



APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE SOLDADURA

CÓDIGO

PIP-03

REVISIÓN

03

EMISIÓN

06.DIC.24

CONTROL DE FIRMAS

ELABORÓ	REVISÓ	AUTORIZÓ
Dan Levi Lino Reyes NOMBRE	Ing. Felipe Reyes Ascencio NOMBRE	Ing. Diego Cruz Martínez NOMBRE
FIRMA	FIRMA	FIRMA
Supervisor de Soldadura PUESTO	Director de Operaciones PUESTO	Director General PUESTO

CONTROL DE CAMBIOS

DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	REVISIÓN	FECHA
Se actualiza el procedimiento incluyendo el formato PIP-03/F-01 Control de procedimientos de soldadura	03	06.DIC.24
Se incluye en el SGI la traducción de este procedimiento PIP-03, la versión en inglés se integra con los mismos datos de control que el documento en español.	02	06.MAR.23
Integración de las secciones: documentos de referencia, definiciones y responsabilidades	01	12.AGO.22
Creación del procedimiento	00	15.ABR.21

OBJETIVO DEL DOCUMENTO

Este documento ha sido preparado para tener el alcance y conocimiento en la correcta aplicación y reparación de soldaduras aplicadas en dos o más partes metálicas a ser unidas, mediante el uso de los procesos de soldadura, para los casos de construcción y mantenimiento.

ALCANCE DEL DOCUMENTO

Este procedimiento es aplicable en las uniones a ser soldadas en aceros al carbón de baja y mediana aleación, y en aceros inoxidables en sus diferentes especificaciones; campo de aplicación: tubular (tubería), placa (planchas, cuerpos de recipientes), estructura (perfiles), entre otros, así como la reparación de las mismas en caso de presentar imperfecciones que pueden ser discontinuidades rechazables por criterio de aceptación, todo basado en los códigos y normas aplicables.

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- American Welding Society – AWS (Sociedad Americana de Soldadura).
- American Society of Mechanical Engineers – ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos).
- American Petroleum Institute – API (Instituto Americano del Petróleo).
- CID NOR-N-SI-0001/98: Requisitos Mínimos de Seguridad para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento e Inspección de Tuberías de Transporte.
- NACE-STD-TM 6284-87: Test method evaluation of steels for resistance to stepwise cracking.



- Anteriormente The Society for Testing and Materials - ASTM (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales).
- International Organization for Standardization – ISO (Organización Internacional para la Normalización).
- American National Standards Institute – ANSI (Instituto Nacional Americano de Normas).
- The American Society for Nondestructive Testing – ASNT (Sociedad Americana de Ensayos no Destructivos).
- Norma Mexicana – NMX B-482.

DEFINICIONES

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

Soldabilidad: Es la COALESCENCIA entre dos materiales (propiedad de las cosas para unirse o fundirse en un solo elemento con facilidad) ejecutado por alguno de los procesos comunes de soldadura.

Defecto: Discontinuidad cuyo tamaño, forma, orientación, ubicación o propiedades son inadmisibles, las cuales rebasan los criterios de aceptación establecidos en un código o en una norma.

Discontinuidad: Falta de homogeneidad (continuidad), falta de cohesión (de unión) en un estado metalúrgico y físico, interrupción en el material o producto.

Quemada: Es aquella porción del cordón de fundeo 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.

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

Soldadura a tope: Es la soldadura que se deposita entre dos elementos situados en el mismo plano cuyos bordes están en contacto, los bordes podrán ser rectangulares, en “V” simple o doble, en “U” simple o doble o en “J” simple o doble.

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

Variables: Es una condición en la que un cambio que se considera afecta las propiedades mecánicas, físicas o químicas (que no sea la tenacidad) de una soldadura o superficie, llegue a provocar una falla, este debe ser revisado y evaluado para su recalificación y así evitar pérdidas materiales, pero sobre todo humanas.

Inspección: Contiene los criterios para la calificación y las responsabilidades de inspectores, los criterios de aceptación para soldaduras de producción y los procedimientos estándar para realizar la inspección visual y las pruebas no destructivas.



Examinación no Destructiva (NDT- nondestructive examination): Son MÉTODOS físicos indirectos de inspección que permiten examinar partes o componentes, sin alterar las propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales sujetas a una inspección, así como para asegurar la sanidad del componente y de la soldadura.

Inspección Visual (VT - Visual Examination): El principio de este método de Inspección no destructivo es el OJO HUMANO, además de ser uno de los métodos más utilizado, que permite examinar (observar) una superficie de manera directa o remota, para determinar; el estado de la superficie, la alineación y la forma, entre otros.

