.4 Equipo empleado en la inspección con líquidos penetrantes

- a) Tipos de unidades de prueba
- b) Sistemas de iluminación empleados en líquidos penetrantes
- c) Requisitos de calidad de los materiales para la prueba por líquidos penetrantes
- d) Precauciones en la inspección con líquidos penetrantes

A 4.2 Temario para el nivel II

A 4.2.1 Revisión del curso del nivel I

- a) Principios básicos
- b) Proceso de métodos y técnicas
- c) Equipo

A 4.2.2 Selección de métodos y técnicas apropiadas para la prueba con líquidos penetrantes

- a) Ventajas de los métodos
- b) Limitaciones de los métodos

A 4.2.3 Evaluación de los materiales

A 4.2.3.1 Productos conformados

- a) Revisión de los procesos de fabricación
 - (1) Fundición
 - (2) Laminación
 - (3) Forja
 - (4) Extrusión

- b) Clasificación de las discontinuidades
 - (1) Inherentes
 - (2) De proceso
 - (3) De servicio
- c) Factores que afectan la observación de las indicaciones
 - (1) Tipo de indicación
 - (2) Apariencia de la indicación
 - (3) Técnica o método empleado
 - (4) Limpieza previa
 - (5) Tipo de penetrante
 - (6) Tipo de revelador
 - (7) Tiempo de revelado
 - (8) Iluminación
 - (9) Limpieza final

A 4.2.4 Procedimientos de inspección y normas

- a) Procedimiento de inspección
- b) Códigos y normas aplicables a la evaluación de los productos conformados, normativa nacional e internacional

A 5 Inspección por electromagnetismo

A 5.1 Temario para el nivel I

A 5.1.1 Física básica de electromagnetismo

A 5.1.1.1 Introducción a las pruebas por electromagnetismo (corrientes de Eddy y flujo de fuga)

- a) Breve historia de las pruebas
- b) Principios básicos de las pruebas

A 5.1.1.2 Teoría electromagnética

- a) Teoría de las corrientes de Eddy
 - (1) Generación de las corrientes de Eddy por medio de un campo de corriente alterna
 - (2) Efecto de los campos creados por las corrientes de Eddy (cambios de impedancia)
 - (3) Efecto de cambio de impedancia en la instrumentación
 - (4) Propiedades de las corrientes de Eddy
 - (a) Propagación en dirección circular
 - (b) Intensidad en la superficie del material de prueba
 - (c) Valor cero en el centro del conductor sólido ubicado en el campo magnético alterno.
 - (d) Potencia, relación del tiempo y orientación como función de los parámetros del sistema de prueba y características de la pieza que va a probarse.
 - (e) Propiedades que tienen los fluidos compresibles
 - (f) Magnitud pequeña del flujo de corriente

- (g) Relación de la frecuencia y el plano con la corriente en las bobinas
- (h) Variaciones de la permeabilidad y cuando se induce en materiales magnéticos
- (i) Efecto de la orientación de la discontinuidad
- (j) Pérdidas de potencia
- b) Teoría del flujo de fuga
 - (1) Terminología y unidades.
 - (2) Principios de magnetización.
 - (a) Curva B-H
 - (b) Propiedades magnéticas.
 - (c) Campo magnético.
 - (d) Ciclo de histéresis.
 - (e) Permeabilidad magnética.
 - (f) Factores que afectan la permeabilidad.
 - (3) Magnetización y teoría del electromagnetismo.
 - (a) Ley Oersted.
 - (b) Ley de Faraday.
 - (c) Electromagnetismo.
 - (4) teoría y principios de flujo de fuga.
 - (a) Residual.
 - (b) Activo.
 - (c) Fuga tangencial.
 - (d) Campos normales de fuga.

A.5.1.2 Técnica electromagnética

A.5.1.2.1 Equipo de lectura

- a) Equipo de medición calibrado o descalibrado.
- b) Indicador de cero con carátula .
- c) Osciloscopio.
- d) Alarma y luces.
- e) Contadores numéricos.
- f) Sistema de marcado.
- g) Compuertas de clasificación y tablas de referencia.
- h) Sierra de corte o cizallas
- h) Automatización y retroalimentación.
- j) Graficador.

A.5.1.2.2 Tipos de elementos sensores de corriente de Eddy

- a) Sondas.
 - (1) Tipos de arreglos.
 - (a) Absoluto.
 - (b) Diferencial.
 - (2) Despegue.
 - (3) Teoría de operación.
 - (4) Aplicaciones.
 - (5) Ventajas.
 - (6) Limitaciones.

- b) Bobinas continuas, circulares o en forma de anillo.
 - (1) Tipos de arreglo.
 - (a) Absoluto.
 - (b) Diferencial.
 - (2) Factor de llenado.
 - (3) Teoría de operación.
 - (4) Aplicaciones.
 - (5) Ventajas.
 - (6) Limitaciones.
- c) Factores que deben considerarse en la elección de los elementos sensores.
 - (1) Tipo de pieza que va a inspeccionarse.
 - (2) Tipo de discontinuidad que va a detectarse.
 - (3) Velocidad de prueba requerida
 - (4) Cantidad de pruebas requeridas (porcentaje).
 - (5) Localización probable de la discontinuidad.

A.5.1.2.3. Tipos de elementos sensores de flujo de fuga

- a) Principios de la técnica de la medición magnética.
- b) Bobinas sensores inductivas.
 - (1) Teoría de la fuerza electromotriz (FEM) inducida en una bobina.
 - (2) Tipos de construcciones y diseños de bobinas.
 - (3) Parámetros de la bobina que efectúan la respuesta del flujo.
 - (4) Sistemas sensor - bobina y conectes (sencillo o sondas múltiples).
- c) Elementos sensores semiconductores.
 - (1) Sondas con efecto de Hall.
 - (2) Magnetoresistores.
 - (3) Magnetodiodos.
 - (4) Magnetotransistores.
 - (5) Características magnéticas y eléctricas de los elementos sensores semiconductores.
- d) Otros métodos de detección de fugas de campo magnético.
 - (1) Sistema cinta magnética.
 - (2) Polvo magnético.
 - (3) Sensor de resonancia magnética.

A.5.2 Temario para el nivel II

A.5.2.1 Evaluación electromagnética

A.5.2.1.1 Revisión de la teoría electromagnética

- a) Teoría de las corrientes de Eddy.
- b) Teoría del flujo de fuga.
- c) Tipos de sondas sensoras de corrientes de Eddy.
- d) Tipos de sondas sensoras de flujo de fuga.

A.5.2.1.2 Factores que afectan la impedancia de la bobina

- a) Piezas de prueba.

- (1) Conductividad.
- (2) Permeabilidad.
- (3) Masa.
- (4) Homogeneidad.
- b) Sistemas de prueba.
 - (1) Sistemas de prueba.
 - (2) Acoplamiento.
 - (3) Intensidad del campo.
 - (4) Bobina de prueba y su forma.

A.5.2.1.3 Factores que afectan los campos de flujo de fuga

- a) Grado de magnetización.
- b) Geometría del defecto.
- c) Localización del defecto.
- d) Orientación del defecto.
- e) Factor de velocidad.
- f) Distancia entre defectos adyacentes.

A.5.2.1.4 relación señal - ruido

- a) Definición.
- b) Relación de la prueba de corrientes de Eddy.
- c) Relación de la prueba de flujo de fuga.
- d) Métodos para mejorar la relación señal - ruido.

A.5.2.1.5 Selección de la frecuencia de prueba

A.5.2.1.5.1 Relación de frecuencia para el tipo de prueba

- a) Consideraciones para la elección de prueba.
 - (1) Relación señal - ruido.
 - (2) Discriminación de fase.
 - (3) Velocidad de respuesta.
 - (4) Efecto pelicular (superficial o efecto Kelvin).

A.5.2.1.6 Selección del método de magnetización para la prueba de flujo de fuga

- a) Características de magnetización para varios materiales magnéticos.
- b) Magnetización por medio de campos eléctricos.
 - (1) Campo circular.
 - (2) Campo longitudinal.
 - (3) Valor de la densidad de flujo.
- c) Magnetización por medio de imanes permanentes.
 - (1) Relación de imanes permanentes y teoría.
 - (2) Materiales de imanes permanentes.
- d) Selección del método apropiado de magnetización.

A.5.2.1.7 Acoplamiento

- a) Factor de llenado en la inspección de bobina continua.

- b) Despegue y compensación en la inspección de bobina sonda.
- c) Factor de llenado, flujo de fuga en la prueba de flujo de fuga.
- d) Despegue en la prueba de flujo de fuga.

A.5.2.1.8 Intensidad de campo y su selección

- a) Cambios de permeabilidad.
- b) Saturación.
- c) Efecto de la intensidad de campo de la corriente alterna en la prueba de corrientes de Eddy .
- d) Efecto de la intensidad de campo en la prueba de flujo de fuga.

A.5.2.1.9 Orientación del campo para la prueba de flujo de fuga

- a) Campo circular.
- b) Campo longitudinal.

A.5.2.1.10 Consideraciones del diseño del instrumento

- a) Aplicación.
- b) Detección de fase.
- c) Diferencia de filtrado.

A.5.1.1.11 Aplicaciones

- a) Detección de la falla.
 - (1) Métodos de corrientes de Eddy.
 - (2) Métodos de flujo de fuga.
- b) Clasificación para las propiedades relacionadas a la conductividad y corrientes de Eddy.
- c) Clasificación para las propiedades relacionadas con la permeabilidad.
 - (1) Métodos de corriente de Eddy.
 - (2) Métodos de flujo de fuga.
- d) Evaluación del espesor con corrientes de Eddy.
- e) Medición de los valores de las características magnéticas.
 - (1) Métodos de corrientes de Eddy.
 - (2) Métodos de flujo de fuga.

A.5.2.1.12 Uso de normas y procedimientos de operación

- a) Aplicación de las normas y especificaciones en las pruebas electromagnéticas.
- b) Explicaciones y procedimientos de operación en las pruebas electromagnéticas.

