

ESQUEMA DE CERTIFICACION PARA PERSONAL DE SOLDADURA E INSPECCIÓN.

DOCUMENTO No. CSWIP-WI-6-92

Requerimientos para la certificación de inspectores visuales de soldadura, inspectores de soldadura e inspectores senior de soldadura (soldadura por fusión).

Estos requerimientos invalidan la edición anterior y deberán ser efectivos a partir del 1 de junio del 2000

6ª edición 1 de junio del 2000
(Anteriormente CSWIP-WI-6-80 Octubre de 1993)

Emitido por la autoridad de la junta de gobierno para la certificación
Toda correspondencia deberá ser remitida a:
TWI Certification Ltd
Granta Park, Great Abington, Cambridge CB1 6AL, UK
Telefono: +44(0) 1223 891162;
Telefax: +44(0) 1223 894219.
e-mail: twicertification@twi.co.uk

CSWIP es administrado por TWI Certification Ltd
El uso de la marca de acreditación UKAS indica acreditación respecto a aquellas actividades cubiertas por el certificado de acreditación No. 25

PROLOGO

El esquema de certificación para personal de soldadura e inspección (CSWIP) es un esquema comprensivo que proporciona la examinación y certificación de individuos que buscan demostrar su conocimiento y/o competencia en sus campos de operación. El alcance de CSWIP incluye, todos los niveles de inspectores de soldadura, supervisores de soldadura, instructores de soldadura y personal de inspección subacuática.

CSWIP es administrado por el consejo administrativo de certificación, el cual actúa como consejo del gobierno para la certificación, al mantener los requerimientos de las industrias asistidas por el esquema. El consejo administrativo de certificación, a su vez, señala los comités administrativos especialistas para inspeccionar partes específicas del esquema. Todos los consejos y comités CSWIP agrupan miembros representativos de industrias relevantes y otros intereses.

Los requerimientos de registro del gobierno de inspectores visuales de soldadura, inspectores de soldadura e inspectores senior de soldadura se detallan en un documento separado: CSWIP-WI-1-91. El éxito en la examinación CSWIP apropiado es uno de los prerrequisitos de registro.

El registro es fuertemente recomendado ya que ayuda a satisfacer los requerimientos de renovación del certificado CSWIP, ver cláusula 4.5.1.

ACCESO A LA CERTIFICACIÓN

El acceso a los esquemas de certificación no está restringido. Los únicos criterios para certificación están dados en el documento (y cualesquiera correcciones subsecuentes) y ningunos otros criterios serán aplicados. La certificación no es condicional al candidato aplicante para otros servicios o membresía de la certificación limitada TWI, su base, o cualesquiera otros grupos o asociaciones.

1. GENERAL

1.1 Alcance

Este documento prescribe los procedimientos por los cuales el personal puede ser examinado, y, si es exitoso, certificado para los deberes de inspector visual de soldadura, inspector de soldadura o inspector senior de soldadura, como se define en la cláusula 1.2. Este documento no intenta cubrir al personal que no tiene las responsabilidades definidas en la cláusula 1.2. Los exámenes están principalmente orientados para la construcción de acero soldado por fusión, pero los exámenes y certificaciones adicionales están disponibles para otros grupos de materiales.

Existen arreglos de reconocimiento entre la certificación limitada TWI y otros dos esquemas de certificación de inspector de soldadura: la Sociedad Americana de Soldadura – Inspector certificado de soldadura y el Instituto sudafricano de soldadura – Inspector de soldadura de fabricación. Las personas que posean calificación(es) en estos esquemas pueden estar exentos de las examinaciones CSWIP.

Este esquema no esta normalmente orientado para aplicarlo a ingenieros o peritos de ingenieria involucrados con la certificación total de la planta.

1.2 Responsabilidades del personal

Las áreas típicas de actividad en el trabajo del personal para quienes las calificaciones de inspector de soldadura CSWIP serian ajustables están dadas a continuación:

1.2.1 Inspectores visuales de soldadura (bajo la supervisión de un inspector de soldadura o un inspector senior de soldadura).

- a) Códigos y estándares
Aplicación de los requerimientos de códigos y estándares.
- b) Identidad del material base
La verificación contra la documentacion y marcas de corrección del material base.
- c) Identidad de consumibles de soldadura
Verificación de la corrección de consumibles de soldadura (electrodos, alambres de relleno, insertos consumibles, gases, fundentes, etc.).
- d) Inspección pre - soldadura
Verificación que las dimensiones, ajustes y preparaciones de soldadura estén en acuerdo con los dibujos de ingenieria.
- e) Pre calentamiento
Verificación que el pre calentado (donde sea requerido) esta en acuerdo con los procedimientos especificados.
- f) Inspección visual post - soldadura
Inspección visual y revisión dimensional de la soldadura terminada contra requerimientos de especificación y dibujos.
- g) Vigilancia de la soldadura en proceso
Vigilancia durante la soldadura para verificar el cumplimiento con el procedimiento especificado incluyendo cualquier pre calentado, control de temperatura entrepaso y requerimientos del post - calentado.

1.2.2. Inspectores de soldadura

Aquellos dados anteriormente, además:

- h) Supervisión de inspectores visuales de soldadura en la realización de actividades (a) a (g) anteriores.

- i) Procedimientos de soldadura
Establecer que un procedimiento este disponible, que ha sido aprobado como se requirió por la autoridad apropiada y esta siendo empleado en la producción.
- j) Atestiguamiento de pruebas del soldador y pruebas de aprobación de procedimiento
Atestiguamiento de la penetración de las piezas de prueba y pruebas destructivas, y verificación del cumplimiento con las estándares y especificaciones apropiadas.
- k) Aprobaciones del soldador
Verificación que estén disponibles las aprobaciones apropiadas y validas del soldador, y que solamente soldadores aprobados como es requerido se empleen en la producción.
- l) Tratamiento térmico post - soldadura
Verificación que el tratamiento térmico post - soldadura ha sido ejecutado de acuerdo con requerimientos de especificación.
- m) Reportes NDT
El estudio y comprensión de los resultados NDT sobre cualquier trabajo de soldadura por el cual el inspector de soldadura es responsable.
- n) Reportes
Preparación de reportes de inspección.

