

CONSERFLOW S.A. DE C.V.**INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA****CÓDIGO**

PCC-05

REVISIÓN

04

EMISIÓN

10.OCT.23

CONTROL DE FIRMAS

ELABORÓ	REVISÓ	AUTORIZÓ
Cruz Cerón Hernández NOMBRE	Ing. Areli Roque Cruz NOMBRE	Ing. Diego Cruz Martínez NOMBRE
FIRMA	FIRMA	FIRMA
Inspector de Control de Calidad PUESTO	Gerente de Control de Calidad PUESTO	Dirección General PUESTO

CONTROL DE CAMBIOS

DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	REVISIÓN	FECHA
Se actualizaron las ediciones de los documentos de referencia, así como los criterios de aceptación y rechazo en API 1104	04	10.OCT.2023
Se incluye en el SGI la traducción de este procedimiento PCC-05, la versión en inglés se integra con los mismos datos de control que el documento en español. Modificación de formatos asociados para manejo de la versión ingles español.	03	06.MAR.23
Integración de las secciones de Documentos de referencia, definiciones y responsabilidades.	02	13.AGO.22
Integración del formato de Trazabilidad de Soldadura con el código PCC-05/F-02	01	23.DIC.21
Creación del Procedimiento.	00	28.JUN.21

OBJETIVO DEL PROCEDIMIENTO

Establecer los métodos para realizar la correcta aplicación de la inspección visual durante el proceso constructivo, así como determinar los criterios de aceptación y rechazo mediante un examen visual de soldaduras.

ALCANCE DEL PROCEDIMIENTO

Este procedimiento es aplicable para determinar las soldaduras en uniones y la condición de estas en tubería, tanques, recipientes a presión y estructuras, así como la reparación en caso de presentar discontinuidades rechazables.

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- **Código ASME**, Sección V “Nondestructive Examination”. Article 9 Visual Examination. Last edition
- **Código API Standard 620** “Design and Construction of Large, Welded, Low-pressure. “Storage Tanks.” Ultima Edición.
- **Código API Standard 650**, “Welded Tanks for Oil Storage”. Ultima Edición.



INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA

CÓDIGO

PCC-05

REVISIÓN

04

EMISIÓN

10.OCT.23

- **API Standard 1104**, "Welding of Pipelines and Related Facilities". Última Edición.
- **Código ASME**, Sección VIII, División 1, Ed. 2007 add 2009 "Rules for Construction of Pressure Vessels". Última Edición.
- **Código ASME**, B31.1, "Power Piping". Última Edición.
- **Código AWS D1.1**, "Structural Welding Code-Steel". Última Edición.
- **Código ASME**, B31.3, "Process Piping". Última Edición.
- **Código ASME**, Sección I, "Rules for Construction of Power Boilers". Última Edición.

DEFINICIONES

Garganta teórica (GT). Es la distancia perpendicular desde la raíz de la junta a la hipotenusa del triángulo recto más grande que pueda ser inscrito dentro de la sección transversal de la soldadura de filete.

Garganta efectiva (GE). Es la distancia mínima, menos cualquier convexidad entre la raíz de la soldadura y la cara de la soldadura de filete.

Garganta actual (GA). Es la distancia más corta entre la raíz de la soldadura y la cara de la Soldadura de filete. Para una soldadura de filete cóncava la **GE** y la **GA** son iguales, ya que no hay Convexidad presente.

Socavación: Surco que se produce en el metal base, adyacente al borde de la soldadura y que queda sin rellenar.

Soldabilidad: Es la facilidad con la que dos materiales pueden ser unidos por alguno de los procesos comunes de soldadura y producir una junta que cumpla con las propiedades requeridas para el servicio que va hacer utilizado.

Soldador calificado: Es una persona calificada y certificada que cumple con la habilidad y los requerimientos establecidos en el procedimiento de soldadura de referencia.

Soldadura a tope: Es la soldadura que se deposita en la ranura entre dos elementos situados en el mismo plano (a tope) y cuyos bordes están en contacto. Los bordes podrán ser rectangulares, en "**V**" (simple o doble) o en "**U**" (simple o doble).

Soldadura de filete: Es toda soldadura de sección triangular aproximadamente, depositada entre dos superficies en ángulo recto, en una junta a traslape, en tee o en esquina.