A.6 Neutrografía

A.6.1 Temario para el nivel I

A.6.1.1 Operación de equipo neutrográfico e instrucciones de emergencia

A.6.1.1.1 Seguridad del personal

- a) Dosímetros personales.
 - (1) Tipos.
 - (2) Lecturas.
 - (3) Mantenimientos de registros.
- b) Límites permisibles de exposición del personal.

A.6.1.1.2 Instrumentos para la medición de radiación

- a) Tipos de instrumentos.
- b) Lectura de interpretación de las indicaciones del medidor.
- c) Frecuencia de calibración.
- d) Vencimiento de la calibración y acciones que deben tomarse.
- e) Verificación de la batería y su importancia.

A.6.1.1.3 Medición de la radiación en áreas

- a) Tipo y cantidad de radiación.
- b) Señalización y acordonamiento de áreas.
 - (1) Areas de radiación.
 - (2) Areas de alta radiación.
- c) Establecimiento de límites de tiempo.

A.6.1.1.4 Radioactividad

- a) Componentes radioactivos (combustibles y fuentes).
- b) Radioactividad inducida debida a la neutrografía.
 - (1) Manejo de componentes radioactivos.
 - (2) Decaimiento de componentes radioactivos.
 - (3) Transporte de componentes radioactivos.

A.6.1.1.5 Prácticas de seguridad en áreas de radiación

- a) Uso de tiempo, blindaje y distancia para reducir la exposición de radiación del personal.
- b) Areas restringidas.
- c) Contaminación radioactiva.
 - (1) Requisitos del vestuario.
 - (2) Control de la contaminación.
 - (3) Limpieza de la contaminación.
- d) Procedimientos específicos.

A.6.1.1.6 Reglamentaciones estatales, federales e internacionales

- a) Comisión de regulación Nuclear (NRC), Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguarda (CNSNS).
- b) Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- c) Reglas de transporte.

A.6.1.1.7 Seguridad del personal y protección a la radiación

- a) Riesgos de la exposición excesiva.
 - (1) Radiación general; beta y gamma.
 - (2) Radiación específica, riesgos con neutrones.
 - (a) Efectividad biológica relativa.
 - (b) Actividad neutrónica.
- b) Métodos de control de la dosis de radiación.
 - (1) Tiempo.
 - (2) Distancia.
 - (3) Blindaje.
- c) Requisitos específicos de equipo.
 - (1) Dosímetros de detección de neutrones.
 - (2) Dosímetros detección de rayos gama.
 - (3) Equipo de medición de la radiación.
 - (a) Beta y gamma.
 - (b) De neutrones.
 - (4) Mantenimiento de registros.
- d) Procedimiento de trabajo con radiación.
- e) Reglamentaciones locales, federales y estatales.

A.6.1.2 Cursos básico de física de la neutrografía

A.6.1.2.1 Introducción

- a) Historia de la neutrografía industrial.
- b) Principios generales de la inspección de materiales por radiación penetrante.
- c) Relación de radiación neutrónica penetrante, radiografía y radiometría.
- d) Comparación con otros métodos de E.N.D., particularmente con rayos "X" y rayos gamma.
- e) Areas generales de aplicación.
 - (1) Formación de imagen.
 - (2) Metrología.
 - (3) Producto.

A.6.1.2.2. Principios físicos

- a) Fuentes para la neutrografía (descripción general).
 - (1) Isótopos.
 - (2) Reactores nucleares.
 - (3) Aceleradores.
- b) Interacción entre neutrones y materia.
 - (1) Absorción.
 - (a) Neutrones térmicos.
 - (b) Neutrones de resonancia.
 - (c) Neutrones rápidos.
 - (2) Difusor.
 - (a) Elástico.
 - (b) No elástico.
- c) Técnicas de neutrografía.
 - (1) Técnicas de formación de imagen en película.
 - (2) Técnicas de formación de imagen sin película.
- d) Glosario de términos y unidades de medición.

A.6.1.2.3 Fuentes de radiación para neutrones (descripción específica)

- a) Reactores.
 - (1) Principios de las reacciones de fisión en cadena.
 - (2) Termalización neutrónica (desaceleración).
 - (3) Flujo de neutrones térmicos.
- b) Aceleradores.
 - (1) Tipos de aceleradores.
 - (2) Reacciones en la producción de neutrones.
- c) Fuentes de Isótopos.
 - (1) Radioisótopo + Be.
 - (a) a - Be.
 - (b) d - Be.
 - (2) Radioisótopo + D.
 - (a) 8 - D.
 - (3) Fisión espontánea.
 - (a) 252cf.

A.6.1.3 Curso básico de técnica neutrográfica

A.6.1.3.1 Detección de la radiación con formación de imagen

- a) Pantallas adaptadas.
 - (1) Principios de operación.
 - (2) Pantallas de formación de imagen directa.
 - (3) Pantallas de transferencia de imagen.

- b) Película, principios, propiedades y usos con pantallas adaptadas para neutrones.
 - (1) Respuestas de la radiación.
 - (2) Consideraciones contacto/vacío.
 - (3) Velocidad radiográfica.
 - (4) Contraste radiográfico.
- c) Trayectoria de ataque.
 - (1) Respuesta de la radiación.
 - (2) Consideraciones contacto/vacío.
 - (3) Velocidad radiográfica.
 - (4) Contraste radiográfico.

A.6.1.3.2 Proceso de la neutrografía: consideraciones básicas de formación de imagen

- a) Definición de sensibilidad (incluyendo penetrámetros).
- b) Contraste y definición.
 - (1) Relación de energía neutrónica y pantalla de neutrones.
 - (2) Efecto de la dispersión en el objeto.
- c) Principios geométricos.
- d) Generación y control de la dispersión.
- e) Selección de la fuente de neutrones.
- f) Selección de la película.
- g) Uso de curva de exposición.
- h) Causas que ocasionan radiografías no satisfactorias.
 - (1) Película de alta densidad.
 - (2) Película de baja densidad.
 - (3) Alto contraste.
 - (4) Bajo contraste.
 - (5) Definición pobre.
 - (6) Película de niebla excesiva.
 - (7) Fugas de luz.
 - (8) Defectos mecánicos.
- i) Aritmética de exposición.

A.6.1.3.3 Interpretación de los resultados de la prueba

- a) Relación entre rayos "X" y rayos neutrónicos.
- b) Efectos en la medición e interpretación de la prueba.
- c) Control administrativo de la calidad de la prueba por el inspector.
- d) Familiarización con la formación de imagen.

A.6.2 Temario para el nivel II

A.6.2.1 Curso de física de la neutrografía

A.6.2.1.1 Introducción

- a) Principios generales de inspección de materiales penetrantes por radiación.
- b) Relación de radiación neutrónica penetrante, radiografía y radiometría.
- c) Comparación con otros métodos, particulares con rayos "X" y rayos gamma.
- d) Areas específicas de aplicación en la industria.

A.6.2.1.2 Revisión de principios físicos.

- a) Naturaleza de la radiación penetrante (todos los tipos).
 - (1) Partículas.
 - (2) Propiedades de la onda.
 - (3) Ondas electromagnéticas.
 - (4) Fundamentos de física de las radiaciones.
 - (5) Fuentes de radiación.
 - (a) Fuentes electrónicas.
 - (b) Fuentes de isótopos.
 - (c) Reactores nucleares.
 - (d) Aceleradores.
- b) Interacción entre radiación penetrante y materia (neutrones y rayos gamma).
 - (1) Absorción.
 - (2) Difusor.
 - (3) Otras interacciones.
- c) Glosario de términos y unidades de medición.

A.6.2.1.3 Fuentes de radiación para neutrones

- a) Fuentes generales de neutrones.
 - (1) Reactores.
 - (a) Principios de reacciones de fisión en cadena.
 - (b) Flujo rápido de neutrones, energía y distribución espacial.
 - (c) Termalización neutrónica.
 - (d) Energía de flujo de neutrones térmicos y distribución espacial.
 - (2) Aceleradores.
 - (a) Tipos de aceleradores.
 - (b) Reacciones de producción de neutrones.
 - (c) Rendimientos disponibles y energía espectral.
 - (3) Fuentes de isótopos.
 - (a) Radioisótopo + Be.
 - (b) Radioisótopo + D.
 - (c) Fisión espontánea -²⁵²Cf.
 - (4) Diseño del haz.
 - (a) Colocación de la fuente.
 - (b) Colimación
 - (c) Filtración.
 - (d) Blindaje.

A.6.2.1.4 Detección de la radiación

- a) Formación de imagen.
 - (1) Pantallas adaptadas.
 - (a) Principios de operación.
 - (b) Tipos de pantallas.
 - (1) Exposición directa.
 - (2) Exposición de transferencia.
 - (3) Proceso de trayectoria de ataque.
 - (4) Sensibilidad espectral (para cada proceso).

- (2) Películas, principios, propiedades y usos con pantallas adaptadas para neutrones,
 - (a) Examen del material.
 - (b) Detección.
 - (3) Fluoroscopia.
 - (a) Pantalla fluorescente.
 - (b) Amplificación de imagen.
 - (c) Técnicas de cine.
 - (4) Visión directa en televisión.
 - (5) Instrumentación especial asociada con las técnicas anteriores.
- b) Dispositivos de no formación de imagen.
- (1) Estado sólido.
 - (a) Centellómetro.
 - (b) Dispositivos fotorresistivos.
 - (c) Otros.
 - (2) Gaseosos.
 - (a) Contadores proporcionales.
 - (b) Contadores Geiger.
 - (c) Cámaras de ionización.
 - (d) Otros.
 - (3) Detectores de neutrones.
 - (a) Contadores de boro base gas.
 - (b) Contadores de fisión.
 - (c) Detectores de helio-3.
 - (d) Centellómetros base litio.
 - (e) Instrumentación.
 - (1) Medidor de velocidad.
 - (2) Contadores.
 - (3) Amplificadores y preamplificadores.
 - (4) Registrador de lecturas.
 - (5) Otros.

