

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

Ing. José C. Cassina



Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

OBJETIVO

Se pretende que el participante se familiarice con las reglas del **Artículo II** y los párrafos referidos del **Artículo IV**, de tal forma que pueda preparar o evaluar una Especificación del Procedimiento de Soldadura básica.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

TEMAS A TRATAR

- **GENERALIDADES**
- **PASOS PARA CALIFICAR UN WPS**
- **LA ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**
- **EL REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO (PQR)**
- **LA RESPONSABILIDAD DEL FABRICANTE**
- **ESCRIBIENDO UN WPS**
- **CALIFICANDO UN WPS**
 - **LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW**
 - **LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW – FCAW**

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

GENERALIDADES

Un WPS es un documento que ha sido aprobado y preparado por medio del proceso de Calificación y es usado para suministrar directivas al ejecutar soldaduras de producción acorde a los requisitos del Código.

Como mínimo, este Procedimiento tiene que contener todas las variables descritas en **QW-250** (Tablas **QW-252** OFW, **QW-253** SMAW, **QW-254** SAW, **QW-255** GMAW/FCAW, **QW-256** GTAW, entre otras) para el proceso considerado.

El WPS incluye:

- Las variables esenciales y no esenciales relativas a cada proceso usado en el Procedimiento.
- Las variables esenciales suplementarias cuando la prueba de impacto sea requerida.
- Los rangos aceptables de las variables.
- Otras informaciones que sean necesarias para controles adicionales.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

GENERALIDADES

Variables esenciales (QW-251.2): son aquellas en las cuales un cambio respecto a lo especificado se considera que afecta las propiedades mecánicas de la soldadura y requiere una recalificación del WPS.

Variables no esenciales (QW-251.3): son aquellas en las cuales un cambio respecto a lo especificado, puede ser realizado sin necesidad de recalificación.

Variables esenciales suplementarias (QW-251.2): son aquellas que se transforman en esenciales cuando existen requisitos de resistencia al impacto.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

GENERALIDADES

Procesos especiales (QW-251.4)

Las variables esenciales de los procesos especiales para “overlays” resistentes a la corrosión y al desgaste se indican en Tablas específicas para cada proceso considerado.

En tal caso, solamente se deben considerar las variables especificadas para los procesos especiales.

Un cambio en el proceso de soldadura aplicado en la deposición del “overlay” para resistencia a la corrosión o al desgaste, requiere recalificación.

Se muestra la Tabla QW-253.1, aplicable al proceso SMAW.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

PASOS PARA CALIFICAR UN WPS

En la Calificación de un WPS, deben considerarse varios aspectos fundamentales, que se indican a continuación:

- La compatibilidad del metal soldado y el metal base.
- Las características metalúrgicas.
- Las propiedades mecánicas deseadas.
- Los requisitos de servicio del equipo a fabricar.
- La habilidad de los Soldadores.
- El equipamiento disponible.
- La localización de las soldaduras.
- La economía del trabajo.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

LA ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)

Contenido del WPS

QW-200.1: Como mínimo, un WPS tiene que incluir las variables esenciales y no esenciales para el/los proceso(s) y las variables esenciales suplementarias cuando se requieran pruebas de impacto.

El WPS debe referenciar al PQR que lo soporta.

Cambios en el WPS

Pueden realizarse cambios en las variables no esenciales del WPS, para ajustarse a algún requerimiento de producción, sin necesidad de recalificación, con tal que esos cambios se documenten con respecto a las variables esenciales, no esenciales y esenciales suplementarias para cada proceso.

Esto puede hacerse corrigiendo el WPS (emitir nueva revisión) o generando un nuevo WPS.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

LA ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)

Cambios en el WPS

QW-200.1

Los cambios en las variables esenciales o esenciales suplementarias (cuando aplique), requieren recalificación del WPS.

Esto implica la elaboración de un nuevo PQR para soportar los cambios en las variables mencionadas.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

LA ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)

Nota:

Un WPS puede hacer referencia en forma genérica a los planos de producción para evitar detallar algunas variables (por ej. la preparación de junta).

De esta forma, es innecesario generar una revisión del documento con cada cambio en esta variable, que no es esencial.

Un WPS de acuerdo al Código puede tener muchas páginas o consistir en varios documentos, siempre y cuando estén indicadas todas las variables requeridas y sean cumplidos todos los requisitos del Código (recordar presentación inicial).

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

EL REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO (PQR)

QW-200.2

El PQR es un documento que soporta al WPS y contiene la documentación de los valores de las variables empleados en la soldadura del cupón de Calificación siguiendo el WPS en cuestión, así como los resultados de las pruebas requeridas sobre las probetas extraídas del cupón de prueba.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

EL REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO (PQR)

Contenido del PQR

QW-200.2

Cuando se suelda un cupón de prueba, solamente deben registrarse en el PQR los datos reales relevados al presenciar la Calificación.

Como mínimo, el PQR tiene que documentar:

- Los valores de las variables esenciales de los procesos usados en el Procedimiento.
- Cuando sea aplicable, los valores de las variables esenciales suplementarias.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

EL REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO (PQR)

Contenido del PQR

QW-200.2

Cualquier otra información puede ser incluida si se desea y fue medida.

Si la variable no fue monitoreada durante la soldadura del cupón, no debe ser registrada.

No hay compromiso en que sean empleadas durante la Calificación el rango completo o los valores extremos de un rango a ser aplicados en producción, a menos que lo requiera alguna variable esencial o esencial suplementaria (si aplica) específica.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

EL REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO (PQR)

Cambios en el PQR

QW-200.2

No son permitidos cambios en el PQR excepto que se trate de correcciones editoriales o sean permitidas adendas al mismo.

Un ejemplo de una corrección editorial es haber colocado un N° P incorrecto para un determinado material.

Un caso de adenda podría ser un cambio resultante de una modificación del Código (la Sección IX podría asignar un nuevo N° F a un material de aporte o también adoptar un nuevo aporte bajo un N° F ya establecido).

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

EL REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO (PQR)

Cambios en el PQR

QW-200.2

Puede incorporarse información adicional al PQR en una fecha posterior a la de la Calificación original siempre que pueda demostrarse que la misma forma parte de la condición original de Calificación.

Todos los cambios al PQR que no cumplan la condición anterior, requieren recalificación (incluyendo la fecha) por el Fabricante o Contratista.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

EL REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO (PQR)

Formatos de los documentos

QW-200.1 / QW-200.2

Los formatos mostrados en el Código para la Calificación de un Procedimiento de Soldadura de acuerdo con el Código están en las **Formas QW-482** para el WPS y **QW-483** para el PQR.

Estos formatos son recomendados, no mandatorios.

En la medida que sea incluida toda la información requerida por el Código, se puede usar cualquier formato que se desee, en lugar de aquellos sugeridos por el Código.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

EL REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO (PQR)

PQR's múltiples soportando un WPS

QW-200.2

Se permite el uso de más de un PQR para soportar un WPS.

Ejemplo 1:

El PQR #1 está calificado con PWHT y el PQR #2 está calificado sin PWHT.

El PQR #1 y el #2 pueden ser usados luego para soportar un WPS el cual está ahora calificado con o sin PWHT.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

EL REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO (PQR)

PQR's múltiples soportando un WPS

QW-200.2

Ejemplo 2:

Un único WPS puede cubrir un rango de espesores desde 1,5 mm hasta 32 mm si tengo un PQR (PQR #1) que abarque desde 1,5 hasta 5 mm y otro (PQR #2) que cubra desde 5 mm hasta 32 mm.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

EL REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO (PQR)

Un PQR simple soportando múltiples WPS's

QW-200.2

También permite el uso de un PQR para soportar varios WPS's.

Ejemplo 1:

Un PQR está calificado usando ambos electrodos con N^oF 4 (ej.: E 7018) y N^oF 6 (ej.: E316L). Este PQR puede ser usado para soportar un WPS el cual solo usa aporte con N^oF 4 y un segundo WPS el cual usa sólo electrodos con N^oF 6.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

EL REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO (PQR)

Un PQR simple soportando múltiples WPS's

QW-200.2

Ejemplo 2:

A partir de los datos de un PQR simple calificado en posición 1G, se pueden preparar varios WPS: uno para posición “F”, otro para “V”, otro para “H”, otro para “O”, tanto en tubo como chapa.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

EL REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO (PQR)

Combinación de Procedimientos de Soldadura

QW-200.4

Se considera una “combinación de Procedimientos de Soldadura” cuando más de un WPS, teniendo diferentes variables esenciales, esenciales suplementarias y no esenciales, se usan para completar una soldadura o cuando se emplea un WPS que fue calificado con más de un proceso de soldadura.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

EL REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO (PQR)

Ejemplos de Combinación de Procedimientos

Algunos ejemplos de combinación de Procedimientos son:

- Un WPS con 1/4" de GTAW y 3/4" de SMAW.
- Un WPS con 1/2" de SMAW (Nº F 1) y 1/2" de SMAW (Nº F 4).

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

LA RESPONSABILIDAD DEL FABRICANTE POR EL WPS

Responsabilidad Organizacional

QW-201

La Organización debe certificar que ha calificado cada WPS, realizado los ensayos de Calificación de Procedimiento, y documentado la información en el PQR.

Importante:

- Controlar que se apliquen los valores indicados en el WPS mientras está siendo efectuada la soldadura de producción.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

ESCRIBIENDO UN WPS

Cuando se pretende escribir un WPS, se deberá primero determinar cuál es la aplicación pretendida para éste, los materiales de base y aporte a emplear, la disponibilidad de equipo/s para soldar, entre otros factores.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

ESCRIBIENDO UN WPS

Existen cuatro temas generales básicos a definir:

- (1) ¿Cuáles son los materiales base que van a ser soldados?
- (2) ¿Cuáles son los metales de aporte que serán usados?
- (3) ¿Cuáles son los procesos de soldadura que serán usados?
- (4) ¿Qué restricciones de servicio o producción son requeridas?

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

ESCRIBIENDO UN WPS

Una vez que se hayan identificado los metales base que se intenta soldar (ver [Tabla QW-420](#)) y se identifiquen sus N°s P de acuerdo con la [Tabla QW-422](#), se deberá seleccionar los metales base para ser usados en el cupón de prueba a partir de la [Tabla QW-424](#) según la combinación de N°s P que se quiera calificar.

Luego, son seleccionados los materiales de aporte apropiados y sus N°s A determinados a partir de las [Tablas QW-432](#) (N°s F) y [QW-442](#) respectivamente.