1.2.3. Inspectores senior de soldadura

Aquellos dados anteriormente, además:

- o) Supervisión de los inspectores de soldadura e inspectores visuales de soldadura en la realización apropiada de las actividades (a) a la (n) anteriores.
- p) Certificación de cumplimiento
Aceptación final y certificación que los requerimientos de la especificación hayan sido cumplidos.
- q) Dibujos de soldadura
Interpretación de dibujos y símbolos de soldadura.
- r) Interpretación de radiografías de soldadura
La interpretación de radiografías de soldadura es con frecuencia responsabilidad del inspector senior de soldadura aunque la interpretación misma puede ser realizada por cualquier otro personal adecuadamente calificado.
- s) Registros
Mantenimiento de registros de inspección comprensiva.

- t) Defectos de soldadura
Apreciación de los factores que influyen la formación de los defectos de soldadura y su aceptación en relación con la especificación escrita.
- u) Resultados NDT
Evaluación de los reportes NDT sobre trabajo de soldadura de los cuales es responsable el inspector senior de soldadura.
- v) Aseguramiento de la calidad
Asegurar que los estándares de aseguramiento de calidad y procedimientos sean mantenidos.

1.3 Requerimientos previos para tomar una prueba de certificación

Las responsabilidades de trabajo y los criterios de experiencia para la elegibilidad de la examinación como se dan a continuación son estrictamente apegadas y obligadas a dictamen.

1.3.1 Inspector visual de soldadura

Se espera que los candidatos tengan bases de ingeniería y hayan terminado exitosamente un curso de entrenamiento aprobado sobre inspección visual de soldaduras.

Los candidatos por experiencia (mature candidate) que satisfagan los criterios dados en el segundo párrafo de 1.3.4. también pueden ser aceptados.

1.3.2 Inspector de soldadura

El inspector de soldadura con un mínimo de 3 años con experiencia relacionada a los deberes y responsabilidades listados en la cláusula 1.2.2 bajo supervisión calificada, verificados en forma independiente.

o

Inspector certificado de soldadura visual con un mínimo de 2 años con responsabilidades de trabajo en las áreas listadas 1.2.1 y 1.2.2. anteriores.

o

Instructor de soldadura o jefe/supervisor de soldadura con un mínimo de 5 años.

1.3.3 Inspector senior de soldadura

Inspector certificado de soldadura con un mínimo de 2 años con responsabilidades de trabajo en las áreas listadas en 1.2.1, 1.2.2. y 1.2.3. anteriores.

o

experiencia autenticada de 5 años relacionada a los deberes y responsabilidades listadas en la cláusula 1.2.3., verificadas en forma independiente.

1.3.4 Entrenamiento

Todos los candidatos (con excepción de candidatos por experiencia, ver adelante) deben asistir a un curso CSWIP de entrenamiento aprobado en el nivel apropiado antes de la examinación. Los detalles de tales cursos están disponibles sobre pedido.

Una ruta para candidatos por experiencia que ofrece exención del entrenamiento formal esta disponible para candidatos a inspector visual y de soldadura que puedan demostrar al menos 5 años continuos de experiencia en los deberes de inspección de soldadura como se indica en las cláusulas 1.2.1 y 1.2.2.

Si un candidato por experiencia no resulta exitoso en la examinación, será necesario que comience un curso aprobado de entrenamiento antes de retomararlo (también ver cláusula 4.3).

1.3.5. Salud / visión

Los candidatos necesitan estar en satisfactoria condición física y la persona que complete la forma de aplicación sera requerido para notificar que la salud y visión del candidato son adecuadas para capacitarlo(a) para efectuar sus deberes.* Un certificado de prueba de visión debe ser entregado con la forma de aplicación.

2. PROCEDIMIENTO DE EXAMINACIÓN

2.1 Certificación para inspector visual de soldadura e inspector de soldadura

El procedimiento de examinación para el inspector visual de soldadura consiste únicamente de una examinación practica y los candidatos deben satisfacer al examinador en todas las partes (ver 2.1.3a). Los detalles del formato de examinación y del temario se dan en el apéndice 1.

El procedimiento de examinación para inspector de soldadura consiste de exámenes escrito, oral y practico. Por favor refiérase a los apéndices 1 y 2 respectivamente para detalles del formato de examinación, temario y preguntas del espécimen.

2.1.1 Examinación escrita

La examinación escrita consiste de preguntas de elección múltiple y narrativas y esta diseñada para probar el conocimiento del candidato sobre el temario.

2.1.2 Examinación oral

La examinación oral sera usada como complemento de la examinación escrita y cubrirá la misma materia. Normalmente consiste de una discusión con el examinador durante las pruebas practicas.

2.1.3 Examinación practica

Los candidatos serán requeridos para inspeccionar y reportar lo siguiente:

- a) Al menos dos soldaduras terminadas de acuerdo con requerimientos establecidos y, además, para el grado de inspector de soldadura únicamente.

* Una agudeza visual cercana sin asistencia o corrección en al menos un ojo deberá ser tal que el candidato sea capaz de leer letras times Román N4 a una distancia no menor que 30cm en una carta de prueba de lectura estándar.

- b) Una serie de pruebas destructivas (macros, filete doblado o fracturado) para un soldador o una prueba de aprobación de procedimiento orientada a cumplir con una especificación establecida.

2.2 **Certificación para inspector senior de soldadura**

Los candidatos que todavía no tengan un certificado de inspector de soldadura deben también completar la examinación para inspector de soldadura en su totalidad además del procedimiento descrito a continuación.

