

**ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN DE
SOLDADURA PARA LA EMPRESA ESMON S.A.S**

Victor Manuel Rios Yepes

Proyecto de grado con modalidad práctica de extensión presentado como requisito parcial
para aspirar al título de Ingeniero Mecánico

Director

Valentina Kallewaard E.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
PEREIRA**

2020

Nota de Aceptación

Juan Esteban Tibaquirá
Decano de la Facultad de Ingeniería
Mecánica

Valentina Kalleward E. Director -
Evaluador

Firma del jurado 2 - Evaluador

Firma del jurado 3 - Director

Pereira, 27 de enero de 2021

Dedicatorias

*Dedicado con todo mi cariño a mi familia, madre,
padre y abuelos, por su apoyo
incondicional y gran aprecio, son lindas personas que
me han brindado, emocionalmente y económicamente,
todo lo necesario para que yo
lograra ser un profesional.*

Agradecimientos

*Agradezco al ingeniero Alberto García Cortés
y al ingeniero Ricardo Martínez Arbeláez
por permitirme ser parte de su grupo de trabajo
y a la vez dejarme empapar un poco del conocimiento
de la manufactura de las estructuras metálicas
y los procesos de soldadura, les agradezco también
mis inicios y mis primeras experiencias en
una vida laboral, lo cual será pilar fundamental de mi
sustento diario en el transcurso de mi vida.*

*Agradezco a la ingeniera Valentina Kalleward. E
por su acompañamiento y su excelente
disposición como mi docente
guía en este proyecto.*

*Agradezco a la universidad por brindarme las
herramientas para ser una persona íntegra,
me brindó conocimiento y valores con sus
profesores, me brindó salud con su planta
deportiva y me brindó experiencias
de vida con todos mis
compañeros de carrera.*

CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	11
1.2. OBJETIVOS	11
1.2.1. Objetivo General	11
1.2.2. Objetivos Específicos	11
2. JUSTIFICACIÓN	12
3. ESMON	13
4. MARCO TEÓRICO	18
4.1. PROCESO DE SOLDADURA SEGÚN LA NORMA AWS A3.0/A3.0:2010	18
4.2. PROCESOS DE SOLDADURA	18
4.3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES SEGÚN LA NORMA AWS A3.0/A3.0:2010	34
4.4. POSICIONES DE SOLDADURA DE PRODUCCIÓN CALIFICADAS	41
5. MARCO LEGAL	43
6. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN	44
7. METODOLOGÍA	44

8. PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN (PPI) PARA LA EMPRESA ES-	
MON S.A.S	45
8.1. DOCUMENTACIÓN PRELIMINAR	45
8.2. WPS - PQR - WPQR	46
8.3. RECEPCIÓN DE MATERIALES	46
8.4. FABRICACIÓN EN TALLER	47
8.5. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	47
8.6. PREPARACIÓN SUPERFICIAL Y APLICACIÓN DE PINTURA	53
8.7. LIBERACIÓN FINAL Y CIERRE DEL PROYECTO	54
9. DIFICULTADES	54
10.CONCLUSIONES	54
11.RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	59

LISTA DE TABLAS

1. SISTEMA DE DEMARCACIÓN	23
2. TABLA EN FUNCIÓN DE LOS DIÁMETROS DEL HILO Y EL PUNTO DE TRABAJO.	23
3. CLASIFICACIÓN AWS A5.18	34
4. NORMAS APLICABLES A LOS PROCESOS DE SOLDADURA	43

5.	TABLA 6.1 DE LA AWS D1.1 2015.	48
6.	CONTINUACIÓN TABLA 6.1	48
7.	TABLA 9.16 DE LA AWS D1.1 2015.	49
8.	CONTINUACIÓN TABLA 9.16 DE LA AWS D1.1 2015.	49
9.	TABLA 5.8 DE LA AWS D1.1 2015.	52
10.	TABLA 5.9 DE LA AWS D1.1 2015.	53

LISTA DE FIGURAS

1.	PROYECTOS REALIZADOS POR ESMON S.A.S	15
2.	PROYECTOS REALIZADOS POR ESMON S.A.S	16
3.	ESQUEMA PRINCIPIOS DEL PROCESO GMAW.	19
4.	MANORREDUCTOR ACOPLADO CON UNA RESISTENCIA.	20
5.	INFLUENCIA DE LA POLARIDAD EN LA PENETRACIÓN.	21
6.	REGIÓN PLANO TENSIÓN-INTENSIDAD CON LAS DISTINTAS FORMAS DE TRANSFERENCIA DEL METAL DE APORTE.	22
7.	REGIÓN PLANO INTENSIDAD-TENSIÓN CON LAS DISTINTAS FORMAS DE TRANSFERENCIA DEL METAL DE APORTE DE ACUERDO AL DIÁMETRO DEL ALAMBRE.	22
8.	FORMAS DE LOS CORDONES Y PENETRACIONES TÍPICAS DEL PROCESO <i>GMAW</i>	24
9.	MODOS DE TRANSFERENCIA DEL METAL DE APORTE.	24
10.	MODOS DE TRANSFERENCIA DEL METAL DE APORTE.	25

11.	ARCO CORTO CIRCUITO SOLDADURA MIG/MAG EN CÁMARA LENTA.	26
12.	ARCO SPRAY SOLDADURA MIG(MAG CÁMARA LENTA.	27
13.	ARCO DE TRANSMISIÓN GLOBULAR MIG/MAG CÁMARA LENTA.. .	27
14.	ARCO DE TORBELLINO MIG/MAG CÁMARA LENTA.	28
15.	CLASIFICACIÓN ELECTRODO MIG/MAG PARA SOLDAR HIERRO Y ACEROS AL CARBÓN UTILIZADO EN ESMON S.A.S.	29
16.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL HILO MACIZO ER70S-6.	29
17.	UNIONES BÁSICAS.	35
18.	RANURA DE BISEL SENCILLO	36
19.	CARA DE LA RANURA DE BISEL.	37
20.	ÁNGULO DE RANURA.	38
21.	RAÍZ DE LA JUNTA	39
22.	POSICIONES DE PLACAS PARA SOLDADURA DE CANAL.	41
23.	POSICIONES DE TUBOS PARA SOLDADURA DE CANAL.	41
24.	POSICIONES DE PLACAS PARA SOLDADURA DE FILETE.	42
25.	POSICIONES PARA SOLDADURA DE FILETE EN TUBERÍA.	42
26.	FIGURA 5.4 A y B DE LA AWS D1.1 2015.	50
27.	FIGURA 5.4 C y D DE LA AWS D1.1 2015.	51
28.	FIGURA 5.4 E y F DE LA AWS D1.1 2015.	51
29.	FIGURA 5.4 G y H DE LA AWS D1.1 2015	52
30.	ESTADO EQUIPO DE SOLDADURA CEMONT - BLUMING 353 S.	59
31.	ESTADO EQUIPO DE SOLDADURA LILNCOL ELECTRIC - CV 400. . .	60

32.	ESTADO EQUIPO DE SOLDADURA MILLER - XPS 450.	61
33.	ESTADO EQUIPO DE SOLDADURA MILLER - XPS 450.	62
34.	FORMATO DE INSPECCIÓN Y LIBERACIÓN DE MATERIALES.	63
35.	FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL.	64

1. INTRODUCCIÓN

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La ausencia de la inspección de soldadura puede generar costos excesivos debido a reprocesos, menores estándares de calidad en el producto final, inseguridad en las fabricaciones, sin dejar de lado temas tan importantes como la vida y seguridad de las personas, y una menor vida útil del producto.

