

**ELABORACIÓN DE WPSs, PQRs Y WPQ PARA LA EMPRESA CHÍA  
PEÑALOSA INGENIERÍA**

**RICARDO BYRON GALLEGO LOZANO  
C.C. N. 7.174.905**

**UNIVERSIDAD LIBRE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN SOLDADURA  
BOGOTÁ, AGOSTO DE 2014**

**ELABORACIÓN DE WPSs, PQRs Y WPQ PARA LA EMPRESA CHÍA  
PEÑALOSA INGENIERÍA**

**RICARDO BYRON GALLEGO LOZANO  
C.C.N. 7.174.905**

**Proyecto de grado para optar al título de ESPECIALISTA EN  
SOLDADURA**

**Asesor  
MSc. VÍCTOR RUÍZ**

**UNIVERSIDAD LIBRE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN SOLDADURA  
BOGOTÁ, AGOSTO DE 2014**

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	10
2. JUSTIFICACIÓN.....	11
3. OBJETIVOS.....	12
3.1 Objetivo general.....	12
3.2 Objetivos específicos .....	12
4. ANTECEDENTES .....	13
5. MARCO CONCEPTUAL.....	14
5.1 PROCESO DE SOLDADURA SEGÚN LA NORMA AWS A3.0M/A3.0:2010 .....	14
5.2 TERMINOS Y DEFINICIONES SEGÚN LA NORMA AWS A3.0M/A3.0:2010 .....	14
5.2.1 Junta.....	14
5.2.1.1 Junta a tope. ....	14
5.2.1.2 Otros tipos de juntas. ....	15
5.2.2 Soldadura De Ranura .....	15
5.2.2.1 Ranura en bisel sencillo.....	15
5.2.2.2 Otros tipos de ranura.....	16
5.2.2.3 Cara de la ranura. ....	17
5.2.2.4 Ángulo de ranura. ....	17
5.2.3 Raíz de la junta. ....	18

5.2.4	Apertura de raíz. ....	19
5.2.5	Cara de la raíz.....	19
5.2.6	Saneamiento de raíz .....	20
5.2.7	Metal base .....	20
5.2.8	Metal de aporte .....	20
5.2.9	Temperatura de precalentamiento .....	20
5.2.10	Temperatura entre pases .....	20
5.2.11	Posiciones de uniones soldadas de ranura en lámina.....	20
5.2.12	WPS (Welding Procedure Specification). ....	21
5.2.13	Calificación de WPS. ....	21
5.2.14	WPQR (Welding Procedure qualification record).....	22
5.2.15	Soldador. ....	22
5.2.16	Elemento soldado.....	22
5.2.17	Certificación del soldador. ....	22
6.	METODOLOGÍA .....	23
6.1	EXIGENCIAS DEL CONTRATANTE.....	23
6.2	ESPECIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA .....	23
6.3	VARIABLES ESENCIALES Y NO ESENCIALES EN LA CALIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA. ....	25
6.3.1	Variables esenciales en el procedimiento de soldadura. ....	25
6.3.1.1	Espesor empleado para la calificación de los procedimientos y rango de espesores calificados.....	25
6.3.1.2	Junta a ser soldada. ....	26

6.3.1.3	Proceso de soldadura.....	26
6.3.1.4	Metal de aporte.....	26
6.3.1.5	Diámetro del electrodo.....	27
6.3.1.6	Amperaje.....	27
6.3.1.7	Tipo de corriente.....	28
6.3.1.8	Posiciones de soldadura.....	28
6.3.1.9	Metal base.....	29
6.3.1.10	Tipo de ranura.....	29
6.3.1.11	Geometría de la junta.....	29
6.3.1.12	Sanearamiento de raíz.....	29
6.3.2	Variables no esenciales.....	29
6.3.2.1	Técnica de soldeo.....	30
6.3.2.2	Número de pases.....	30
6.3.2.3	Secuencia de pases.....	30
6.3.2.4	Velocidad de avance.....	30
6.4	FORMATOS WPS Y PQR.....	31
6.5	MATERIA EMPLEADO PARA LA ELABORACIÓN DE LOS CUPONES DE PRUEBA.....	31
6.6	CUPONES DE PRUEBA.....	31
6.7	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.....	32
6.8	ESPECÍMENES DE PRUEBA.....	32
6.9	ENSAYOS MECÁNICOS.....	34
6.10	RE-ENSAYO.....	35

6.11	CALIFICACIÓN DEL SOLDADOR .....	35
7.	RESULTADOS.....	37
8.	CONCLUSIONES.....	40
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	42

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Junta a tope .....	15
Figura 2. Ranura en bisel sencillo .....	16
Figura 3. Cara de la ranura y cara de la raíz .....	17
Figura 4. Ángulo de ranura y apertura de raíz.....	18
Figura 5. Raíz de la junta .....	19
Figura 6. Posiciones de uniones soldadas de ranura en láminas.....	21

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Perfiles estructurales.....	24
Tabla 2. Especificaciones del electrodo E6010 y E7018-1 .....	27
Tabla 3. Posiciones calificadas para procedimientos de soldadura de producción en lámina .....	28
Tabla 4. Número y tipo de especímenes de prueba y rango de espesores calificados .....	33
Tabla 5. Especímenes de prueba .....	34
Tabla 6. Especímenes para re-ensayo.....	35
Tabla 7. Inspección visual cupón de prueba 2G.....	37
Tabla 8. Inspección visual cupón de prueba 3G.....	37
Tabla 9. Prueba radiográfica para cupón de prueba 2G .....	38
Tabla 10. Prueba radiográfica para cupón de prueba 3G.....	38
Tabla 11. Ensayos mecánicos .....	39



## **INTRODUCCIÓN**

Las calificaciones de los procedimientos de soldadura y las calificaciones del soldador, le permiten a las empresas disminuir costos asociados a fallas en el proceso de fabricación de sus estructuras; así como, garantizar la sanidad de la misma una vez hayan sido construidas.

La empresa CHÍA PEÑOLASA INGENIERÍA, es una empresa dedicada a la construcción de edificaciones civiles y montajes industriales. Con la elaboración de este trabajo se logró realizar la calificación de los procedimientos de soldadura para esta empresa; así como dejar calificado el soldador que realizó de manera satisfactoria dicha calificación.

Los procedimientos aquí calificados se elaboraron bajo en empleo de la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La empresa CHÍA PEÑALOSA INGENIERÍA, no cuenta con calificaciones para sus procedimientos de soldadura; tampoco cuenta con soldadores que hayan sido calificados para la realización de dichos procedimientos. Esto, la ha llevado a incurrir en costos elevados derivados de procedimientos inadecuados, trabajos mal realizados, perdida injustificada de tiempo, cotizaciones por debajo del valor real; además, de la pérdida de contratos debido a las exigencias de este tipo de calificaciones en el mercado.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La elaboración de WPSs, PQRs y WPQ para la empresa CHÍA PEÑALOSA INGENIERÍA, es de suma importancia desde 3 aspectos claves: 1. Ahorrar en costos, causados por el rechazo o reparación de las uniones soldadas mal elaboradas, 2. Garantizar condiciones de seguridad para las personas que van a hacer uso de las estructuras fabricadas y 3. Mayor competitividad, a partir, de aumentar la posibilidad de obtener más contratos, lo que le permitirán a la empresa generar mayores ingresos.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Elaborar WPSs, PQRs y WPQ para la empresa CHÍA PEÑALOSA INGENIERÍA, bajo la norma AWS D1.1/1.1M:2010.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Establecer las variables esenciales y no esenciales para la calificación de los procedimientos de soldadura para la empresa CHÍA PEÑALOSA INGENIERÍA, bajo la norma AWS D1.1/1.1M:2010.
- Caracterizar la calidad de los cupones de prueba elaborados para la calificación de los procedimientos de soldadura, mediante la fabricación de los especímenes de prueba y la realización de los ensayos no destructivos y mecánicos para la empresa CHÍA PEÑALOSA INGENIERÍA, bajo la norma AWS D1.1/1.1M:2010.