También se puede necesitar considerar el gas de protección o el fundente y cualquier otra restricción que pueda ser aplicable.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

ESCRIBIENDO UN WPS

Números P

Nº P	Descripción
1	Aceros al carbono de baja, mediana y alta resistencia (C, Si, Mn)
3	Aceros aleados al Mo (mejora el comportamiento a temperaturas elevadas)
4 – 5	Aceros aleados al Cr-Mo (adecuados para servicio a altas temperaturas)
6 – 7	Aceros inoxidable ferríticos y martensíticos (alto tenor de Cr)
8	Aceros inoxidable austeníticos
9	Aceros aleados al Ni
10	Aceros al cromo e inoxidable duplex
11	Aceros microaleados (Ni-Cr-Mo-V) (bajo contenido de aleantes)
2x	Aluminio y sus aleaciones
3x	Cobre y sus aleaciones
4x	Níquel y sus aleaciones
5x	Titanio y sus aleaciones
6x	Zirconio y sus aleaciones

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

ESCRIBIENDO UN WPS

Números F

Nº F	Descripción
1	Electrodos revestidos alto rendimiento (solo bajo mano y horizontal)
2	Electrodos rutílicos
3	Electrodos celulósicos
4	Electrodos básicos (excepto inoxidables austeníticos)
5	Electrodos revestidos para inoxidables austeníticos
6	Varilla y alambres para ferrosos (procesos GTAW, GMAW, SAW)
2x	Consumibles para aluminio y sus aleaciones
3x	Consumibles para cobre y sus aleaciones
4x	Consumibles para níquel y sus aleaciones
5x	Consumibles para titanio y sus aleaciones
6x	Consumibles para zirconio y sus aleaciones
7x	Consumibles para rellenos duros

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

ESCRIBIENDO UN WPS

Los Nºs P se asignan a los metales base para reducir el número de Calificaciones de Procedimientos de soldadura, dependiendo de características tales como la composición química, soldabilidad y propiedades mecánicas.

Adicionalmente, para aceros, se agregan los Nºs de Grupo, los cuales clasifican los materiales dentro de cada N° P a los fines de calificar Procedimientos cuando existen requisitos de resistencia al impacto.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

ESCRIBIENDO UN WPS

Como se indicó antes, la asignación de los N°s P está basada esencialmente en características comparables de los materiales , tales como composición química, soldabilidad, propiedades mecánicas.

Esta asignación no implica que esos metales base puedan ser sustituidos dentro de un mismo N° P indiscriminadamente por otro que fue usado en la Calificación, sin considerar su compatibilidad desde el punto de vista metalúrgico, PWHT, diseño, propiedades mecánicas y requisitos de servicio

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

ESCRIBIENDO UN WPS

La utilización de los **N°s P de soldadura**, los **N°s P de “brazing”** y los **N°s S no mandatorios**, comienza en la Addenda de 1994, y todos ellos se consolidan en la Tabla identificada como **QW/QB-422**.

En esa oportunidad se eliminó tanto la **Tabla QB-422** (N°s P para “brazing”) como la tabla del Apéndice C, en la que aparecían los N°s S.

La nueva **Tabla QW/QB-422** se dividió en las secciones ferrosos y no ferrosos.

En el año 2009, **los N°s S** fueron retirados de la **Tabla QW/QB-422**.

Estos números eran asignados a materiales que eran aceptables para ser utilizados por ASME B31 (“Code for Pressure Piping”), o por Casos Código seleccionados del BPVC, pero que no estaban incluidos dentro de la Sección II (“Material Specifications”). Los metales base que previamente correspondían a un **N°S** fueron reasignados a N°s P o N°sP más Grupo.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

ESCRIBIENDO UN WPS

Se deberán determinar los procesos de soldadura a ser usados y relacionar las variables correspondientes de **QW-250** requeridas.

Es también necesario considerar los tipos de juntas de producción, precalentamiento, gases de protección, las técnicas de soldadura aplicables y el equipo disponible, entre otros factores.

Finalmente, se necesita considerar las restricciones de servicio o producción. Estas incluyen asuntos tales como los requisitos del Código/Cliente, PWHT, corrosión y tenacidad al impacto.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Pruebas mecánicas para Calificar un WPS en ranura – QW-202.1

QW-202.1 indica los tipos y cantidad de ensayos mecánicos requeridos para las Calificaciones de los Procedimientos de Soldadura.

El tipo y número de especímenes de ensayo que deben ser testeados para calificar un Procedimiento de Soldadura en ranura está dado en las Tablas QW-451.1 y QW-451.2 y deben ser retirados en la forma indicada en las Figs. QW-463-1(a) , QW-463.1(b) , QW-463.1(c) (longitudinal), QW-463.1 (d) y QW-463.1(e) (caño).

Los tipos de pruebas a ejecutar están basados en el espesor del cupón.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Pruebas mecánicas para Calificar un WPS en ranura – QW-202.1

Si algún espécimen requerido no cumpliera el criterio de aceptación aplicable, el cupón debe ser considerado no aceptable.

Cuando pueda ser determinado que la causa de falla no está relacionada con los parámetros de soldadura, podrá soldarse otro cupón con idénticos parámetros.

Alternativamente, si hubiera material del cupón original, podrían retirarse especímenes adicionales, tomándolos tan próximo a los primeros como sea posible.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Pruebas mecánicas para Calificar un WPS en ranura – QW-202.1

Cuando se haya determinado que la falla en el ensayo fue causada por una o más variable/s esencial/es o suplementaria/s esencial/es, puede soldarse un nuevo cupón con cambios apropiados en los valores de la/s variable/s que haya/n determinado la falla.

Se puede proceder de la misma forma cuando se haya determinado que la falla fue debida a una o más variables no esenciales.

Si el nuevo ensayo resulta aprobado, los nuevos valores de las variables deben documentarse en el PQR.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

QW-202.2 a QW-202.4:

Entre estos párrafos se incluye:

- a) la Calificación de soldaduras en ranura con penetración completa **(QW-202.2(a))**,
- b) la Calificación de soldaduras en ranura con penetración parcial **(QW-202.2(b))**,
- c) la Calificación de soldaduras a filete **(QW-202(c))**,
- d) las reparaciones **(QW-202.3)** y
- e) la unión de materiales con diferentes espesores **(QW-202.4)**.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

A CONTINUACIÓN SE INDICAN LOS ENSAYOS DE CALIFICACIÓN PARA SOLDADURAS EN RANURA CON PENETRACIÓN COMPLETA.

Ranura: ensayos de tracción – QW-150

- Sección reducida: Chapas - [Fig. QW-462.1\(a\)](#)
- Sección reducida: Caños - [Fig. QW-462.1\(b\)](#) y [Fig. QW-462.1\(c\)](#)
- Especímenes torneados - [Fig. QW-462.1\(d\)](#)

Especímenes de sección completa: Caños - [Fig. QW-462.1\(e\)](#)

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Ranura: ensayos de tracción – QW-150

- Sección reducida: Chapas - Fig. QW-462.1(a)

Según QW-151.1

- a) Para espesores ≤ 1 " (25 mm) debe usarse un espécimen de espesor completo para cada ensayo requerido.
- b) Para espesores > 1 " (25 mm) pueden usarse especímenes de espesor completo o especímenes múltiples, que satisfagan los puntos c) y d) siguientes.
- c) Cuando se emplean especímenes múltiples, cada conjunto debe representar un ensayo del espesor total.
- d) Cuando son necesarios especímenes múltiples, el espesor total debe cortarse mecánicamente en un número mínimo de tiras aproximadamente iguales, con un tamaño que pueda ser ensayado con el equipamiento disponible.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Ranura: ensayos de tracción – QW-150

- Sección reducida: Caños - Figs. QW-462.1(b)

Según QW-151.2

- a) Para espesores ≤ 1 " (25 mm) debe usarse un espécimen de espesor completo para cada ensayo requerido.
- b) Para espesores > 1 " (25 mm) pueden usarse especímenes de espesor completo o especímenes múltiples, que satisfagan los puntos c) y d) siguientes.
- c) Cuando se emplean especímenes múltiples, cada conjunto debe representar un ensayo del espesor total.
- d) Cuando son necesarios especímenes múltiples, el espesor total debe cortarse mecánicamente en un número mínimo de tiras aproximadamente iguales, con un tamaño que pueda ser ensayado con el equipamiento disponible.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Ranura: ensayos de tracción – QW-150

- Sección reducida: Caños

Según **QW-151.2**

Para caños con un **diámetro exterior $\leq 3''$** (75 mm), pueden utilizarse especímenes de sección reducida con la geometría mostrada en la **Fig. QW-462.1(c)**.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Ranura: ensayos de tracción – QW-150

- Especímenes torneados: Fig. QW-462.1(d)

Según **QW-151.3**

- a) Para espesores ≤ 1 " (25 mm) puede usarse un espécimen torneado simple para cada ensayo requerido, el cual debe tener el mayor diámetro "D" posible para el espesor del cupón.
- b) Para espesores > 1 " (25 mm) deben cortarse especímenes múltiples a través del espesor completo de la soldadura con sus centros paralelos a la superficie del metal y separados no más de 1" (25 mm). Los centros de los especímenes adyacentes a las superficies del metal no deben estar a más de $5/8$ " de las mismas.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Ranura: ensayos de tracción – QW-150

- Especímenes torneados **Fig. QW-462.1(d)**
- c) Cuando se usan especímenes múltiples, cada conjunto debe representar un ensayo simple.
- d) Cada espécimen del conjunto debe ser ensayado y cumplir los requerimientos del criterio de aceptación.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Ranura: ensayos de tracción – QW-150

- Especímenes de sección completa: Caño

Para ensayar caños con **diámetro exterior ≤ 3 "** (75 mm) pueden también emplearse especímenes de tracción con dimensiones de acuerdo a la **Fig. QW-462.1 (e)**

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Criterio de aceptación del ensayo de tracción - QW-153:

Para aprobar el ensayo de tracción, el espécimen debe tener una resistencia a tracción no menor a:

- a) La mínima resistencia a tracción especificada del material base (ver la columna correspondiente de la **Tabla QW/QB 422**).
- b) La mínima resistencia a tracción especificada del material base más débil si se usan materiales diferentes.
- c) La mínima resistencia a tracción especificada del metal de soldadura cuando éste tiene menor resistencia a temperatura ambiente que el metal base.
- d) Si la rotura del espécimen ocurre en el material base, fuera de la soldadura o en la interfase de la soldadura, el ensayo será aceptado si el valor de rotura no es más de 5% menor a la mínima resistencia especificada del metal base.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Notas prácticas

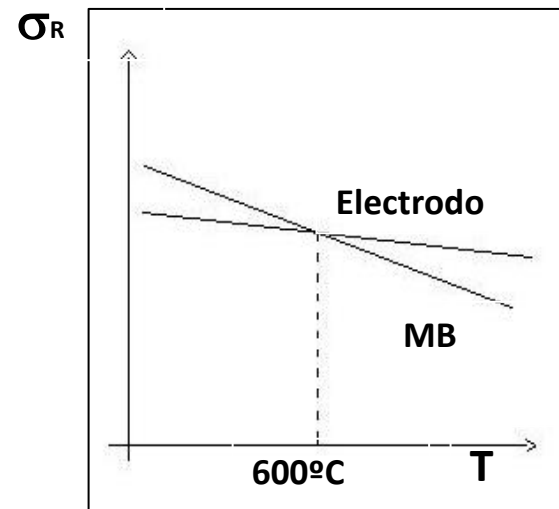
- Cuando comparamos la resistencia a tracción del espécimen con la del material, debemos considerar el valor indicado en la **Tabla QW/QB 422** y no los valores del Certificado del material (que pueden ser mayores).