La documentación referente a la inspección, así como la trazabilidad de los materiales, y su estado (con sus respectivos certificados de calidad), el estado de los equipos (junto con sus certificados de calibración), la documentación pertinente al cumplimiento del WPS por parte de los soldadores, y el cumplimiento a cabalidad de las variables del WPS para la obtención de soldaduras sanas, se hace necesaria para generar fiabilidad. La falta de esta documentación, frecuentemente solicitada por los interventores, podrá generar retrasos en el cronograma de un proyecto.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Elaborar un programa de puntos de inspección de soldadura aplicando la norma D1.1 de la AWS a la empresa **ESMON S.A.S** por los próximos 6 meses de práctica empresarial.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Establecer el estado actual de los equipos e identificar los procesos de soldadura utilizados en la empresa **ESMON S.A.S**

- Identificar el lenguaje técnico, simbología y normalización de la soldadura.
- Definir y organizar una guía para el programa de puntos acorde a indicadores de cumplimiento de la AWS D1.1 para la aceptación de las soldaduras en los procesos GMAW y FCAW.

2. JUSTIFICACIÓN

Con el desarrollo del presente proyecto se busca que ESMON S.A.S garantice dentro del proceso de soldadura el cumplimiento normativo, la calidad del producto, la satisfacción de los clientes, la competitividad en el mercado y la liberación de los proyectos disminuyendo en lo posible los retrasos y reprocesos. Para ello se pretende:

- Documentar y estandarizar el proceso de soldadura.
- Optimizar métodos y procesos de trabajo.
- Mejorar la calidad del producto.
- Disminuir el producto no conforme.
- Identificar las necesidades de capacitación del proceso de soldadura.
- Fortalecer la competencia requerida para el personal que interviene en el proceso de soldadura y documentar sus registros PQR y WPQR.
- Fortalecer el programa de mantenimiento, calibración e inspección de los equipos asociados al proceso de soldadura y documentar.
- Garantizar y documentar la calidad de las materias primas e insumos adquiridos para la fabricación.

- Fomentar interés en los líderes para que implementen los estándares.
- Recopilar la documentación exigida por la normatividad y para la liberación final de un proyecto.

3. ESMON

MISIÓN

Diseñar, fabricar y ensamblar soluciones técnicas de ingeniería para los sectores de la construcción y de la industria; con productos de excelente calidad a un costo accesible, contribuyendo al crecimiento económico y social de la región.

VISIÓN

Para el año 2022 , ser la empresa líder a nivel regional en la construcción de estructuras metálicas y montaje industrial , con productos enfocados hacia la excelencia y satisfacción de nuestros clientes.

SERVICIOS

Estructuras metálicas

- Estructura metálica para montajes de puentes de grandes luces, lanza vigas.
- Estructuras para edificios y casas, Cubiertas para coliseos, espacios deportivos, techos, mezanines, bodegas y centros de almacenamiento.
- Puentes vehiculares y peatonales para transporte masivo.

En la Fig[2] se puede evidenciar la fabricación y montaje de estructura metálica de algunos de los trabajos realizados por ESMON S.A.S



(a) Villa luz hidroeléctrica-Hidroituango.



(b) Cubierta Mariscal coliseo de mar-sella.



(c) Aulas educativas en Universidad Distrital sede la Macarena Bogota.



(d) Cubierta para planta de lácteos de Búfalo para Planeta Córdoba.



(e) Sistemas de izaje para vigas de concreto de 35 Ton en el Jazmin Santa rosa de cabal.



(f) Cubierta Puerto Caldas.



(a) Lanza vigas para Gruas Pereira.



(b) Puente vehicular Rio Claro el Castillo Meta.



(c) Casa campestre la Elita.



(d) Fase final la Elita.

Figura 2. PROYECTOS REALIZADOS POR ESMON S.A.S

CLIENTES

ESMON cuenta con la experiencia necesaria, a través del trabajo que sus ingenieros y personal operativo han desarrollado en empresas a nivel regional y nacional, entre las que están:

- ESTHL INGENIERIA
- INGENIO RISARALDA
- SÚPER DE ALIMENTOS
- COMESTIBLES LA ROSA
- SUZUKI MOTOR DE COLOMBIA
- BUSSCAR DE COLOMBIA
- PSI
- INGECONSULTAR LTDA
- CONSTRUCTORA CONENCO
- GRÚAS PEREIRA
- ABB TRANSFORMADORES
- ENERLIM S.A
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA
- INDUSTRIAS DE ALIMENTO GRANSOLI

4. MARCO TEÓRICO

Dentro del marco teórico se presentan los diferentes conceptos empleados en el desarrollo del presente trabajo de grado, aquí se identifica las fuentes primarias y secundarias sobre las cuales se sustenta la investigación y el diseño del estudio.

4.1. PROCESO DE SOLDADURA SEGÚN LA NORMA AWS A3.0/A3.0:2010

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

4.2. PROCESOS DE SOLDADURA

Gas Metal Arc Welding (GMAW)

En la soldadura por arco bajo gas protector se establece un arco entre un hilo continuo y la pieza a soldar. Este arco eléctrico ocurre dentro de una atmósfera de gas. Este tipo de soldadura eléctrica establece un arco de corriente continua, normalmente el polo positivo se conecta a través de la antorcha a un hilo fundente que hace de electrodo, este hilo avanza continuamente a medida que se va fundiendo, el polo negativo del circuito estará en la pieza a soldar. El avance del hilo lleva el establecimiento del arco que sucede inmerso en una atmósfera de gas protector. El arco de soldadura será estable cuando hay un equilibrio entre la energía suministrada por el generador y la cantidad de metal que añade el hilo fundente. La diferencia entre soldadura MIG y soldadura MAG es solamente el gas de protección que se utiliza, de manera que usando un gas activo deja de llamarse MIG¹ y pasa a llamarse MAG

¹METAL INERT GAS acrónimo utilizado cuando se usan gases inertes como argón o helio.

2.

En la figura[3] se muestran, esquemáticamente, los principios de este proceso.³

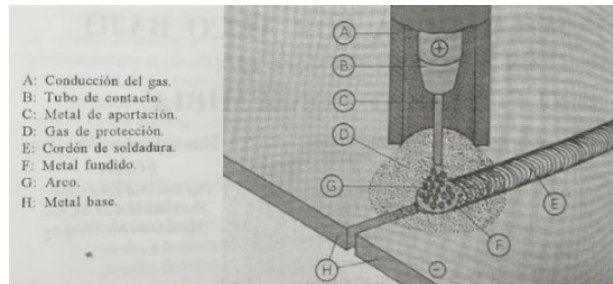


Figura 3. ESQUEMA PRINCIPIOS DEL PROCESO GMAW.

Ref:[4.2]

Fuente: [1]

La soldadura *MIG/MAG* es la favorita para los procesos industriales. En comparación al proceso *GTAW* y el proceso *SMAW* por su versatilidad, su mayor tasa de deposición, en la mayoría de sus versiones no deja escoria y con una regulación correcta la soldadura *MIG/MAG* es una soldadura bastante limpia, genera pocas proyecciones y se obtienen buenos acabados.

La soldadura *GMAW* en su mayoría corresponde a la soldadura de hierro, el cual es soldado con el proceso *MAG* trabajando con un gas activo CO_2 o una mezcla $Ar + CO_2$ donde el porcentaje de CO_2 ronda entre el 15 y el 20 %. Trabajar con dióxido de carbono puro es más barato y favorece la penetración del cordón pero genera muchas proyecciones y el arco tiende a ser bastante inestable, por otro lado, el CO_2 exige consumos de gas sustancialmente mayores que el gas mezcla, ese mayor caudal de gas y las propias características termodinámicas del CO_2 pueden provocar un peligro bastante grande que es la congelación del manorreductor, pues el paso de gas al disminuir de presiones tan altas (200 bares) a presiones más bajas (8

²METAL ACTIVE GAS acrónimo utilizado cuando se usan gases activos como dióxido de carbono u oxígeno.