#### **4. ANTECEDENTES**

Empresas colombianas y del exterior como ECOPEPETROL, MONTAJES JM, MONTAJES MORELCO entre muchas otras, en la actualidad cuentan con procedimientos de soldaduras calificados así como, soldadores calificados para realizar dichos procedimientos. Todo esto, debido a las exigencias del mercado por la necesidad de garantizar la integridad de las estructuras fabricadas.

La empresa CHÍA PEÑALOSA INGENIERÍA, es una empresa creada en el 2011 dedica a la elaboración de estructuras metálicas en la construcción de edificaciones civiles y montajes industriales. Esta empresa, nunca ha calificado los procedimientos de soldadura que emplea para elaborar sus estructuras; ni tampoco, ha calificados a los soldadores que la empresa utiliza para realizar dichos procedimientos.

## **5. MARCO CONCEPTUAL**

### **5.1 PROCESO DE SOLDADURA SEGÚN LA NORMA AWS A3.0M/A3.0:2010**

Es un proceso de unión que produce coalescencia de materiales por calentamiento de estos a la temperatura de soldadura, con o sin la aplicación de presión o por la aplicación de presión solamente, y con o sin el metal de aporte.

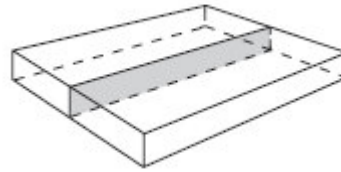
### **5.2 TERMINOS Y DEFINICIONES SEGÚN LA NORMA AWS A3.0M/A3.0:2010**

**5.2.1 Junta.** Ensamble de miembros o los bordes de los miembros que se han unido o deben ser unidos.

**5.2.1.1 Junta a tope.** Una junta entre dos miembros alineados aproximadamente en el mismo plano.

En la Figura 1, se da a conocer un dibujo esquemático de una junta a tope.

Figura 1. Junta a tope



Fuente (AWS, 2001)

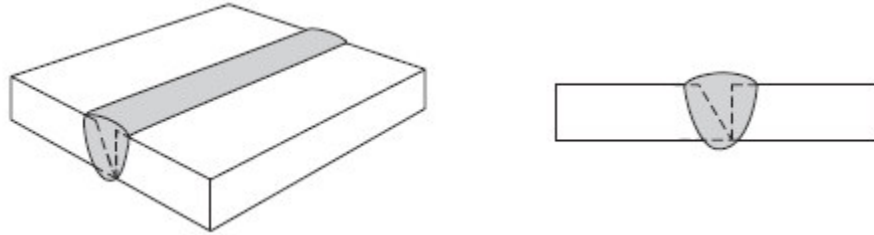
**5.2.1.2 Otros tipos de juntas.** Otros tipos de juntas que deben ser tenidos en cuenta para procedimientos de soldadura son las siguientes:

- Junta en esquina
- Junta en T
- Junta en traslape
- Junta de borde
- Junta en pestaña
- Junta empalmada

**5.2.2 Soldadura De Ranura.** Una soldadura en una ranura soldada sobre la superficie de una pieza de trabajo, entre los bordes de la pieza de trabajo, entre las superficies de la pieza de trabajo, o entre los bordes de la pieza de trabajo y la superficie.

**5.2.2.1 Ranura en bisel sencillo.** En la figura 2, se da a conocer una ilustración de un junta en ranura en bisel sencillo

Figura 2. Ranura en bisel sencillo



Fuente (AWS, 2001)

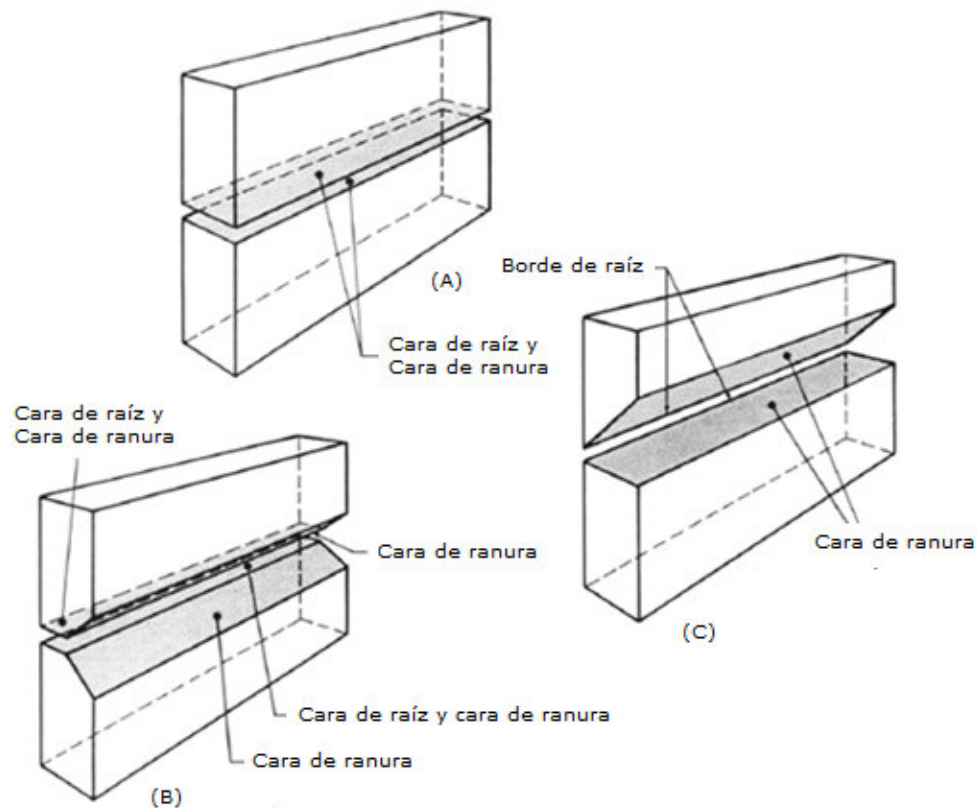
**5.2.2.2 Otros tipos de ranura.** Otros tipos de ranuras que deben ser tenidos en cuenta para procedimientos de soldadura son las siguientes:

- Soldadura de ranura cuadrada sencilla
- Soldadura de ranura en V sencilla
- Soldadura de ranura en V sencilla con respaldo
- Soldadura de ranura en V sencilla sobre una superficie
- Soldadura de ranura en J sencilla
- Soldadura de ranura en U sencilla
- Soldadura de ranura en bisel ensanchado sencillo
- Soldadura de ranura en V ensanchada sencilla
- Soldadura de ranura cuadrada doble
- Soldadura de ranura en bisel doble
- Soldadura de ranura en V doble
- Soldadura de ranura en J doble con respaldo
- Soldadura de ranura en U doble
- Soldadura de ranura en bisel ensanchado doble
- Soldadura de ranura en V ensanchada doble



**5.2.2.3 Cara de la ranura.** Cualquier superficie en una soldadura de ranura antes del procedimiento de soldadura. En la Figura 3, se da a conocer un dibujo de la cara de la ranura y de cara de la raíz.