2.2.1 **Examinación escrita**

Esta consiste de una serie de preguntas narrativas que cubren el temario.

2.2.2 **Examinación oral**

La examinación oral sera usada como complemento de la examinación escrita y sera de la misma forma que en 2.1.2 pero se concentrará mas en QA, salud y seguridad y aspectos de manejo de personal.

2.2.3 **Examinación practica**

Además de los requerimientos de la cláusula 2.1.3 anterior, los candidatos serán requeridos para:

- a) Examinar y comentar sobre tres inspecciones relacionadas a los documentos.
- b) Examinar y reportar sobre dos fallas de soldadura separadas asociadas con defectos.
- c) Examinar e interpretar un dibujo de fabricación.
- d) Interpretar al menos 6 radiografías de soldadura (los candidatos que ya posean un certificado CSWIP o PCN de interprete radiográfico (soldaduras) estarán exentos de esta parte). Se pueden seleccionar grupos de metales diferentes, ver apéndices 1 y 3.

2.3 **Exámenes de calificaciones y certificaciones adicionales**

Los sustentantes de un certificado de inspector de soldadura o inspector senior de soldadura pueden tomar exámenes de calificaciones y certificaciones adicionales en cualquier ocasión durante la validez de sus certificados.

Los exámenes de calificaciones y certificaciones adicionales están disponibles para dos grupos de materiales:

- Aluminio y sus aleaciones
- Aceros inoxidable y de alta aleación
- Aleaciones de níquel
- Metales reactivos

Para cada grupo, la examinación de calificaciones y certificaciones adicionales es del tipo de elección múltiple y esta orientada a probar el conocimiento del candidato sobre los materiales, su soldabilidad y causas y tipos de defectos, ver apéndice 1. Estas calificaciones y certificaciones adicionales no están relacionadas a los diferentes grupos de metal que pueden ser seleccionados para interpretación radiográfica.

No hay un requerimiento específico de entrenamiento previo para tomar la examinación de calificaciones y certificaciones adicionales pero recomienda enfáticamente a los candidatos potenciales a someterse a un entrenamiento recordatorio si tienen dudas sobre su conocimiento del temario apropiado, ver apéndice 1.

2.4 **Aplicación para exámenes y pagos**

Se requiere que los candidatos entreguen una forma de aplicación y un CV. Toda la información solicitada debe estar en estas formas. Ninguna aplicación puede ser considerada confirmada hasta que se reciban los documentos correctamente llenados. Las formas de aplicación preguntan sobre detalles específicos de experiencia y entrenamiento y deben ser firmadas para efecto que esos detalles sean correctos.

En el caso que una declaración falsa sea descubierta en las formas o en los CV's cualquier examinación tomada será declarada nula. Un certificado se invalida automáticamente si hay pagos pendientes de exámenes respecto del certificado.

Los exámenes pueden ser tomados en cualesquiera de los diversos centros de prueba en el reino unido y en el extranjero. Las listas están disponibles sobre pedido.

3 **CATEGORIAS DE CERTIFICACIÓN**

Los candidatos pueden aplicar para una de las tres siguientes categorías:

3.0 Inspector visual de soldadura

3.1 Inspector de soldadura

3.2 Inspector senior de soldadura

Para los grados 3.1 y 3.2, las calificaciones y certificaciones adicionales están disponibles para aluminio y sus aleaciones, aceros inoxidable, aleaciones de níquel y metales reactivos.

4 CERTIFICACION

4.1 Notificación de resultados

A todos los candidatos se les enviara la notificación de resultados. Esta notificación también sera enviada a la organización que paga la cuota de examinación, si no es pagada por el candidato.

4.2 Candidatos exitosos

Dos copias de un certificado de perfeccionamiento sera expedido a la organización o persona que pague las cuotas de examinación. Certificados duplicados para reemplazar aquellos perdidos o destruidos serán expedidos después de investigaciones extensas.

4.3 Candidatos sin éxito

Los candidatos que fallen para obtener un certificado pueden intentar repetir aquellas partes de la examinación en que fallaron. **La prueba debe ser completada dentro de un año de la examinación inicial**, de otra manera los candidatos tendrán que repetir la examinación completa.

La repetición de una parte, (o re-examinación completa) no puede ser tomada dentro de los 30 días posteriores a la examinación previa.

4.4 Periodo de validez

El certificado es valido por cinco años a partir de la fecha de cumplimiento de la prueba inicial y puede ser renovado por otros cinco años de aplicación, siempre que la evidencia sea producida de acuerdo con la cláusula 4.5.1. Los certificados son validos siempre que:

- a) Estén dentro de la fecha
- b) Estén en papel CSWIP estandarizado que tenga el logotipo de CSWIP en negro sobre oro firmado por un oficial de CSWIP y estampado con el sello de CSWIP.
- c) Hayan sido firmados por la persona a quien el certificado es concedido.
- d) Estén acompañados por una identificación CSWIP oficial.

El éxito en los exámenes de calificaciones y certificaciones adicionales no afecta el periodo de validez del certificado.

Las fotocopias no están autorizadas por CSWIP y deberán ser utilizadas solamente para propósitos administrativos internos.

4.5 Renovación

4.5.1 Renovación para cinco años

Con el propósito que el certificado sea renovado después de cinco años, el sustentante tiene que demostrar que ha mantenido su competencia:

- i) proporcionando evidencia de actividad de trabajo continuo en inspección de soldadura
- ii) proporcionando evidencia que el sustentante se ha mantenido actualizado en tecnología de soldadura

Si el certificado contiene calificaciones y certificaciones adicionales, se requerirá experiencia de trabajo cubriendo el grupo de material involucrado.