Soldadura: El metal de aporte que es depositado en la unión de dos componentes producida por calor a temperatura apropiada, seguida de solidificación generada por un arco eléctrico con o sin aplicación de presión y con o sin metal de aporte, el metal de aporte debe tener un punto de fusión igual o mayor al del metal base.

Variables: Son cambios establecidos dentro de un procedimiento, las cuales se especifican como variables esenciales que requieren una recalificación del procedimiento y variables no esenciales que en conformidad con el cliente pueden ser modificados sin que el procedimiento requiera una recalificación, ya sea como valores separados o combinados.

Calidad radiográfica: Término cualitativo usado para describir la capacidad de una radiografía para mostrar discontinuidades en el área bajo examen.

CONSERFLOW S.A. DE C.V.			
	INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA	CÓDIGO	PCC-05
		REVISIÓN	04
		EMISIÓN	10.OCT.23

Defecto: Discontinuidad o grupo de discontinuidades, las cuales rebasan los criterios de aceptación establecidos.

Imperfección: Una discontinuidad o irregularidad detectada por la inspección.

Quemada: Es aquella porción del cordón de fundido donde la excesiva penetración, ha causado que el metal de soldadura sea soplado dentro del tubo.

- **Quemaduras de Arco:** Se define como una porción local de falta de material, provocada por el efecto de expulsión al generar un arco eléctrico entre el material base y el material de aporte en un proceso de soldadura

RESPONSABILIDADES

Gerente de Control de Calidad:

- Será responsable de la implantación del presente procedimiento.

Supervisor de Obra:

- Dar todas las facilidades al personal que realizará la inspección de la examinación visual de las soldaduras, antes, durante y después del proceso de soldadura.

Inspector de Control de Calidad:

- Verificar que los trabajos se realicen de acuerdo al presente procedimiento y especificaciones del proyecto.

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Responsables	Actividad	Registros
Control de Calidad	<p>1. PROCESOS DE INSPECCIÓN DE SOLDADURA</p> <p>A. MÉTODOS DE EXAMINACIÓN VISUAL:</p> <p>1) Examinación Visual Directa: Este examen se realizará cuando exista suficiente acceso para observar la superficie a examinar a una distancia de 61 cm (24") y que el ángulo de visión con respecto a la superficie sea igual o mayor a 30°. Pueden ser utilizados espejos y lupas de aumento como apoyo en la examinación.</p> <p>2) Examinación Visual Remota: Este examen se realizará cuando no pueda realizarse la examinación visual directa. Se podrán utilizar espejos, baroscopios, cámaras o instrumentos similares para realizar el examen, debiendo tener tales instrumentos una capacidad de resolución al menos equivalente a la del examen visual directo.</p> <p>B. PROCESO DE EXAMINACIÓN</p> <p>1) Limpieza de la Superficie a Examinar: Antes de realizar la examinación visual, se verificará que la superficie esté seca y libre de polvo, grasa, escoria u otra materia extraña que pueda interferir con el examen, la preparación de la superficie por esmerilado o maquinado puede ser necesaria cuando las irregularidades de la superficie confundan o enmascaren discontinuidades.</p> <p>La limpieza puede ser completada usando detergente, solventes orgánicos, removedores de pintura, vapor desengrasante, etc.</p> <p>2) Condiciones de Iluminación: El área o superficie a ser examinada debe de estar adecuadamente iluminada mediante luz blanca natural o artificial, debe tener como mínimo un nivel de luz de 100 pies-candela (1000 lux).</p> <p>3) Instrumentos y equipos de Medición: Bridge Cam, Fillet Weld Gages, Hi-Lo Welding, Espejo Telescopio, Lámpara de mano.</p> <p>C. SECUENCIA DE LA EXAMINACIÓN VISUAL</p> <p>La Examinación Visual se realizará con las siguientes tres etapas:</p> <p>I. Antes de soldar se verificará lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Conformidad del metal base y del metal de aporte ✓ Procedimiento de soldadura (WPS) apropiado y calificado ✓ Calificación del soldador ✓ Condiciones del equipo de soldadura ✓ Horno portátil en buenas condiciones ✓ Sanidad del metal 	
Inspector de Soldadura /Control de Calidad		
Inspector de Soldadura		