A.6.2.1.5 Seguridad del personal y protección a la radiación

- a) Riesgos de la exposición excesiva.
 - (1) Radiación general: rayos beta y gamma.
 - (2) Radiación específica: riesgos con neutrones.
 - (a) Efectividad biológica relativa (EBR).
 - (b) Actividad neutrónica de componentes.
- b) Métodos de control de la dosis de radiación acumulada.
 - (1) Tiempo.
 - (2) Distancia.
 - (3) Blindaje.
- c) Requisitos específicos del equipo.
 - (1) Equipo de detección de neutrones.
 - (2) Equipo de detección de rayos gamma.

- (3) Medición.
- (4) Registro.
- (5) Escudos de blindaje y/o cuartos.
 - (a) Operación.
 - (b) Alarmas.
- (d) Procedimientos de operación y emergencia.
- (e) Reglamentaciones locales federales y estatales.

A.6.2.2 Curso de técnica neutrográfica

A.6.2.2.1 Proceso de neutrografía

- a) Consideración básicas de formación de imagen neutrónica.
 - (1) Definición de sensibilidad (incluyendo penetrámetros).
 - (2) Contrastes y definiciones.
 - (a) Relación de energía neutrónica y pantalla de neutrones.
 - (b) Efectos de la dispersión en el objeto.
 - (c) Exposición contra espesor de la hoja.
 - (3) Principios geométricos.
 - (4) Pantallas intensificadoras.
 - (a) Fluorescente (neutrosensitiva).
 - (b) Metálica (neutrosensitiva).
 - (5) Generación y control de la dispersión.
 - (6) Selección de la fuente.
 - (7) Selección de la película y del detector.
 - (8) Uso de curvas de exposición y proceso por el cual son generadas.
 - (9) Inspección fluoroscópica.
 - (a) Teoría de operación.
 - (b) Aplicaciones.
 - (c) Limitaciones.
 - (10) Proceso de la película.
 - (a) Procedimiento de cuarto oscuro.
 - (b) Equipo de cuarto y reactivos.
 - (c) Técnica correcta e incorrecta del procesamiento de película.
 - (11) Visión de las radiografías.
 - (a) Requisitos de la iluminación (intensidad).
 - (b) Iluminación de fondo.
 - (c) Criterio de calidad de las neutrografías.
 - (12) Causa y corrección de radiografías.
 - (a) Películas de alta densidad.
 - (b) Densidad insuficiente de la película.
 - (c) Alto contraste.
 - (d) Bajo contraste.
 - (e) Pobre definición.
 - (f) Dispersión excesiva de neutrones.
 - (g) Niebla.
 - (h) Fugas de luz.
 - (i) Aditamentos.

(13) Aritmética de la exposición y de otros factores que afectan la neutrografía.

- b) Aplicaciones diversas.
 - (1) Bloqueo y filtrado.
 - (2) Técnicas de película múltiple.
 - (3) Amplificación. y proyección.
 - (4) Estereorradiografía.
 - (5) Métodos de triangulación.
 - (6) Autorradiografía.
 - (7) Neutrografía instantánea.
 - (8) Radiografía y fluoroscopio en movimiento.
 - (9) Dispersión de retorno en neutrografía.
 - (10) Tomografía de neutrones.
 - (11) Radiografía de microneutrones.
 - (12) Causas de la difracción, y minimización de la interferencia con la prueba.
 - (13) Determinación del tamaño de la mancha focal.
 - (14) Técnicas panorámicas.
 - (15) Películas de contraste y densidad alterados.
 - (16) Calibración y proceso de control.

A.6.2.2.2 Interpretación de los resultados de prueba

- a) Factores básicos.
 - (1) Aspectos generales (relación entre rayos "X" y neutrografía).
 - (2) Efectos en la medición e interpretación de la prueba.
 - (3) Control administrativo de la calidad de la prueba por el inspector.
 - (4) Familiarización con la imagen.
- b) Consideraciones de los materiales.
 - (1) Metalúrgico u otra consideración de los materiales que afecta al uso del elemento y a los resultados de la prueba.
 - (2) Materiales y proceso que afectan en el uso del elemento y a los resultados de prueba.
 - (3) Discontinuidades, sus causas y efectos
 - (4) Apariencia radiográfica de las discontinuidades.
- c) Códigos, normas, especificaciones y procedimientos.
 - (1) Radiografía de neutrones térmicos.
 - (2) Radiografía neutrónica de resonancia.
 - (3) Otros códigos aplicables.

A.7 Ultrasonido

A.7.1 Temerario para el nivel I

A.7.1.1 Introducción

- a) Definición de ultrasonido.
- b) Historia de las pruebas de ultrasonido.
- c) Aplicaciones de la energía ultrasónica.
- d) Repaso de matemáticas básicas.
- e) Responsabilidad de los niveles de certificación.

A.7.1.1.2 Principios básicos de acústica

- a) Naturaleza de las ondas sónicas.
- b) Modos de generación de las ondas sónicas.
- c) Velocidad, frecuencia y longitud de onda de las ondas sónicas.
- d) Atenuación de las ondas sónicas.
- e) Impedancia acústica.
- f) Reflexión.
- g) Refracción y modo de conversión.
- h) Ley de Snell y ángulos críticos.
- i) Efectos Fresnel y Fraunhofer.

A.7.1.1.3 Equipo

- a) Instrumentación básica pulso-eco (barrido A,B y C).
 - (1) Electrónicos, base tiempo, generador de impulsos, receptor y tubo de rayos catódicos (CRT).
 - (2) Funciones de control.
 - (3) Calibración.
 - (a) Instrumento básico de control.
 - (b) Bloques de calibración (tipos y uso).
- b) Instrumentación digital de espesor.
- c) Teoría y operación del transductor.
 - (1) Efecto piezoeléctrico.
 - (2) Tipos de cristales.
 - (3) Frecuencia (relación cristal - espesor).
 - (4) Campo cercano y campo lejano.
 - (5) Dispersión del haz.
 - (6) Construcción, materiales y formas.
 - (7) Tipo (recto, angular y dual).
 - (8) Características de la intensidad del haz.
 - (9) Sensibilidad, resolución y amortiguamiento.
 - (10) Vibración mecánica dentro de la pieza.
- d) Acoplantes.
 - (1) Usos y principios.
 - (2) Materiales y su eficiencia.

A.7.1.1.4 Métodos básicos de prueba

- a) Contacto
- b) Inmersión.

A.7.1.2 Curso técnico de ultrasonido

A.7.1.2.1 Métodos de prueba

- a) Contacto.
 - (1) Haz recto.
 - (2) Haz regular.
 - (3) Ondas de superficie.
 - (4) Transmisión pulso - eco.
 - (5) transductor múltiple.
 - (6) Superficies curvas.
- b) Inmersión.
 - (1) Transductor en agua.
 - (2) Columna de agua y ruedas.
 - (3) Prueba en partes sumergidas.
 - (4) Trayectoria del haz sonico del transductor hacia la pieza.
 - (5) Transductores enfocados.
 - (6) Superficies curvas.
- c) Comparación de los métodos de contacto e inmersión

A.7.1.2.2 Calibración electrónica y funcional

- a) Equipo.
 - (1) Tubo de rayos catódicos (amplitud, barrido)
 - (2) Registro.
 - (3) Alarmas.
 - (4) Sistemas automáticos y semiautomáticos.
 - (5) Corrección electrónica distancia - amplitud.
 - (6) Transductores.
- b) Calibración de equipos electrónicos.
 - (1) Efectos variables.
 - (2) Precisión de la transmisión.
 - (3) Requisitos de calibración.
 - (4) Reflectores de calibración.
- c) Calibración de inspección.
 - (1) Comparación con los bloques de referencia.
 - (2) Variable pulso-eco.
 - (3) Referencia para pruebas planeadas (haz recto y haz angular).
 - (4) Factores de transmisión.
 - (5) Transductores.
 - (6) Acoplantes.
 - (7) Materiales.

A. 7.1.2.3 Examen con haz recto para procedimientos específicos

- a) Selección de parámetros.
- b) Patrones de prueba.
- c) Evaluación de resultados.
- d) Informe de prueba.

A. 7.1.2.3 Examen con haz angular para procedimientos específicos

- a) Selección de parámetros.
- b) Patrones de prueba.
- c) Evaluación de resultados.
- d) Informe de prueba.

A. 7.2 Temario para el nivel II

A. 7.2.1 Curso de evaluación ultrasonido

- a) Principio de ultrasonido.
- b) Equipo.
- c) Técnicas de prueba.
- d) Calibración.
 - (1) Haz recto.
 - (2) Haz angular.
 - (3) Aplicaciones especiales.

A. 7.2.1.2 Evaluación de materiales

A. 7.2.1.2.1 Productos conformados

- a) Revisión de los procesos de fabricación.
 - (1) Fundición.
 - (2) Laminación.
 - (3) Forja.
 - (4) Extrusión.
- b) Clasificación de las discontinuidades.
 - (1) Inherentes.
 - (2) De proceso.
 - (3) De servicio.
- c) Factores que afectan la detección de las discontinuidades.
- d) Códigos y normas aplicables en la evaluación de los productos conformados.
 - (1) Normativa nacional y de aceptación internacional.

A. 7.2.1.2.2 Otros materiales, según sea aplicable

- a) Plásticos.

- b) Compuestos.
- c) Cerámicos.

A. 7.2.1.2.3 Evaluación de uniones soldadas

- a) Introducción a los procesos de soldadura.
- b) Geometría de la unión.
- c) Clasificación de las discontinuidades.

- d) Origen y orientación típica de las discontinuidades.
- e) Respuesta de las discontinuidades al ultrasonido.
- f) Códigos y normas aplicables en la evaluación de las uniones soldadas.
- g) Normativa nacional y aceptación internacional.

A. 7.2.1.2.4 Evaluación de estructuras unidas por adherencia

- a) Proceso de manufactura.
- b) Tipos de discontinuidades.
- c) Origen y orientación típica de las discontinuidades.
- d) Respuesta de las discontinuidades al ultrasonido.
- e) Códigos y normas aplicables en la evaluación.
- f) Normativa nacional y de aceptación internacional.