Una forma de satisfacer la parte ii) es mediante Registro (ver documento CSWIP-WI-1-91). La parte i) puede satisfacerse entregando una hoja de bitácora de actividad de trabajo relevante que cubra el periodo de validez del certificado. Las solicitudes para la documentación apropiada deberá hacerse a Certificación limitada TWI en Granta Park, Great Abington, Cambridge únicamente.

El certificado no sera renovado sin una prueba posterior si se recibe una queja autenticada por parte del consejo de gobierno durante el periodo de su validez. Puede requerirse instrucción posterior y repetición de una parte de la prueba.

La renovación no debe efectuarse después de 21 días de la fecha de expiración. Es responsabilidad del sustentante del certificado asegurar que la renovación se ejecute en el tiempo apropiado. Únicamente bajo circunstancias extremas los certificados serán renovados hasta con un máximo de seis meses a partir de la fecha de expiración mostrada en el certificado y una posterior renovación estará sujeta a cuotas especiales.

4.5.2 **Renovación por diez años**

Los certificados son renovados mas allá de diez años a partir de la examinación inicial (o a partir de una renovación de diez años anterior) por el sustentante completando exitosamente una renovación de examinación anterior a la expiración del certificado además del procedimiento de renovación dado en la cláusula 4.5.1. Las solicitudes para la documentación apropiada deberá hacerse a Certificación limitada TWI en Granta Park, Great Abington, Cambridge únicamente.

La examinación para 10 años consistirá de lo siguiente:

Documento escrito de elección múltiple y, si es apropiado, documentos adicionales relacionados a cualesquiera calificaciones y certificaciones adicionales sostenida.

Inspección visual practica de soldadura a tope de una placa o de una tubería.

Nota: Un inspector senior de soldadura además sera requerido para interpretar el grupo A (aceros ferríticos) o un grupo metálico alterno de su elección, ver apéndices 1 y 3, a menos que una calificación reconocida separada sea sustentada por el candidato. La certificación para interprete en otros grupos de materiales esta también disponible, ver apéndice 1.

Una repetición de prueba, dentro de los 4 meses de la examinación para renovación por 10 años, sera permitida.

La falla de un **inspector de soldadura** en la repetición de la prueba significara que el candidato **debe** tomar el curso completo y la examinación inicial de nuevo para volver a obtener la calificación.

Un **inspector senior de soldadura** que falle en la repetición prueba:

- a) Documento de elección múltiple y/o placa/tubería será requerida para tomar los cursos 3.1 y 3.2 y examinaciones iniciales para volver a obtener la calificación.
- b) Interpretación del grupo A: puede otorgarse un certificado de grado 3.1. Para volver a obtener la certificación 3.2 seria necesario tomar el curso de interpretación seguido por la parte de interpretación de la examinación 3.2 dentro de los cuatro (4) meses de la repetición de la prueba. Después de este punto ninguna repetición de prueba se permite.

4.6 **Quejas y apelaciones.**

Una parte agraviada en una disputa que se considere a si misma para tener bases razonables para cuestionar la competencia de una persona calificada CSWIP puede solicitar al consejo de gobierno una no renovación del certificado. Tal petición debe estar acompañada por todos los hechos relevantes, y si en la opinión del consejo un caso adecuado ha sido presentado, se iniciara una investigación completa de las circunstancias bajo disputa. Si la petición es sostenida a satisfacción del consejo, el certificado no sera renovado sin una prueba posterior.

Las apelaciones contra fallas para certificar o contra no renovaciones del certificado pueden hacerse por el inspector o el empleador en la aplicación al escribir al consejo de gobierno.

4.7 **Pruebas complementarias**

4.7.1 **Inspector de soldadura 3.1**

Los candidatos a inspector de soldadura que ya posean un certificado valido de inspector visual de soldadura serán requeridos a tomar la examinación completa de inspector de soldadura, con la excepción de la inspección de placa.

Los certificados emitidos como resultado del termino exitoso de la examinación anulan cualquier certificado previo de inspector visual de soldadura. Tales certificados serán validos por cinco años a partir de la fecha de examinación.

4.7.2 **Inspector senior de soldadura**

Los candidatos a inspector senior de soldadura que ya posean un certificado valido de inspector de soldadura y/o un certificado valido de interprete radiográfico CSWIP o PCN para cualquier grupo metálico serán requeridos a tomar una prueba complementaria.

Los certificados emitidos como resultado del termino exitoso de la prueba complementaria incorporaran cualquier certificado de inspector de soldadura anterior pero los certificados de interprete radiográfico anteriores se mantendrán separados.

5 **REGISTROS**

La certificación limitada TWI mantiene registros de los candidatos exitosos y no exitosos. Estos registros están accesibles al consejo de gobierno o sus dependientes en cualquier ocasión.

DIRECCIONES

Para mayor información general contacte:

TWI Certification Ltd
Granta Park
Great Abington
Cambridge CB1 6AL

Telefono : +44 (0) 1223 891162
Fax: +44 (0) 1223 894219
Email: twicertification@twi.co.uk

Para información específica sobre exámenes y pruebas y arreglos para que estos se lleven a cabo, contacte al cuerpo examinador aprobado:

TWI Training and Examinations
Granta Park
Great Abington
Cambridge CB1 6AL

Telefono : +44 (0) 1223 891162
Fax : +44 (0) 1223 891630
Email: trainexam@twi.co.uk

TWI en WWW: <http://www.twi.co.uk>

Para información en México y Latinoamérica por favor contacte a SIEEND,S.A. DE C.V.
Tel.: 01 81 83378345
Veneros 3217
Riberas del Río, Guadalupe, Nuevo León, México
soluciones@sieend.com.mx

**ESQUEMA DE CERTIFICACIÓN PARA PERSONAL DE SOLDADURA E
INSPECCIÓN**

**CERTIFICACIÓN DE INSPECTORES
VISUALES DE SOLDADURA, INSPECTORES
DE SOLDADURA E INSPECTORES SENIOR
DE SOLDADURA.**

APENDICES PARA EL DOCUMENTO No. CSWIP-WI-6-92

- Apéndice 1: Temario de la examinación
- Apéndice 2: Preguntas de examinación escrita del espécimen
- Apéndice 3: Temario (soldaduras) de interprete radiográfico

APÉNDICE 1 : TEMARIO DE LA EXAMINACIÓN

1. Inspector visual de soldadura

1.1 Formato de examinación

Parte Practica A1: Inspección de una soldadura a tope de placa o tubería según un código proporcionado por el centro de prueba. Tiempo permitido 1hr 45minutos.