- ✓ Adecuada preparación de biseles (ángulo del bisel) y limpieza de los mismos
- ✓ Abertura de raíz y Alineamiento interno de biseles dentro de tolerancia
- ✓ Temperatura de precalentamiento (cuando se requiera)

II. Durante la soldadura se verificará lo siguiente:

- ✓ Cumplimiento con los parámetros previstos en el WPS
- ✓ Control de distorsión.
- ✓ Temperatura entre cordones, cuando se requiera.
- ✓ Limpieza entre cordones

III. Después de soldar se verificará:

- ✓ Sanidad y apariencia de la soldadura terminada
- ✓ Tamaño y dimensiones de la soldadura
- ✓ Chisporroteo de soldadura y socavados.
- ✓ La realización de los exámenes no destructivos especificados
- ✓ Monitorear el relevado de esfuerzos (PWHT) (cuando se requiera).

2. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Se realizará la examinación a toda la soldadura terminada para verificar que se cumplen con los criterios de aceptación aplicables.

Los criterios de aceptación aplicables conforme a la norma en que se está realizando la inspección son:

- ASME31.1.

Se considerarán inaceptables las siguientes indicaciones:

- a) Cualquier *grieta* en la superficie externa.
- b) Socavados en la superficie mayor de 1.0 mm (1/32") de profundidad.
- c) Falta de *fusión* en la superficie.
- d) Falta de penetración (Aplica solo cuando la superficie interna es accesible).
- e) Cualquier otra *indicación lineal* mayor de 5.0 mm (3/16").
- f) Porosidad superficial con indicaciones redondeadas cuya dimensión sea mayor que 5.0 mm (3/16") o cuatro o más *indicaciones redondeadas* separadas por 1.6 mm (1/16") o menos de borde a borde en cualquier dirección. La *Indicación redondeada* son circulares o elípticas, con su longitud menor de 3 veces su ancho.
- g) Refuerzo de la soldadura mayor del indicado en la tabla No. 127.4.2 (ASME Sección I)

Inspector de Soldadura

Espesor del metal base mm (pulg)	Espesor máximo de refuerzo según la temperatura de diseño		
	Mayor de 400° C (750°F) mm (pulg)	De 175°C hasta 400°C (350°-750°F) mm (pulg)	Menor de 175°C (350°F) mm (pulg)
Hasta 3.0 (1/8") inclusive	2.0 (1/6")	2.5 (3/32")	5.0 (3/16")
Mayor de 3.0 hasta 5.0 (1/8"-3/16")	2.0 (1/6")	3.0 (1/8")	5.0 (3/16")
Mayor de 5.0 hasta 13.0 (3/16"-1/2")	2.0 (1/6")	4.0 (5/32")	5.0 (3/16")
Mayor de 13.0 hasta 25.0 (1/2"-1")	2.5 (3/32")	5.0 (3/16")	5.0 (3/16")
Mayor de 25.0 hasta 50.0 (1"-2")	3.0 (1/8")	6.0 (1/4")	6.0 (1/4")
Mayor de 5.0 (2")	4.0 (5/32")	El mayor de: 6.0 mm (1/4") o 1/8 veces el espesor de la soldadura en mm (pul)	

- Criterios Generales

- Para uniones a tope soldadas por ambos lados, los límites del refuerzo aplicarán separadamente a ambas superficies de la junta.
- Para uniones a tope sencillas, los límites del refuerzo aplicarán solo a la superficie externa de la junta
- El espesor del refuerzo se basará en el espesor del más delgado de los materiales a ser soldados
- El espesor del refuerzo se determinará a partir de la superficie más abultada
- El refuerzo puede ser eliminado si se desea.

NOTA: El criterio de aceptación para la inspección Visual de soldadura es de acuerdo con la tabla de **ASME B 31.3** como se muestra a continuación.

El refuerzo de soldadura y protuberancias internas (penetración excesiva), aceptable es de acuerdo con la siguiente tabla:

Espesor del metal base*	Altura máxima aceptable
<= 6.4 mm (1/4")	1.5mm (1/16")
> 6.4 mm (1/4"), <= 13 mm (1/2")	3mm (1/8")
> 13 mm (1/2"), <= 25 mm (1")	4.0 mm (5/32")
> 25 mm (1")	5.0 mm (3/16")

Es el espesor de pared nominal del más delgado de los dos componentes unidos por la soldadura a tope.