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Notas prácticas

- Si se da el caso de materiales de aporte que a temperatura ambiente resisten menos que el metal de base, se deben aplicar los valores de resistencia mecánica del aporte (se consulta la Sección II Parte C)



Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Ranura: ensayos de dobléz – QW-160

- **QW-161.1** - Doblez transversal de lado: [Fig. QW-462.2](#)
- **QW-161.2 y 3** - Doblez transversal de cara y de raíz: [Fig. QW-462.3\(a\)](#)
- **QW-161.6 y 7** - Doblez longitudinal de cara y de raíz: [Fig. QW-462.3\(b\)](#)
- Dimensiones del dispositivo de doblado (“test jig dimensions”) - [Fig. QW-466.1](#)

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Ranura: ensayos de dobléz – QW-160

- **QW-161.1** - Dobléz transversal de lado: Fig. QW-462.2

La soldadura es transversal al eje longitudinal del espécimen, que es doblado de tal forma que una de las superficies laterales sea su parte convexa.

Los especímenes de metal base de espesor $\geq 1 \frac{1}{2}$ " (38 mm) pueden ser cortados en especímenes aproximadamente iguales de anchos entre $\frac{3}{4}$ " (19 mm) y $1 \frac{1}{2}$ " (38 mm) para ser ensayadas, o también pueden ser doblados en su ancho completo.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Ranura: ensayos de dobléz – QW-160

- **QW-161.1** - Dobléz transversal de lado - **Fig. QW-462.2**

Cuando se utilicen especímenes múltiples, se debe hacer un conjunto completo para cada ensayo requerido.

Cada espécimen debe ensayarse y cumplir los requerimientos del criterio de aceptación.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Ranura: ensayos de dobléz – QW-160

- **QW-161.2** - Dobléz transversal de cara - [Fig. QW-462.3\(a\)](#)

La soldadura es transversal al eje longitudinal del espécimen, que es doblado de tal forma que la superficie de cara sea la parte convexa del espécimen.

- **QW-161.3** - Dobléz transversal de raíz [Fig. QW-462.3\(a\)](#)

La soldadura es transversal al eje longitudinal del espécimen, que es doblado de tal forma que la superficie de raíz sea la parte convexa del espécimen.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Ranura: ensayos de dobléz – QW-160

Notas prácticas

- En caso de poder optar entre (dobléz transversal de cara + dobléz transversal de raíz) vs. dobléz transversal de lado se prefiere lo primero pues se obtiene mayor cantidad de información al tomar un tramo de 38 mm tanto de la cara como de la raíz.
- Si se hubiera soldado por proceso GMAW con transferencia por corto-circuito, si es posible se prefiere utilizar dobléz transversal de lado pues permite evaluar mejor una eventual falta de fusión.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Ranura: ensayos de dobléz – QW-160

- Dobléz longitudinal - Fig. QW-462.3(b)

Los ensayos de dobléz longitudinal pueden ser utilizados en lugar de los transversales de lado, cara y raíz, para testear metal de soldadura o combinaciones de metales base que difieren marcadamente en las propiedades de dobléz entre:

- a) los dos metales de base, o
- b) el metal de soldadura y el metal de base

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Ranura: ensayos de dobléz – QW-160

- **QW-161.6** - Doblez longitudinal de cara

La soldadura es paralela al eje longitudinal del espécimen, que es doblado de tal forma que la superficie de cara sea su parte convexa.

- **QW-161.7** - Doblez longitudinal de raíz

La soldadura es paralela al eje longitudinal del espécimen, que es doblado de tal forma que la superficie de raíz sea su parte convexa.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Criterio de aceptación de la prueba de dobléz - QW-163:

- a) La soldadura y la ZAC de un espécimen de doblado de soldadura transversal deben estar completamente dentro de la zona doblada luego del ensayo.
- b) No será aceptable ninguna discontinuidad abierta en la soldadura o en la ZAC mayor de 1/8" (3 mm), medida en cualquier dirección en la superficie convexa del espécimen luego de ensayado. Las discontinuidades abiertas que aparezcan en las esquinas deben ser ignoradas a menos que exista evidencia clara que resulten de faltas de fusión, inclusiones de escoria u otras discontinuidades internas.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Criterio de aceptación de la prueba de dobléz - QW-163:

Notas prácticas

- El criterio establece que no será aceptable ninguna discontinuidad abierta en la soldadura o en la ZAC mayor de 1/8" (3 mm).
- Podría existir una gran cantidad de fisuras, pero si están separadas entre sí y sus longitudes individuales son menores a 1/8", la probeta está aprobada.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Soldaduras en ranura de penetración parcial – QW-202.2(b)

QW-202.2(b) cubre los requisitos para la Calificación de Soldaduras en ranura de penetración parcial.

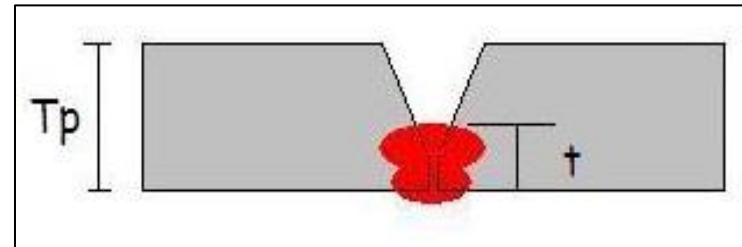
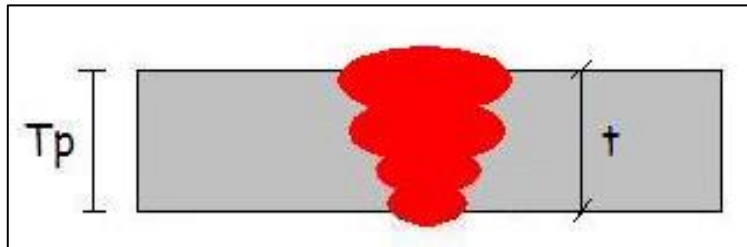
Se establece que las soldaduras en ranura de penetración parcial pueden ser calificadas de acuerdo con los requisitos de QW-451 tanto para metal base como para metal depositado. Por lo tanto, aplican todas las consideraciones sobre ensayos de tracción y dobléz realizadas anteriormente, que aplican a soldaduras de penetración total – **QW-202.2(a)**

En forma adicional, se establece que no existe límite superior en el espesor de metal base calificado con tal que se haya utilizado un cupón de espesor $\geq 1 \frac{1}{2}$ " (38 mm).

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Soldaduras en ranura de penetración parcial – QW-202.2(b)



Si $T_p < 38 \text{ mm} \Rightarrow T$ y t de acuerdo a [Tabla QW-451.1](#)

Ej.: $T_p = 37 \text{ mm} \Rightarrow 5 \leq T \leq 74 \text{ mm}$

Si hay penetración parcial: $t=10 \text{ mm} \Rightarrow$ Rango: hasta 20 mm

Si $T_p \geq 38 \text{ mm} \Rightarrow 5 \leq T \leq \infty$ (no hay límite superior)

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Pruebas mecánicas para calificar un WPS en filete – QW-202.2(c)

Las soldaduras a filete pueden ser calificadas sobre cupones de soldadura en ranura. Los Procedimientos que se califiquen de esta forma pueden ser usados para soldar todos los espesores de metal base en todos los tamaños de filete y todos los diámetros de tubo, de acuerdo a la Tabla QW-451.4.

Cuando se califique un Procedimiento para soldaduras de filete, la Tabla QW-451.3 suministra la información sobre los tipos de pruebas que tienen que ser efectuadas.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Pruebas mecánicas para calificar un WPS en filete – QW-202.2(c)

La **Tabla QW-451.3** hace referencia a las Figs. que se indican a continuación, dependiendo de si el cupón es hecho en tubo o chapa.

- Cinco pruebas de macroataque para chapas (Fig. QW-462.4(a)).
- Cuatro pruebas de macroataque para caños (Fig. QW-462.4(d)).

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Criterio de aceptación del ensayo de macrografía (QW-183):

Luego de pulidas y atacadas las probetas, se examina sólo una de las caras de cada uno de los especímenes (además no se deben considerar caras adyacentes). Para ser aceptables debe ocurrir lo siguiente:

- a) El examen visual de la sección transversal en el metal de soldadura y la ZAC debe mostrar completa fusión en la raíz y no debe haber fisuras visibles.
- b) Ambas piernas del filete no deben diferir en más de 1/8" (3 mm) en longitud.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Reparaciones con metal soldado y reconstrucciones – QW-202.3

El párrafo mencionado cubre los requisitos para las reparaciones con metal soldado y reconstrucciones. Se establece que:

- a) No hay limitación en el espesor de metal base o depositado en **soldaduras de filete**.
- b) Para el resto de las soldaduras, el rango de espesores de metal base y depositado para cada proceso debe estar de acuerdo a **QW-451**, excepto que no hay límite superior en espesor de metal base si la Calificación fue realizada con cupones de espesor $\geq 1 \frac{1}{2}$ " (38 mm).

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Espesores de metal base disímiles – QW-202.4

Las reglas para la soldadura de materiales de espesores diferentes están dadas en el párrafo mencionado.

Un WPS calificado en soldadura de ranura es aplicable en producción entre metales base disímiles si se cumple:

- a) El espesor del componente más delgado está dentro del rango permitido por la **Tabla QW-451.1**.
- b) El espesor del componente más grueso satisface lo siguiente:

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

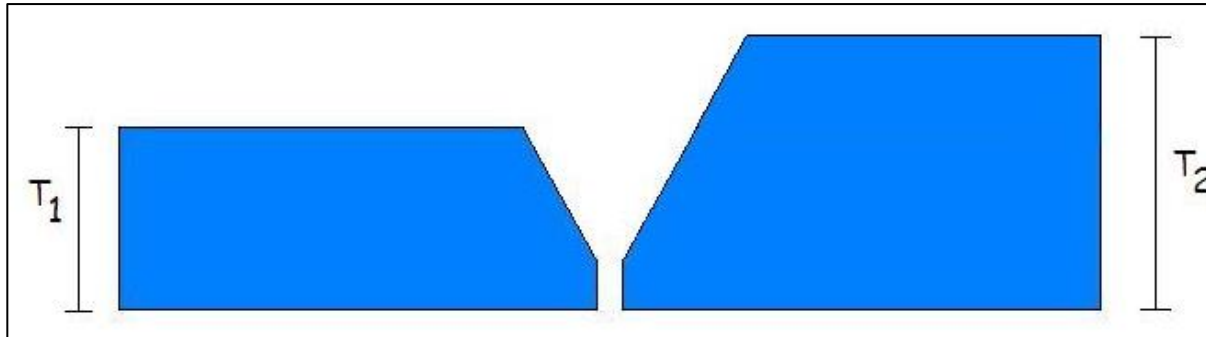
Espesores de metal base disímiles – QW-202.4

1. Para N^os P 8, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 51, 52, 53, 61 y 62 no hay limitaciones en el espesor máximo del componente más grueso, en juntas de N^o P similares, con tal que el cupón de Calificación haya tenido un espesor mínimo de 1/4" (6 mm).
2. Para los demás metales, el espesor del componente más grueso debe estar dentro del rango permitido por la **Tabla QW-451**, excepto que no hay límite superior en espesor de metal base si la Calificación fue realizada con cupones de espesor $\geq 1 \frac{1}{2}$ " (38 mm).