Parte Practica B1: Inspección de una soldadura de filete de una unión en T(sin fracturar) según un código proporcionado por el centro de prueba. Tiempo permitido 1 hora 15 minutos.

Mínima aprobatoria para todas las partes es 70%.

1.2 Materias

Los candidatos necesitaran demostrar su conocimiento de:

- a) **Códigos y estándares**
La enumeración de estándares de aplicación común.
- b) **Terminología**
Soldaduras, uniones, cara soldada, transición, raíz, garganta, longitud de pierna, HAZ, frontera de fusión. Terminología para defectos.
- c) **Materiales – Puntos de inspección**
 - Tamaño: espesores, longitudes, diámetros
 - Tipo: grado, composición contra documentacion
 - Condición: limpieza y superficie para el soldado
 - Condición y distorsión de tratamiento térmico
- d) **Procesos de soldadura**
Características básicas de procesos de soldadura de fundente protegido y de arco protegido con gas manual y mecanizado, soldadura con gas y soldadura con electro escoria.

La identificación de defectos de soldadura a causa de un mal uso o mal funcionamiento de los procesos.

- e) **Consumibles**
La identificación de consumibles según estándares británicos, europeos, ISO y americanos.

Tipos de recubrimientos y fundentes. Composiciones de gas para protección. Composiciones de electrodos y de alambre de relleno.

El almacenamiento y el secado de electrodos y fundentes, comparación de consumibles (electrodos con gases para protección, electrodos con fundentes).
- f) **Examinación visual y revisión dimensional antes y después de la soldadura**
Preparaciones de soldadura y ajuste. Dimensiones y formas de soldaduras terminadas. Defectos. Requerimientos de código.
- g) **Identificación de precalentado**
Aplicación y control
- h) **Seguridad**
Requerimientos y practicas de salud y seguridad

2. Inspector de soldadura

2.1 Formato de examinación

- Teoría parte A2: Teoría general de soldadura y tecnología de producto. 30 preguntas de elección múltiple. Tiempo permitido 30 minutos.
- Teoría parte B2: Tecnología específica de soldadura. 4 preguntas de 6. Tiempo permitido 1hr 15 mins.
- Oral: Oral específico basado en el código* nominado por el candidato además de preguntas generales de soldadura.
- Parte Practica A2: Inspección de una soldadura a tope de placa según un código proporcionado por el centro de prueba. Tiempo permitido 1hr 15mins.
- Parte Practica B2: Inspección de una soldadura a tope de tubería según el código nominado por el candidato.* Tiempo permitido 1hr 45 mins.

Parte Practica C2: Inspección de una serie de muestras de pruebas destructivas, dos de las cuales serán una macro y la otra una soldadura fracturada de filete o una prueba de doblez según ISO5817/BSEN25817.

*El código nominado por el candidato requiere aprobación previa del examinador en jefe, ver estándares de aplicación.

Mínima aprobatoria para todas las partes es 70%.

2.2 Materias

Los candidatos necesitaran demostrar un conocimiento del temario de inspector visual de soldadura además:

i) **Materiales**

- Tamaño: espesores, longitudes, diámetros.
- Tipo: grado, composición contra documentación
- Condición: limpieza y superficie para soldadura
- Tratamiento térmico: condición y distorsión

El efecto de la composición, el espesor y el hidrógeno en la soldadura de ciertos grados de acero. Las técnicas y el control usados para evitar el agrietamiento inducido por hidrógeno y desgarramiento laminar.

Tratamiento térmico post-soldadura, su realización y control.

j) **Procesos de soldadura**

El efecto de variaciones en los parámetros de la soldadura. La influencia del proceso en la apariencia y penetración, y agrietamiento de la línea central. Símbolos británico, americano e ISO en dibujos.

k) **Procesos de soldadura y aprobaciones de soldador y sus controles**

Las características esenciales de un procedimiento.

Sistema Británico, Europeo, Americano y otros sistemas de procedimiento y aprobación de soldador y documentación apropiada.

l) **Control de calidad de soldadura**

La implementación de controles de calidad e inspección en proceso. Organización y registros.

- m) **Pruebas destructivas**
La selección y el propósito de todas las pruebas destructivas especificadas en estándares. Evaluación de resultados.
- n) **Pruebas no destructivas**
Los métodos, capacidades y limitaciones de las pruebas de penetrante, partículas magnéticas, radiográficas y ultrasónicas de materiales base y uniones soldadas.
- o) **Defectos de soldadura**
Identificación de defectos. Razones para la ocurrencia y aceptación.
- p) **Distorsión**
La influencia de las técnicas de soldadura sobre la distorsión. El control de la distorsión. La influencia del tratamiento térmico y el maquinado.
- q) **Reporte**
La preparación de reportes técnicos en todos los aspectos de la inspección referido a lo anterior.