A. 7.2.1.2.5 Detención de las discontinuidades

- a) Factores que afectan la sensibilidad de la detección de las discontinuidades.
 - (1) Tamaño, tipo y localización de las discontinuidades.
 - (2) Técnicas usadas en la detección.
 - (3) Características de la onda.
 - (4) Material y velocidad.
 - (5) Tipos de discontinuidades.
- b) Factores que afectan la resolución.
 - (1) Comparaciones de los diferentes patrones de referencia.
 - (2) Historia del material (proceso, servicio).
 - (3) Probabilidad y tipo de discontinuidad a ser detectada.
 - (4) Experiencia del inspector.
 - (5) Efectos de la frecuencia ultrasónica.
 - (6) Efectos de amortiguamiento.
- c) Técnicas para determinar las dimensiones de las discontinuidades.
 - (1) Tubo de rayos catódicos (TRC), representación visual, indicadores digitales y analógicos.
 - (2) Movimiento del transductor y su relación con el tipo de su representación.
 - (3) Técnicas de prueba a dos dimensiones.
 - (4) Diagramas de la señal.
- d) Localización de la discontinuidad.
 - (1) Representación visual en TRC.
 - (2) Amplitud y tiempo lineal.
 - (3) Técnicas de exploración.

A. 7.2.1.6 Evaluación

- a) Objetivo de la evaluación.
 - (1) Historia del material.
 - (2) Condiciones de servicio para el material.
 - (3) Selección e interpretación de las normas aplicables.
 - (4) Tipo de discontinuidad y localización.

- b) Comparaciones de los diferentes patrones de referencia.
 - (1) Normas y referencias.
 - (2) Técnica de distancia-área- amplitud.
 - (3) Empleo de las curvas AVG.
 - (a) Empleo de diagrama general.
 - (b) Empleo de las gráficas específicas.

A. 8 Emisión acústica

A. 8.1 Temario para el nivel I

A. 8.1.1. Curso de principios básicos de física aplicada a la emisión acústica

A. 8.1.1.1. Principios de la pruebas por emisión acústica

- a) Características de la emisión acústica
 - (1) Emisión continua.
 - (2) Emisión por fractura.
 - (3) Frecuencias e intensidad de la emisión.
- b) Fuentes de emisión acústica.
 - (1) Introducción: fuentes en materiales cristalinos.
 - (2) Introducción: fuentes en no metales.
 - (3) Introducción: fuentes en compuestos.
 - (4) Otras fuentes.
 - (a) Pérdidas de hermeticidad.
 - (b) Oxido y fracturas de capa de óxido y escamas.
 - (c) Fracturas por inclusiones no metálicos.
 - (d) Fuentes Fricciónales.
 - (e) Licuefacción y solidificación.
 - (f) Partes sueltas o de contacto intermitente.
 - (g) Fluido y materiales de alta viscosidad.
 - (h) Cierre de la fractura.
- c) Introducción: propagación de la onda.
 - (1) Atenuación.
 - (2) Velocidad y modo de propagación en los materiales.
 - (3) Entrada original contra señal de salida.
- d) Efecto Kaiser.
 - (1) En metales.
 - (2) En compuestos.
 - (3) En otros materiales.
- e) Terminología.

A. 8.1.1.2 Detección de la emisión acústica

- a) Sensores.
 - (1) Principios de operación.
 - (2) Construcción.
- b) Fijación del sensor.
 - (1) Materiales de acoplamiento.
 - (2) Dispositivos de fijación.

- c) Sensor y cables de transmisión del preamplificador.
 - (1) Tipos de cables.
 - (2) Susceptibilidad a la interferencia.
 - (3) Ajuste de la impedancia.
 - (4) Conectores.
 - (5) Sensores electrónicos integrales.

A. 8.1.2 Curso básico de la técnica de emisión acústica

A. 8.1.2.1 Instrumentación y procesamiento de la señal

- a) Purificación de la señal.
 - (1) Preamplificadores.
 - (2) Amplificadores.
 - (3) Filtros.
 - (4) Unidades de ganancia y medición.
- b) Procesamiento de la señal.
 - (1) Caracterización de la onda.
 - (2) Técnicas de discriminación.
 - (3) Técnicas de distribución.
 - (4) Técnicas de localización.
- c) Presentación visual de los datos y técnicas de registro.
 - (1) Indicadores de audio.
 - (2) Empleo de registradores "X-Y".
 - (3) Contadores digitales y procesadores.
 - (4) Osciloscopios.
 - (5) Cintas magnéticas.
 - (6) Otros.
- d) Sistemas de prueba de emisión acústica.
 - (1) Sistemas de un solo canal.
 - (2) Sistemas de multicanales.
 - (3) Sistemas de aplicación específica.

A. 8.1.2.2. procedimientos de prueba de emisión acústica

- a) Calibración del equipo de prueba.
 - (1) Técnica para la generación de señal.
 - (2) Ajuste de los controles del equipo.
 - (3) Ajuste de la técnica de discriminación.
 - (4) Reconocimiento del punto de falla por atenuación severa.
- b) Presentación visual de los datos e interpretación.
 - (1) Selección y forma de presentación visual.
 - (2) Comparación con señales de calibración.
 - (3) Evaluación de la fuente por otros métodos de E.N.D.
- c) Identificación del ruido.
 - (1) Ruido electromagnético.
 - (2) Ruido mecánico.
- d) Discriminación del ruido.
 - (1) Protección eléctrica.
 - (2) Técnicas electrónicas.
 - (3) Materiales de atenuación y aplicaciones.

- (4) Identificación y control de falsas señales.
- e) Informes.
 - (1) Propósito.
 - (2) Estructura y contenido.

A. 8.1.2.3 Aplicaciones de las pruebas por emisión acústica

- a) Introducción: estudios fundamentales.
- b) Detección de la fuente y localización.
- c) Otras aplicaciones.
 - (1) Madera y estructuras de madera.
 - (2) Materiales pétreos.
 - (3) Estructuras civiles.
 - (a) Puentes.
 - (b) Edificios.
 - (c) Presas.
 - (d) Tuberías enterradas.
 - (e) Terraplenes.
 - (f) Túneles.
 - (g) Minas.
 - (4) Detección de la pérdida de hermeticidad.
 - (5) Materiales compuestos y estructuras.
 - (6) Estructuras refractarias.
 - (7) Análisis de maquinaria.
 - (8) Microsismología.
 - (9) Caracterización de la señal acústica (huella digital).
- d) Limitación del empleo de la técnica de emisión acústica

A. 8.2 Temario para el nivel II

A. 8.2.1 Curso de física de la emisión acústica

A. 8.2.1.1 Principios de las pruebas por emisión acústica

- a) Características de la emisión acústica.
 - (1) Emisión acústica.
 - (2) Emisión por fractura.
 - (3) Frecuencia e intensidad de la emisión.
- b) Fuentes de emisión acústica.
 - 1) Fuentes de materiales cristalinos.
 - (a) Dislocaciones y deformación plástica.
 - (b) Transformaciones de fase.
 - (c) Maclación de deformación.
 - (d) Inclusiones no metálicas.
 - (e) Crecimiento subcrítico.
 - (1) Crecimiento subcrítico de la grieta bajo incremento de carga.
 - (2) Desgarramiento dúctil bajo incremento de carga.
 - (3) Nucleación y crecimiento de las fracturas por fatiga.
 - (4) Fragilización por hidrógeno.

- (5) Corrosión bajo esfuerzo.
- (2) Fuentes en no metales.
 - (a) Microgrietas.
 - (b) Grietas gruesas.
 - (c) Agrietamiento.
 - (d) Otras fuentes en no metales.
- (3) Fuentes en compuestos.
 - (a) Fractura de fibras.
 - (b) Fracturas de la matriz.
 - (c) Deslaminación y desunión.
- (4) Otras fuentes.
 - (a) Pérdidas de hermeticidad.
 - (b) Óxido y fracturas de capas de óxido y escamas.
 - (c) Fracturas por inclusiones no metálicas.
 - (d) Fuentes friccionales.
 - (e) Licuefacción y solidificación.
 - (f) Partes sueltas o de contacto intermitente.
 - (g) Fluidos y materiales de alta viscosidad.
 - (h) Cierre de la fractura.
- c) Propagación de la onda.
 - (1) Modos de propagación.
 - (2) Modo de conversión, reflexión y refracción.
 - (3) Atenuación.
 - (4) Velocidad y modo de propagación en los materiales.
 - (5) Efectos de la geometría de la muestra.
- d) Efecto Kaiser.
 - (1) En metales.
 - (2) En compuestos.
 - (3) En otros materiales.

A. 8.2.1.2 Detención de la emisión acústica

- a) Procesos de detección y piezoelectricidad.
- b) Sensores.
 - (1) Construcción.
 - (2) Eficiencias de conversión.
 - (3) Calibración y curvas de sensibilidad.
- c) Fijación del sensor.
 - (1) Materiales de acoplamiento.
 - (2) Dispositivos de fijación.
 - (3) Guías de onda.
- d) Sensor y cables de transmisión del preamplificador.
 - (1) Tipos de cables.
 - (2) Interferencia.
 - (3) Adaptación de impedancias.
 - (4) Conectores.
 - (5) Sensores electrónicos integrados.

A. 8.2.2 Curso de técnica de emisión acústica

A. 8.2.2.1 Instrumentación y procesamiento de las señales

- a) Purificación de la señal.
 - (1) Preamplificadores.
 - (2) Amplificadores.
 - (3) Filtros.
 - (4) Unidades de ganancia y medición.
- b) Procesamiento de la señal.
 - (1) Características de la onda.
 - (a) Análisis de amplitud.
 - (b) Análisis de duración del pulso.
 - (c) Análisis de aumento de tiempo.
 - (d) procesamiento de la velocidad en función del evento.
 - (2) Técnicas de discriminación.
 - (3) Técnicas de distribución.
 - (4) Técnicas de Localización.
- c) Presentación visual de los datos y técnicas de registro.
 - (1) Indicadores de audio.
 - (2) Empleo de registradores "X-Y".
 - (3) Contadores digitales y procesadores.
 - (4) Osciloscopios.
 - (5) Cintas magnéticas.
 - (6) Otras técnicas.
- d) Sistemas de prueba de emisión acústica.
 - (1) Sistemas de un sólo canal.
 - (2) Sistemas de multicanales.
 - (3) Sistemas de aplicación específica.