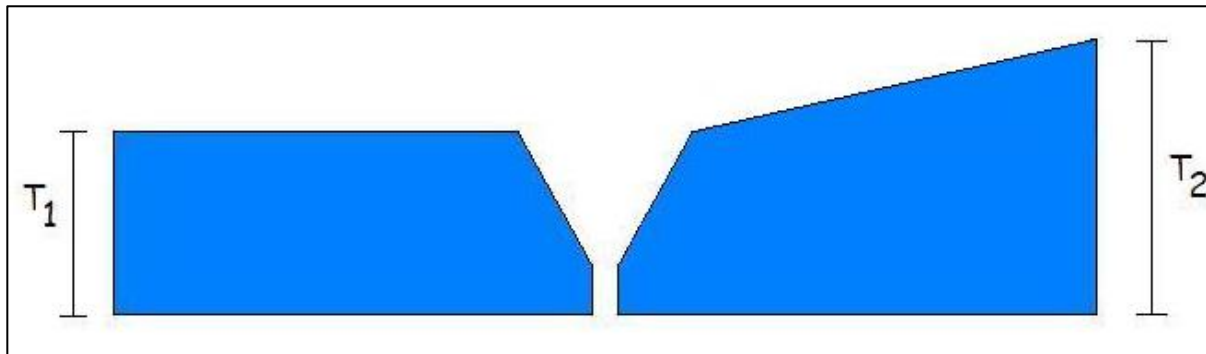
Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Espesores de metal base disímiles – QW-202.4



**Junta con
espesores disímiles**



**Junta con
espesores iguales**


Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Espesores de metal base disímiles – QW-202.4

Para todos los materiales **excepto** los N°s P 8, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 51, 52, 53, 61 y 62:

T1 ⇒ Según **Tabla QW-451.1**

T2 ⇒  Tp < 38 mm ⇒ Según **Tabla QW-451.1**

Tp ≥ 38 mm ⇒ $5 \leq T \leq \infty$

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Espesores de metal base disímiles – QW-202.4

Para todos los materiales **excepto** los N°s P 8, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 51, 52, 53, 61 y 62:

Si se tiene la situación real, en que hay que unir dos piezas con los siguientes espesores:

$$T1 = 10 \text{ mm}$$

$$T2 = 50 \text{ mm}$$

⇒ debo calificar un WPS con un cupón de $T_p \geq 25 \text{ mm}$ (para cubrir el espesor mayor en cualquier caso)

Si se emplea $T_p = 26 \text{ mm}$ ⇒ Según **Tabla QW-451.1**

Si se emplea $T_p = 39 \text{ mm}$ ⇒ T2 puede ir hasta ∞ !!!


Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Espesores de metal base disímiles – QW-202.4

Para los materiales con N^os P 8, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 51, 52, 53, 61 y 62:

T1 ⇒ Según **Tabla QW-451.1**

T2 ⇒  $T_p < 6 \text{ mm} \Rightarrow$ Según **Tabla QW-451.1**
 $T_p \geq 6 \text{ mm} \Rightarrow T \leq \infty$

Con una probeta de $T_p = 6 \text{ mm}$ ya se cubre todo el rango.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Espesores de metal base disímiles – QW-202.4

Para los materiales con N^os P 8, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 51, 52, 53, 61 y 62.

Si se tiene la situación real, en que hay que unir dos piezas con los siguientes espesores:

$$T_1 = 8 \text{ mm}$$

$$T_2 = 110 \text{ mm}$$

Si se emplea $T_p = 6 \text{ mm} \Rightarrow T_2$ puede ir hasta ∞ !!!

T_1 puede ir entre 1,5 y 12 mm, por lo tanto $T_p = 6 \text{ mm}$ cubre este caso.

Si T_1 fuera 16 mm, debería emplear un $T_p = 8 \text{ mm}$ en vez de 6 mm.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

Observaciones

Basados en los ejemplos anteriores, y en lo que se ha analizado acerca de la **Tabla QW-451.1**, se puede ver que:

- La Nota 1 al pie se refiere a algunas variables del Artículo IV, que serán analizadas posteriormente, que pueden limitar los rangos de espesor indicados en la **Tabla QW-451.1**
- Aunque las **Notas al pie de esta Tabla son muy importantes**, es también relevante observar que si la variable referida es no esencial para el proceso que se está calificando, **la Nota puede ser ignorada.**

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Se analizarán a continuación las distintas variables (esenciales, esenciales suplementarias y no esenciales) que tienen que ser tomadas en cuenta en la elaboración de un Procedimiento de Soldadura por proceso SMAW.

Como ya fue visto, estas variables están listadas en la [Tabla QW-253](#).

Para su mejor comprensión, se analizarán ordenadas por variables esenciales, esenciales suplementarias y no esenciales.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Párrafo	Resumen de la Variable	Variable Esencial
QW-403.8	φ T calificado	X
QW-403.9	t pasada >1/2" (13 mm)	X
QW-403.11	φ N° P calificado	X
QW-404.4	φ Número F	X
QW-404.5	φ Número A	X
QW-404.30	φ t	X
QW-406.1	Decrecimiento > 100°F (55°C)	X
QW-407.1	φ PWHT	X
QW-410.64	Uso de procesos térmicos	X

**Variables Esenciales
para SMAW**

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-403.8

- Un cambio en el espesor de metal base más allá del rango calificado en la **Tabla QW-451.1**, excepto que **QW-202.4(b)** (materiales de espesores diferentes) permita otra cosa.
- El rango calificado está basado en el espesor del cupón de prueba como se especifica en la **Tabla QW-451.1**.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-403.8

Por ejemplo, un cupón de prueba de 1/2" de espesor califica el Procedimiento para un rango de 3/16" (5 mm) a 1" (25 mm). Para las soldaduras fuera de este rango se requiere un PQR adicional.

QW-202.4(b) suministra una excepción a estos límites para algunos materiales de N° P cuando se sueldan metales base de espesores disímiles.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

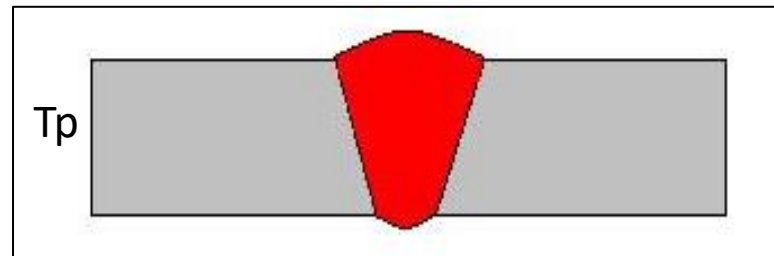
CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

Ejemplo 1:

QW-403.8



$T_p < 1,5 \text{ mm (1/16")}$

Si $T_p = 1 \text{ mm} \Rightarrow 1 \text{ mm} \leq T \leq 2 \text{ mm}$

Si $T_p = 1,2 \text{ mm} \Rightarrow 1,2 \text{ mm} \leq T \leq 2,4 \text{ mm}$

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

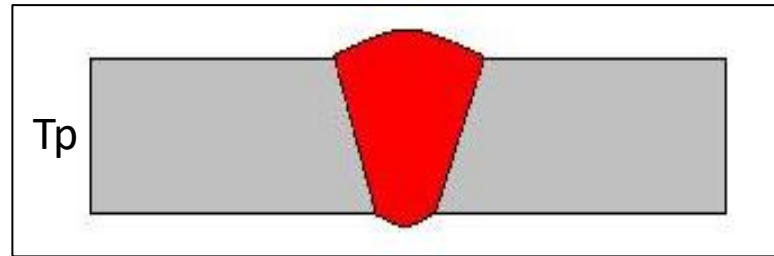
CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

Ejemplo 2:

QW-403.8



$$1,6 \text{ mm (1/16"')} \leq T_p \leq 10 \text{ mm (3/8"')}$$

Si $T_p = 4 \text{ mm} \Rightarrow 1,6 \text{ mm} \leq T \leq 8 \text{ mm}$

Si $T_p = 9 \text{ mm} \Rightarrow 1,6 \text{ mm} \leq T \leq 18 \text{ mm}$

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

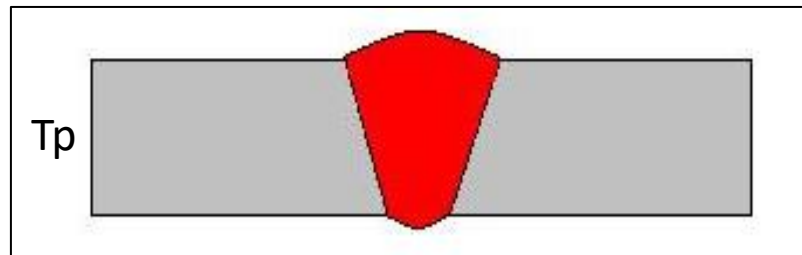
CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

Ejemplo 3:

QW-403.8



$$10 \text{ mm (3/8")} < T_p < 38 \text{ mm (1 1/2")}$$

Si $T_p = 11 \text{ mm} \Rightarrow 5 \text{ mm} \leq T \leq 22 \text{ mm}$

Si $T_p = 37 \text{ mm} \Rightarrow 5 \text{ mm} \leq T \leq 74 \text{ mm}$

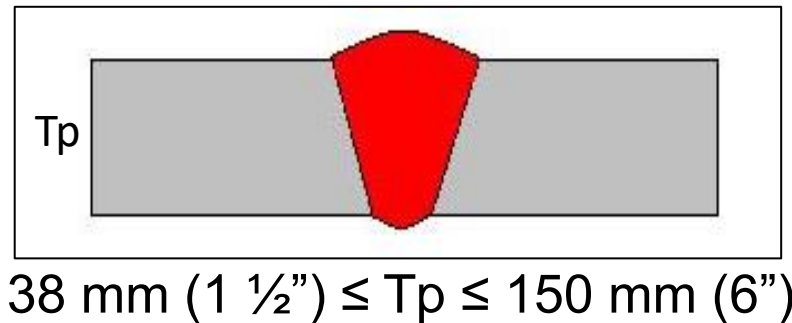
Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

Ejemplo 4:
QW-403.8



Si $T_p = 39 \text{ mm} \Rightarrow 5 \text{ mm} \leq T \leq 200 \text{ mm}$

Si $T_p = 120 \text{ mm} \Rightarrow 5 \text{ mm} \leq T \leq 200 \text{ mm}$

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

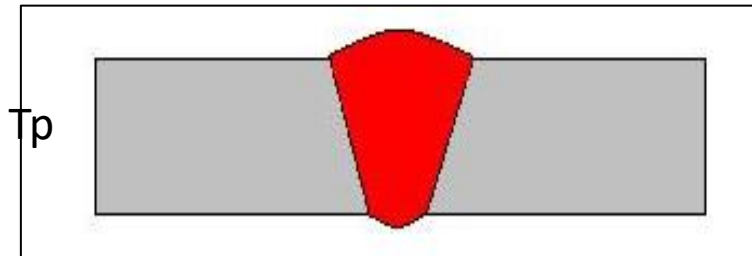
CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

Ejemplo 5:

QW-403-8



$$T_p > 150 \text{ mm (6")} \Rightarrow 5 \leq T \leq 1,33 T_p$$

Si quiero calificar un espesor de 250 mm, ¿qué espesor de probeta debo usar?