3 Inspector senior de soldadura

3.1 Formato de examinación

Los candidatos que todavía no sustentan un certificado de inspección de soldadura deben también completar la examinación de inspector de soldadura total además de los procedimientos enunciados a continuación:

Teoría parte C3:	Tecnología específica de soldadura (incluyendo auditoría). 4 preguntas de 6. Tiempo permitido 1 hora 15 minutos.
Teoría parte D3:	20 preguntas de elección múltiple sobre teoría básica radiográfica, interpretación y seguridad de radiación básica. Tiempo permitido 30 minutos.
Oral:	Manejo de personal, control de calidad, etc.
Parte Practica A3:	Escrutinio y comentario sobre tres inspecciones relacionadas con documentos. Tiempo permitido 1 hora.
Parte Practica B3:	Examinación de fallas de soldadura. Tiempo permitido 1 hora.
Parte Practica C3:	Escrutinio e interpretación de un dibujo de fabricación. Tiempo permitido 1 hora.

Practica parte D3: Interpretación radiográfica – La certificación se otorga en varias combinaciones de grupos metálicos:

Grupo A: Aceros ferríticos incluyendo aceros revestidos: soldadura arco – metal manual, MIG, TIG y mecanizada por fusión, soldadura de oxiacetileno.

Grupo B: Aceros austeníticos y aleaciones al alto níquel (excluyendo el monel): soldadura manual arco metal, MIG, TIG y mecanizada por fusión. Aleaciones de titanio: soldadura con gas inerte.

Grupo C: Aluminio y sus aleaciones: soldadura MIG y TIG
Magnesio y sus aleaciones: soldadura TIG.

Grupo D: Cobre y sus aleaciones y monel: soldadura manual metal – arco, MIG y TIG.

Las posibles combinaciones son:

Grupo A(un grupo)

Grupo C(un grupo)

Grupo A y B(o C y D)(dos grupos)

Grupo A, B y C(o D)(tres grupos)

Grupo A, B, C y D(cuatro grupos)

En cada caso seis radiografías deben ser interpretadas para el primer Grupo(A o C) mas tres radiografías por cada grupo adicional. Tiempo permitido 15 minutos por radiografía.

Los candidatos también son requeridos para llevar a cabo 5 lecturas de densidad y contestar 5 preguntas de sensitometría.

Pueden tomarse Exámenes adicionales en cualquier ocasión para aumentar el numero de grupos sostenidos.

Aprobatoria mínima para todas las partes es 70%.

3.2 Materias

Los candidatos necesitaran demostrar un conocimiento de los temarios de inspector visual de soldadura y de inspector de soldadura dados anteriormente además:

- r) **Interpretación de radiografías de soldaduras**
De acuerdo con el temario (soldaduras) de interprete radiográfico, ver apéndice 3.
- s) **Supervisión de inspectores de soldadura y archivado**
Técnicas de supervisión y los deberes de un supervisor incluyendo archivado comprensivo.
- t) **Certificación de cumplimiento**
Requerimientos de contratos típicos, códigos y especificaciones.
- u) **NDT**
Reportes de resultados de NDT y sus evaluaciones tanto para métodos volumétricos como superficiales. Sistemas de certificación para personal de NDT.
- v) **Defectos de soldadura**
Factores que influyen la formación de defectos de soldadura y su prevención. Aceptabilidad de defectos con relación a los requerimientos escritos de especificación.
- w) **Dibujos de soldadura**
La comprensión e interpretación de dibujos de soldadura.
- x) **Aseguramiento de la calidad**
Aseguramiento de la calidad y procedimientos de control de calidad y su implementación.

4 CALIFICACIONES Y CERTIFICACIONES ADICIONALES

Los exámenes de para grupos adicionales de material están disponibles para los sustentantes de certificados de inspector de soldadura y de inspector senior de soldadura únicamente. La examinación para cada grupo de material consiste de 20 preguntas de elección múltiple y el tiempo permitido es de 30 minutos.

Las materias para cada grupo de material se dan a continuación:

- a) Producción de las aleaciones involucradas
- b) Propiedades

- c) Aspectos de soldabilidad de la aleación involucrada por los procesos de soldadura por fusión
- d) Tipos de defectos encontrados en diferentes aleaciones y sus causas
- e) Aplicaciones típicas y estándares de aceptación de calidad de la soldadura

Tales calificaciones y certificaciones adicionales están disponibles para:

- Aluminio y sus aleaciones
- Aceros inoxidable y de alta aleación
- Aleaciones de níquel
- Metales reactivos

ESTANDARES DE APLICACIÓN

Lo siguiente es una lista de códigos, estándares y especificaciones a las cuales se pueden referir los candidatos para las exámenes anteriores. Estos pueden ser seleccionados por el candidato o por el empleador del candidato.

Se requiere que el candidato tenga un buen conocimiento de trabajo en áreas relacionadas a los deberes del inspector de soldadura de su código, estándar o especificación. Además, el/ella deberá estar pendiente y en posesión de cualquiera de tales especificaciones que puedan ser remitidas por su código/estándar principal de aplicación, relacionado a materiales, consumibles, procedimiento de soldadura/calificaciones del soldador, pruebas destructivas y no destructivas, etc.

Es responsabilidad del candidato asegurar que el código, estándar o especificación seleccionados estén actualizados, y hasta donde sea posible que contenga las mas recientes correcciones.

El uso de cualquier documento no listado, puede ser permitido contactando al examinador responsable. En ciertas circunstancias una copia para escrutinio puede ser solicitada antes que se otorgue el permiso.

Británico

- BS 1113: Especificación para el diseño y la manufactura de una planta generadora de vapor acuotubular (incluyendo sobrecalentadores, recalentadores y economizadores de tubo de acero).
- BS 2633: Especificación para la soldadura por arco clase 1 para tubería de acero ferrítico para transportar fluidos.
- BS 2654: Especificación para la manufactura de tanques de almacenamiento vertical no refrigerado de acero con placas soldadas a tope para la industria del petróleo.

- BS 2971: Especificación para la soldadura por arco clase 11 para tubería de acero al carbono para transportar fluidos.
- BS 4515: Especificación para proceso de soldadura de tuberías de acero en tierra y fuera de borda.
- BS 4677: Especificación para soldadura por arco de tubería de acero inoxidable austenítico para transportar fluidos.
- BS 5500: Especificación para recipientes a presión soldados por fusión no sujetos a flama.