³Manuel Reina Gómez. SOLDADURA DE LOS ACEROS APLICACIONES. Ed 4^a. 2003. p.176.

bares) provoca unos enfriamientos muy fuertes. Al pasar mayor volumen por el manorreductor, lo que ocurre es que éste tiende a enfriarse mucho, pudiendo llegar incluso a la rotura en caso de congelarse, lo que significaría que las presiones de 200 o 300 atmósferas que hay dentro de la botella podrían verse liberadas a la atmósfera convirtiendo el cilindro en una especie de torpedo que puede empezar a coletear en cualquier dirección siendo esto sumamente peligroso. Para evitar este problema al trabajar con CO_2 , existen manorreductores enchufables, los cuales tienen acoplado una resistencia la cual calienta el manorreductor y lo mantiene en una temperatura manejable (ver Fig.[4]).

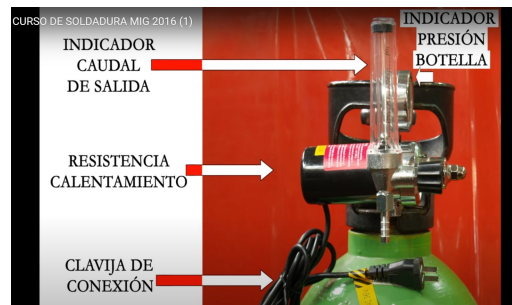


Figura 4. MANORREDUCTOR ACOPLADO CON UNA RESISTENCIA.

Ref:[4.2]

Fuente: [9]

Trabajar con gas mezcla $Ar+CO_2$ en proporción de 15 a 20 % CO_2 dará una serie de ventajas, por ejemplo, se presentará una estabilidad de arco, suavidad de arco y una baja cantidad de proyecciones con lo cual se obtendrán buenos acabados y una buena calidad de soldadura.

Influencia de los distintos parámetros de soldeo

El comportamiento del arco, modo de transferencia metálica, penetración, forma del cordón, entre otros, están condicionados por la conjunción de una serie de parámetros, entre los que se destacan: polaridad, tensión, intensidad de soldadura y naturaleza del gas. Estos son

factores que condicionan notablemente el comportamiento del arco y su modo de facilitar la transferencia del metal.

Polaridad

La polaridad afecta al modo de transferencia, penetración, velocidad de fusión del hilo, etc. Normalmente se trabaja en polaridad inversa (electrodo conectado al polo positivo), excepto en soldadura con alambres tubulares autoprottegidos con los que suele trabajarse con polaridad directa (electrodo conectado al polo negativo). En la figura [5] se indica la influencia de la polaridad en la penetración.

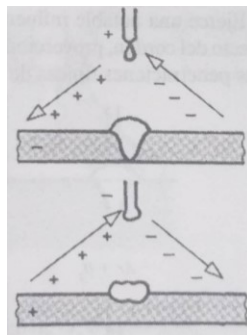


Figura 5. INFLUENCIA DE LA POLARIDAD EN LA PENETRACIÓN.

Ref:[5]

Fuente: [1]

Tensión de arco

De acuerdo con Manuel Reina,⁴ a diferencia de los procesos *SMAW Y GTAW*, que trabajan con equipos de **intensidad constante**, este proceso utiliza equipos de **tensión constante** por lo que este parámetro puede regularse a voluntad desde el propio generador, mantenerse constante aún variando dentro unos límites la velocidad de alimentación del hilo, resultando

⁴Ibíd p.178.

determinante en el modo de transferencia del metal fundido al baño de fusión. En las figuras [6] y [7] puede verse las regiones del plano tensión-intensidad con las distintas formas de transferencia del metal de aporte.

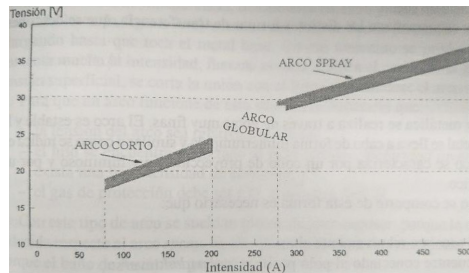


Figura 6. REGIÓN PLANO TENSIÓN-INTENSIDAD CON LAS DISTINTAS FORMAS DE TRANSFERENCIA DEL METAL DE APORTE.

Ref:4.2

Fuente: [1]

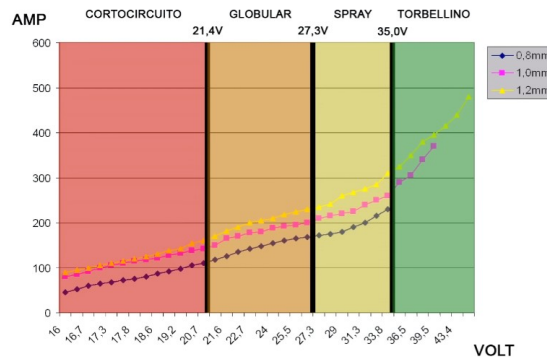


Figura 7. REGIÓN PLANO INTENSIDAD-TENSIÓN CON LAS DISTINTAS FORMAS DE TRANSFERENCIA DEL METAL DE APORTE DE ACUERDO AL DIÁMETRO DEL ALAMBRE.

Ref:4.2 Fuente:[8]

En la tabla [2] se puede identificar las zonas de trabajo en la que aparece la incómoda zona del arco de transmisión globular, arco spray, arco de torbellino y arco cortocircuito.

	ARCO CORTOCIRCUITO	Vo Voltaje en vacío (Sin soldar)
	ARCO TRANSMISIÓN GLOBULAR	Vs Voltaje en soldadura
	ARCO SPRAY	Amp Amperaje de soldadura
	ARCO TORBELLINO	

Tabla 1. SISTEMA DE DEMARCACIÓN

Fuente: [8]

0,8mm				1,0mm				1,2mm			
Pos	Vo	Vs	Amp	Pos	Vo	Vs	Amp	Pos	Vo	Vs	Amp
1-1	17,9	16,5	45	1-1	17,9	16,1	80	1-1	17,9	16	90
1-2	18,3	16,9	52	1-2	18,3	16,3	85	1-2	18,3	16,4	95
1-3	18,6	17,1	60	1-3	18,6	16,6	92	1-3	18,6	16,7	100
1-4	19	17,5	65	1-4	19	17	100	1-4	19	17	105
1-5	19,4	17,8	68	1-5	19,4	17,2	105	1-5	19,4	17,3	110
1-6	19,8	18	72	1-6	19,8	17,6	110	1-6	19,8	17,6	115
1-7	20,3	18,3	75	1-7	20,3	17,8	115	1-7	20,3	17,8	120
1-8	20,8	18,7	80	1-8	20,8	18,4	118	1-8	20,8	18,3	125
1-9	21,3	19	87	1-9	21,3	18,6	122	1-9	21,3	18,6	130
1-10	21,7	19,4	92	1-10	21,7	19	128	1-10	21,7	18,9	138
1-11	22,2	19,9	98	1-11	22,2	19,6	132	1-11	22,2	19,2	142
1-12	22,7	20,3	105	1-12	22,7	19,9	138	1-12	22,7	19,6	155
2-1	23,4	21,1	110	2-1	23,4	20,9	142	2-1	23,4	20,7	160
2-2	24	21,6	118	2-2	24	21,3	150	2-2	24	21,1	170
2-3	24,6	22	126	2-3	24,6	21,7	165	2-3	24,6	21,6	182
2-4	25,3	22,6	135	2-4	25,3	22,3	170	2-4	25,3	22,1	190
2-5	26,1	23,3	142	2-5	26,1	23	178	2-5	26,1	22,7	200
2-6	26,8	23,9	148	2-6	26,8	23,6	180	2-6	26,8	23,3	205
2-7	27,6	24,6	155	2-7	27,6	24,3	188	2-7	27,6	24	210
2-8	28,5	25,3	160	2-8	28,5	25	192	2-8	28,5	24,6	218
2-9	29,3	26,2	165	2-9	29,3	26	195	2-9	29,3	25,5	224
2-10	30,3	27	168	2-10	30,3	26,7	200	2-10	30,3	26,3	230
2-11	31,3	27,6	172	2-11	31,3	27,5	210	2-11	31,3	27,3	235
2-12	32,4	28,7	175	2-12	32,4	28,5	215	2-12	32,4	28	242
3-1	33,5	29,8	180	3-1	33,5	29,8	220	3-1	33,5	29	260
3-2	34,7	31,1	190	3-2	34,7	30,9	225	3-2	34,7	30,4	268
3-3	36	32,2	200	3-3	36	31,8	240	3-3	36	31,3	275
3-4	27,5	33,3	215	3-4	27,5	33	250	3-4	27,5	32,5	285
3-5	39	34,5	230	3-5	39	34,5	260	3-5	39	33,8	310
3-6	40,7			3-6	40,7	35,4	290	3-6	40,7	35	325
3-7	42,5			3-7	42,5	36,6	305	3-7	42,5	36,5	350
3-8	44,5			3-8	44,5	38,4	340	3-8	44,5	37,7	380
3-9	46,6			3-9	46,6	39,6	370	3-9	46,6	39,5	395
3-10	49			3-10	49			3-10	49	41,6	415
3-11	51,5			3-11	51,5			3-11	51,5	43,4	440

Tabla 2. TABLA EN FUNCIÓN DE LOS DIÁMETROS DEL HILO Y EL PUNTO DE TRABAJO.