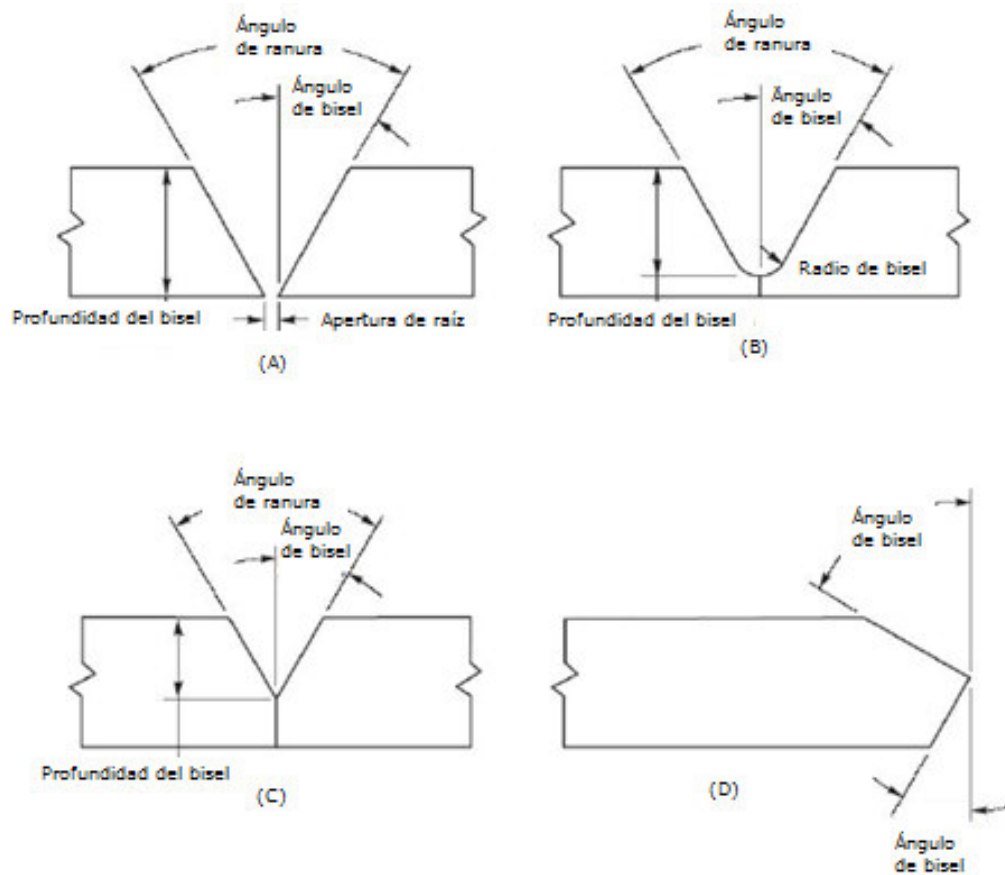
Figura 3. Cara de la ranura y cara de la raíz



Fuente (AWS, 2001)

**5.2.2.4 Ángulo de ranura.** El ángulo incluido entre las caras de la ranura de una ranura soldada. En la Figura 4, se da a conocer descripción del ángulo de ranura y la apertura de raíz.

Figura 4. Ángulo de ranura y apertura de raíz

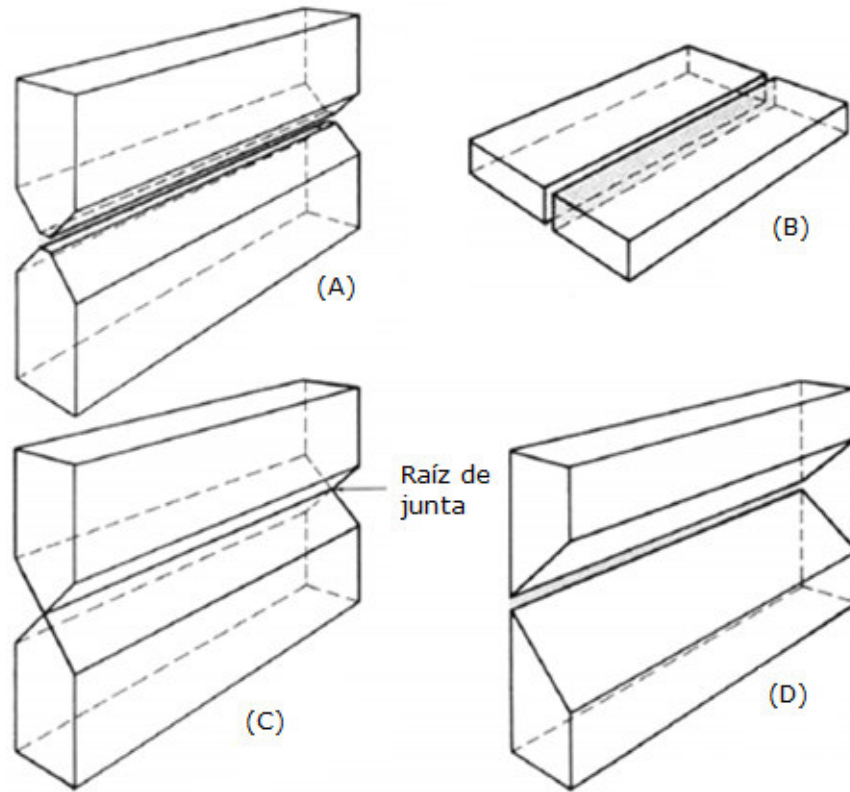


Fuente (AWS, 2001)

**5.2.3 Raíz de la junta.** Aquella porción de una junta a ser soldada donde los miembros se encuentran más cercanos el uno del otro. En sección transversal, la junta puede ser o un punto, una línea o un área.

En la figura 5, se da a conocer esquema de la raíz de la junta.

Figura 5. Raíz de la junta



NOTA: La raíz de junta denotada por sombreado

Fuente (AWS, 2001)

**5.2.4 Apertura de raíz.** Una separación en la raíz de la junta entre las piezas de trabajo (Figura 4).

**5.2.5 Cara de la raíz.** Aquella porción de la cara de la ranura dentro de la raíz de la junta (Figura 3).

**5.2.6 Saneamiento de raíz.** La remoción de metal de soldadura y metal base desde el lado de la raíz soldada de una junta soldada para facilitar la fusión completa y la penetración completa de la junta tras el subsiguiente procedimiento de soldadura desde aquel lado.

**5.2.7 Metal base.** El metal o la aleación que es soldado, soldado por soldadura fuerte, por soldadura blanda, o cortado.

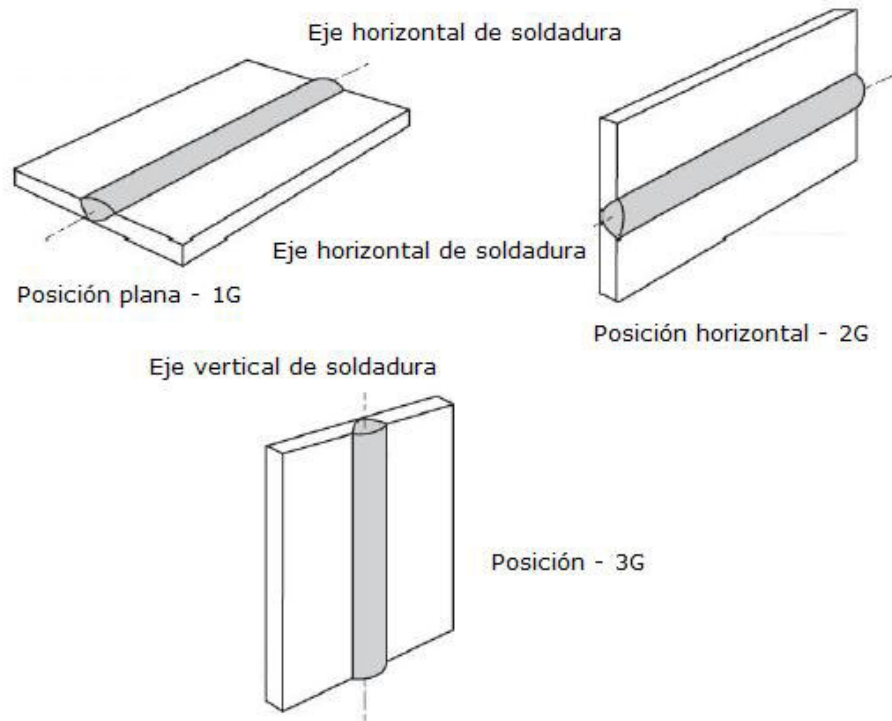
**5.2.8 Metal de aporte.** El metal o la aleación a ser adicionada en la fabricación de una soldadura fuerte, soldadura débil o junta soldada.