A. 8.2.2.2. Procedimientos de prueba de emisión acústica

- a) Factores que influyen en la selección del equipo de prueba.
 - (1) Material que va a ser observado.
 - (2) Localización y naturaleza de la emisión.
 - (3) Tipo de información deseada.
 - (4) Tamaño y forma de la pieza de prueba.
- b) Calibración del equipo de prueba.
 - (1) Técnicas para la generación de señal.
 - (2) Ajuste de los controles del equipo.
 - (3) Ajustes de la técnica de discriminación.
 - (4) Reconocimiento del punto de falla por atenuación severa.
- c) Procedimientos especiales de prueba.
 - (1) Pruebas a altas y bajas temperaturas.
 - (2) Pruebas intermitentes (incluyendo ciclo de fatiga).
 - (3) Pruebas prolongadas.
 - (4) Pruebas de ambientes de alto ruido.
- d) Presentación visual de los datos e interpretación.
 - (1) Selección del modo de presentación visual.
 - (2) Correlación emisión- fuente.

- (3) Comparación con señales de calibración.
- (4) Evaluación de la fuente por otros métodos de E.N.D.
- e) Identificación del ruido.
 - (1) Ruido electromagnético.
 - (2) Ruido mecánico.
- f) Discriminación del ruido.
 - (1) Protección eléctrica.
 - (2) Técnicas electrónicas.
 - (3) Materiales de atenuación y aplicaciones.
 - (4) Identificación de falsas señales y control.
- g) Informes.
 - (1) Propósito.
 - (2) Estructura y contenido.

A. 8.2.2.3 Aplicaciones de las pruebas por emisión acústica

- a) Estudios fundamentales.
 - (1) Mecánica de fractura.
 - (2) Corrosión bajo esfuerzo.
 - (3) Fragilización por hidrógeno.
 - (4) Movimiento de la dislocación.
 - (5) Transformación de fase.
 - (6) Estabilidad de fase.
 - (7) Termofluencia.
 - (8) Esfuerzo residual.
 - (9) Corrosión.
- b) Detección de la fuente y localización.
 - (1) Vehículos aeroespaciales.
 - (2) Recipientes a presión y tubería.
 - (3) Reactores nucleares.
 - (4) Control de soldadura.
 - (5) Armazones y vigas.
- c) Otras aplicaciones.
 - (1) Madera y estructuras de madera.
 - (2) Materiales pétreos.
 - (3) Estructuras civiles.
 - (a) Puentes.
 - (b) Edificios.
 - (c) Presas.
 - (d) Tuberías enterradas.
 - (e) Terraplenes.
 - (f) Túneles.
 - (g) Minas.
 - (4) Detección de la pérdida de hermeticidad.
 - (5) Materiales compuestos y estructuras
 - (6) Estructuras refractarias.
 - (7) Análisis de maquinaria.
 - (8) Microsismología.
 - (9) Caracterización de la señal acústica (huella digital).

A. 9 Radiografía

A. 9.1 Temario para el nivel I

A. 9.1.1. Curso de operación de equipo radiográfico e instrucciones de emergencia

Nota:

El aspirante debe recibir este curso antes de realizar trabajos radiográficos.

A. 9.1.1.1 Control del personal

- (a) Uso de las placas de control.
- (b) Lectura de los dosímetros de bolsillo.
- (c) Registro de las lecturas diarias del dosímetro.
- (d) Dosímetros fuera de escala y acción requerida.
- (e) Límites permisibles de exposición.

A.9.1.1.2 Instrumentos de inspección

- (a) Tipos de instrumentos de radiación
- (b) Lectura e interpretación de las indicaciones del medidor.
- (c) Frecuencia de calibración.
- (d) Vencimiento de la calibración y acciones a tomar.
- (e) Comprobación de la batería e importancia.

A. 9.1.1.3 Prueba de hermeticidad de fuentes herméticas

- (a) Requisitos para la prueba de hermeticidad.
- (b) Propósito de la prueba de hermeticidad.
- (c) Realización de las pruebas de hermeticidad.

A. 9.1.1.4 Informes de medición de radiación

- (a) Requisitos para el cumplimiento.
- (b) Descripción del formato del informe.

A. 9.1.1.5 Prácticas de trabajo radiográfico

- (a) Establecimiento de áreas restringidas.
- (b) Señalización y vigilancia de las áreas restringidas.
- (c) Uso del tiempo, distancia y blindaje para reducir la exposición de radiación al personal.
- (d) Requisitos regulatorios para la inspección, señalización y control de radiación y áreas de alta radiación.

A. 9.1.1.6 Dispositivo de exposición

- (a) Inspección diaria y mantenimiento.
- (b) Límites de exposición a la radiación para dispositivos y exposición de rayos gamma*

- (c) Marcado.
- (d) Uso.
- (e) Uso de colimadores para reducir la exposición del personal.
- (f) Uso de "cambiadores de fuentes" de rayos gama *.

A.9.1.1.7 Procedimiento de emergencia

- a) Accidentes de vehículos con fuentes radiactivas herméticas *.
- b) Fuentes herméticas que involucran fuego *.
- c) "Fuentes fuera" (cápsula) falla para regresarla a condiciones seguras de hermeticidad *.
- d) Lista de llamadas de emergencia *.

A.9.1.1.8 Almacenamiento y embarque de dispositivos de exposición y fuentes.

- a) Almacenamiento en vehículo *.
- b) Almacenamiento en bóveda permanente *.
- c) Instrucciones de embarque de las fuentes *.
- d) Instrucciones para la recepción de materiales radioactivos *.

A.9.1.1.9 Reglamentaciones estatales y federales

- a) Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguarda (C.N.S.N.S.)
- b) Licencia de reciprocidad.
- c) Requisitos para la licencia de materiales radioactivos para la radiografía industrial *.
- d) Requisitos de calificación para el personal de radiografía.
- e) Reglamentaciones para el control de la radiación (C.N.S.N.S.).
- f) Reglamentaciones para el transporte de fuentes radioactivas *.
- g) Requisitos regulatorios para máquinas de rayos "X" (estatales o federales, lo que sea aplicable).

* Pueden suprimirse si la radiografía esta limitada a dispositivos de exposición de rayos "X".

A.9.1.2 Curso de física de radiografía básica

A.9.1.2.1 Introducción

- a) Historia y descubrimiento de materiales radioactivos.
- b) Definición de radiografía industrial.
- c) Protección a la radiación.
- d) Repaso de matemáticas básicas: exponentes, raíz cuadrada y otros conceptos básicos.

A.9.1.2.2 Propiedades fundamentales de la materia

- a) Elemento y átomos.
- b) Moléculas y compuestos.
- c) Partículas atómicas. propiedades de los patrones, electrones y neutrones.

- d) Estructuras atómicas.
- e) Estructuras atómicas.
- f) Número y peso atómico.
- g) Isótopo contra radioisótopo.

A.9.1.2.3 Materiales radioactivos

- a) Producción.
 - (1) Actividad de neutrones.
 - (2) Fisión nuclear.
- b) Átomos estables contra inestables (radioactivos).
- c) Curie., la unidad de radioactividad.
- d) Vida media de los materiales radioactivos.
- e) Representación gráfica del decaimiento radioactivo.
- f) Actividad específica Curie/gramo.

A.9.1.2.4 Tipos de radiación

- a) Radiación particular y propiedades; alfa, beta y de neutrones.
- b) Radiación electromagnética, rayos X y gamma.
- c) Producción de rayos X.
- d) Producción de rayos gamma.
- e) Energía de rayos gamma.
- f) Características de la energía de fuentes comunes de radioisótopos.
- g) Características de la energía de máquinas de rayos X.

A.9.1.2.5 Interacción de la radiación con la materia

- a) Ionización.
- b) Interacción de la radiación con la materia.
 - (1) Efecto fotoeléctrico.
 - (2) Dispersión Compton.
 - (3) Producción de pares.
- c) Unidad de exposición de radiación, Roentgen.
- d) Emisividad de fuentes radiográficas comúnmente usadas.
- e) Emisividad de dispositivos de exposición de rayos X.
- f) Atenuación de la radiación electromagnética y blindaje.
- g) Valor de la capa media, valor de las capas décimas.
- h) Ley del cuadrado inverso.

A.9.1.2.6 Efectos biológicos de la radiación

- a) Efecto de fondo "natural" de la radiación.
- b) Unidad de la dosis de radiación, "rem".
- c) Diferencia entre radiación y contaminación.
- d) Límites permisibles de exposición del personal y el concepto de acumulación.
- e) Teoría de las dosis permisibles.
- f) Daños por radiación y concepto de reparación.
- g) Síntomas de lesiones por radiación.
- h) Exposición aguda de radiación y lesión somática.

- i) Control del personal para el rastreo de exposición.
- j) Radiosensibilidad orgánica.

A.9.1.2.7 Detección de la radiación

- a) Dosímetro de bolsillo.
- b) Diferencia entre dosis y velocidad de la dosis.
- c) Instrumentos de medición.
 - (1) Tubo Geiger - Müller.
 - (2) Cámara de ionización.
 - (3) Cámaras de centelleo y contadores.
- d) Dosímetro de película y detector de radiación.
- e) Dosímetros termoluminiscente (TLDS).
- f) Calibración.