Ref: 4.2

Fuente: [8]

Naturaleza del gas

Ejerce una notable influencia sobre el modo de transferencia de metal, penetración, aspecto del cordón, proyecciones, etc. En la figura [8] se muestran las formas de los cordones y las penetraciones típicas de este proceso, en función de la clase de gas.

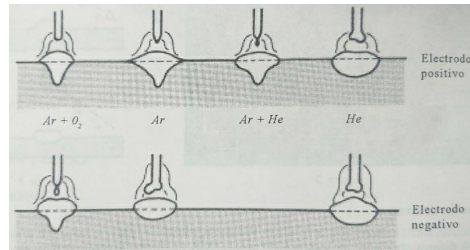


Figura 8. FORMAS DE LOS CORDONES Y PENETRACIONES TÍPICAS DEL PROCESO GMAW.

Ref: 4.2

Fuente: [1]

Modalidades de transporte

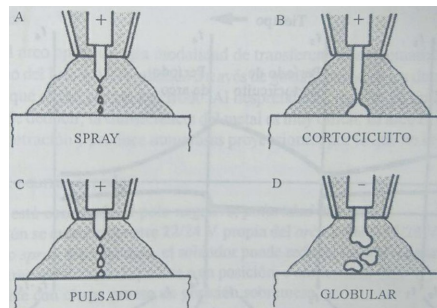


Figura 9. MODOS DE TRANSFERENCIA DEL METAL DE APORTE.

Ref: 4.2

Fuente: [1]

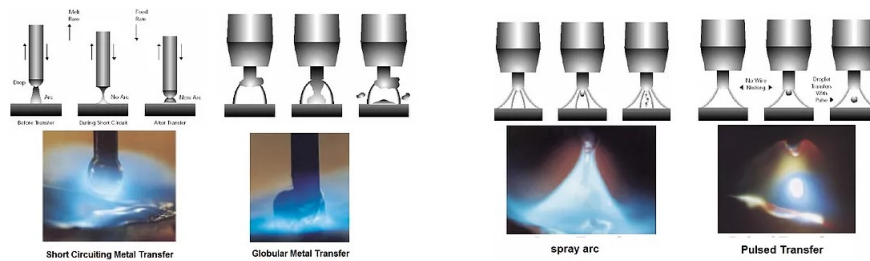


Figura 10. MODOS DE TRANSFERENCIA DEL METAL DE APORTE.

Ref: 4.2

Arco corto o corto circuito

De acuerdo con Manuel Reina,⁵ el extremo del hilo se funde formando una gota que se va alargando hasta que toca el metal base. En ese momento se produce un cortocircuito, aumenta mucho la intensidad, las fuerzas axiales rompen el cuello de la gota, y a causa de la tensión superficial, se corta la unión con el hilo reanudándose el arco simultáneamente.

Para que un Arco funcione de esta manera es necesario que:

- La tensión del arco sea relativamente baja;
- El hilo se encuentre conectado al polo positivo⁶;
- Exista una baja densidad de corriente;
- El gas de protección debe ser CO_2 o mezcla $Ar + CO_2$.

Con este tipo de arco se sueldan piezas de poco espesor, porque la energía aportada es reducida respecto al **arco spray**. Es ideal para soldadura en vertical, en cornisa y bajo techo, porque el baño de fusión es pequeño y difícil de controlar. Este cortocircuito es responsable de las chispas que genera el arco y las proyecciones de metal fundido. El **arco cortocircuito**

⁵Ibíd.

⁶Polaridad inversa

tiene un sonido muy particular por lo cual si hubiera una anomalía de gas, energía o una regulación incorrecta de los parámetros de soldadura, rápidamente se notaría la consecuencia en el sonido de la soldadura, ya que ese sonido es fiel reflejo de como esta estableciéndose el arco.

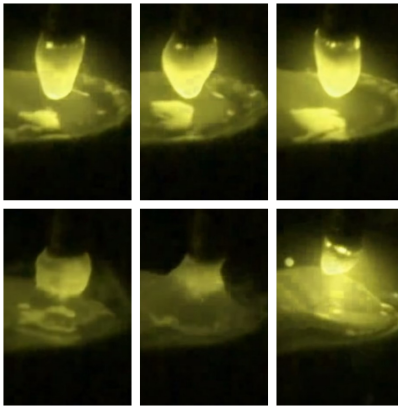


Figura 11. ARCO CORTO CIRCUITO SOLDADURA MIG/MAG EN CÁMARA LENTA.

Fuente: [8]

Arco spray

En el **arco spray** la energía de soldadura aumenta en comparación al **arco cortocircuito**, haciendo posible a partir de determinado voltaje de trabajo suficientemente alto, establecer un arco en el que el hilo no llega a contactar directamente sobre el baño de fusión, sino que con ayuda de ese arco, el hilo se derrite permanentemente en forma de gotas antes de tocar la pieza de trabajo sin llegar a formar cortocircuito, al desaparecer los cortocircuitos las proyecciones se reducen considerablemente hasta llegar a desaparecer y como beneficio el cordón logra un aspecto más limpio, pero además las velocidades de trabajo se incrementan, es ideal por las velocidades altas de trabajo ya que eso mejora la producción, y reduce la cantidad de proyecciones que genera mejorando los acabados, lo cual lo hace muy indicado para trabajos

de producción, además mejora su penetración sobre piezas gruesas si lo comparamos con el **arco cortocircuito**.

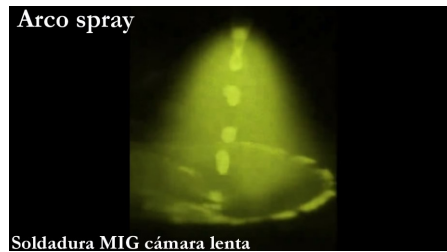


Figura 12. ARCO SPRAY SOLDADURA MIG(MAG CÁMARA LENTA.

Fuente: [8]

Arco de transmisión globular

Entre el **arco spray** y el **arco cortocircuito** hay una zona en la que se provoca un arco distinto. El **arco de transmisión globular** o el arco mixto, es una zona a evitar por que el arco trata de compartir las dos cualidades, el cortocircuito y el spray sin llegar a hacer una no la otra. La consecuencia es una enorme cantidad de proyecciones con grandes bolas que se pegan en las chapas, un arco muy inestable y una dificultad del manejo del baño de fusión, por lo que es importante conocer dentro de que rangos de trabajo se provoca ese arco para intentar no trabajar en ese rango.

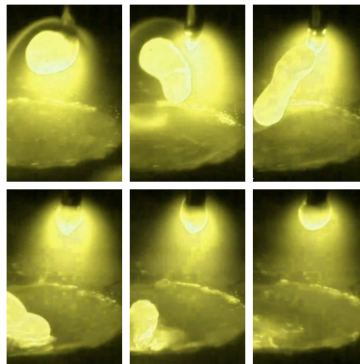


Figura 13. ARCO DE TRANSMISIÓN GLOBULAR MIG/MAG CÁMARA LENTA..