**5.2.9 Temperatura de precalentamiento.** La temperatura del metal base en el volumen circundante al punto del procedimiento de soldadura inmediatamente antes de iniciarse el procedimiento de soldadura.

**5.2.10 Temperatura entre pases.** En una soldadura de múltiples pases, la temperatura del área soldada entre los pases de soldadura.

**5.2.11 Posiciones de uniones soldadas de ranura en lámina.** En la Figura 6, se detallan las posiciones de soldeo para uniones soldadas de ranura en láminas.

Figura 6. Posiciones de uniones soldadas de ranura en láminas



Fuente (AWS, 2001)

**5.2.12 WPS (Welding Procedure Specification).** Los métodos detallados y prácticas incluyendo todos los procedimientos de juntas soldadas involucradas en la producción de elementos soldados.

**5.2.13 Calificación de WPS.** La demostración que las soldaduras hechas por un procedimiento específico puede satisfacer los estándares prescritos.

**5.2.14 WPQR (Welding Procedure qualification record).** Un registro de las variables del procedimiento de soldadura usadas para producir un ensamble soldado de prueba y los resultados de las pruebas conducidas en el ensamble soldado para calificar una especificación de un procedimiento de soldadura.

**5.2.15 Soldador.** Quien realiza un procedimiento de soldadura manual o semiautomático.

**5.2.16 Elemento soldado.** Es un ensamblaje que se compone de partes que están unidas por un procedimiento de soldadura.

**5.2.17 Certificación del soldador.** Certificación escrita de que un soldador ha producido uniones soldadas que satisfacen un estándar preestablecido del desempeño del soldador.

## **6. METODOLOGÍA**

A continuación, se detallan cada uno de los pasos que fueron tenidos en cuenta en la elaboración del proyecto:

### **6.1 EXIGENCIAS DEL CONTRATANTE**

La estructura deberá cumplir con todos los criterios de aceptación exigidos para la calificación de los procedimientos de soldadas exigidos por la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010.

### **6.2 ESPECIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA**

En la Tabla 1, se dan a conocer los espesores del alma y del ala de los perfiles estructurales empleados en el diseño de la estructura a ser fabricada según las exigencias del contratante.

Tabla 1. Perfiles estructurales

PERFIL ESTRUCTURAL	ESPEORES (mm)	
	ALMA	ALA
<b>HEA HO 140</b>	5,5	8,5
<b>IPE 80</b>	3,8	5,2
<b>IPE 100</b>	4,1	5,7
<b>IPE 120</b>	4,4	6,3
<b>IPE 140</b>	4,7	6,9
<b>IPE 160</b>	5,0	7,4
<b>IPE 180</b>	5,3	8,0
<b>IPE 200</b>	5,6	8,5
<b>IPE 220</b>	5,9	9,2
<b>IPE 240</b>	6,2	9,8
<b>ANGULO HO 1½"X ¼"</b>	6,35	
<b>ANGULO HO 2½"X ¼"</b>	6,35	
<b>HEA 140</b>	5,5	8,5
<b>HEA 160</b>	6,0	9,0
<b>HEA 180</b>	6,0	9,5
<b>HEA 240</b>	7,5	12,0
<b>HEA 300</b>	7,1	10,7
<b>HEA 360</b>	8,0	12,7
<b>WF 6 X 15</b>	5,8	6,6



<b>WF 8 X 24</b>	6,2	10,2
<b>WF 8 X 28</b>	7,2	11,8
<b>WF 8 X 31</b>	7,2	11

Fuente (AGOFER)

### **6.3 VARIABLES ESENCIALES Y NO ESENCIALES EN LA CALIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA.**

A partir de la Tabla 4.5 de la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010., se establecieron las variables esenciales y no esenciales, que deben ser tenidas en cuenta durante la elaboración de los procedimientos de soldadura.

**6.3.1 Variables esenciales en el procedimiento de soldadura.** A continuación, se detallan las variables esenciales que deben ser tenidas en cuenta para la elaboración del procedimiento de soldadura; y cuyo cambio, requiere de una recalificación del mismo.

**6.3.1.1 Espesor empleado para la calificación de los procedimientos y rango de espesores calificados.** Con base en la Tabla 1, se tomó como  $\frac{3}{8}$  in. el espesor de la lámina que servirá para calificar los procedimientos de soldadura, ya que este espesor permitirá calificar espesores comprendidos entre  $\frac{1}{8}$  y  $\frac{3}{4}$  de in. (Tabla 4).

**6.3.1.2 Junta a ser soldada.** Se estableció la AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010, como la norma a ser empleada para calificar los procedimientos de soldadura y al soldador, de acuerdo con el alcance de la misma (numeral 1.1 Alcance). Con base en esta norma y en los planos de diseño, se estableció una junta a tope de ranura completamente penetrada como la mejor opción para calificar el procedimiento de soldadura; ya que con esta, quedarán también calificadas juntas de ranura parcialmente penetradas y de filete.

**6.3.1.3 Proceso de soldadura.** Se seleccionó el proceso de soldadura SMAW como el proceso a emplear. Para ello, se tuvo en cuenta los equipos disponibles en la empresa; así como, las ventajas (bajo costo del equipo, no requiere protección adicional para gases, menor sensibilidad a las corrientes de aire, acceso a las áreas difíciles, se puede emplear para la mayoría de aleaciones y metales) y desventajas (no se puede emplear para materiales de bajo punto de fusión, no se puede utilizar para metales reactivos, amperaje limitado, menor tasa de deposición, menor ciclo de operación) del mismo.

**6.3.1.4 Metal de aporte.** A partir de la Tabla 3.1 de la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010. y de los catálogos de fabricantes de electrodos, se seleccionaron los electrodos E6010 y el E7018-1 como los electrodos para realizar los procedimientos de soldadura. Todo esto teniendo en cuenta: el equipo de soldadura, el material a soldar, la posición de

soldadura, el espesor y las dimensiones de la pieza de trabajo, el aspecto del cordón deseado, la clase de escoria y la adherencia al metal, las propiedades específicas que debe poseer el cordón de soldadura y la aprobación del electrodo.

En la Tabla 2, se detallan los electrodos que se emplearán para la calificación de los procedimientos de soldadura; así como, el diámetro del electrodo a emplear y el tipo de corriente y rango de amperajes recomendado por el fabricante.

Tabla 2. Especificaciones del electrodo E6010 y E7018-1

<b>ELECTRODO</b>	<b>CORRIENTE</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>AMPERAJE RECOMENDADO</b>
<b>E6010</b>	CD - EP	1/8"	70 - 120 A
<b>E7018-1</b>	CD - EP	1/8"	100 - 145 A

Fuente (West arco)

**6.3.1.5 Diámetro del electrodo.** Se estableció para los electrodos E6010 y E7018 un diámetro de 1/8" in. de acuerdo con el espesor del material base, la apertura de raíz del mismo y las características del equipo de soldadura.