Inspector de Soldadura

I. API-620.

La Examinación Visual deberá cumplir con los siguientes criterios:

- La soldadura no debe tener grietas cráter o alguna otra grieta superficial.
- La porosidad superficial no excederá un grupo de poros (uno o más poros) En cada 101.6 mm (4") de largo y el diámetro máximo de cada grupo o poro no excederá 2.4 mm (3/32").
- El socavado no excederá: 0.4 mm (1/64") para juntas a tope longitudinales o meridionales y para soldaduras de boquillas, entradas-hombre o registros. 0.8 mm (1/32") de juntas a tope circunferenciales o longitudinales.
- Ninguna falta de fusión ni de penetración.
- El refuerzo de la soldadura (interno o externo), donde no se requiera RT, deberá cumplir con lo indicado en la siguiente Tabla:

Espesor de la placa (pulg)	Espesor máximo del esfuerzo (pulg)	
	Juntas Verticales	Juntas Horizontales
≤ 12.7 mm (1/2")	2.38 mm (3/32")	3.2 mm (1/8")
> 12.7 mm (1/2") hasta 25.4 mm (1")	3.2 mm (1/8")	4.76 mm (3/16")
> 25.4 mm (1")	4.76 mm (3/16")	6.35 mm (1/4")

Estándar de aceptación de exámenes efectuados a componentes dentro del alcance del código, API-650. Son inaceptables las siguientes indicaciones:

- Cualquier grieta, falta de fusión y falta de penetración
- Socavados que excedan de 0.4 mm (1/64") para soldaduras verticales y soldaduras de boquillas, entradas- hombre y de aditamentos permanentes.
- Socavados que excedan de 0.8 mm (1/32") para soldaduras horizontales.
- Más de un grupo de poros (uno o más poros) en 100 mm (4") de longitud de soldadura
- Si el diámetro de grupo de poros excede de 2.4 mm (3/32")
- Refuerzo de soldadura que exceda de lo indicado en la Tabla.

Espesor de la placa (pulg)	Espesor máximo del esfuerzo (pulg)	
	Juntas Verticales	Juntas Horizontales
≤ 13 mm (1/2")	2.5 mm (3/32")	3 mm (1/8")
> 13 mm (1/2") hasta 25 mm (1")	3 mm (1/8")	5 mm (3/16")
> 25 mm (1")	5 mm (3/16")	6 mm (1/4")

Inspector de
Soldadura**II. API-1104.**

Los criterios de aceptación y rechazo para la inspección radiográfica, por ultrasonido, partículas magnéticas y líquidos penetrantes pueden aplicar para la Examinación Visual de acuerdo con el párrafo 9.7.

Máxima dimensión de Socavado	
Profundidad	Longitud
> 1/32 in. (0.8mm) o > 12.5% del espesor de la tubería, cualquiera que sea menor.	No Aceptable
>0.016 in. (0.4mm) pero ≤ 0.031 in. (0.8 mm) o > 6% peso ≤ 12.5% del espesor de la tubería, cualquiera que sea menor.	2", (50 mm) en soldadura continua de 12" (300 mm) de longitud o un sexto de la longitud de soldadura, cualquiera que sea menor.
≤ 0.016 in (0.4 mm) o ≤ 6% del espesor de la tubería, cualquiera que sea menor.	Aceptable, sin importar la longitud

III. ASME Sección I y Sección VIII división I.

Son inaceptables las siguientes indicaciones:

- Grietas, falta de fusión, o falta de penetración.
- Áreas de soldadura con un llenado insuficiente o sea por debajo de la superficie externa de la tubería.
- Se permite el acabado superficial, tal y como y queda después de soldar, la superficie de las soldaduras debe estar suficientemente libres de ondulaciones gruesas, muescas, traslapes, crestas abruptas y valles, para permitir la adecuada interpretación de los END.
- Refuerzo de soldadura de cada cara de la soldadura que exceda los valores indicados en las siguientes tablas:

Espesor máximo del esfuerzo		
Espesor nominal del material	Juntas circunferenciales en tubería	Otras Soldaduras
Hasta 3 mm (1/8")	2.5 mm (3/32")	2.5 mm (3/32")
Mayor 3 mm (1/8", hasta 5 mm (3/16"), inclusive	3 mm (1/8")	2.5 mm (3/32")
Mayor de 5 mm (3/16" hasta 13 mm (1/2", inclusive	4.0 mm (5/32")	2.5 mm (3/32")
Mayor de 13 mm (1/2") hasta 25 mm (1"), inclusive	5 mm (3/16")	2.5 mm (3/32")
Mayor de 25 mm (1") hasta 50 (2"), inclusive	6 mm (1/4")	3 mm (1/8")