Será $T_p = T/1,33 = 250/1,33 = 188 \text{ mm}$

El espesor de la probeta de Calificación debe ser 188 mm para calificar 250 mm.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-403.9

- Para soldaduras con un pase sencillo o con múltiples pases en donde cualquier pase es mayor de 1/2" de espesor, se admite un límite superior en el **espesor de metal base** de 1.1 veces más allá del espesor del cupón de Calificación.

Esta **variable modifica los límites marcados en la Tabla QW-451.1.**

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

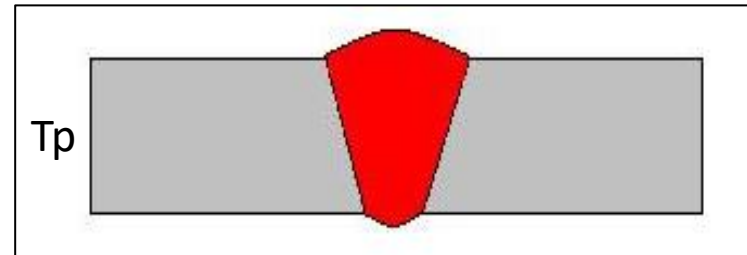
CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

Ejemplo 1:

QW-403.9



1 - $T_p = 35$ mm. Si hay una pasada de $t = 14$ mm $\Rightarrow 5$ mm $\leq T_p \leq 38,5$ mm

2 - $T_p = 45$ mm. Si hay una pasada de $t = 14$ mm $\Rightarrow 5$ mm $\leq T_p \leq 49,5$ mm

3 - $T_p = 45$ mm. Si hay una pasada de $t = 11$ mm $\Rightarrow 5$ mm $\leq T_p \leq 200$ mm

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-403.9

Con que haya una sola pasada que deposite más de 1/2” de espesor, ya cambia el límite superior del intervalo de Calificación.

La razón para esta limitación es que con pasadas de alto espesor **aumenta la extensión y se reduce la resistencia de la zona afectada por el calor.**

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-403.11

Los metales base especificados en el WPS deberán ser calificados por una prueba de Calificación de Procedimiento la cual haya sido hecha usando metales base de acuerdo con la Tabla QW-424.1.

Esta variable establece que los metales base especificados en el WPS tienen que ser calificados y hace referencia a esa Tabla, que suministra una selección de combinaciones de metales base utilizados para el cupón de Calificación (N°s P) y el rango de materiales bases (N°s P) calificados en correspondencia.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-404.4

Un cambio de un N^o F de los Números listados en la **Tabla QW-432** a otro N^o F o a cualquier otro metal de aporte que no esté listado en la **Tabla QW-432**.

Esta también permite el uso de materiales no listados en el Código. “... **cualquier otro metal de aporte** que no esté listado en la **Tabla QW-432**.”

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-404.5

Esta variable, la cual es aplicable solamente a los materiales ferrosos, básicamente establece que un cambio en el N° A encontrado en la Tabla QW-442, obliga a una recalificación del Procedimiento.

La Calificación con N° A 1 califica para N° A 2 y viceversa.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-404.5

También se indica como se determina el N° A en general y para los distintos procesos de soldadura y se establece que en vez de una designación de N° A, puede ser indicado el análisis químico del metal soldado depositado en el WPS y en el PQR.

La designación de la composición química nominal también puede ser referenciada por la Clasificación AWS (excepto la clasificación con sufijo “G”), la designación comercial del fabricante, u otros documentos de suministro establecidos.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-404.30

Un cambio en el espesor del metal soldado depositado más allá del rango calificado en **QW-451** para la Calificación de Procedimiento o **QW-452** para la Calificación de habilidad del Soldador, excepto que los párrafos **QW-303.1** y **QW-303.2** permitan otra cosa.

Cuando un Soldador es calificado usando radiografía, son aplicables los rangos de espesor de la **Tabla QW-452.1(b)**.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

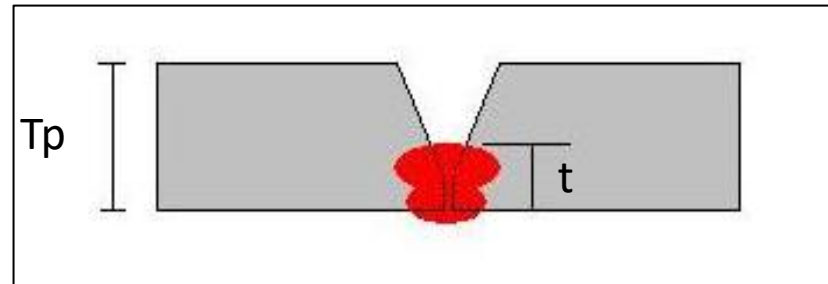
Variables Esenciales para SMAW

QW-404.30

De acuerdo a la **Tabla QW-451.1**:

Si $T_p < 19 \text{ mm}$ $\Rightarrow t_{\text{max}} = 2t$

Ej.: $t = 8 \text{ mm} \Rightarrow t_{\text{max}} = 16 \text{ mm}$
 $t = 18 \text{ mm} \Rightarrow t_{\text{max}} = 36 \text{ mm}$



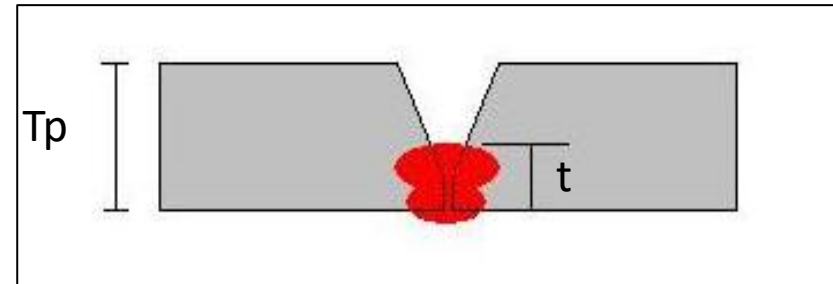
Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-404.30



$19 \leq T_p \leq 150 \text{ mm} \Rightarrow$	$T_p < 38 \text{ mm} \Rightarrow t_{\text{max}} = 2t \text{ si } t < 19 \text{ mm}$
	$T_p = 37 \text{ mm}$
	$\text{Ej.: } t = 17 \text{ mm} \Rightarrow t_{\text{max}} = 34 \text{ mm}$
	$t_{\text{max}} = 2T_p \text{ si } t \geq 19 \text{ mm}$
	$\text{Ej.: } t = 19 \text{ mm} \Rightarrow t_{\text{max}} = 74 \text{ mm}$
	$T_p \geq 38 \text{ mm} \Rightarrow t_{\text{max}} = 2t \text{ si } t < 19 \text{ mm}$
	$T_p = 39 \text{ mm}$
	$\text{Ej.: } t = 17 \text{ mm} \Rightarrow t_{\text{max}} = 34 \text{ mm}$
	$t_{\text{max}} = 200 \text{ mm si } t \geq 19 \text{ mm}$
	$\text{Ej.: } t = 19 \text{ mm} \Rightarrow t_{\text{max}} = 200 \text{ mm}$

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-404.30

Si $T_p > 150 \text{ mm}$

Ej.: $T_p = 180 \text{ mm}$

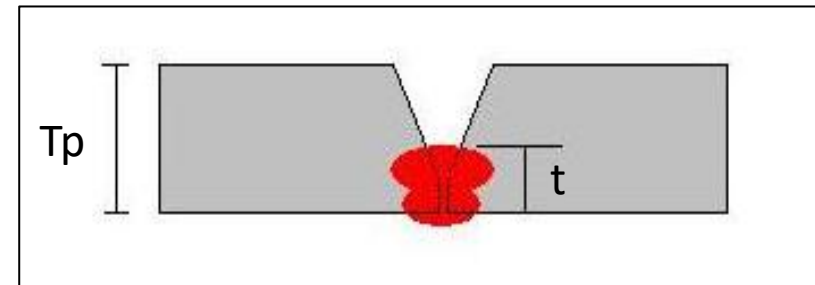


$$t_{\max} = 2t \text{ si } t < 19 \text{ mm}$$

Ej.: $t = 17 \text{ mm} \Rightarrow t_{\max} = 34 \text{ mm}$

$$t_{\max} = 1,33T_p \text{ si } t \geq 19 \text{ mm}$$

Ej.: $t = 19 \text{ mm} \Rightarrow t_{\max} = 239 \text{ mm}$



El rango calificado va desde 5 mm a $1.33T_p$, o sea que llegamos hasta 239 mm.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-406.1

Un descenso de más de 100°F (55°C) en la temperatura de precalentamiento calificada. La **mínima** temperatura para la soldadura deberá ser especificada en el WPS.

Se establece que la mínima temperatura del material de base antes de iniciar el arco tiene que estar indicada en el WPS.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-406.1

El término “temperatura de precalentamiento calificada” significa la temperatura de precalentamiento empleada en la soldadura cupón de prueba que fue medida y documentada en el PQR (es un valor concreto).

La mínima temperatura para la soldadura tiene que estar indicada en el WPS y no puede ser menor que 100°F (55°C) por debajo de la documentada en el PQR.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-406.1

Si la temperatura de precalentamiento en la Calificación fue de 170°C, la T_{min} será:

$$T_{min} = 170 - 55 = 115^{\circ}\text{C}$$

Vale decir que puedo reducir hasta en 55°C la temperatura de precalentamiento utilizada en la Calificación, sin necesidad de recalificar el Procedimiento.