**6.3.1.6 Amperaje.** Con base en los rangos de amperaje establecidos por el fabricante de electrodos, se estableció que para el electrodo E6010 el amperaje es de 110 Amperios y para el electrodo E7018-1, el amperaje es de 125 Amperios.

**6.3.1.7 Tipo de corriente.** Se estableció que los electrodos van a ser utilizados con corriente directa, polaridad positiva (DCEP); esto con base en catálogos de fabricantes de electrodos.

**6.3.1.8 Posiciones de soldadura.** A partir de los planos de diseño, las necesidades de la empresa y la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010, se establecieron las posiciones plana-1G, Horizontal-2G, Vertical-3G como las posiciones de soldeo a calificar.

En la Tabla 3, se dan a conocer, las posiciones de soldeo que servirán para elaborar los procedimientos de calificación.

Tabla 3. Posiciones calificadas para procedimientos de soldadura de producción en lámina

Prueba de calificación		Procedimiento de soldadura en lámina de producción calificado			
	Tipo de unión soldada	Posiciones	Ranura CJP	Ranura PJP	Filete
<b>Lámina</b>	Ranura CJP (Junta con penetración completa)	2G	Plana, Vertical	Plana, Vertical	Plana, Vertical
		3G	Vertical	Vertical	Vertical

Fuente (AWS, 2010)

**6.3.1.9 Metal base.** ASTM A572 GRADO 50 será el metal base con el cual se calificarán los procedimientos.

**6.3.1.10 Tipo de ranura.** De la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010, del diseño de la estructura y del tipo de carga a soportar y sus características; se seleccionó para la junta a tope, un bisel sencillo como el tipo de ranura a emplear; ya que este resulta el más acorde a la forma como se encuentran unidos los perfiles en la estructura y también permite soportar cargas estáticas de todo tipo. Además, también se tuvo en cuenta la cantidad de metal depositado tratando de obtener el mejor balance posible entre la carga soportada y costos por metal depositado.

**6.3.1.11 Geometría de la junta.** Se establecieron con base en el tipo de ranura, las cargas a soportar; así como, en el costo de metal de aporte (ver WPSs en Anexos).

**6.3.1.12 Saneamiento de raíz.** Para asegurar que la junta quede completamente penetrada, se hará una soldadura de reverso. Para ello, se deberá sanear la raíz antes de realizar este último paso.

**6.3.2 Variables no esenciales.** A continuación, se detallan las variables esenciales que deben ser tenidas en cuenta para la elaboración

del procedimiento de soldadura; y cuyo cambio, no requiere de una recalificación del procedimiento.

**6.3.2.1 Técnica de soldeo.** Se estableció la técnica de soldadura a emplear; cordón recto para pases de raíz y oscilante para pases de relleno, de nivelación y de presentación.

**6.3.2.2 Número de pases.** Se determinó el número de pases de soldadura con base a una estimación del depósito de soldadura dejado por cada cordón de soldadura (ver WPSs en Anexos).

**6.3.2.3 Secuencia de pases.** Se estableció la secuencia de cada uno de los pases de soldadura con base al número de cordones establecidos y tratando de obtener la mejor distribución posible de calor en el metal de soldadura (ver WPSs en Anexos).

**6.3.2.4 Velocidad de avance.** Se establecieron las velocidades de avance; a partir de estimaciones de procedimientos elaborados en la empresa (ver WPSs en Anexos).

#### **6.4 FORMATOS WPS Y PQR**

Se elaboraron los formatos para las WPSs y PQRs, con base en un formato suministrado por la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010 (Anexo N).

#### **6.5 MATERIA EMPLEADO PARA LA ELABORACIÓN DE LOS CUPONES DE PRUEBA**

Se hizo uso de 6 láminas de acero ASTM A572 GRADO 50 de 7 X 20 in. con su respectiva certificación previa comprobación con la especificación ASTM A 572/A 572M-07.

Este material, será empleado para elaborar los cupones de prueba con el fin de calificar los procedimientos de soldadura y al soldador; y cuyas dimensiones corresponden a las exigidas en la Figura 4.10 de la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010., para espesores iguales o inferiores a  $\frac{3}{8}$  in. para la elaboración de los cupones de prueba para ensayos para doblez transversal.

#### **6.6 CUPONES DE PRUEBA**

Con base en la Figura 4.11 de la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010., se elaboraron

los cupones de prueba para las respectivas calificaciones de los procedimientos de soldadura.

## **6.7 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

Se realizaron los siguientes ensayos no destructivos de acuerdo a las exigencias del capítulo 6 de la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010:

- Inspección visual
- Prueba radiográfica

## **6.8 ESPECÍMENES DE PRUEBA**

La Tabla 4, permite establecer el número y tipos de especímenes de prueba, así como el rango de espesores que quedarán calificados.



Tabla 4. Número y tipo de especímenes de prueba y rango de espesores calificados

<b>Prueba en lámina</b>						
<b>Espesor nominal de la lámina (T) probado, in.</b>	Número de especímenes				Espesor nominal de la lámina calificada, in.	
	Tensión sección reducida	Doblez de raíz	Doblez de cara	Doblez lateral	Mín. (in.)	Máx. (in.)
<b>1/8 ≤ T ≤ 3/8</b>	2	2	2	AWS D1.1/D1.1M: 2010 Fig. 4.13 Nota i	1/8	2T

Fuente (AWS, 2010)

Con base en el numeral 4.9.3.1 de la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010, se estableció que para las pruebas, se tomaran especímenes para dobléz transversal.

En la Tabla 5, se registran los especímenes de prueba obtenidos con el fin de calificar los distintos procedimientos de soldadura.

Tabla 5. Especímenes de prueba

<b>Cupón de prueba</b>	<b>Tipo de ensayo</b>	<b>Espécimen de prueba</b>
<b>Posición horizontal - 2G</b>	Sección reducida	2G – JT 001
	Doble de cara	2G – JT 002
	Doble de raíz	2G – JT 003
	Doble de cara	2G – JT 004
	Doble de raíz	2G – JT 005
	Sección reducida	2G – JT 006
<b>Posición vertical - 3G</b>	Sección reducida	3G – JT 001
	Doble de cara	3G – JT 002
	Doble de raíz	3G – JT 003
	Doble de cara	3G – JT 004
	Doble de raíz	3G – JT 005
	Sección reducida	3G – JT 006

Fuente (El autor)

## 6.9 ENSAYOS MECÁNICOS

Con base en las exigencias del capítulo 4 de la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010, se realizaron los siguientes ensayos mecánicos:

- Doble de cara para especímenes doblados transversalmente
- Doble de raíz para especímenes doblados transversalmente
- Ensayo de tensión de sección reducida

## 6.10 RE-ENSAYO

En la Tabla 6, se enlistan los especímenes obtenidos con el fin de realizar el re-ensayo de los mismos de acuerdo a lo permitido en el capítulo 4 numeral 4.9.5 de la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010a. Todo esto, debido a fallas presentadas en los especímenes 2G – JT – 004 y 3G – JT – 004; los cuales no aprobaron los criterios de aceptación exigidos en el capítulo 4 numeral 4.9.3.3 de dicha norma.