	Mayor de 50 mm (2) hasta 75 mm (3"), inclusive	Nota 1	4.0 mm (5/32")	
	Mayor de 75 mm (3") hasta 100 mm (4"), inclusive	Nota 1	5.5 mm (7/32")	
	Mayor de 100 mm (4") hasta 125 mm (5"), inclusive	Nota 1	6.0 mm (1/4")	
	Arriba de 125 mm (5")	Nota 1	8.0 mm (5/16")	
	Nota1: El mayor de 6 mm (1/4") o 1/8 veces el ancho de la soldadura en pulg.			
	IV. AWS D.1.1.			
	Los criterios de aceptación y rechazo para la inspección visual de juntas soldadas en estructuras será bajo 8. Inspection, 8.9 Visual Inspection, Table 8.1 Visual Inspection Acceptance Criteria (see 8.9)			
	Los criterios de aceptación y rechazo para la inspección por Partículas Magnéticas de juntas soldadas en estructuras será bajo Clausula 8, Part C Acceptance Criteria, 8.14.4 MT.			
	NOTA: La inspección visual para soldaduras en todos los aceros puede realizarse una vez que han sido enfriadas a la temperatura ambiente.			
	Para los aceros ASTM A 514, A517 y A709 Gr 100 y 100W la inspección visual se debe realizar, al menos 48 horas después de realizadas las soldaduras.			
	Todas las soldaduras se deberán inspeccionar visualmente de acuerdo con los criterios de aceptación.			
	3. IDENTIFICACIÓN DE SOLDADURA FUERA DE CRITERIOS DE ACEPTACIÓN			
Inspector de Soldadura	Cuando el Inspector de Soldadura identifique soldadura fuera de los criterios de aceptación, una vez que se registre en el <i>Registro de Examinación Visual de Soldadura (PCC-05/F-01)</i> , el departamento de Control de Calidad deberá iniciar el procedimiento de <i>Salidas No Conformes (PCC-14)</i> , para iniciar el proceso de reparación de la soldadura fuera de criterios de aceptación, cómo lo establece el procedimiento <i>Aplicación y reparación de Soldadura (PIP-03)</i> .			
	4. DOCUMENTACIÓN			
Inspector de Soldadura	a) Las examinaciones realizadas y la información correspondiente deben ser documentadas completando el formato <i>Registro de Examinación visual de soldadura (PCC-05/F-01)</i> (solo es aplicable o requerido en caso de una reparación mayor) y ya sea requerido contractualmente.			
				Registro de Examinación Visual de Soldadura (PCC-05/F-01)
				Salidas No Conformes (PCC-14)
				Aplicación y reparación de Soldadura (PIP-03)
				Registro de Examinación Visual de Soldadura (PCC-05/F-01).
				Trazabilidad de Soldaduras (PCC-05/F-02)

CONSERFLOW S.A. DE C.V.**INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA****CÓDIGO**

PCC-05

REVISIÓN

04

EMISIÓN

10.OCT.23

- b) Todas las actividades de soldaduras deberán de registrarse dentro del formato *Trazabilidad de soldaduras (PCC-05/F-02)*, el cual contiene el registro de VT (inspección visual), PT (líquidos penetrantes), RT/GT (Inspección radiográfica/ gammagrafía).
- c) El personal de Control de la Calidad mantendrá los registros de inspección visual y trazabilidad de soldadura
- d) El personal que realiza la inspección debe cumplir con la documentación de acreditación requerida y los exámenes de agudeza visual.

FORMATOS ASOCIADOS AL PROCEDIMIENTO

CÓDIGO	REGISTRO	NIVEL DE REVISIÓN	TIEMPO DE RETENCIÓN
PCC-05/F-01	<i>Registro de Examinación Visual de Soldadura</i>	01	1 año en físico/ Digital sin caducidad
PCC-05/F-02	<i>Trazabilidad de Soldaduras</i>	01	1 año en físico/ Digital sin caducidad