En el WPS se debe indicar:

Temp. de precalentamiento mínima = 115°C.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-407.1

Se requiere un PQR separado para cada una de las siguientes condiciones:

(a) Para materiales con N^os P 1 a 6 y 9 a 15F, si las siguientes condiciones de tratamiento térmico pos-soldadura son aplicables:

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-407.1

1. Sin PWHT;
2. Un PWHT por debajo de la temperatura de transformación inferior;
3. Un PWHT por encima de la temperatura de transformación superior (por ej. normalizado);
4. Un PWHT por encima de la temperatura de transformación superior seguido por un tratamiento térmico por debajo de la temperatura de transformación inferior (por ej. normalizado o templado seguido por un revenido);

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-407.1

5. Un PWHT entre las temperaturas de transformación superior e inferior.
 - (b) Para todos los otros materiales aplican las siguientes condiciones de tratamiento térmico pos-soldadura :
 1. Sin PWHT;
 2. Un PWHT dentro de un rango de temperatura especificado.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

QW-410.64

Para recipientes o partes construidas con materiales base de N^os P 11A y 11B, los chaflanes de soldaduras de ranura para espesores menores a 5/8" (16 mm) deben ser preparados por procesos térmicos cuando los mismos vayan a ser empleados durante la fabricación. Esta preparación debe incluir también el repelado o la remoción de metal de soldadura no sano.

Nota: los aceros clasificados bajo estos N^os P son micro-aleados, con Ni, Cr, Mo, V como elementos de aleación.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales para SMAW

Recordar:

QW-200.2(b) requiere que el PQR terminado tenga documentadas todas las variables esenciales para cada uno de los procesos de soldadura utilizados.

Cuando sea requerida la prueba de impacto, las variables esenciales suplementarias también se convierten en esenciales.

Las variables no esenciales tienen que ser indicadas en el WPS, pero no necesitan ser calificadas o documentadas en el PQR.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

Párrafo	Resumen de la Variable	Variable Suplementaria Esencial
QW-403.5	φ Número del Grupo	X
QW-403.6	T limites para el Impacto	X
QW-404.7	φ Diámetro > ¼" (6 mm)	X
QW-404.12	φ Clasificación AWS	X
QW-406.3	Incremento > 100°F (56°C) en la IP	X
QW-407.2	φ PWHT (Rango de T & T)	X
QW-409.1	> Entrada de Calor	X
QW-409.4	φ Corriente o la Polaridad	X
QW-410.9	φ Múltiple a pasada simple por lado	X

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-403.5

Los WPS deben ser Calificados usando:

- a) el mismo metal de base (incluyendo tipo o grado) a ser empleado en producción.
- b) para materiales ferrosos, un metal de base listado en el mismo N° P y N° de Grupo de la **Tabla QW/QB-422** que el metal de base a ser empleado en producción.
- c) para materiales no ferrosos, un metal de base listado con el mismo N° P y N° UNS de la **Tabla QW/QB-422** que el metal de base a ser empleado en producción.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-403.5

Si hay impacto y tengo calificado material N^o P1 Gr1 con N^o P1 Gr1 no estoy habilitado a soldar material N^o P1 Gr1 con N^o P1 Gr2.

Ej: SA106 Gr A es material N^o P1 Gr1
SA106 Gr C es material N^o P1 Gr2

Si se calificó un Procedimiento con ensayos de impacto en material SA106 Gr A (N^o P1 Gr1) no es aplicable en igual situación a material SA106 Gr C (N^o P1 Gr2).

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-403.5

Para materiales ferrosos de la **Tabla QW/QB-422**, debe realizarse una Calificación de Procedimiento para cada combinación de N° P y N° de Grupo, aún aunque se hayan realizado previamente ensayos de Calificación de Procedimiento para cada uno de los dos metales base soldados con sí mismos.

Ej: Si tengo calificado Gr1/Gr1 y por otro lado Gr2/Gr2 no puedo soportar una Calificación Gr1/Gr2

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-403.5

Sin embargo, si dos o más registros de Calificación tienen las mismas variables esenciales y esenciales suplementarias, aunque los metales base estén asignados a diferentes N° de Grupo dentro de un mismo N° P, la combinación de metales base está calificada.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-403.5

Además, cuando dos metales base de diferente combinación de N° P y N° de Grupo hayan sido calificados usando un cupón sencillo, ese cupón califica la soldadura de aquellos dos metales N° P y N° de Grupo a sí mismos siempre y cuando se usen las otras variables calificadas.

Ej.: Si tengo calificado Gr1/Gr2 puedo soportar calificaciones Gr1/Gr1 y Gr2/Gr2.

Esta variable no aplica cuando la prueba de impacto en la zona afectada por el calor no sea requerida por las otras Secciones del Código.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-403.6

El mínimo espesor de metal base calificado es el espesor del cupón T o 5/8" (16 mm), el que sea menor. Sin embargo, cuando T sea menor de 1/4" (6 mm), el mínimo espesor de metal base calificado es 1/2.T.

Esta limitación no es aplicable cuando un WPS sea calificado con un PWHT encima de la temperatura de transformación superior o cuando un material austenítico o con N° P 10H sea sometido a un recocido de disolución después de soldar.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-403.6

Ej.: $T_p < 16 \text{ mm}$

$T_p = 7 \text{ mm}$: por la **Tabla QW-451.1** el intervalo calificado sería: $1,5 \leq T \leq 14 \text{ mm}$
Aplicando **QW-403.6** el intervalo se transforma en: $7 \leq T \leq 14 \text{ mm}$

$T_p = 15 \text{ mm}$ Por la **Tabla QW-451.1** el intervalo calificado sería: $5 \leq T \leq 30 \text{ mm}$
Aplicando **QW-403.6** el intervalo se transforma en: $15 \leq T \leq 30 \text{ mm}$

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-403.6

Ej.: $T_p \geq 16 \text{ mm}$

$T_p = 18 \text{ mm}$ Por la **Tabla QW-451.1** el intervalo calificado sería: $5 \leq T \leq 36 \text{ mm}$
Aplicando **QW-403.6** el intervalo se transforma en: $16 \leq T \leq 36 \text{ mm}$

$T_p = 38 \text{ mm}$ Por la **Tabla QW-451.1** el intervalo calificado sería: $5 \leq T \leq 200 \text{ mm}$
Aplicando **QW-403.6** el intervalo se transforma en: $16 \leq T \leq 200 \text{ mm}$

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-403.6

Ej.: $T_p < 6 \text{ mm}$

$T_p = 5 \text{ mm}$ Por la **Tabla QW-451.1** el intervalo calificado sería: $1,5 \leq T \leq 10 \text{ mm}$

Aplicando **QW-403.6** el intervalo se transforma en: $2,5 \leq T \leq 10 \text{ mm}$

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-403.6

En todos los casos se puede ver que la diferencia con lo indicado en la **Tabla QW-451.1** es en los **valores mínimos** del intervalo de Calificación (**se aumentan**).

La resistencia al impacto tiene que ver directamente con la estructura metalográfica. Un material con tamaño de grano grande tiene menor resistencia al impacto que otro de grano fino.

Por esta razón, como la soldadura en un material de menor espesor se enfría más lentamente, habrá tamaños de granos mayores, reduciendo la resistencia al impacto.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-404.7

Un cambio en el diámetro nominal del electrodo por encima de 1/4" (6 mm).

Esta limitación no es aplicable cuando un WPS sea calificado con un PWHT encima de la temperatura de transformación superior o cuando un material austenítico sea sometido recocido de disolución después de soldar.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-404.12

Un cambio en la Clasificación del metal de aporte dentro de una Especificación SFA o un cambio en la marca comercial de un metal de aporte que no está cubierto por una Especificación SFA, o que tenga sufijo “G”.

Cuando un metal de aporte está conforme a una Clasificación de una Especificación SFA, excepto para la **Clasificación con sufijo “G”**, no se requiere la recalificación si se hace un cambio de cualquiera de las maneras siguientes:

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-404.12

- a) De un metal de aporte que sido designado como resistente a la humedad a otro que no ha sido designado como resistente a la humedad y viceversa (p.ej. de E7018R a E-7018).
- b) De un nivel de hidrógeno difusible a otro (p.ej. E-7018-H8 a E-7018-H16).
- c) Para metales de aporte de acero al carbono, bajamente aleados y acero inoxidable que tengan la misma resistencia mínima a la tracción y la misma composición química nominal, un cambio de un recubrimiento de bajo hidrógeno a otro tipo de recubrimiento de bajo hidrógeno (por ej. un cambio entre las clasificaciones EXX15, 16 0 18 o EXX15, 16 o 17).

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-404.12

- d) De una designación para la forma de uso y la posición a otra para los alambres tubulares (p.ej. un cambio desde E70T-1 a E71T-1 o viceversa).
- e) De una Clasificación que requiera prueba de impacto a la misma Clasificación que tenga un sufijo que indique que la prueba de impacto se efectuó a una temperatura más baja o que exhibe una mayor tenacidad a la temperatura requerida o ambos, comparándolo a la Clasificación usada durante la Calificación del Procedimiento (p.ej. un cambio de E-7018 a E-7018-1).

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-404.12

- f) De la Clasificación calificada a otro metal de aporte dentro de la misma Especificación SFA cuando el metal soldado está exceptuado de pruebas de impacto por las otras Secciones del Código.

Esta exención no aplica a “overlays” para resistencia a corrosión o desgaste.

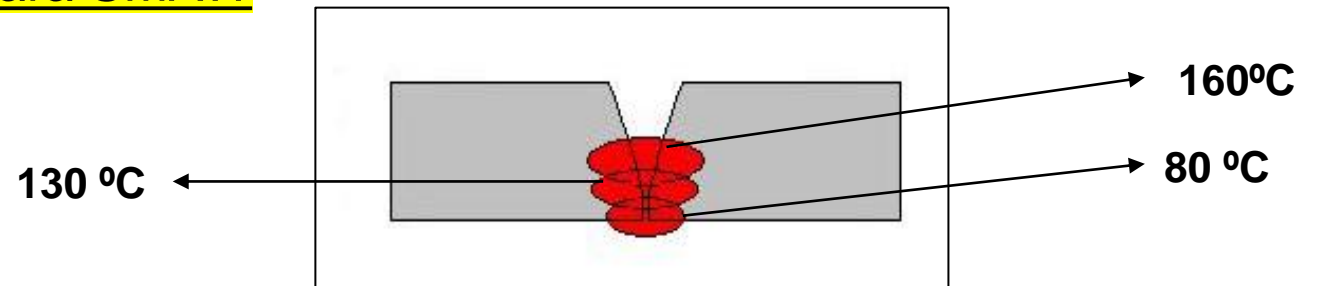
Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-406.3



Un incremento en más de 100°F (55°C) en la máxima temperatura entre pases registrada en el PQR.

Esta limitación no es aplicable cuando un WPS sea calificado con un PWHT encima de la temperatura de transformación superior o cuando un material austenítico o con N° P 10H sea sometido a un recocido de disolución después de soldar.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-406.3

La temperatura entre pasadas se toma antes de comenzar la pasada siguiente. Por ej.: hago la primera pasada y antes de iniciar la segunda registro la temperatura.