U.S.A.

- ANSI/ASME B31-3 Tubería para planta química y refinería de petróleo.
- API 1104: Soldadura de tuberías e instalaciones relacionadas.
- ASME Código para calderas y recipientes a presión.
Parte VIII: Reglas para construcción de recipientes a presión. División 1.
- ANSI/AWSD1.1 Código de soldadura estructural (acero).
- ABS Reglas para construir y clasificar recipientes a presión (Departamento americano de navegación). Expedido anualmente.

Cualquier otra estándar nacional o internacional puede también incluirse.

Lista de referencia literaria: Doc No CSWIP-WI-6-92-SUP01

Este documento esta disponible bajo pedido a certificación limitada TWI.

APÉNDICE 2. PREGUNTAS DE EXAMINACIÓN ESCRITA DEL ESPÉCIMEN

1.INSPECTOR DE SOLDADURA

1.1 Parte A1 y parte A2

Los candidatos son requeridos para marcar la respuesta correcta, o indicarla, en la sección proporcionada. Hay únicamente una respuesta correcta para cada pregunta.

- 1 La aplicación del precalentado cuando se suelda acero al carbono manganeso normalmente se hace para evitar:
- a) Inclusiones de escoria a. _____.
 - b) Agrietamiento por hidrógeno b. _____.
 - c) Falta de fusión de pared c. _____.
 - d) Porosidad d. _____.
- 2 ¿Cuál de las siguientes propiedades mecánicas de una soldadura en un acero al carbono manganeso es mas afectada si el calor por unidad de longitud de soldadura que penetra es excesivamente elevado?
- a) Elongación a. _____.
 - b) Resistencia a la tensión b. _____.
 - c) Dureza c. _____.
 - d) Tenacidad d. _____.
- 3 Usted observa agrietamiento en la línea central en una soldadura que ha sido realizada en una de las cinco estaciones de trabajo cada una haciendo componentes similares. La primera acción a realizar es:
- a) Restringir todos los consumibles de soldadura a. _____.
 - b) Reportar la ocurrencia a una autoridad b. _____.
 - c) Detener toda la soldadura c. _____.
 - d) Pedir revisiones totales de NDT d. _____.
- 4 ¿Cuál de los siguientes defectos es improbable que se encuentre por inspección visual?
- a) Desalineamiento lineal a. _____.
 - b) Socavado b. _____.
 - c) Traslape c. _____.
 - d) Inclusiones lineales de escoria d. _____.

- 5 ¿Cuál de los siguientes procesos de soldadura usa un sistema de calentamiento resistivo para lograr la deposición del metal soldado?
- a) Soldadura manual metal arco a. _____.
- b) Soldadura de arco sumergido b. _____.
- c) Soldadura de electro escoria c. _____.
- d) Soldadura de resistencia por punto d. _____.
- 6 ¿En cuáles de las siguientes unidades podría ser medida la energía Charpy de una muesca en V?
- a) Libras por pulgada cuadrada a. _____.
- b) Joules b. _____.
- c) Newtons por milímetro cuadrado c. _____.
- d) Ninguna de las anteriores d. _____.
- 7 El método usual de evaluar la sensibilidad de una radiografía es por medio de:
- a) Dosímetro a. _____.
- b) Fluoroscopio b. _____.
- c) Penetrómetro c. _____.
- d) Clinómetro d. _____.

1.2 Teoría parte B1 y parte B2

La pregunta 1 es obligatoria para el grado de inspector de soldadura.

- 1 Describe tus deberes como un inspector de soldadura, de acuerdo con tu estancar de aplicación o código de practica seleccionado (300 palabras aprox.)
- 2 Dibuje la sección transversal de una unión sencilla a tope en U e indique las siguientes características:
ángulo de bisel, ángulo incluido, cara de raíz, abertura de raíz, radio de raíz.
- 3 Usando símbolo de soldadura según BSEN 22553 muestre como debería indicarse lo siguiente en un dibujo de fabricación:
- a) Una unión sencilla a tope en V soldada en el 'lado de flecha'.
- b) Tres soldaduras intermitentes de filete con una longitud de pierna de 8mm, siendo la longitud de cada soldadura de 25mm y la

distancia entre cada soldadura de 50mm, soldada sobre el 'otro lado'.

- 4 Describa el proceso de soldadura manual metal arco y establezca dos causas para cada uno de los siguientes defectos:
 - a) Penetración excesiva
 - b) Fusión incompleta de raíz
 - c) Inclusiones de escoria
 - d) Tubo cráter
- 5 Distinga entre fundentes fundidos y aglomerados según se usa para soldadura por arco sumergido.
- 6 Describa al menos dos métodos diferentes de aplicar el precalentado, y describa las revisiones que usted realizaría para verificar que el tratamiento estuvo de acuerdo con los requerimientos del procedimiento.
- 7 Ha sido necesario remover parte de una unión soldada para una examinación macro, describa como prepararía usted el espécimen para una examinación subsecuente.
- 8 Escriba una breve declaración de las causas de agrietamiento por hidrógeno en la soldadura de aceros al carbono manganeso o y aceros de baja aleación. Dibuje una sección transversal de una soldadura mostrando este tipo de agrietamiento.

2. INSPECTOR SENIOR DE SOLDADURA

2.1 Teoría parte C3

La pregunta 1 es obligatoria.

- 1 Se requiere que usted visite un lugar en el cual han estado involucrados sus inspectores de soldadura. El trabajo comprende la inspección de una estructura soldada según un estándar de aplicación específica y ahora esta completa y lista para la aprobación final.