A.9.1.2.8 Dispositivos de exposición y fuentes de radiación

- a) Fuentes de radioisótopos.
 - (1) Diseño y fabricación de fuentes herméticas.
 - (2) Fuente de rayos gamma.
 - (3) Fuentes Bremsstrahlung y beta.
 - (4) Fuentes de neutrones.
- b) Características del dispositivo de exposición de radioisótopos.
- c) Fuentes de radiación electrónica, 500 kev y menores, baja energía.
 - (1) Generador y rectificadores de alto voltaje.
 - (2) Diseño y fabricación del tubo de rayos X.
 - (3) Circuito de control de rayos X.
 - (4) Potencial de aceleración.
 - (5) Materiales blancos y configuración.
 - (6) Disipación de trabajo.
 - (7) Coeficiente de trabajo.
 - (8) Filtración del haz.
- d) Fuentes de radiación electrónica de media y alta energía *.
 - (1) Transformador de resonancia *.
 - (2) Acelerador de Van der Graaff *.
 - (3) Aceleración lineal *.
 - (4) Betatrón *.
 - (5) Salida Roentgen *.
 - (6) Diseño de equipo, fabricación.
 - (7) Filtración del haz *.
- e) Fuentes de radiación fluoroscópica *.
 - (1) Diseño de equipo fluoroscópico *.
 - (2) Pantallas de visión directa.
 - (3) Amplificación de imagen *.
 - (4) Consideraciones especiales del tubo de rayos X y coeficientes de trabajo *.
 - (5) Desalineación de la pantalla *.
 - (6) Eficiencia de conversión de la pantalla *.

A.9.1.2.9 Fuentes radiográficas especiales y técnicas

- a) Radiografía rápida *.
- b) Estereorradiografía *.
- c) Radiografía en movimiento *.
- d) Autorradiografía *.

* Pueden suprimirse, si estos métodos y técnicas no son usadas por el empleador.

A.9.1.3 Curso de técnica radiográfica

A.9.1.3.1 Introducción

- a) Proceso de radiografía.
- b) Tipos de fuentes de radiación electromagnética.
- c) Espectro electromagnético.
- d) Poder de penetración o "calidad" de los rayos X y gamma.
- e) Espectro del tubo de rayos X.
- f) Espectro de la fuente gamma - radioisótopo.
- g) Tubo de rayos X, efecto del cambio de ma o kVp en "calidad" e intensidad.

9.1.3.2 Principios básicos de radiografía

- a) Principios de exposición geométrica.
 - (1) Formación de "sombra" y distorsión.
 - (2) Cálculo del aumento de la "sombra".
 - (3) Nitidez de la "sombra".
 - (4) Desalineamiento geométrico.
 - (5) Descubrimiento de la profundidad de la discontinuidad.
- b) Pantallas radiográficas.
 - (1) Pantallas intensificadoras.
 - (2) Pantallas intensificadoras fluorescentes.
 - (3) Factores intensificadores.
 - (4) Importancia del contacto pantalla a película.
 - (5) Importancia de la limpieza y cuidado de la pantalla.
 - (6) Técnicas para la limpieza de la pantallas.
- c) Cartuchos radiográficos.
- d) Composición de la película radiográfica industrial.
- e) El "efecto de talón" con el tubo de rayos X.

A.9.1.3.3 Radiografías

- a) Formación de imagen latente en la película.
- b) Desalineamiento inherente.
- c) Aritmética de la exposición radiográfica.
 - (1) Miliamperaje - relación distancia - tiempo.
 - (2) Ley de reciprocidad.
 - (3) Densidad fotográfica.
 - (4) Cartas de exposición de rayos X, espesor del material, kV y exposición.
 - (5) Carta de exposición de rayos gamma.
 - (6) Consideraciones de ley del cuadrado inverso.

- (7) Cálculo del tiempo de exposición para fuentes de rayos X y gamma.
- d) Características de la curva Hurter and Driffield (H y D).
- e) Velocidad de la película y descripciones de clase.
- f) Selección de la película para un propósito particular,

A.9.1.3.4 Calidad de imagen radiográfica

- a) Sensibilidad de imagen radiográfica.
- b) Contraste radiográfico.
- c) Contraste de la película.
- d) Contraste del objeto.
- e) Definición.
- f) Grano de la película y efectos.
- g) Penetrámetros o indicadores de calidad de imagen.

A.9.1.3.5 Manejo de la película, carga y proceso

- a) Luz de seguridad y prácticas de cuarto oscuro.
- b) Banco de carga y limpieza.
- c) Apertura de cajas de películas y empaques.
- d) Carga de la película y cartuchos herméticos.
- e) Técnicas de manejo para copia nueva.
- f) Elemento del proceso manual de las películas.

A.9.1.3.6 Técnicas de exposición y radiografía

- a) Radiografía de pared sencilla.
- b) Radiografía de doble pared.
 - (1) Visión de dos paredes simultáneamente.
 - (2) Visión de pared sencilla permanente en exposiciones de doble pared.
 - (3) Técnica elíptica.
- c) Radiografía panorámica.
- d) Uso de una carga múltiple de película.
- e) Configuración de la muestra.

A.9.1.3.7 Técnicas fluoroscópicas

- a) Adaptación a la obscuridad y sensibilidad del ojo.
- b) Técnicas especiales de dispersión de radiación.
- c) Protección del personal.
- d) Sensibilidad.
- e) Limitaciones.
- f) Visión de pantalla directa.
- g) Visión de la pantalla indirecta y lejana.

A.9.2 Temario para el nivel II

A.9.2.1 Curso: Calidad de la película y procesos de manufactura

A.9.2.1.1 Revisión de principios básicos de radiografía

- a) Interacción de la radiación con la materia.
- b) Repaso de matemáticas.
- c) Cálculo de exposición.
- d) Principios geométricos de exposición.
- e) Parámetros de calidad, radiografía e imagen.

A.9.2.1.2 Instalación del cuarto oscuro, técnicas y proceso

- a) Instalación y equipo.
 - (1) Procesador automático de la película contra proceso manual.
 - (2) Luz de seguridad.
 - (3) Visor de luces.
 - (4) Banco de carga.
 - (5) Equipos varios.
- b) Carga de la película.
 - (1) Reglas generales para el manejo de película no procesada.
 - (2) tipos de empaque de película.
 - (3) Técnicas de carga de cartucho para placas y rollos.
- c) Protección de la película radiográfica en almacén.
- d) Proceso manual de la película.
 - (1) Revelador y su regeneración.
 - (2) Baño de poro.
 - (3) Fijador y regeneración.
 - (4) Lavado.
 - (5) Prevención de manchas de agua.
 - (6) Secado.
- e) Proceso automático de la película.
- f) Archivo y almacenamiento de la película.
 - (1) Retención y mediciones de vida.
 - (2) Almacenamiento por períodos prolongados.
 - (3) Técnicas de archivo y separación.
- g) Radiografías deficientes, causadas y correcciones.
 - (1) Alta densidad de la película.
 - (2) Densidad insuficiente de la película.
 - (3) Alto contraste.
 - (4) Bajo contraste.
 - (5) Definición pobre.
 - (6) Niebla.
 - (7) Fugas de luz.
 - (8) Artefactos.
- h) Densidad de la película.
 - (1) Comparación del negativo de densidad escalonada de la película.
 - (2) Densitómetros.

A.9.2.1.3 Indicaciones, discontinuidades y defectos

- a) Indicaciones.
- b) Discontinuidades.
 - (1) Inherentes.
 - (2) De proceso.
 - (3) De servicio.
- c) Defectos.

A.9.2.1.4 Procesos de manufactura y discontinuidades asociadas

- a) Procesos de fundición y discontinuidades asociadas.
 - (1) Lingotes, tochos y palanquillas.
 - (2) Arena de fundición.
 - (3) Fundición centrifuga.
 - (4) Fundición y discontinuidades asociadas.
- b) Procesos de conformado y discontinuidades.
 - (1) Forjas.
 - (2) Productos laminados.
 - (3) Productos extruidos.
- (c) Procesos de soldadura y discontinuidades asociadas.
 - (1) Soldaduras de arco sumergido (SAW).
 - (2) Soldadura por arco con electrodo metálico recubierto (SMAW).
 - (3) Soldadura de arco con alambre continuo protegido con gas (GMAW).
 - (4) Soldadura de arco con electrodo tubular con núcleo de fundente continuo (FCAW).
 - (5) Soldadura de arco con electrodo de tungsteno protegido con gas (GTAW).
 - (6) soldadura por resistencia.
 - (7) Procesos especiales de soldadura, haz electrón electroescoria y electrogas.

A.9.2.1.5 Revisión de principios de seguridad radiológica

- a) Control de la exposición del personal.
- b) Conceptos de tiempo, distancia y blindaje.
- c) Concepto ALARA, "Tan bajo sea razonablemente factible" (as low as reasonably achievable).
- d) Equipo de detección de la radiación.
- e) Características de operación del dispositivo de exposición.

A.9.2.2 Curso: Evaluación e interpretación radiográfica

A.9.2.2.1 Observación radiográfica

- a) Requisitos del iluminador de la película.
- b) Iluminación de fondo.
- c) Observación de compuesto múltiple.
- d) Colocación del penetrámetro.
- e) Adaptación del personal a la oscuridad y agudeza visual.
- f) Identificación de la película.

- g) Marcadores de lugar.
- h) Medición de la densidad de la película.
- i) Artefactos de la película.

A.9.2.2.2 Técnicas de aplicación

- a) Técnicas de película múltiple.
 - (1) Parámetros de variación del espesor.
 - (2) Velocidad de la película.
 - (3) Ancho de la película.
- b) Amplificación y proyección.
- c) Relaciones geométricas.
 - (1) Desalineación geométrica.
 - (2) Sensibilidad del penetrómetro.
 - (3) Distancia de la fuente a la película.
 - (4) Tamaño de la mancha focal.
- d) Métodos de triangulación para localizar discontinuidades.
- e) Amplificación localizada.
- f) Técnicas de manejo de la película.

A.9.2.2.3 Evaluación de fundiciones.

- a) Revisión de los métodos de fundición.
- b) Discontinuidades de fundición.
- c) Origen y orientación típica de las discontinuidades.
- d) Apariencias radiográfica.
- e) Códigos, normas y criterios de aceptación aplicables.
- f) Radiografías de referencia.