Tabla 6. Especímenes para re-ensayo

<b>Cupón de prueba</b>	<b>Tipo de ensayo</b>	<b>Espécimen de prueba</b>
<b>Posición horizontal – 2G</b>	Doble de cara	2G – JT 007
	Doble de cara	2G – JT 008
<b>Posición vertical – 3G</b>	Sección reducida	3G – JT 007
	Doble de cara	3G – JT 003

Fuente (El autor)

## 6.11 CALIFICACIÓN DEL SOLDADOR

De acuerdo a lo establecido en el numeral 4.19.3 de la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010, el soldador que elaboró el procedimiento que conllevó a la calificación del mismo de manera satisfactoria, quedará calificado a través de la calificación de dicho procedimiento. Por lo tanto,

el soldador quedó calificado bajo las mismas variables con las cuales realizó dicho procedimiento.

## 7. RESULTADOS

En las Tablas 7 y 8, se detallan los resultados obtenidos para la inspección visual de los cupones de prueba con base en los criterios de aceptación para conexiones no tubulares cargadas estáticamente contemplados en la Tabla 6.1 de la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010.

Tabla 7. Inspección visual cupón de prueba 2G

Discontinuidad	Observaciones	Aprobó
<b>Grieta</b>	No	Si
<b>Falta de fusión</b>	No	Si
<b>Cráter</b>	No	Si
<b>Sobre-espesor de la soldadura</b>	1/16 in. Refuerzo cara de la soldadura 1/16 in. Refuerzo superficie de la raíz	Si
<b>Socavado</b>	1/32 in. En el pie de la soldadura	Si
<b>Porosidad</b>	No	Si

Fuente (El autor)

Tabla 8. Inspección visual cupón de prueba 3G

Discontinuidad	Observaciones	Aprobó
<b>Grieta</b>	No	Si
<b>Falta de fusión</b>	No	Si
<b>Cráter</b>	No	Si
<b>Sobre-espesor de la soldadura</b>	3/32 in. Refuerzo cara de la soldadura 1/16 in. Refuerzo superficie de la raíz	Si
<b>Socavado</b>	1/32 in. En el pie de la soldadura	Si
<b>Porosidad</b>	No	Si

Fuente (El autor)

En las Tablas 9 y 10, se precisan los resultados obtenidos para las pruebas radiográficas de los cupones de prueba con base en los criterios de aceptación para conexiones no tubulares cargadas estáticamente contemplados en el capítulo 6 numeral 6.12 de la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010.

Tabla 9. Prueba radiográfica para cupón de prueba 2G

<b>Discontinuidad</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Aprobó</b>
<b>Grieta</b>	No	Si
<b>Discontinuidades alargadas</b>	No	Si
<b>Discontinuidades redondeadas</b>	No	Si

Fuente (El autor)

Tabla 10. Prueba radiográfica para cupón de prueba 3G

<b>Discontinuidad</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Aprobó</b>
<b>Grieta</b>	No	Si
<b>Discontinuidades alargadas</b>	No	Si
<b>Discontinuidades redondeadas</b>	No	Si

Fuente (El autor)

En la Tabla 11, se detalla los resultados obtenidos para los ensayos mecánicos de los especímenes de prueba con base en los criterios de aceptación para conexiones no tubulares cargadas estáticamente contemplados en el capítulo 4 numeral 4.9.3.3 y 4.9.3.4 de la norma

AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010.

Tabla 11. Ensayos mecánicos

Cupón de prueba	Tipo de ensayo	Espécimen de prueba	Resultado	Aprobó
<b>Posición Horizontal 2G</b>	Sección reducida	2G - JT 001	Carga máx. 16.700 lbf	Si
	Doble de cara	2G - JT 002	Ninguna discontinuidad	Si
	Doble de raíz	2G - JT 003	Ninguna discontinuidad	Si
	Doble de cara	2G - JT 004	Grieta por la ZAC	No
	Doble de raíz	2G - JT 005	3/32 in.	Si
	Sección reducida	2G - JT 006	Carga máx. 16.600 lbf	Si
	Doble de cara	2G - JT 007	Ninguna discontinuidad	Si
	Doble de cara	2G - JT 008	Ninguna discontinuidad	Si
<b>Posición vertical 3G</b>	Sección reducida	3G - JT 001	Carga máx. 15.640 lbf	Si
	Doble de cara	3G - JT 002	Ninguna discontinuidad	Si
	Doble de raíz	3G - JT 003	Ninguna discontinuidad	Si
	Doble de cara	3G - JT 004	Rotura del espécimen	No
	Doble de raíz	3G - JT 005	Ninguna discontinuidad	Si
	Sección reducida	3G - JT 006	Carga máx. 16.740 lbf	Si
	Doble de cara	2G - JT 007	Ninguna discontinuidad	Si
	Doble de cara	2G - JT 008	Ninguna discontinuidad	Si

Fuente (El autor)

## 8. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se pudo concluir:

Los valores de las variables esenciales y no esenciales empleadas para la calificación de los procedimientos de soldadura fueron los apropiados, ya que se logró obtener uniones soldadas sanas durante la calificación de dichos procedimientos bajo los requerimientos exigidos por la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010 para los ensayos de calificación de procedimientos.

El depósito de soldadura y la zona afectada por el calor de los especímenes de prueba, satisficieron los ensayos para la calificación de procedimientos exigidos por la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010. Esto pese a las rupturas de los especímenes 2G-JT-004 y 3G-JT-004 en los ensayos de doblez de cara, cuyo rompimiento se debió probablemente a una concentración de esfuerzos debido a que la dirección de la fuerza ejercida durante el ensayo de doblez era perpendicular a la dirección del laminado del material con que se elaboró los cupones de prueba.

Con el ensayo de tensión, se pudo establecer que la unión soldada es capaz de soportar una carga de tensión ( $> 118$  ksi para la posición 2G y  $> 133$  ksi para la posición 3G) superior a la del metal base que sirvió



para calificar los procedimientos de soldadura, ya que el rompimiento de la probeta se dio por este material base y no por la soldadura; todo esto acorde a las exigencias de la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010.

El soldador quedó calificado para las mismas variables con las cuales realizó los distintos procedimientos de soldadura (posiciones, espesores, diámetros y tipo de electrodo) bajo el numeral 4.19.3 de la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

AGOFER. Catálogo de productos: Dimensiones y propiedades. 3 ed. 248 p.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. Boiler and Pressure Vessel Code. Section II Part A Ferrous Material Specifications (SA-451 to End): ASME, 2010. 886 p.

----- . Boiler and Pressure Vessel Code. Section V Nondestructive Examination: ASME, 2013. 804 p.

AMERICAN WELDING SOCIETY. Standard Welding Terms and Definitions, Including Terms for Adhesive Bonding, Brazing, Soldering, Thermal Cutting, and Thermal Spraying. AWS A3.0M/A3.0:2010. 12 ed. Estados Unidos de América: AWS, 2010. 160 p.

----- . Structural Welding Code-Steel. AWS D1.1/D1.1M:2010. 22 ed. Estados Unidos de América: AWS, 2010. 540 p.

ASTM INTERNATIONAL. Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium Structural Steel. ASTM A 572/A 572M – 07. 2007. 4 p.

ASTM INTERNATIONAL. Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products. ASTM A 370 – 07a. 2007. 47 p.

INDURA. Manual de soldadura 2007. 172 p.

JEFFUS, Larry. Soldadura principios y aplicaciones. 1 ed. Buenos Aires: Ediciones Paraninfo, 2009. vol. 2. 265 p.

West arco. Catálogo de electrodos. 14 ed. 162 p.

----- . Manual de soldadura. Bogotá, D. C., 2012. 210 p.