¿Qué preguntas hace Usted?, ¿Qué documentos revisa? y ¿Qué inspecciones requiere antes de entregar su reporte de inspección a las autoridades interesadas?
- 2 Discuta las funciones de lo siguiente:
 - a) Inspección
 - b) Control de calidad
 - c) Aseguramiento de la calidad

- 3 Discuta los cuatro factores más importantes relacionados al agrietamiento inducido por hidrógeno.
- 4 Por causa de enfermedad ha sido necesario para usted reemplazar un inspector de soldadura muy experimentado quien ha sido responsable de efectuar todas las pruebas de aprobación de soldador. El reemplazo tiene que salir de su personal existente, ninguno de los cuales ha tenido una amplia experiencia en este campo.
- ¿Cómo instruiría al reemplazo en sus nuevos deberes? y ¿Qué puntos críticos enfatizaría usted?
- 5 a) Se observa una grieta a lo largo de la línea central del metal de soldadura. Diga dos razones para su formación.
- b) Explique porque la razón de profundidad a ancho de una soldadura es importante en el contexto de agrietamiento por solidificación.
- c) Establezca cuatro métodos para minimizar el agrietamiento por solidificación.

2.2 Teoría parte D3

Preguntas del espécimen:

¿Cuál de los siguientes defectos es provocado por gas atrapado en el proceso de soldadura MMA?:

- | | |
|-------------------------|-----------|
| a) Porosidad | a)._____. |
| b) Falta de fusión | b)._____. |
| c) Falta de penetración | c)._____. |
| d) Socavado | d)._____. |

Idealmente la penumbra geométrica no debería exceder:

- | | |
|-----------|-----------|
| a) 2.0mm | a)._____. |
| b) 1.0mm | b)._____. |
| c) 0.5mm | c)._____. |
| d) 0.25mm | d)._____. |

APÉNDICE 3: TEMARIO (SOLDADURAS) DE INTERPRETE RADIOGRÁFICO

Teoría

1 Naturaleza y propiedades de la radiación X y/o gamma

Penetración, absorción, dispersión, difracción, transmisión. Propagación rectilínea. Propiedades fotográficas.

2 Aspectos fotográficos

a) Procedimientos de cuarto oscuro: arreglo, trampas y entrada de luz, áreas húmedo y seco, unidades de procesamiento, luces de seguridad y equipo auxiliar. Manejo y procesamiento de películas, control de temperatura.

b) Sensitometría: tipos de película y papel usados en radiografía industrial. Curvas características, velocidad, contraste, definición, densidad. Niebla. Granulado. Penumbra inherente. Latitud. Películas comerciales y sus propiedades.

c) El uso de pantallas.

d) Indicaciones falsas: sombras producidas por luz (y luz de seguridad), sombra química, deformaciones, burbujas de aire, reticulación, marcas de presión, marcas por estática, marcas de secado, marcas de dedos, pantallas defectuosas, fijado incompleto, errores en la fabricación de la película.

3 Aspectos fundamentales de calidad radiográfica

a) Calidad de la radiación.

b) Densidades óptimas de trabajo.

c) Contraste radiográfico. Contraste del objeto y de la película. Métodos de control del contraste radiográfico. Efectos de radiación dispersa. Uso de filtros, pantallas, mascarillas y medios de bloqueo. Influencia de condiciones de proceso y condiciones de observación sobre el contraste.

d) Definición radiográfica: del objeto y de la película, penumbra, penumbra geométrica, inter-relación de dimensiones de punto o fuente focal, distancias foco (fuente) – objeto y foco (fuente) – película. Penumbra inherente. Movimiento. Contacto pantalla - película. Suma de factores que controlan la definición.

e) Control de sensibilidad radiográfica y su evaluación mediante el uso de indicadores de calidad de imagen.

4 Equipo de rayos X y de rayos gamma

Un conocimiento de los efectos sobre calidad radiográfica en el caso de cambio de equipo.

5 Geometría de la formación de imagen

Control de distancia foco (fuente) – objeto, distancia objeto – película, distancia foco (fuente) – película. Selección del ángulo de proyección.

6 Cálculos de exposición

Efecto de la distancia sobre la exposición. Uso de cartas de exposición y cálculos para radiografía X y gamma.

7 Aplicación a soldaduras

- a) Interpretación de radiografías in placa de acero, y uniones circunferenciales a tope en tubería de acero.
- b) Soldaduras en aluminio.
- c) Soldaduras en cobre y sus aleaciones
- d) Soldaduras en pequeños tubos.
- e) La determinación de la profundidad de una falla desde una superficie en un espécimen mediante el uso práctico del método de desplazamiento de tubo o fuente.

8 Observación de radiografías

Condiciones óptimas de visión. Revisión de la densidad aceptable, contraste y ausencia de indicaciones falsas. Analizar la pérdida de sensibilidad con el propósito de corregir técnicas erróneas.

9 Tecnología de soldadura

- a) Terminología para soldaduras, uniones soldadas, procedimientos de soldadura, defectos de soldadura, defectos en el metal base.
- b) Influencia en las técnicas de geometría, tamaño, condición superficial, composición de metal base, estructura del metal de soldadura. Influencia en el revestimiento superficial, tratamientos térmicos y reparaciones de soldadura.

- c) Principios básicos de procesos de soldadura por fusión.
- d) Tipos de defectos asociados con combinaciones particulares metal base / proceso de soldadura. Tipos de defecto en soldaduras y metales bases detectables por ultrasonido. Parámetros de defecto que influyen la detectibilidad, p.ej. tamaño, geometría, distancia desde la superficie, orientación, reflectividad y opacidad.

Practica

1 En la parte practica el candidato es primeramente requerido para efectuar varios cálculos de sensibilidad usando DIN, ASME y BS IQIS y para establecer la exactitud de un densitometro usando una tira de densidad.

2 Seguido, el candidato es requerido para interpretar varias radiografías de soldaduras. Se requiere que en cada radiografía el candidato localice e identifique defectos y evalúe el procedimiento radiográfico correcto.