A.9.2.2.4 Evaluación de las soldaduras

- a) Revisión de los métodos de soldadura.
- b) Discontinuidades en soldaduras.
- c) Origen y orientación típica de las discontinuidades.
- d) Apariencia radiográfica.
- e) Códigos, normas y criterios de aceptación aplicables.
- f) Radiografías de referencia o pictogramas.

A.9.2.2.5 Normas, códigos y procedimientos para radiografía

- a) NMX-B-086
- a)** Técnicas radiográficas aceptables y su clasificación.

- c) Procedimientos aplicables.
- d) Procedimiento para la verificación de los parámetros radiográficos.
- e) Informe radiográfico.

A.10 Hermeticidad

A.10.1 Temario para el nivel I

A.10.1.1 Curso: Fundamentos de las pruebas de hermeticidad

A.10.1.1.1 Introducción

- a) Historia de las pruebas de hermeticidad.
- b) Razones para las pruebas de hermeticidad.
 - (1) Prevención de la pérdida de material.
 - (2) Contaminación.
 - (3) Confiabilidad componente/sistema.
 - (4) Mantenimiento de la presión diferencial.
 - (5) Seguridad, personal/publica.
- c) Funciones de las pruebas de hermeticidad.
 - (1) Categorías.
 - (2) Aplicaciones.
- d) Entrenamiento y certificación.

A.10.1.1.2 Fundamentos de las pruebas de hermeticidad

- a) Terminología.
 - (1) Términos de hermeticidad.
 - (2) Ajuste de hermeticidad.
 - (3) Cuantitativa/semicuantitativa.
 - (4) Términos sensibilidad/calibración.
- b) Unidades de la prueba de hermeticidad.
 - (1) Matemáticas en las pruebas de hermeticidad.
 - (2) Notación exponencial.
 - (3) Unidades básicas y fundamentales.
 - (4) Sistema Internacional de Unidades (SI)
- c) Unidades físicas en las pruebas de hermeticidad.
 - (1) Volumen y presión.
 - (2) Tiempo y temperatura.
 - (3) Valores absolutos.
 - (4) Condiciones normales o atmosféricas.
 - (5) Medición de la hermeticidad.
- d) Normas de prueba de hermeticidad.
 - (1) Capilaridad o filtración.
 - (2) Normativa nacional, normas de NIST (National Institute of Standards and Technology).
 - (3) Calibración del instrumento según el sistema.
 - (4) Calibración inexacta.
- e) Características de los flujos.
 - (1) Flujo de gas.
 - (2) Flujo de líquido.
 - (3) Correlación de la velocidad de fuga.
 - (4) Fugas anormales.
 - (5) Fugas obstruidas.

- f) Fundamento del vacío.
 - (1) Introducción al vacío.
 - (a) Terminología.
 - (b) Principios.
 - (c) Unidades de presión.
 - (2) Características de los gases.
 - (a) Teoría cinética.
 - (b) Trayectoria libre media.
 - (3) Leyes de los gases.
 - (4) Cantidad, gasto y conductancia de gas.
 - (a) Cantidad.
 - (1) Comparación con un circuito eléctrico.
 - (2) Comparación con un flujo de agua.
 - (b) Analogía de la conductancia con la resistencia eléctrica.
 - (1) Resistencia conectada en serie.
 - (2) Resistencia conectada en paralelo.
- g) Operación de sistemas de vacío.
 - (1) Efectos de evacuación de un recipiente.
 - (2) Tiempo de evacuación.
- h) Características del sistema de vacío.
 - (1) Generalidades.
 - (a) Límites de operación.
 - (b) Medición de la velocidad de elevación de la presión.
 - (2) Bombas de vacío.
 - (a) Bombas mecánicas (desplazamiento positivo).
 - (1) Bombas giratorias con sello de aceite.
 - (a) Construcción.
 - (b) Operación.
 - (c) Fluidos bombeables.
 - (d) Problemas en las bombas giratorias.
 - (e) Cuidado de las bombas giratorias.
 - (2) Bombas mecánicas elevadoras de presión.
 - (b) Bombas de vapor (difusión).
 - (1) Construcción.
 - (2) Operación.
 - (3) Fluidos bombeables.
 - (4) Problemas en las bombas de difusión.
 - (5) Diagnóstico del problema de las bombas de difusión.
 - (c) Bombas de sublimación (bombas de vacío).
 - (d) Bombas iónicas.
 - (e) Bombas turbomoleculares.
 - (f) Bombas de absorción.
 - (g) Criobombas.

A.10.1.2 Curso: Seguridad en pruebas de hermeticidad

Nota: El aspirante debe recibir este curso antes de realizar trabajos de prueba de hermeticidad.

A.10.1.2.1 Consideraciones de seguridad

- a) Personal y publica.
- b) Estado de funcionamiento del producto.
- c) Validez de la prueba.
- d) Prácticas de trabajo seguro.

A.10.1.2.2 Precauciones de seguridad

- a) Peligros explosivo/implosivo.
- b) Peligros de flamabilidad, ignición y combustión.
- c) Peligros de toxicidad y asfixia.
- d) Peligros eléctricos y de limpieza.

A.10.1.2.3 Precauciones con la presión

- a) Prueba de presión contra prueba de calificación.
- b) Prueba preliminar de hermeticidad.
- c) Verificación de presurización.
- d) Limitaciones del diseño.
- e) Equipo y arreglo.

A.10.1.2.4 Dispositivos de seguridad

- a) Válvulas de control de presión y reguladores.
- b) Válvulas de alivio de presión y orificios.
- c) Velocidades de flujo de regulador y válvulas de alivio.

A.10.2.5 Seguridad del gas de rastreo y sus riesgos

- a) Detección de gas combustible y seguridad.
- b) Detección de gas tóxico y seguridad.
- c) Detectores de deficiencia de oxígeno.
- d) Detección de radioisótopos.

A.10.1.2.6 Tipos de equipo de control

- a) Controles de área.
- b) Controles de personal.
- c) Dispositivos de localización de fuga.

A.10.1.2.7 Reglamentos de seguridad.

- a) Reglamentos estatales y federales.
- b) Códigos y normas de seguridad.

- c) Normas de gas peligroso.
- d) Requisitos de radiación de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguarda (CNSNS).

A.10.1.3 Curso: métodos de prueba de hermeticidad.

A.10.1.3.1 Los siguientes métodos de prueba de hermeticidad deben incorporarse cuando sean aplicables.

a) Cada uno de los métodos pueden dividirse dentro de técnicas mayores como se muestra en los siguientes ejemplos:

- (1) Pruebas de burbuja.
 - (a) Inmersión.
 - (b) Solución de la película.
- (2) Prueba ultrasónica.
 - (a) Flujo sonico y mecánico.
 - (b) Generador de sonido.
- (3) Prueba de descarga de voltaje.
 - (a) Descarga del voltaje.
 - (b) Cambio de color.
- (4) Prueba de fugas de presión.
 - (a) Hidrostática.
 - (b) Neumática.
- (5) Ionización.
 - (a) Fotoionización.
 - (b) Ionización a la flama.
- (6) Conductividad.
 - (a) Conductividad térmica.
 - (b) Estado sólido.
- (7) Absorción de la radiación.
 - (a) Infrarrojo.
 - (b) Ultravioleta.
 - (c) Láser.
- (8) Base químicos.
 - (a) Penetrantes químicos.
 - (b) Trazador químico de gas (calorímetro).
- (9) Detector de halógeno.
 - (a) Flama halógena.
 - (b) Captura de electrones.
 - (c) Diodo de halógeno.
- (10) Medición del cambio de presión.
 - (a) Absoluta.
 - (b) Referencia.
 - (c) Elevación de presión.
 - (d) Flujo.
 - (e) Caída de presión.
 - (f) Volumétrica.
- (11) Espectrómetro de masa.
 - (a) Detector de fugas de argón o de helio.
 - (b) Analizador de gas residual.
- (12) Radioisótopo.

A.10.1.3.2 Esquema del curso de métodos de hermeticidad

- a) Lo siguiente puede aplicarse a cualquiera de los métodos enlistados.
- b) Terminología.
- c) Técnicas básicas y/o unidades.
 - (1) Localización de la fuga, medición/control.
 - (2) Visual y otros dispositivos sensibles.
 - (3) Técnicas varias.
- d) Materiales, de prueba y equipo.
 - (1) Materiales, gases y fluidos usados.
 - (2) Dispositivos de control y operación.
 - (3) Instrumento y medidores utilizados.
 - (4) Intervalo de calibración de instrumentos y medidores.
- e) Principios de la prueba y prácticas.
 - (1) Presión, vacío y control usado.
 - (2) Principios de la técnica empleada.
 - (3) Efectos de la temperatura y otras condiciones atmosféricas.
 - (4) Calibración para prueba.
 - (5) Muestreo y exploración o medición y control.
 - (6) Evaluación de la interpretación de la fuga.
- f) Criterio de aceptación y rechazo.
- g) Importancia de la seguridad.
- h) Ventajas y limitaciones.
- i) Códigos y normas.

A.10.2 Temario para el nivel II

A.10.2.1 Curso: Principios de la prueba de hermeticidad

A.10.2.1.1 Introducción

- a) Fundamentos de las pruebas de hermeticidad.
 - (1) Razones para la prueba de hermeticidad.
 - (2) Funciones para la prueba de hermeticidad.
 - (3) Terminología.
 - (4) Unidades de prueba de la hermeticidad.
 - (5) Conductancia de la hermeticidad.
- b) Normas de las pruebas de hermeticidad.
 - (1) Normas de hermeticidad.
 - (2) Normativa Nacional y del Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST), rastreabilidad y calibración.
 - (3) Calibración del instrumento contra calificación de la prueba.
 - (4) Técnicas de calibración del sistema.
 - (5) Calibración inexacta.
 - (6) Velocidad de pérdida del gas de rastreo y su equivalente con aire.
- c) Seguridad en las pruebas de hermeticidad.
 - (1) Consideraciones de seguridad.
 - (2) Precauciones de seguridad.
 - (3) Precauciones de presión.