# Anexo A. WPS SMAW 2G JT 001

## ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) Sí

PRECALIFICADO

CALIFICADO POR ENSAYO

### o REGISTROS DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO (PQR) Sí

Nombre de la compañía CHÍA PEÑALOSA INGENIERÍA  
 Proceso(s) de soldadura SMAW  
 Número(s) PQR de soporte -

Identificación # SMAW 2G JT 001  
 Revisión \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_ Por \_\_\_\_\_  
 Autorizado por \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
 Tipo-Manual  Semiautomático   
 Mecanizado  Automático

#### DISEÑO DE JUNTA UTILIZADO

Tipo: JUNTA A TOPE  
 Sencilla  Doble soldadura   
 Respaldo: Sí  No   
 Material de respaldo: \_\_\_\_\_  
 Apertura de raíz 1/8" Dimensión de cara de raíz 1/8"  
 Ángulo de la ranura: 45° Radio (J-U) -  
 Sanear raíz: Sí  No   
 Método: DISCO ABRASVO Y/O GRATA

#### POSICIÓN

Posición de ranura: HORIZONTAL Filete: -  
 Progresión vertical: Arriba  Abajo

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Modo de transferencia (GMAW) Corto-Circuito   
 Globular  Spray   
 Corriente: AC  DCEP  DCEN  Pulsada   
 Fuente de alimentación: CC  CV   
 Otro \_\_\_\_\_  
 Electrodo de Tungsteno (GTAW)  
 Tamaño: -  
 Tipo: -

#### METALES BASE

Especificación del material ASTM A572  
 Tipo o Grado GRADO 50  
 Espesor: Ranura 3/8" Filete -  
 Diámetro (Tubo) -

#### METALES DE APORTE

Especificación AWS A5.1  
 Clasificación AWS E6010, E7018-1

#### PROTECCIÓN

Fundente Gas -  
 Composición -  
 Electrodo-Fundente (Clase) Tasa de flujo -  
 Tamaño copa de gas -

#### PRECALENTAMIENTO

Temperatura de precalentamiento, Mín. 0°C  
 Temperatura entre pases, Mín. 0°C Máx. -

#### TÉCNICA

Cordón recto u oscilante: PRIMER PASE: CORDÓN RECTO  
RESTO DE PASES: CORDÓN OSCILANTE  
 Múltiples pases o Único pase (por lado) MÚLTIPLES PASES  
 Número de electrodos 1  
 Separación del electrodo Longitudinal -  
 Lateral -  
 Ángulo -  
 Tubo de contacto a Distancia de trabajo -  
 Martilleo -  
 Limpieza entre pases: DISCO ABRASIVO Y/O GRATA

#### TRATAMIENTO POST-SOLDADURA

Temperatura N.A.  
 Tiempo -

#### PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

Pase o capa(s) de soldadura	Proceso	Metales de aporte		Corriente		Voltios	Velocidad de avance	Detalles de la junta
		Clase	Diámetro	Tipo & Polaridad	Amperios o velocidad de alimentación del alambre			
1	SMAW	E6010	1/8"	DCEP	90 - 120 A	-	15 - 30 cm/min	
2 - n	SMAW	E7018-1	1/8"	DCEP	100 - 145 A	-	15 - 30 cm/min	

Anexo B. WPS SMAW 3G JT 001

ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)  SÍ

PRECALIFICADO

CALIFICADO POR ENSAYO

o REGISTROS DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO (PQR)  SÍ

Identificación # SMAW 3G JT 001  
 Revisión \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_ Por \_\_\_\_\_  
 Autorizado por \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
 Tipo-Manual  Semiautomático   
 Mecanizado  Automático

Nombre de la compañía CHÍA PEÑALOSA INGENIERÍA  
 Proceso(s) de soldadura SMAW  
 Número(s) PQR de soporte -

DISEÑO DE JUNTA UTILIZADO

Tipo: JUNTA A TOPE  
 Sencilla  Doble soldadura   
 Respaldo: Sí  No   
 Material de respaldo: \_\_\_\_\_  
 Apertura de raíz 1/16" Dimensión de cara de raíz 1/8"  
 Ángulo de la ranura: 45° Radio (J-U) -  
 Sanear raíz: Sí  No   
 Método: DISCO ABRASIVO Y/O GRATA

METALES BASE

Especificación del material ASTM A572  
 Tipo o Grado GRADO 50  
 Espesor: Ranura 3/8" Filete -  
 Diámetro (Tubo) -

METALES DE APORTE

Especificación AWS A5.1  
 Clasificación AWS E7018-1

PROTECCIÓN

Fundente Gas -  
 Composición -  
 Electrodo-Fundente (Clase) Tasa de flujo -  
 Tamaño copa de gas -

PRECALENTAMIENTO

Temperatura de precalentamiento, Mín. 0°C  
 Temperatura entre pases, Mín. 0°C Máx. -

POSICIÓN

Posición de ranura: VERTICAL Filete: -  
 Progresión vertical: Arriba  Abajo

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Modo de transferencia (GMAW) Corto-Circuito   
 Globular  Spray   
 Corriente: AC  DCEP  DCEN  Pulsada   
 Fuente de alimentación: CC  CV   
 Otro \_\_\_\_\_  
 Electrodo de Tungsteno (GTAW)  
 Tamaño: -  
 Tipo: -

TÉCNICA

Cordón recto u oscilante: PRIMER PASE: CORDÓN RECTO  
 RESTO DE PASES: CORDÓN OSCILANTE  
 Múltiples pases o Único pase (por lado) MÚLTIPLES PASES  
 Número de electrodos 1  
 Separación del electrodo Longitudinal -  
 Lateral -  
 Ángulo -  
 Tubo de contacto a Distancia de trabajo -  
 Martilleo -  
 Limpieza entre pases: DISCO ABRASIVO Y/O GRATA

TRATAMIENTO POST-SOLDADURA

Temperatura -  
 Tiempo -

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

Pase o capa(s) de soldadura	Proceso	Metales de aporte		Corriente		Voltios	Velocidad de avance	Detalles de la junta
		Clase	Diámetro	Tipo & Polaridad	Amperios o velocidad de alimentación del alambre			
1	SMAW	E7018 - 1	1/8"	DCEP	100 - 145 A	-	15 - 30 cm/min	
2 - n	SMAW	E7018 - 1	1/8"	DCEP	100 - 145 A	-	15 - 30 cm/min	

## Anexo C. PQR SMAW 2G JT 001

### Registro de la calificación del procedimiento (PQR) Resultados de la prueba

#### ENSAYO DE TENSIÓN

Muestra No.	Ancho (in.)	Espesor (in.)	Área (in. <sup>2</sup> )	Carga de tensión máxima, lbf	Esfuerzo unitario máximo, Ksi	Carácter de falla y localización
2G - JT - 001	0,375	0,375	0,1406	16.700	119	Dúctil
2G - JT - 006	0,375	0,375	0,1406	16.600	118	Dúctil

#### ENSAYO DE DOBLEZ GUIADO

Muestra No.	Tipo de doblado	Resultado	Observaciones
2G - JT - 002	Cara	Pasa	
2G - JT - 004	Cara	No pasa	Fisuración por la ZAC
2G - JT - 003	Raíz	Pasa	
2G - JT - 005	Raíz	Pasa	Grieta de 3/32 in.
2G - JT - 007	Cara	Pasa	
2G - JT - 008	Cara	Pasa	

#### INSPECCIÓN VISUAL

Apariencia Aceptable  
 Socavado Aceptable  
 Porosidad tubular Ninguna  
 Convexidad N.A.  
 Fecha del ensayo 03/05/2014  
 Testigo Camilo Chía