Fuente: [8]

Arco de torbellino

El **arco de torbellino** ocurre a potencias muy altas, donde las potencias son lo bastante altas como para que la descarga eléctrica del arco provoque campos magnéticos lo bastante intensos como para atrapar las gotas del metal que se están proyectando desde el hilo en fusión hacia la pieza. En el arco de torbellino las gotas caen dentro del influjo del campo magnético de su propia corriente y lo que ocurre es que el campo magnético empieza a moverlo en forma de espiral generando esa forma de torbellino.

Este tipo de arco genera unos ritmos de aportación de metal altísimos y solo es necesario ante la necesidad de depositar cordones muy gruesos. Obliga al equipo de soldadura a conseguir un arco estable a velocidades de hilo altísimas y no todas las maquinas de soldar están preparadas para esto.



Figura 14. ARCO DE TORBELLINO MIG/MAG CÁMARA LENTA.

Fuente: [8]

Productos de aporte

Hilos de soldadura tipos y medidas

En la soldadura MIG/MAG, encontramos un electrodo continuo, macizo o tubular, de diámetros que oscilan entre 0.6 y 1.6 mm. Los diámetros comerciales son 0.6,0.8,1.0,1.2, y 1.6

mm alcanzando los 2.4 mm. En soldeo con fuerte intensidad, el hilo suele estar recubierto de cobre para favorecer el contacto eléctrico con la boquilla, disminuir rozamientos y proteger el electrodo de la oxidación.

El hilo macizo para soldar hierro es muy frecuentemente denominado mediante dos códigos, el código DIN 8559 lo denomina SG2 y el código AWS lo denomina ER70S-6 (ver Fig [15])

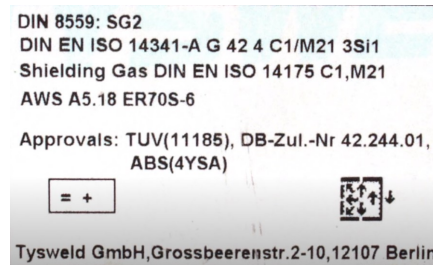


Figura 15. CLASIFICACIÓN ELECTRODO MIG/MAG PARA SOLDAR HIERRO Y ACEROS AL CARBÓN UTILIZADO EN ESMON S.A.S.

Ref: 4.2

Fuente: [8]

En general, la composición del hilo macizo suele ser similar a la del metal base (ver Fig [16]). No obstante para su elección hay que tener en cuenta la naturaleza del gas protector, por lo que se debe seleccionar la pareja hilo-gas.

(C) Carbono	= 0,06 - 0,15%
(Mn) Manganeso	= 1,40 - 1,85%
(Si) Silicio	= 0,80 - 1,15%
(P) Fósforo	= 0,025% máximo
(S) Azufre	= 0,035% máximo
(Ni) Níquel	= 0,15% máximo
(Cr) Cromo	= 0,15% máximo
(Mo) Molibdeno	= 0,15% máximo
(V) Vanadio	= 0,03% máximo
(Cu)Cobre	= 0,50% máximo
Resto HIERRO	entre 95,81% y 97,74%

Figura 16. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL HILO MACIZO ER70S-6.

Ref: 4.2

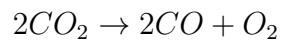
Fuente: [8]

Gas Protector

CO₂

Es un gas incoloro, inodoro y de sabor picante, una vez y media más pesado que el aire. Se obtiene industrialmente por la combustión del carbón o compuestos del carbón, en exceso de O₂ o de aire.

Es un gas activo, de carácter oxidante, que a la elevada temperatura del arco tiene tendencia a disociarse de acuerdo con la siguiente reacción:



El O₂ resultante de la disociación es particularmente activo. Se combina con el C del acero dando más CO. Se produce de esta manera un empobrecimiento en el C del acero si no se utiliza un hilo con la cantidad adecuada de C y suficientes elementos desoxidantes, como Si y Mn. Las densidades elevadas de corriente provocan una mayor disociación del O₂ convirtiéndole en más activo aún.

No se debe utilizar en soldadura de aceros al Cr – Mo por el riesgo de oxidación del Cr, tanto del metal base como del aportado en el hilo, ni en la de los aceros inoxidable austeníticos, pues favorecería la generación de carburos de cromo, Cr₂₃C₆, con la consiguiente pérdida de resistencia a la corrosión.

Con CO₂ < 99.0% de pureza es inevitable la porosidad. Las soldaduras solo estarán exentas de poros si la pureza del CO₂ es superior a 99.85% y los contenidos de N₂ y el H₂ inferiores cada uno de 0.05%

Aplicaciones en soldadura y técnicas afines. Es el único gas que puede utilizarse individualmente como atmósfera protectora en soldadura de acero al carbono. Mucho más barato que

el Ar. Entre sus otras ventajas se encuentra la de conseguir penetraciones más profundas y anchas en el fondo del cordón, lo que mejora su contorno, y también la de reducir el riesgo de mordeduras y faltas de fusión.

El inconveniente está en que produce arcos relativamente enérgicos, que suelen provocar proyecciones.

Su elevada conductividad térmica en relación con el Ar producirá en sus mezclas un incremento en la penetración.

Ar + CO₂

Cuando se trata de soldar chapas de aceros al carbón o de baja aleación se utilizan usualmente mezclas de Ar con proporciones de CO₂ que van del 15 al 25 % con estas mezclas se consigue:

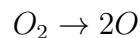
- Mejor visibilidad del baño.
- Arco más suave, con menos turbulencias.
- Baño de fusión más frío.
- Mejor aspecto del cordón.
- Menos proyecciones.
- Más fácil regulación.

El único inconveniente de la mezcla es de tipo económico. Sin embargo, hay que comparar la incidencia del valor del gas en el coste final de la soldadura y, por otra parte, la mejora del "*factor de marcha*" y la obtención de mejores características mecánicas en la unión soldada.

O₂

Es un gas diatómico incoloro, inodoro e insípido, que se encuentra presente en la atmósfera en la proporción del 21 % en volumen. Se obtiene industrialmente por destilación fraccionada del aire líquido. También por electrólisis del agua. Aunque en mucha menor escala pues su precio va íntimamente ligado al de la energía eléctrica. *Seguridad industrial.* Es un gas muy activo, de carácter oxidante, que se combina directamente con muchos elementos produciendo reacciones exotérmicas. El P, Na y Mg se inflaman espontáneamente en el aire. Recordemos que el Fe arde en atmósfera de oxígeno puro, lo que constituye el fundamento del oxicorte. Es el gas comburente por excelencia.

A la temperatura de arco se disocia, de acuerdo con la siguiente reacción:



Su presencia conduce a la destrucción por combustión de elementos de aleación. Tiende a producir más escoria o silicatos en la superficie del baño de fusión. reduce la tensión superficial del metal fundido, produciendo baños fluidos. Parece un contrasentido que O₂ se utilice como gas de protección cuando una de las funciones de este último es precisamente aislar al baño del O₂ de la atmósfera. Se ha comprobado, no obstante, que utilizado en pequeñas proporciones mejora sensiblemente la fluidez del baño, facilitando el mojado e incrementando la velocidad de soldeo.

Por otra parte los elementos desoxidantes Si y Mn incorporados en el hilo neutralizan su efecto, y por otra, es muy pequeño el tiempo durante el cual es posible la reacción del oxígeno con el acero.

Especificaciones

Los hilos macizos obedecen a las siguientes especificaciones de la *American Welding Society* y las *Euro Normas de la Unión Europea*:

- Electrodo para acero al carbono AWS-A5.18... EN-440
- Electrodo para aceros de baja aleación AWS-A5.28... EN-440/12.070/12.534
- Electrodo para aceros inoxidable AWS-A5.9... EN-12.072

Clasificación de electrodos para soldaduras de arco eléctrico protegidas con gas.