- (4) Seguridad y control de gas rastreador.
- (5) Dispositivos de seguridad.
- (6) Peligros de limpieza y eléctricos.
- (7) Prácticas de trabajo seguro.
- (8) Reglamentación de seguridad.
- d) Procedimientos de las pruebas de hermeticidad.
 - (1) Categorías básicas y técnicas.
 - (2) Localización de la fuga contra medición de la fuga.
 - (3) Presurización y evacuación.
 - (4) Unidades selladas con o sin gas rastreador.
 - (5) Unidades accesibles de uno o ambos lados.
 - (6) Sistema arriba o abajo de la presión atmosférica.
- e) Especificaciones de las pruebas de hermeticidad.
 - (1) Diseño contra condiciones de trabajo.
 - (2) Control de la presión y temperatura.
 - (3) Tipos de métodos de prueba de hermeticidad.
 - (4) Sensibilidad de los métodos de prueba de hermeticidad.
 - (5) Método de prueba y sensibilidad requerida.
 - (6) Preparación de una especificación de prueba de hermeticidad.

A.10.2.1.2 Principios físicos en las pruebas de hermeticidad

- a) Cantidades físicas.
 - (1) Unidades fundamentales.
 - (2) Volumen y presión.
 - (3) Tiempo y temperatura.
 - (4) Valores absolutos.
 - (5) Condiciones normales contra atmosféricas.
 - (6) Velocidades de fuga.
- b) Estructura de la materia.
 - (1) Teoría atómica
 - (2) Ionización y pares iónicos.
 - (3) Estados de la materia.
 - (4) Estructura molecular.
 - (5) Moléculas diatómicas y monoatómicas.
 - (6) Peso molecular.
- c) Principios y leyes de los gases.
 - (1) Movimientos Browniano.
 - (2) Trayectoria libra media.
 - (3) Efectos de presión y temperatura en los gases.
 - (4) Ley de Pascal de presión.
 - (5) Leyes de Charles y Boyle de los gases.
 - (6) Ley del gas ideal.
 - (7) Ley de Dalton de presión parcial.
 - (8) Presión de vapor y efectos en vacío.
- d) Propiedades de los gases.
 - (1) Teoría cinética de los gases.
 - (2) Ley de Graham de difusión.
 - (3) Estratificación.
 - (4) Principio de Avogadro.

- (5) Relación de la Ley de los gases.
- (6) Ley general de gas ideal.
- (7) Mezcla de gases y concentración.
- (8) Velocidad, densidad y viscosidad del gas.

A.10.2.1.3 Principios del flujo de gas

- a) Fugas normales.
 - (1) Capilar.
 - (2) Filtración.
- b) Modos del flujo del gas.
 - (1) Molecular y viscoso.
 - (2) Transitorio.
 - (3) Laminar, turbulento y sonico.
- c) Factores que afectan el flujo de gas.
- d) Geometría de la trayectoria de la fuga.
 - (1) Flujo libre medio del fluido.
 - (2) Efectos de cierre y válvula de retención.
 - (3) Tamaño de abertura irregular.
 - (4) Velocidad de fuga contra sección transversal del flujo.
 - (5) Temperatura y condiciones atmosféricas.
 - (6) Gradiente de velocidad contra viscosidad.
 - (7) Número de Reynolds contra número de Knudsen.

A.10.2.2 Curso: Tecnología de presión y vacío

A.10.2.2.1 Tecnología de presión

- a) Propiedades de un fluido.
 - (1) Definición de un fluido.
 - (2) Líquido contra gas.
 - (3) Compresibilidad.
 - (4) Presión parcial y de vapor.
 - (5) Presión y temperatura críticas.
 - (6) Viscosidad de un líquido.
 - (7) Tensión superficial y capilaridad de un líquido.
- b) Propiedades de los gases.
 - (1) Revisión de las propiedades de los gases.
 - (2) Gas perfecto e ideal.
 - (3) Efectos de la presión y de la temperatura en los gases.
 - (4) Viscosidad de un gas.
 - (5) Modos de flujo de un gas.
 - (6) Conductancia del flujo de gas.
 - (7) Mediciones del flujo dinámico.
 - (8) Factores que afectan el flujo del gas.
- c) Presurización.
 - (1) Mediciones de presión.
 - (2) Tipos de indicadores de presión.
 - (a) Bourdon o diafragma.
 - (b) Manómetros.

- (3) Control de presión y procedimiento.
- (4) Mezcla de gases.
- (5) Gases rastreadores y concentración.
- (6) Tiempo de retención de la presión.
- (7) Presión contra sensibilidad.
- (8) Calibración del medidor.
 - (a) Intervalo de trabajo.
 - (b) Frecuencia.
 - (c) Manómetro patrón contra probador de peso muerto.
- d) Efecto medio circundante en las pruebas de hermeticidad y variables de ruido.
 - (1) Cambios atmosféricos.
 - (2) Corrección de temperatura líquido - aire.
 - (3) Presión de vapor (evaporación y condensación).
 - (4) Bolsas de humedad / vapor.
 - (5) Cambios de volumen y geometría.
 - (6) Ondas de vibración internas y superficiales.
- e) Variables del funcionamiento detector e instrumento.
 - (1) Variables de calibración del instrumento.
 - (2) Límites de exactitud.
 - (3) Cumplimiento de la seguridad intrínseca e inherente.
 - (4) Protección para las interferencias "electromagnética, de radio frecuencia y de choque".
 - (5) Inundación, envenenamiento y contaminación del detector.
- f) Medición y documentación.
 - (1) Experimentación, simulación y/o pruebas preliminares.
 - (2) Análisis del efecto del medio circundante y variables de ruido.
 - (3) Análisis de indicaciones y señales de fuga.
 - (4) Validación y análisis de error.
 - (5) Interpretación y evaluación de los resultados.
 - (6) Documentación de datos y resultados de prueba.

A.10.2.2.2 Tecnología de vacío.

- a) Naturaleza del vacío.
 - (1) Definición de vacío.
 - (2) Terminología del vacío.
 - (3) Grados de vacío.
 - (4) Trayectoria libre media en un vacío.
 - (5) Flujo de gas en un vacío.
- b) Medición del vacío.
 - (1) Unidades de presión de un vacío.
 - (2) Presión absoluta contra presión manométrica.
 - (3) Indicadores mecánicos.
 - (a) Bourdon o diafragma.
 - (b) Manómetro (Tubo en U o Mcleod).
 - (c) Manómetro capacitivo.
 - (4) Indicadores eléctricos.
 - (a) Conductividad térmica.
 - (b) Ionización.
 - (5) Calibración del indicador - escala total.

- c) Bombas de vacío.
 - (1) Tipos de bombas de vacío.
 - (2) Bombas mecánicas.
 - (a) Oscilante contra rotativa.
 - (b) Bombas turbomoleculares de arrastre.
 - (3) Bombas no mecánicas.
 - (a) Arrastre del fluido o difusión.
 - (b) Condensación, absorción y adsorción.
 - (4) Bombas de aceites.
 - (5) Velocidad de bombeo y tiempo de evacuación.
- d) Materiales de vacío.
 - (1) Desgasificación - presión de vapor.
 - (2) Elastómeros, empaques y empaques en O.
 - (3) Metales, aleaciones y no metales.
 - (a) Aceros al carbono contra aceros inoxidable.
 - (b) Aluminio, cobre, níquel y aleaciones.
 - (4) No metales.
 - (a) Vidrio y cerámica.
 - (b) Plásticos y tygon.
 - (5) Diseño de la junta.
 - (a) Junta sellada.
 - (b) Junta soldada y junta con soldadura fuerte (Latón).
 - (c) Junta mecánica.
 - (6) Grasas de vacío y materiales de sellado.
 - (7) Filtración del gas rastreador a través de los materiales.
- e) Diseño de un sistema de vacío.
 - (1) Producción de un vacío.
 - (a) Remoción de moléculas de gas.
 - (b) Cantidad de gas o rendimiento.
 - (c) Conductancia.
 - (2) Etapas de bombeo de vacío.
 - (a) Diversas bombas de vacío.
 - (b) Diversas trampas y divisiones.
 - (c) Etapas de bombeo o secuencias.
 - (3) Localización de las válvulas de vacío.
 - (a) Diseño de las válvulas de vacío y del asiento hermético.
 - (b) Aislamiento y protección.
 - (c) Automático contra manual.
 - (d) Desfogue.
- f) Mantenimiento y limpieza.
 - (1) Mantenimiento del equipo de vacío.
 - (a) Bajo vacío constante.
 - (b) Gas seco (nitrógeno).
 - (2) Cambios de trayectos de aceite.
 - (a) Limpieza inicial.
 - (b) Procedimientos de limpieza y efectos en la localización de la fuga y medición.
 - (c) Limpieza continua.

- g) Análisis y documentación.
 - (1) Análisis de la desgasificación y contaminación del medio ambiente.
 - (2) Calibración del instrumento del sistema.
 - (3) Análisis de indicaciones y señales de fuga.
 - (4) Interpretación y evaluación.
 - (5) Documentación de la calibración y resultados de prueba.

A.10.2.3 Curso: Selección de la prueba de hermeticidad

A.10.2.3.1 Selección del procedimiento de la prueba de hermeticidad

- a) Categorías básicas de la prueba de hermeticidad.
 - (1) Localización de la fuga.
 - (2) Medición de la fuga.
 - (3) Control de la fuga.
- b) Tipos de métodos de prueba de hermeticidad.
 - (1) Especificaciones.
 - (2) Sensibilidad.
- c) Técnicas básicas.
 - (1) Presurización o evacuación.
 - (2) Unidad sellada con o sin gas rastreador.
 - (3) Exploración o localización visual de la fuga.
 - (4) Indicador o sonda detectora.
 - (5) Técnicas de acumulación.

Nota: Se están elaborando los temarios para el nivel III, para los métodos contemplados en ésta norma.

11 BIBLIOGRAFIA

- ISO 9712-2-1989 "General standard for the qualification and certification of nondestructive testing personnel".
- SNT-TC-1A-1988 "Personnel qualification and certification in nondestructive testing".

México, D.F., Noviembre 22, 1991

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS



LIC. AGUSTIN PORTAL ARIOSAS