#### Examinación radiográfica-ultrasónica

RT reporte No.: 2G - JT - 001 Resultado Pasó  
 UT reporte No.: - Resultado -

#### RESULTADOS DEL ENSAYO DE SOLDADURA DE FILETE

Tamaño mínimo	Tamaño máximo
pase múltiple	pase sencillo
Macrografía	Micrografía
1. <u>N.A.</u>	3. <u>N.A.</u>
2. <u>N.A.</u>	4. <u>N.A.</u>

#### Otras pruebas

#### Ensayo de tensión del metal de soldadura completo

Resistencia a la tensión, psi -  
 Punto de fluencia/Resistencia, psi -  
 Elongación en 2 in, % -  
 Ensayo de laboratorio No. -

Nombre del soldador MICHAEL SALINAS RIVERA Reloj No. - Sello No. -  
 Ensayo llevado a cabo por Ricardo B. Gallego Laboratorio

Número de ensayo PQR 2G - JT - 001  
 Por Ricardo B. Gallego

Nosotros, los firmantes, certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que los ensayos de las soldaduras fueron preparadas, soldadas y probadas en conformidad con los requerimientos de la cláusula 4 del AWS D1.1/D1.1M (2014) Código de procedimiento de soldadura estructural-Acero. (Año)

Firmado Camilo Chía Peñalosa  
 Fabricante o Contratista  
 Por Ricardo B. Gallego  
 Título Ingeniero de proyectos  
 Fechas 29/05/2014



Anexo E. WPS SMAW 2G JT 001 Final

**ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**      Sí

**PRECALIFICADO** \_\_\_\_\_ **CALIFICADO POR ENSAYO** **X**

**o REGISTROS DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO (PQR)**      Sí

Identificación # SMAW 2G JT 001

Revisión 1 Fecha 30/05/2014 Por R. Gallego

Autorizado por Camilo Chía Peñalosa Fecha 30/05/2014

Nombre de la compañía CHÍA PEÑALOSA INGENIERÍA

Proceso(s) de soldadura SMAW

Número(s) PQR de soporte PQR 2G - JT - 001

Tipo-Manual  Semiautomático

Mecanizado  Automático

---

**DISEÑO DE JUNTA UTILIZADO**

Tipo: JUNTA A TOPE

Sencilla  Doble soldadura

Respaldo: Sí  No

Material de respaldo: \_\_\_\_\_

Apertura de raíz 1/8" Dimensión de cara de raíz 1/8"

Ángulo de la ranura: 45° Radio (J-U) -

Sanear raíz: Sí  No

Método: DISCO ABRASVO Y/O GRATA

---

**METALES BASE**

Especificación del material ASTM A572

Tipo o Grado GRADO 50

Espesor: Ranura 3/8" Filete -

Diámetro (Tubo) -

---

**METALES DE APORTE**

Especificación AWS A5.1

Clasificación AWS E6010, E7018-1

---

**PROTECCIÓN**

Fundente Gas -

Composición -

Electrodo-Fundente (Clase) Tasa de flujo -

Tamaño copa de gas -

---

**PRECALENTAMIENTO**

Temperatura de precalentamiento, Mín. 0°C

Temperatura entre pases, Mín. 0°C Máx. -

---

**POSICIÓN**

Posición de ranura: HORIZONTAL Filete: -

Progresión vertical: Arriba  Abajo

---

**CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

Modo de transferencia (GMAW) Corto-Circuito

Globular  Spray

Corriente: AC  DCEP  DCEN  Pulsada

Fuente de alimentación: CC  CV

Otro \_\_\_\_\_

Electrodo de Tungsteno (GTAW)

Tamaño: -

Tipo: -

---

**TÉCNICA**

Cordón recto u oscilante: PRIMER PASE: CORDÓN RECTO

RESTO DE PASES: CORDÓN OSCILANTE

Múltiples pases o Único pase (por lado) MÚLTIPLES PASES

Número de electrodos 1

Separación del electrodo Longitudinal -

Lateral -

Ángulo -

Tubo de contacto a Distancia de trabajo -

Martilleo -

Limpieza entre pases: DISCO ABRASIVO Y/O GRATA

---

**TRATAMIENTO POST-SOLDADURA**

Temperatura N.A.

Tiempo -

**PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**

Pase o capa(s) de soldadura	Proceso	Metales de aporte		Corriente		Voltios	Velocidad de avance	Detalles de la junta
		Clase	Diámetro	Tipo & Polaridad	Amperios o velocidad de alimentación del alambre			
1	SMAW	E6010	1/8"	DCEP	110 A	-	11 cm/min	
2 - n	SMAW	E7018 - 1	1/8"	DCEP	125 A	-	23 cm/min	



# Anexo F. WPS SMAW 3G JT 001 Final

**ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**      Sí

**PRECALIFICADO** \_\_\_\_\_ **CALIFICADO POR ENSAYO** **X**

**o REGISTROS DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO (PQR)**      Sí

Identificación # SMAW 3G JT 001

Revisión 1 Fecha 30/05/2014 Por R. Gallego

Autorizado por Camilo Chía Peñalosa Fecha 30/05/2014

Nombre de la compañía CHÍA PEÑALOSA INGENIERÍA

Proceso(s) de soldadura SMAW

Número(s) PQR de soporte PQR 3G - JT - 001

Tipo-Manual  Semiautomático

Mecanizado  Automático

---

**DISEÑO DE JUNTA UTILIZADO**

Tipo: JUNTA A TOPE

Sencilla  Doble soldadura

Respaldo: Sí  No

Material de respaldo: \_\_\_\_\_

Apertura de raíz 1/16" Dimensión de cara de raíz 1/8"

Ángulo de la ranura: 45° Radio (J-U) -

Sanear raíz: Sí  No

Método: DISCO ABRASIVO Y/O GRATA

---

**METALES BASE**

Especificación del material ASTM A572

Tipo o Grado GRADO 50

Espesor: Ranura 3/8" Filete -

Diámetro (Tubo) -

---

**METALES DE APORTE**

Especificación AWS A5.1

Clasificación AWS E7018-1

---

**PROTECCIÓN**

Fundente Gas -

Composición -

Electrodo-Fundente (Clase) Tasa de flujo -

Tamaño copa de gas -

---

**PRECALENTAMIENTO**

Temperatura de precalentamiento, Mín. 0°C

Temperatura entre pases, Mín. 0°C Máx. -

---

**POSICIÓN**

Posición de ranura: VERTICAL Filete: -

Progresión vertical: Arriba  Abajo

---

**CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

Modo de transferencia (GMAW) Corto-Circuito

Globular  Spray

Corriente: AC  DCEP  DCEN  Pulsada

Fuente de alimentación: CC  CV

Otro \_\_\_\_\_

Electrodo de Tungsteno (GTAW)

Tamaño: -

Tipo: -

---

**TÉCNICA**

Cordón recto u oscilante: PRIMER PASE: CORDÓN RECTO

RESTO DE PASES: CORDÓN OSCILANTE

Múltiples pases o Único pase (por lado) MÚLTIPLES PASES

Número de electrodos 1

Separación del electrodo Longitudinal -

Lateral -

Ángulo -

Tubo de contacto a Distancia de trabajo -

Martilleo -

Limpieza entre pases: DISCO ABRASIVO Y/O GRATA

---

**TRATAMIENTO POST-SOLDADURA**

Temperatura -

Tiempo -

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA								
Pase o capa(s) de soldadura	Proceso	Metales de aporte		Corriente		Voltios	Velocidad de avance	Detalles de la junta
		Clase	Diámetro	Tipo & Polaridad	Amperios o velocidad de alimentación del alambre			
1	SMAW	E7018 - 1	1/8"	DCEP	125 A	-	18 cm/min	
2 - n	SMAW	E7018 - 1	1/8"	DCEP	125 A	-	13 cm/min	