Si en la Calificación se ha tomado una temperatura entre pasadas de 160°C, en el caso que haya requisitos de impacto, puedo incrementar hasta 55°C, o sea:

$$T_{ep} = 160 + 55 = 215^{\circ}\text{C}$$

En el WPS se indica la temperatura máxima permitida que es 215°C.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-407.2

Un cambio en los rangos de temperatura y tiempo del PWHT.

La prueba de Calificación del Procedimiento deberá ser sujeta a un PWHT esencialmente equivalente al realizado en la fabricación de las soldaduras de producción, incluyendo al menos el 80% del tiempo(s) total a la temperatura(s) correspondiente. El tiempo (s) total a temperatura (s) del PWHT puede ser aplicado en un ciclo de calentamiento.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-407.2

Ej.: se supone que debo realizar una Calificación con material de espesor $T_p=1''$ (25 mm) con N° P 1.

Según ASME VIII Div.1 (**Tablas UCS-56**), se requiere un PWHT a 600°C durante 1 hora.

Con ese cupón, el intervalo de Calificación es:

$$16 \leq T \leq 50 \text{ mm}$$

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-407.2

Si en particular, trabajo en producción con $T=50$ mm, se debe hacer un PWHT a 600°C durante 2 horas.

El punto **QW-407.2** establece que el PWHT en la probeta de Calificación de Procedimiento debe estar al menos el 80% del tiempo empleado en producción.

Significa que el cupón debió haber sido mantenido a 1,6 hs a 600°C .

No alcanza con 1 hr cuando hay impacto.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-409.1

Un incremento en el aporte térmico, o un incremento en el volumen de metal soldado por unidad de longitud de soldadura, respecto a lo calificado. El incremento puede ser medido por cualquiera de los siguientes métodos:

a) Aporte térmico (J/pulg):

$$H.I. = \frac{V \times I \times 60}{v(pu\ lg . / min .)}$$

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-409.1

(b) El volumen de metal soldado medido por:

1. un incremento en el tamaño del cordón soldado;
2. un descenso en la longitud del cordón soldado por unidad de longitud del electrodo.

El requisito de medir el aporte térmico o el volumen del metal soldado depositado no es aplicable cuando el WPS sea calificado con un PWHT encima de la temperatura de transformación superior o cuando un material austenítico sea sometido a un recocido de disolución después de soldar.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-409.1

Se registra el máximo aporte térmico producido durante la Calificación y no debe ser superado en las soldaduras de producción.

En el WPS debe indicarse el Q_{max} (calor aportado máximo).

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-409.4

Un cambio de AC a DC, o viceversa; y en la soldadura DC, un cambio de electrodo negativo (polaridad directa) a electrodo positivo (polaridad reversa), o viceversa.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

QW-410.9

Un cambio de múltiple pase por lado a pase sencillo por lado.

Esta limitación no es aplicable cuando un WPS es calificado con un PWHT encima de la temperatura de transformación superior o cuando un material austenítico o con N° P 10H sea sometido a un recocido de disolución después de la soldadura.

En este caso, cambiar de pasadas múltiples a simple por lado implica la necesidad de Recalificar el Procedimiento.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables Esenciales Suplementarias para SMAW

Recordar:

Las variables esenciales suplementarias sólo deben ser consideradas cuando se requiera prueba de impacto en la Calificación del Procedimiento de Soldadura por alguna otra Sección del Código.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

Párrafo	Resumen de la Variable	Variable No Esencial
QW-402.1	ϕ en el Diseño de la Ranura	X
QW-402.4	- Respaldo	X
QW-402.10	ϕ en el Espaciamiento de la Raíz	X
QW-402.11	\pm Retenedores	X
QW-404.6	ϕ en el Diámetro del electrodo	X
QW-404.33	ϕ Clasificación AWS	X
QW-405.1	+ Posición	X
QW-405.3	Soldadura vertical	X
QW-406.2	ϕ Mantenim. del precalentamiento	X
QW-409.4	ϕ Corriente o polaridad	X

Párrafo	Resumen de la Variable	Variable No Esencial
QW-409.8	ϕ Rango de I & E	X
QW-410.1	ϕ Recto / oscilado	X
QW-410.5	ϕ Método de limpieza	X
QW-410.6	ϕ Método de Sanear la raíz	X
QW-410.9	ϕ Multi-pase a pase sencillo	X
QW-410.25	ϕ Manual o automático	X
QW-410.26	\pm Martillado	X

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-402.1

Un cambio en el tipo de ranura (ranura en V, ranura en U, bisel sencillo, doble bisel, etc.)

Esta variable puede ser relacionada en forma tan amplia o estricta como se quiera. Los diseños de las juntas indicados en el WPS son los principales que van a ser usados e incluso se puede indicar “según plano” (“see manufacturing drawings”).

Siguiendo el criterio de brindar mayor información al Soldador, pueden escribirse distintas revisiones del WPS para mostrar el diseño de junta a aplicar. **Esto no implica la necesidad de recalificar.**

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-402.4

La eliminación del respaldo en soldaduras de ranura con bisel sencillo. Las soldaduras de ranura soldadas por ambos lados son consideradas con respaldo.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-402.4

Las soldaduras de filete, soldaduras de penetración parcial y el uso de anillos de respaldo o insertos se consideran también soldaduras con respaldo.

No confundir: el uso de un gas de respaldo no se considera soldadura con respaldo.

El respaldo se define en la Sección IX (Parte QW: “General Requirements”) como un material colocado en la raíz de una junta soldada con el propósito de soportar el metal soldado fundido.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-402.10

Un cambio en la luz de raíz especificada.

Se puede establecer la luz de raíz tan ancha o tan angosta como se desee, siempre y cuando el valor seleccionado sea justificable considerando “buenas prácticas”. Es muy importante comunicarse con el Personal que efectúa la soldadura para coordinar con ellos estas dimensiones.

Es también muy importante suministrar una tolerancia; un ejemplo de una luz de raíz típica puede ser $1/8" \pm 1/16"$.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-402.11

La adición o eliminación de retenedores o espaciadores no metálicos o retenedores metálicos no fusibles.

Esta una variable usualmente despreciada debido a que estos retenedores no son empleados comúnmente en Procedimientos de soldadura. Esta es, sin embargo, una variable no esencial y así pues tiene que ser mencionada. La manera más fácil para indicarla es una frase simple que establezca que no se usan retenedores.. Si se usan, deben ser especificados apropiadamente.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-404.33

Un cambio en la Clasificación del metal de aporte dentro de una Especificación SFA o si no es conforme a una Clasificación dentro de una Especificación SFA, un cambio en el nombre comercial del Fabricante del metal de aporte.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-405.1

La adición de otras posiciones de soldadura diferentes a las realmente utilizadas en la Calificación. Recordar: **QW-120** (soldaduras en ranura), **QW-130** (soldaduras en filete), **QW-203** y **QW-303**.

Esta variable debe ser establecida de una manera realista. Por ejemplo, no se podría decir todas las posiciones para la soldadura de arco sumergido. También, se debe poner atención a las recomendaciones dadas en la Sección II, Parte C relativas a los electrodos y restricciones en posición.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-405.1

No obstante, esta es una variable muy “potente”, pues permite que un WPS que haya sido calificado en una determinada posición, pueda ser empleado en otra diferente. Esto es lo que se explicita en **QW-203**.

Otros Códigos, consideran que la posición de soldadura es una variable esencial para la Calificación de un Procedimiento

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-405.3

Un cambio de ascendente a descendente, o de descendente a ascendente, en la progresión especificada para cualquier pase en la soldadura vertical, excepto para el pase “estético” de terminación (“wash pass”) que puede ser ejecutado indistintamente en progresión ascendente o descendente.

Esto último también aplica al pase de raíz en la medida que sea removido hasta encontrar metal sano en la preparación para la soldadura del lado opuesto.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-406.2

Un cambio en el mantenimiento o reducción del precalentamiento hasta completar la soldadura antes de cualquier tratamiento térmico pos-soldadura (PWHT) requerido.

En la medida que la soldadura se someta a un PWHT, las características mencionadas acerca del precalentamiento, no son relevantes.

Si el PWHT no fuera un requisito, es notorio que como ya se vio, el precalentamiento debe realizarse dentro de los límites establecidos.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-409.4

Nota: Es también una Variable Suplementaria Esencial

Un cambio de AC a DC, o viceversa; y en la soldadura por DC, un cambio de polaridad directa a polaridad reversa, o viceversa.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-409.8

Un cambio en el rango de amperaje, o excepto para la soldadura SMAW y GTAW, un cambio en el rango de voltaje. Un cambio en el rango de la velocidad de alimentación del alambre puede ser usado como una alternativa para el cambio de amperaje.

La aplicación de esta variable podría depender del proceso y el equipo disponible y estos necesitarían ser considerados.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-410.1

Para soldadura manual o semi-automático, un cambio de la técnica de cordón recto a la técnica de cordón “oscilado”, o viceversa.

Esta es una variable bastante directa. Generalmente se relaciona por una frase simple: “se permiten cordones rectos u “oscilados”.

Puede ser deseable, sin embargo, establecer un cierto control. Por ejemplo, usted puede querer restringir el cordón oscilado al pase final o de presentación.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-410.5

Un cambio en el método de la limpieza inicial y entre pases (cepillado, esmerilado, etc.)

Esta es otra variable directa, aunque es usualmente despreciada. Cuando se indique esta variable, se necesita estar seguro de **haber incluido todos los métodos** que se puedan usar.

También se necesita considerar cosas tales como prohibir el uso de cepillos de acero al carbón en aceros inoxidable, etc.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-410.6

Un cambio en el método de saneado de la raíz (repelado).

Al igual que en el caso de la limpieza, es buena idea incluir todas las opciones posibles. En caso contrario, si por ej. se indica específicamente “arc-air”, luego se debe asumir que el saneado de raíz por este método debe ser utilizado en todos los casos.

Eventualmente se podría establecerse “cuando se requiera” (“as required”): de esta forma lo estamos presentando simplemente como una opción, sin ni siquiera indicar opciones.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-410.9

Nota: Es también una Variable Suplementaria Esencial

Un cambio de pase múltiple por lado a pase sencillo por lado.

Esta limitación no es aplicable cuando un WPS es calificado con un PWHT encima de la temperatura de transformación superior o cuando un material austenítico o con N° P 10H es sometido a un recocido de disolución después de la soldadura.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-410.25

Un cambio de soldadura manual o semiautomática a soldadura mecanizada o automática y viceversa.

Esta es otra variable claramente dependiente del equipo de soldadura utilizado.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

QW-410.26

La adición o eliminación del martillado (“peening”)

Esta es también una variable usualmente despreciada.