Inspección por Partículas Magnéticas (MT - Magnetic Particle Examination): El principio de este método de inspección no destructivo es un CAMPO MAGNÉTICO, utilizado para examinar un área determinada, rociando partículas ferromagnéticas, las cuales forman patrones en la superficie causados por una distorsión en el campo magnético, descubriendo grietas y otras discontinuidades abiertas a la superficie e incluso subsuperficiales.

Inspección por Líquidos Penetrantes (PT - Liquid Penetrant Examination): El principio de este método de inspección no destructivo es por CAPILARIDAD, capacidad del penetrante para ascender y descender dentro de una discontinuidad localizada, es aplicado en superficies no porosas mediante un penetrante, removedor y revelador, este último por su contraste evidencia el penetrante atrapado en la o las discontinuidades y así poder mejorar la visibilidad de las indicaciones.

Inspección radiográfica (RT - Radiographic Examination): El principio de este método de inspección no destructivo es una técnica que diagnostica radiológicamente de forma digital (radiología digital directa o indirecta), discontinuidades mediante imágenes capturadas en placas que *EMITEN DENSIDADES*, se obtiene al exponer al receptor de imagen radiográfica a una fuente de radiación de alta energía, comúnmente rayos X o radiación gamma procedente de isótopos radiactivos (iridio 192, cobalto 60, cesio 137, etc.). Al interponer un objeto entre la fuente de radiación y el receptor, las partes más densas aparecen con diferentes tonos dentro de una escala de grises.

Inspección Ultrasónica (UT - Ultrasonic Examination): El principio de este método de inspección no destructivo es *VOLUMÉTRICA*, que permite detectar discontinuidades dentro de un cuerpo o superficie, se utiliza un instrumento de ultrasonido de Pulso – Eco, el cual con el apoyo de un accesorio llamado palpador hace un recorrido sobre la superficie inspeccionada y a su vez proyecta una pulsación de energía en el cuerpo, generando una información que es reflejada cuando existe una interrupción o llega a la parte posterior.

Soldador calificado: Es una persona que ha demostrado su habilidad para producir soldaduras que cumplan con los requisitos establecidos en un procedimiento de soldadura, cumpliendo con una calificación de desempeño mediante un cupón de prueba, utilizando uno o más procesos de soldadura, calificando los rangos de variables y los resultados de las pruebas requeridas y/o exámenes destructivos y no destructivos.

RESPONSABILIDADES

Supervisor de Obra:

- Deberá verificar y establecer junto con el Inspector de Control de Calidad de Soldaduras el procedimiento.
- Verificar que los soldadores estén calificados de acuerdo al procedimiento.
- Solicitar modificación del procedimiento cuando así se requiera.
- Verificar y supervisar el proceso de soldadura y reparación de la misma.


APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE SOLDADURA

CÓDIGO

PIP-03

REVISIÓN

03

EMISIÓN

06.DIC.24

- Supervisar y verificar que el soldador entienda y conozca el procedimiento de soldadura.
- Supervisar que el personal cuente con el equipo de seguridad en todo momento del proceso de soldadura.
- Verificar junto con el Inspector de Control de Calidad que los equipos de soldadura empleando se encuentren en condiciones con sus registros actualizados.
- Notificar al Inspector de Control de Calidad para realizar la liberación de soldadura.
- Realizar las actividades de acuerdo al programa establecido.
- Promover con el personal a cargo el manejo adecuado de los residuos generados en las actividades

Inspector de Control de Calidad de Soldadura:

- Deberá inspeccionar y supervisar todo el proceso de soldadura.
- Deberá inspeccionar y dictaminar si es rechazada o aceptada la soldadura.
- Notificar al Supervisor de Obra si fue rechazado o aceptada la soldadura.
- Realizar sus registros documentales de acuerdo a su procedimiento correspondiente de inspección.
- Verificar que sus instrumentos de inspección estén en condiciones óptimas.
- Realizar el manejo de sus residuos generados de su actividad de inspección de acuerdo a los lineamientos de seguridad y medio ambiente.

Soldador:

- Conocer e interpretar correctamente el procedimiento de soldadura (WPS)
- Realizar las actividades de acuerdo a lo establecido en el procedimiento
- Notificar al Supervisor de obra cuando se presenten algún contratiempo
- Realizar el cupón para calificar su habilidad como soldador.
- Realizar las reparaciones de la soldadura rechazada de acuerdo a normativa y a este procedimiento.
- Emplear adecuadamente toda la herramienta y equipos proporcionados para su actividad.
- Realizar sus actividades con la seguridad necesaria y el equipo de protección personal.
- Realizar el manejo de los residuos adecuadamente de acuerdo a su actividad.

Departamento de Seguridad, Salud y Medio Ambiente:

- Capacitar al personal en el manejo de residuos de acuerdo a sus actividades y riesgos.
- Verificar el uso adecuado del equipo de protección personal, así como proporcionarlo.
- Capacitar al personal de acuerdo a los lineamientos establecidos en la empresa.



APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE SOLDADURA

CÓDIGO

PIP-03

REVISIÓN

03

EMISIÓN

06.DIC.24

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Responsable	Actividad	Registros
Supervisor de Obra e Inspector de Control de Calidad	<p>1. ACTIVIDADES PREVIAS</p> <p>A. SELECCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</p> <p>El supervisor de obra junto con el Inspector de Control de Calidad tiene la responsabilidad de revisar el alcance del proyecto e identificar los requerimientos de soldadura del mismo, para seleccionar el procedimiento de soldadura adecuado.</p> <p>La selección del procedimiento de soldadura para casos específicos, se debe llevar a cabo considerando los siguientes puntos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Características de los materiales 2) Facilidad de aplicación 3) Acceso 4) Disponibilidad de materiales y equipo 5) Disponibilidad de mano de obra calificada <p>Este proceso de selección podrá apoyarse revisando las especificaciones de los procedimientos de soldadura concentrados en el formato <i>PIP-03/F-01 Control de procedimientos de soldadura</i>, de manera que se agilice y facilite la identificación del procedimiento a utilizar y/o en su caso la necesidad de gestionar un nuevo procedimiento.</p>	WPS
Supervisor de Obra / Inspector de Control de Calidad	<p>B. VERIFICAR LAS VARIABLES DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</p> <p>El supervisor de obra junto con el Inspector de Control de Calidad tiene la responsabilidad de verificar que las variables contenidas tanto en el procedimiento de soldadura como del registro de calificación de soldadores satisfacen los requisitos del proceso y las esenciales; en caso contrario debe solicitar la recalificación del procedimiento y registrar los nuevos valores en el procedimiento.</p>	
Supervisore de obra	<p>C. VERIFICAR LAS CALIFICACIONES DE LOS SOLDADORES (WPQ)</p> <p>El supervisor de obra, debe verificar que la calificación de los soldadores, punteadores y operadores de soldadura, se haya realizado de acuerdo con el procedimiento de soldadura aplicable. No se permitirá a ningún soldador que aplique soldadura en proyectos de construcción sin antes haber demostrado su habilidad mediante un examen práctico (cupón) y teórico correspondiente.</p> <p>Todos los soldadores deben presentar exámenes de recertificación si han quedado inhabilitados en el trabajo de soldadura, en un periodo no mayor a seis meses en el proceso de soldadura aplicable, de acuerdo al Código de Construcción.</p>	WPQ

PIP-03/F-01
Control de
procedimientos
de soldadura



APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE SOLDADURA

CÓDIGO

PIP-03

REVISIÓN

03

EMISIÓN

06.DIC.24

<p>Supervisor de Obra / Inspector de Control de Calidad</p>	<p>El personal asignado a realizar soldaduras debe cuando menos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Estar calificado. 2) Que la calificación se haya realizado en presencia del supervisor de calidad y/o inspector de soldadura, o en su caso de un representante externo a la compañía que esté debidamente acreditado. 3) La probeta (cupón) para la calificación del soldador o de los soldadores se realizarán en componentes equivalentes a las propiedades químicas y físicas de los materiales a ser construidos en el proyecto, para así homologar lo más cercanamente posible las propiedades de ambas partes a ser unidas y asegurar la calidad de la unión soldada. <p>D. VERIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS</p> <p>El supervisor de obra junto con el Inspector de Control de Calidad verifica que las máquinas de soldar cumplan con su certificado de revisión de parámetros vigente, así como su identificación con la información requerida para una futura inspección. Revisar las condiciones de operación de las mismas antes de ser utilizadas, para garantizar un desempeño confiable.</p> <p>Los soldadores son responsables de cuidar y mantener el equipo y los accesorios para soldar en óptimas condiciones, cualquier desperfecto debe ser informado a su superior para dar atención inmediata.</p> <p>Todo equipo y accesorios para soldar debe contar con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, para evitar contratiempos y no generar gastos inoportunos e innecesarios.</p> <p>2. DESARROLLO DEL PROCESO DE SOLDADURA</p> <p>A. PREPARACIÓN DE LAS SUPERFICIES A SER SOLDADAS</p> <p>Revisar las preparaciones a ser soldadas, implementados en el proyecto de acuerdo a códigos, especificaciones y estándares aplicables, de los cuales se mencionan a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ángulo de preparación. • Tamaño de la cara de la raíz. • Abertura de la raíz, • Rango de diámetros y espesores, entre otros. <p>B. SUPERVISIÓN DEL PROCESO DE SOLDADURA</p> <p>El supervisor de obra deberá monitorear y supervisar la correcta aplicación de la soldadura y del proceso o procesos de soldadura calificado(s) para el proyecto.</p> <p>El Inspector de control de calidad debe dar seguimiento a cada paso de la técnica de soldadura que se está ejecutando, cómo lo establece el procedimiento de <i>Inspección Visual de Soldaduras (PCC-05)</i>, así como su registro en el formato correspondiente. El departamento Control de Calidad resguardará la información generada de cada proyecto.</p>	<p>Inspección Visual de Soldaduras (PCC-05)</p>
---	---	---



APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE SOLDADURA

CÓDIGO

PIP-03

REVISIÓN

03

EMISIÓN

06.DIC.24

C. LIMPIEZA DE LA UNIÓN SOLDADA

Posterior a la terminación de la soldadura, el Supervisor de obra debe asegurarse que el soldador haya realizado la limpieza, realizando lo siguiente:

Cepillar la superficie de soldadura hasta eliminar todo rastro de escoria o elementos ajenos a la unión, así como mediante el uso de herramientas mecánicas para eliminar las salpicaduras fuertemente adheridas, después de la operación de limpieza es aceptable NDT Inspección con Ensayos no Destructivos (NDT - nondestructive examination).

Posterior al término del proceso de soldadura (aplicación y acabado), el departamento de Control de Calidad deberá monitorear las inspecciones requeridas por proyecto con métodos no destructivos, los cuales pueden ser realizados por nuestro personal o ser subcontratado, como: Visual, Radiografía, Ultrasonido, Partículas Magnéticas, Líquidos Penetrantes, entre otros, generándose un informe del estado de sanidad de la unión, éste reporte deberá ser resguardado por el departamento de Control de Calidad.

Control de
Calidad

Supervisor de
Obra

El supervisor de obra debe realizar la inspección de manera que, la forma, tamaño o posición de la pieza a examinar no impidan la correcta inspección de la misma, a su vez puede ser apoyado por instrumentos y/o materiales que le ayuden a verificar zonas de difícil acceso de la soldadura, asegurando que la unión esté libre de discontinuidades que puedan rebasar los criterios de aceptación.

3. REPARACIÓN DE LA UNIÓN SOLDADA

A. LOCALIZACIÓN DE DEFECTOS EN SOLDADURA

Cuando sea identificada por el Inspector de Control de Calidad de Soldadura, una unión como fuera de norma por rebasar las dimensiones estándar de límites tolerables, notifica de manera inmediata al Supervisor de Obra y el deberá solicitar al soldador la reparación de dicha unión, para lo cual se procederá a realizar lo siguiente:

Inspector de
Control de
Calidad /
Supervisor de
Obra /
Soldador

- 1) Eliminar la discontinuidad por medio de maquinado, esmerilado, burilado, debe hacerse de tal manera que la soldadura o el metal base adyacente no se dañe, la remoción con oxígeno no debe usarse en acero templado y revenido.
- 2) Las porciones inaceptables de la soldadura deberán retirarse sin remoción substancial del metal base, el metal de soldadura deberá depositarse para compensar cualquier deficiencia en tamaño.
- 3) Una vez eliminada la discontinuidad y/o imperfección, se procede a soldar la sección, mediante el uso del procedimiento de soldadura inicial con el que fue soldada.
- 4) Realizar limpieza.

Inspección
Visual de
Soldaduras
(PCC-05)



APLICACIÓN Y REPARACIÓN DE SOLDADURA

CÓDIGO

PIP-03

REVISIÓN

03

EMISIÓN

06.DIC.24

<p>Gerente de Seguridad, Salud y Medio Ambiente / Operador / Soldador / Supervisor de Obra</p>	<p>La identificación de las soldaduras reparadas será responsabilidad el Inspector de Control de Calidad de Soldadura de acuerdo con el procedimiento <i>Inspección Visual de Soldaduras (PCC-05)</i></p> <p>Si la soldadura es rechazada nuevamente, el supervisor de control de calidad e ingeniero encargado del proyecto deben revisar la severidad de la situación y determinar si es permisible bajo consejo de código de fabricación otra reparación, o si la soldadura debe cortarse y volverse a soldar.</p> <p>4. SEGURIDAD</p> <p>Los asuntos y preocupaciones de seguridad, salud y medio ambiente van más allá del alcance de este procedimiento y por ende no son tratados completamente en este documento. Es responsabilidad del usuario establecer las prácticas apropiadas de seguridad, salud y ambientales.</p> <p>Los trabajos llevados a cabo en conformidad pueden involucrar materiales clasificados como peligrosos, por lo que no se limita.</p>	
--	---	--

FORMATOS ASOCIADOS AL PROCEDIMIENTO

CÓDIGO	REGISTRO	NIVEL DE REVISIÓN	TIEMPO DE RETENCIÓN
PIP-03/F-01	Control de procedimientos de soldadura	00	N/A