La especificación AWS A5.18 dicta las normas de clasificación del material de aporte para procesos de soldadura con protección gaseosa (MIG/MAG, TIG y plasma). En este caso, los electrodos se denominan de la siguiente forma:

ERXX-SX

donde cada término significa lo siguiente:

E: indica electrodo para soldadura por arco (sólo caso MIG/MAG).

R: indica aporte que funde por un medio diferente que el que conduce la corriente del arco eléctrico (sólo caso TIG y plasma).

XX: indica la resistencia a la tracción nominal del depósito de soldadura (igual para todos los casos).

S: indica que el electrodo es sólido.

X: último número que indica la composición química del electrodo.

Se adjunta la siguiente tabla (ver Tabla [3]) representativa de lo anteriormente explicado:

Tabla 3. CLASIFICACIÓN AWS A5.18

AWS Clasificación	Gas protector	Corriente y Polaridad	Resistencia a la fluencia en psi
GRUPO A: ELECTRODOS DE ACERO DE BAJO CARBONO:			
E 60S-I	Argón-Ia 5 % O2	C.C. Polaridad inversa	62000
E 60S-2	Argón-Ia 5 % O2 o CO2	C.C. Polaridad inversa	62000
E 60S-3	Argón-Ia 5 % O2 o CO2	C.C. Polaridad inversa	62000
E 70S-4	CO2	C.C. Polaridad inversa	72000
E 70S-5	CO2	C.C. Polaridad inversa	72000
E 70s-6	CO2	C.C. Polaridad inversa	72000
E 80S-G	No especifica	No especifica	72000

Fuente: [9]

Fluxe Core Arc Welding (FCAW)

Si se utiliza hilo macizo en la posición vertical ascendente el material se descuelga por gravedad, a causa del tamaño del baño de fusión. El problema se atenúa con el uso del arco corto, pero con el inconveniente de que los espesores que se pueden soldar son sensiblemente menores.

Por lo cual una de las soluciones a este problema es el proceso *Flux Core Arc Welding, FCAW*, cuyo material de aporte son los hilos tubulares.

4.3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES SEGÚN LA NORMA AWS A3.0/A3.0:2010

Junta

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

Junta a tope

Una junta entre dos miembros alineados aproximadamente en el mismo plano.

Otros tipos de juntas

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

En la figura [17] se da a conocer esquemáticamente los tipos de juntas.

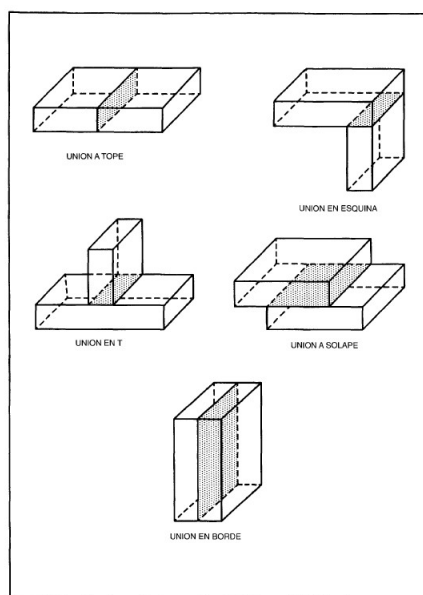


Figura 17. UNIONES BÁSICAS.

Ref: 4.3

Fuente:ANSI/AWS A2.4-93 [5]

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.

Ranura en bisel sencillo

En la figura [18], se da a conocer una ilustración de un junta en ranura en bisel sencillo.

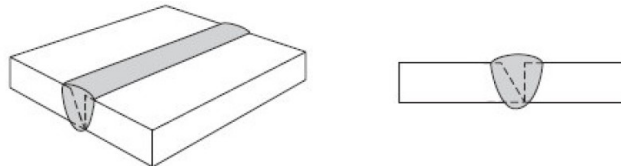


Figura 18. RANURA DE BISEL SENCILLO

Ref: 4.3

Fuente:AWS 2001

Otros tipos de ranura usadas en la soldadura.

- 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

Cara de la ranura

Cualquier superficie en una soldadura de ranura antes del procedimiento de soldadura. En la Figura [19], se da a conocer un dibujo de la cara de la ranura y de cara de la raíz.

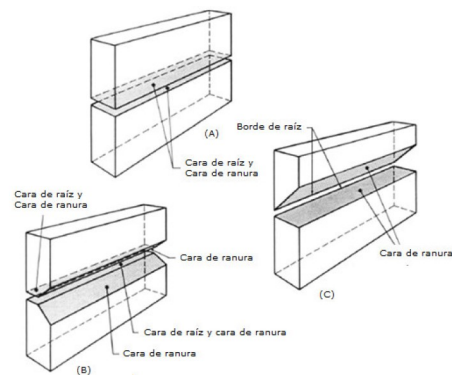


Figura 19. CARA DE LA RANURA DE BISEL.

Ref: 19

Fuente:AWS 2001

Ángulo de ranura

El ángulo incluido entre las caras de una ranura soldada. En la Figura [20], se da a conocer descripción del ángulo de ranura y la apertura de raíz.

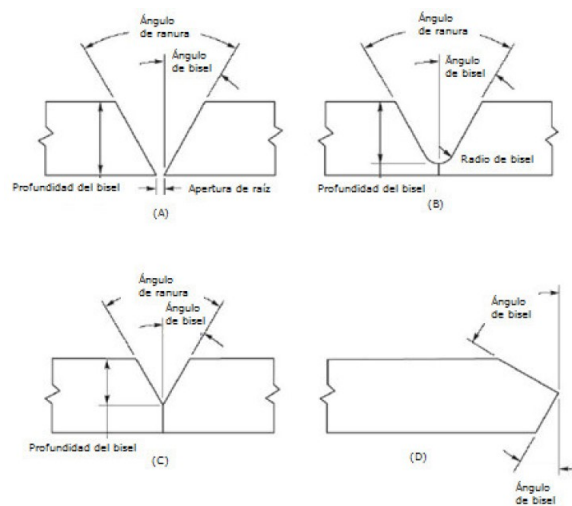


Figura 20. ÁNGULO DE RANURA.

Ref: 19

Fuente: AWS 2001

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 [21], se da a conocer esquema de la raíz de la junta.

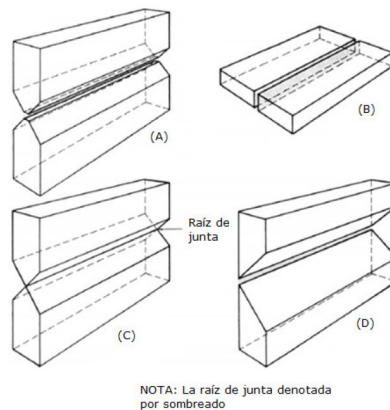


Figura 21. RAÍZ DE LA JUNTA

Ref: 4.3

Fuente: AWS 2001

Apertura de raíz

Una separación en la raíz de la junta entre las piezas de trabajo ver Fig[20].

Cara de raíz

Aquella porción de la cara de la ranura dentro de la raíz de la junta ver Fig[21]

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.

Metal base

El metal o la aleación que es soldado, soldado por soldadura fuerte, por soldadura blanda, o cortado.

Metal de aporte

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

Temperatura de precalentamiento

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

Temperatura entre pases

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

WPS (Welding Procedure Specification)

Los métodos detallados y prácticas incluyendo todos los procedimientos de juntas soldadas involucradas en la producción de elementos soldados.

Calificación de WPS

Es la demostración que las soldaduras hechas por un procedimiento específico puede satisfacer los estándares prescritos.

WPQR (Welding Procedure qualification record)

Registro de Calificación del Rendimiento del Soldador.

Es el documento escrito que demuestra que un soldador es calificado.