La razón por la cual no es tomada en cuenta es porque se emplea en situaciones muy específicas; sin embargo, debe indicarse en el WPS

Si se elige permitir el martillado, el WPS tiene que describir su uso.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA SMAW

Variables No Esenciales para SMAW

Recordar:

Las variables no esenciales, aunque no requieren Calificación, tienen que ser incluidas en el WPS.

Debido a que éstas son “no esenciales”, existe alguna tendencia a no darles una consideración seria.

Sin embargo, debe tenerse presente que un WPS es un Procedimiento para ejecutar una soldadura y todas las variables tienen que ser respetadas.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW-FCAW

Se analizarán a continuación las variables esenciales que tienen que ser tomadas en cuenta en la elaboración de un Procedimiento de Soldadura por procesos GMAW o FCAW. Por razones de tiempo, no se analizarán las variables suplementarias esenciales y no esenciales.

La intención es mostrar que hay una serie de variables comunes con el proceso SMAW analizado anteriormente, y aparecen otras diferentes propias de estos procesos. Estas últimas serán las que comentaremos a continuación.

Estas variables están listadas en la [Tabla QW-255](#)

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW-FCAW

Variables Esenciales para GMAW-FCAW

Párrafo	Resumen de la Variable
QW-403.8	ϕ T calificado
QW-403.9	τ pasada >1/2" (13 mm)
QW-403.10	Límites T (arco corto circuito)
QW-403.11	ϕ N° P calificado
QW-403.13	ϕ N° P 5/9/10
QW-404.4	ϕ Número F
QW-404.5	ϕ Número A
QW-404.23	ϕ Forma metal aporte
QW-404.24	$\phi \pm$ Aporte suplementario
QW-404-27	ϕ Elementos aleación

Párrafo	Resumen de la Variable
QW-404.30	ϕ t
QW-404.32	Límites de t (arco corto circuito)
QW-406.1	Decrecimiento > 100°F (55°C)
QW-407.1	ϕ PWHT
QW-408.2	ϕ Gas simple, mezcla o %
QW-408.9	- Respaldo o f comp.
QW-408.10	ϕ Protección o "trailing"
QW-409.2	ϕ Modo de transferencia
QW-410.64	Uso de procesos térmicos

 Variable ya vista en SMAW

 Variable nueva

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW-FCAW

Variables Esenciales para GMAW-FCAW

QW-403.10

Para el modo de **transferencia por corto-circuito** de estos procesos, cuando el espesor del cupón de Calificación es menor que 1/2" (13 mm), se califica un espesor de 1.1 veces el del cupón. Para espesores mayores o iguales a 1/2" (13 mm) aplican las **Tablas QW-451.1** o **QW-451.2**.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW-FCAW

Variables Esenciales para GMAW-FCAW

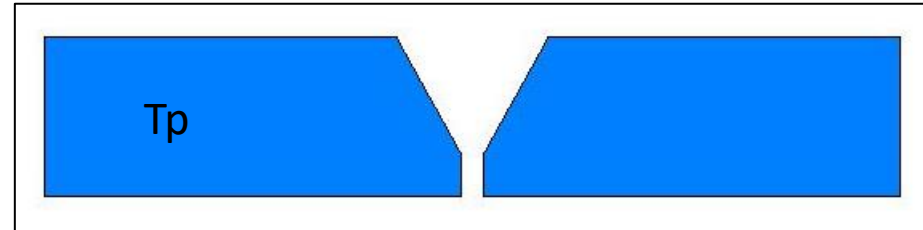
QW-403.10

$T_p < 13 \text{ mm}$

Ej.: $T_p = 6 \text{ mm} \Rightarrow 1,6 \leq T \leq 6,6 \text{ mm}$
 $T_p = 12 \text{ mm} \Rightarrow 5 \leq T \leq 13,2 \text{ mm}$

$T_p \geq 13 \text{ mm}$

Ej.: $T_p = 14 \text{ mm} \Rightarrow 5 \leq T \leq 28 \text{ mm}$
 $T_p = 38 \text{ mm} \Rightarrow 5 \leq T \leq 200 \text{ mm}$



Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW-FCAW

Variables Esenciales para GMAW-FCAW

QW-403.10

Este párrafo supone que para espesores de hasta un 10% mayores al del cupón de Calificación, en general no se tomarán precauciones especiales, más allá de las asumidas en la propia Calificación. En cambio, para espesores mayores, se tendrán cuidados especiales y por lo tanto se permiten los límites indicados en las Tablas.

Nota: hay que tener cuidado, pues no se puede asociar en forma inevitable la transferencia por corto-circuito con la ocurrencia de falta de fusión en la soldadura. Sin dudas que es un riesgo a considerar, pero no una consecuencia inevitable.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW-FCAW

Variables Esenciales para GMAW-FCAW

QW-404.23

Un cambio de una de los siguientes formas de metal de aporte a otra:

- a) “bare”: alambre sólido o “metal cored”
- b) “flux cored” alambre tubular
- c) “flux coated”: alambre sólido o “metal cored”
- d) “powder”: polvo

Esta variable refiere a que si cambia la forma del aporte, se deberá recalificar el Procedimiento.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW-FCAW

Variables Esenciales para GMAW-FCAW

QW-404.23

Nota: Esto es justamente lo que diferencia los procesos GMAW y FCAW

La Tabla QW-255 tiene exactamente las mismas variables (esenciales, esenciales suplementarias y no esenciales) para ambos procesos, pero específicamente la forma del consumible es el factor que los distingue.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW-FCAW

Variables Esenciales para GMAW-FCAW

QW-404.24

La adición, eliminación o cambio de más de 10% en el volumen de metal de aporte suplementario.

Se refiere a aporte adicional “frío”, que se agrega eventualmente al aporte del alambre convencional.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW-FCAW

Variables Esenciales para GMAW-FCAW

QW-404.27

Cuando el contenido de aleación del metal de soldadura es básicamente dependiente de la composición del aporte suplementario (incluyendo polvo, en el proceso PAW), cualquier cambio en cualquier parte del Procedimiento de Soldadura que pueda producir modificaciones en el tenor de los elementos de aleación principales en el metal de soldadura, fuera del rango especificado en el WPS.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW-FCAW

Variables Esenciales para GMAW-FCAW

QW-404.32

En el caso de transferencia por corto-circuito, cuando el espesor del metal de soldadura depositado es menor a 1/2" (13 mm), se admite un incremento en el espesor de metal de soldadura depositado 1.1 veces mayor al obtenido en la Calificación.

Para espesores de metal depositado mayores o iguales a 1/2" (13 mm), aplican las **Tablas QW-451.2** o **QW-451.1** según corresponda.

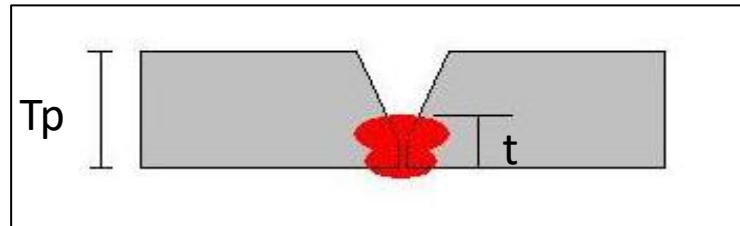
Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW-FCAW

Variables Esenciales para GMAW-FCAW

QW-404.32



Es muy similar al punto **QW-403.10** aplicable al metal de base; en este caso aplica al metal de aporte, en la cantidad de pasadas que se considere.

Si $t < 13 \text{ mm} \Rightarrow t_{\text{max}} \leq 1,1 t_{\text{dep}}$

Si $t \geq 13 \text{ mm} \Rightarrow t_{\text{max}}$ surge de las **Tablas QW-451.1, QW-451.2, QW-452.1(a), QW-452.1(b)**

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW-FCAW

Variables Esenciales para GMAW-FCAW

QW-408.2

Se requiere Calificar un nuevo Procedimiento cuando se presenta alguna de las siguientes condiciones:

- a) un cambio de un gas de protección simple a otro.
- b) un cambio de un gas de protección simple a una mezcla de gases o viceversa.
- c) un cambio en la composición porcentual de los gases que componen una mezcla.
- d) la adición u omisión de gas de protección.

Se puede emplear la Clasificación AWS SFA 5.32 para especificar la composición del gas de protección.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW-FCAW

Variables Esenciales para GMAW-FCAW

QW-408.9

Para soldaduras en ranura en materiales con N^os P 41 a 49 y todas las soldaduras en materiales con N^os P 10I, 10J, 10K, N^os P 51 a 53 y N^os P 61 y 62, la eliminación de gas de respaldo o un cambio en la composición nominal del gas de respaldo desde inerte a una mezcla que incluya gas(es) no inertes.

**Nota: este párrafo aplica para los materiales base indicados, que no son de uso habitual.
Su objeto es el gas de respaldo.**

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW-FCAW

Variables Esenciales para GMAW-FCAW

QW-408.10

Para materiales con N^os P 10I, 10J, 10K, N^os P 51 a 53 y N^os P 61 y 62, la eliminación de gas de “arrastre” o un cambio en la composición nominal del gas de “arrastre” desde inerte a una mezcla que incluya gas(es) no inertes, o una disminución de 10% o más en el caudal de protección.

Nota: este párrafo aplica para los materiales base indicados, que no son de uso habitual (el grupo de materiales es aún más restrictivo que en el **párrafo QW-408.9**)

Su objeto es el gas de “arrastre”.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW-FCAW

Variables Esenciales para GMAW-FCAW

QW-408.9 y QW-408-10

En ambos párrafos se trata de aleaciones Cr-Ni-Mo, aleaciones de Ti, aleaciones de Zr que son especialmente reactivas, por lo cual un cambio en la protección gaseosa en la raíz (**QW-408.9**) o en el “arrastre” (**QW-408.10**) obliga a recalificar el Procedimiento de Soldadura.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW-FCAW

Variables Esenciales para GMAW-FCAW

QW-409.2

Un cambio en el modo de transferencia desde “spray”, globular o pulsado a corto-circuito o viceversa.

Dadas las características particulares del modo de transferencia por corto-circuito, y las limitaciones que ocasiona, se debe controlar cuando se cambia desde o hacia ella.

Sección IX – Artículo II: Calificaciones de Procedimientos de Soldadura

CALIFICANDO UN WPS

LAS VARIABLES DE SOLDADURA PARA GMAW-FCAW

Variables Esenciales para GMAW-FCAW

Recordar:

QW-200.2(b) requiere que el PQR terminado tenga documentadas todas las variables esenciales para cada uno de los procesos de soldadura utilizados.

Cuando sea requerida la prueba de impacto, las variables esenciales suplementarias también se convierten en esenciales.

Las variables no esenciales tienen que ser indicadas en el WPS, pero no necesitan ser calificadas o documentadas en el PQR.

Bibliografía

- Section IX: ASME Boiler and Pressure Vessel Code – Article I, Article II, Article IV.

¡Muchas gracias!