4.4. POSICIONES DE SOLDADURA DE PRODUCCIÓN CALIFICADAS

- Posiciones de placas para soldadura de canal (ver Fig. [22])

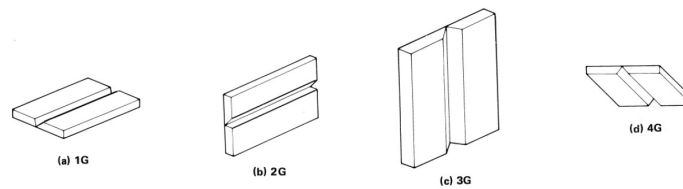


Figura 22. POSICIONES DE PLACAS PARA SOLDADURA DE CANAL.

Ref: [4.4](#)

Fuente: Código ASME Sección IX 2013 [7]

- Posiciones de tubos para soldadura de canal (ver Fig. [23])

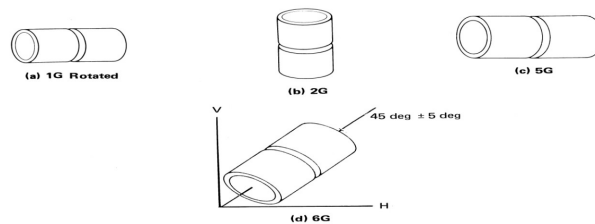


Figura 23. POSICIONES DE TUBOS PARA SOLDADURA DE CANAL.

- Posiciones de placas para soldadura de filete (ver Fig. [24])

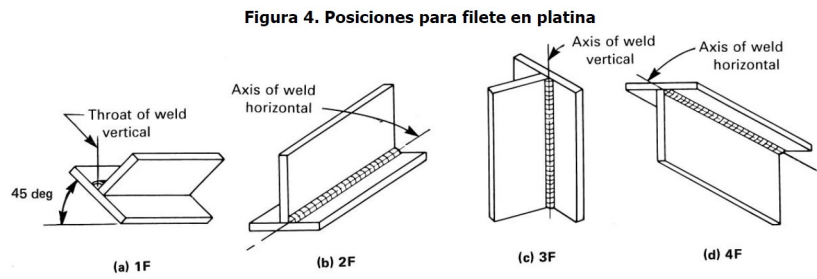


Figura 24. POSICIONES DE PLACAS PARA SOLDADURA DE FILETE.

Ref: [4.4](#)

Fuente: Código ASME Sección IX 2013 [7]

- Posiciones para soldadura de filete en tubería (ver Fig. [25]).

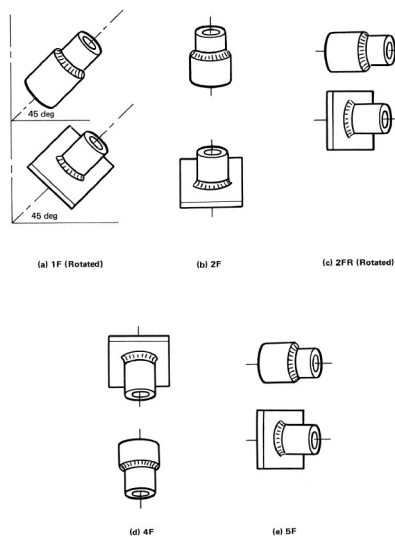


Figura 25. POSICIONES PARA SOLDADURA DE FILETE EN TUBERÍA.

Ref: [4.4](#)

Fuente: Código ASME Sección IX 2013 [7]

5. MARCO LEGAL

La tabla numero [4] presenta las normas aplicables al campo de la soldadura.

NORMA	ESPECIFICACIÓN O CODIGO	TITULO
NTC 2057	ANSI AWS B 2.1	Código para calificar el procedimiento para soldar y la habilidad del soldador
NTC 3568		Metal de aporte para soldeo. Directrices para adquisición.
NTC 2191		Electrodo revestido para soldadura de aceros al carbono.
NTC 1958	ANSI / AWS 2.4	Símbolos para soldadura y END.
GTC 110	ANSI / AWS B 1.11	Inspección visual de soldadores.
NTC 2034	ISO 9712	Calificación y certificación de personal en Ensayos no Destructivos.
NTC 4278	UNE 20816	Reglas de seguridad relativas a la utilización de los equipos de soldadura por arco eléctrico y procesos afines.
ANSI	AWS D1.1	Código de soldadura estructural
ANSI	AWS D1.3	Código de soldadura estructural – Lámina de acero
ANSI	AWS QC1:2007	Norma para la certificación de inspectores de soldadura de la AWS
	QC7-98	Norma para soldadores certificados de la AWS.
ANSI	AWS A 3.0 NTC 2229	Terminología y definiciones en soldadura.
ISO 9712	NTC 2034	Calificación y certificación de personal en END

Tabla 4. NORMAS APLICABLES A LOS PROCESOS DE SOLDADURA

6. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN

Teniendo en cuenta que la modalidad en la que se realizara el presente proyecto es práctica de extensión, no habrá un presupuesto a cargo del practicante. Sin embargo, los gastos correrán por cuenta de la empresa **ESMON S.A.S**, ya que, el proyecto representa un beneficio directo para ella. Adicionalmente, se pactó un contrato de aprendizaje en modalidad contrato organizacional, en el cual la empresa afilió al estudiante a ARL y se pactó un apoyo económico.

7. METODOLOGÍA

En el transcurso del desarrollo del proyecto, se trabajará de manera que fomente el aprendizaje por parte del practicante, incentivando siempre el análisis y entendimiento de los diferentes tipos de equipos disponibles en la empresa y evaluando el mejor camino a seguir para cumplir a cabalidad con los objetivos propuestos.

El trabajo se inició con el reconocimiento del estado actual de los equipos de soldadura, estudiando en detalle su funcionamiento e importancia para la producción de la empresa e identificando los procesos de soldadura aplicados en la empresa.

Del código mandatorio de soldadura estructural AWS D 1.1 se tendrá apoyo para obtener los requerimientos que se deben cumplir en un plan de puntos de inspección (PPI) y se investigará que puntos debe tener un PPI, paralelamente el practicante ira identificando la simbología y terminología de la soldadura.

Al finalizar y como complemento del proyecto se hará una guía para el programa de puntos de inspección acorde con indicadores de cumplimiento de acuerdo al código mandatorio D1.1 el cual permitirá a la persona encargada guiarse y tener un buen entendimiento de los reque-

rimiento de cada punto del PPI, teniendo en cuenta que toda esta documentación es de gran importante para la empresa en caso de un problema legal.

8. PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN (PPI) PARA LA EMPRESA ESMON S.A.S

Se realiza la elaboración del plan de puntos de inspección el cual abarca toda la gestión, documentación y procedimientos que debe tener presente el plan de puntos de inspección (PPI).

A continuación se presentará una descripción de cada una de las fases en la elaboración del plan de puntos de inspección y posteriormente se presentan los entregables, en los anexos, con la intención de complementar la información.

8.1. DOCUMENTACIÓN PRELIMINAR

Al inicio de cada proyecto se debe recopilar toda la información contractual y las especificaciones del proyecto, planos de diseño suministrados por los proyectistas, planos de fabricación y montaje, procedimientos de END, documentación del personal, cronograma del proyecto, certificados de calibración de instrumentos de medición y equipos de soldadura.

EXIGENCIAS DEL CONTRATANTE

Las estructuras deberán cumplir con todos los criterios de aceptación exigidos para la calificación de los procedimientos de soldadura requeridos por la norma AMERICAN WELDING SOCIETY. Structural Welding Code- Steel. AWS D1.1/D1.1M:2015.

ESTADO ACTUAL DE LOS EQUIPOS DE SOLDADURA DE LA EMPRESA Y SUS PROCESOS DE SOLDADURA

Para cada equipo de soldadura *MIG* y *FLUX CORE* de la empresa se generó una lista de chequeo para determinar su estado actual (11), donde además se incluyó el estado de los manómetros, flujómetros y certificados de calibración de los equipos para garantizar una buena aplicabilidad de la soldadura, siendo equipos para procesos *GMAW* y *FLUX CORE*.

8.2. WPS - PQR - WPQR

Para cumplir con el PPI y la liberación final de un proyecto la empresa debe contar con:

- WPS: Especificación de procedimiento de soldadura.
- PQR: Calificación de procedimiento de soldadura.
- WPQR: Registro de calificación del rendimiento del soldador.

Los cuales demuestran la idoneidad del proceso de soldadura y del soldador. Estos formatos deben estar certificados por un CWI, lo que da confiabilidad a la empresa.

8.3. RECEPCIÓN DE MATERIALES

Se debe hacer una revisión del estado físico y dimensiones del suministro que ingresa a la empresa y verificar que el suministro llegue con sus respectivos certificados de calidad debidamente firmados. También se debe recopilar la debida documentación y hacer un control mediante un formato de inspección y liberación de materiales (ver Fig. [34]).

Se deben revisar y documentar las especificaciones técnicas de la soldadura y la pintura.

8.4. FABRICACIÓN EN TALLER

Se debe contar con los planos de fabricación aprobados, igualmente con los WPS aplicables y WPQR para iniciar la fase de armado, soldeo y preensamble y se debe realizar inspección frecuentemente antes durante y después de la fabricación en taller.

8.5. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Los ensayos no destructivos a realizar deberán estar especificados en el contrato.

la inspección visual se hará antes, durante y después del soldeo a todas las juntas soldadas de acuerdo a la AWS D1.1 Código de soldadura estructural y AWS B1.11 Guía de inspección visual.

ACEPTACIÓN DE PERFILES DE SOLDADURA DE ACUERDO A LA AWS D1.1.

De acuerdo a la AWS D1.1.

5.23

"Todas las soldaduras deben cumplir con los criterios de aceptación visual de la tabla 6.1[5] y 9.16 [7] y deben estar libres de grietas, traslapes y discontinuidades inaceptables del perfil que se muestra en la figura 5.4[26], tabla 5.8[9] y 5.9[10] y tabla 5.10, a excepción de las permitidas en el 5.24.1 y 5.24.3."⁷

De acuerdo a la AWS D1.1.

6.9

"Todas las soldaduras deben ser inspeccionadas visualmente y serán aceptables si cumplen con los criterios de la tabla 6.1 (Fig.[5]) o la tabla 9.16 (Fig. [7])"⁸.

⁷CÓDIGO AWS D1.1 2015 SECCIÓN 5. FABRICACIÓN pag 177.

⁸CÓDIGO AWS D1.1 2015 SECCIÓN 6. INSPECCIÓN página 194.

Tabla 6.1
Criterios de aceptación de la inspección visual (véase 6.9)

Categorías de discontinuidad y criterios de inspección	Conexiones no tubulares cargadas estáticamente	Conexiones no tubulares cargadas cíclicamente		
(1) Prohibición de grietas No se deberá aceptar grieta alguna, independientemente del tamaño o la ubicación.	X	X		
(2) Fusión del metal de soldadura/metal base Deberá existir fusión completa entre las capas adyacentes del metal de soldadura y entre el metal de soldadura y el metal base.	X	X		
(3) Sección transversal del cráter Se deberán llenar todos los cráteres para proporcionar el tamaño de la soldadura especificado, excepto en los extremos de soldaduras en filete intermitente fuera de su longitud efectiva.	X	X		
(4) Perfiles de soldadura Los perfiles de soldadura deberán cumplir con 5.23.	X	X		
(5) Tiempo de inspección La inspección visual de las soldaduras en todos los aceros puede comenzar inmediatamente después de que se hayan enfriado las soldaduras finalizadas a temperatura ambiente. Los criterios de aceptación para aceros ASTM A514, A517, y A709 Grado HPS 100W [HPS 690W] deberán estar basados en inspecciones visuales realizadas en un lapso no menor a 48 horas después de la finalización de la soldadura.	X	X		
(6) Soldaduras de tamaño inferior al nominal El tamaño de una soldadura en filete en cualquier soldadura continua puede ser inferior al tamaño nominal especificado (L) sin corrección por las siguientes cantidades (U): $L - U$ <table border="0"> <tr> <td> $\begin{aligned} & \leq 3/16 [5] \\ & 1/4 [6] \\ & \geq 5/16 [8] \end{aligned}$ </td> <td> $\begin{aligned} & \leq 1/16 [2] \\ & \leq 3/32 [2,5] \\ & \leq 1/8 [3] \end{aligned}$ </td> </tr> </table> En todos los casos, la parte de la soldadura con tamaño inferior al nominal no deberá exceder del 10% de la longitud de la soldadura. En las soldaduras de alma a ala en vigas, se deberá prohibir la reducción en los extremos de una longitud igual al doble del ancho del ala.	$\begin{aligned} & \leq 3/16 [5] \\ & 1/4 [6] \\ & \geq 5/16 [8] \end{aligned}$	$\begin{aligned} & \leq 1/16 [2] \\ & \leq 3/32 [2,5] \\ & \leq 1/8 [3] \end{aligned}$	X	X
$\begin{aligned} & \leq 3/16 [5] \\ & 1/4 [6] \\ & \geq 5/16 [8] \end{aligned}$	$\begin{aligned} & \leq 1/16 [2] \\ & \leq 3/32 [2,5] \\ & \leq 1/8 [3] \end{aligned}$			

Tabla 5. TABLA 6.1 DE LA AWS D1.1 2015.

Ref: [8.5]

Fuente: American Welding Society. D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015. [3]

(7) Socavación (A) En el caso de materiales de menos de 1 pulg. [25 mm] de espesor, la socavación no deberá exceder de 1/32 pulg. [1 mm], con la siguiente excepción: la socavación no deberá exceder de 1/16 pulg. [2 mm] en cualquier longitud acumulada de hasta 2 pulg. [50 mm] en cualquier tramo de 12 pulg. [300 mm]. En el caso de materiales con espesor igual o mayor de 1 pulg. [25 mm], la socavación no deberá exceder de 1/16 pulg. [2 mm], cualquiera sea la longitud de la soldadura.	X	
(B) En miembros principales, la socavación no deberá ser mayor de 0,01 pulg. [0,25 mm] de profundidad cuando la soldadura sea transversal al esfuerzo de tracción bajo cualquier condición de carga. La socavación no deberá ser superior a 1/32 pulg. [1 mm] de profundidad en ningún caso.		X
(8) Porosidad (A) Las soldaduras en ranura con CJP en juntas a tope transversales a la dirección del esfuerzo de tracción calculado no deberán tener porosidad vermicular visible. En todas las demás soldaduras en ranura y soldaduras en filete, la suma de la porosidad vermicular visible de 1/32 pulg. [1 mm] o más de diámetro no deberá exceder de 3/8 pulg. [10 mm] en cualquier tramo lineal de soldadura de una pulgada y no deberá exceder de 3/4 pulg. [20 mm] en cualquier tramo de soldadura de 12 pulg. [300 mm] de longitud. (B) La frecuencia de la porosidad vermicular en las soldaduras en filete no deberá exceder de una en cada 4 pulg. [100 mm] de longitud de soldadura y el diámetro máximo no deberá exceder de 3/32 pulg. [2,5 mm]. Excepción: en el caso de soldaduras en filete que conectan rigidizadores al ala, la suma de los diámetro de la porosidad vermicular no deberá exceder de 3/8 pulg. [10 mm] en cualquier tramo lineal de soldadura de una pulgada y no deberá exceder de 3/4 pulg. [20 mm] en cualquier tramo de soldadura de 12 pulg. [300 mm] de longitud. (C) Las soldaduras en ranura con CJP en juntas a tope transversales a la dirección del esfuerzo de tracción calculado no deberán tener porosidad vermicular. En todas las demás soldaduras en ranura la frecuencia de la porosidad vermicular no deberá exceder de una en 4 pulg. [100 mm] de longitud y el diámetro máximo no deberá exceder de 3/32 pulg. [2,5 mm].	X	X

Nota: Una "X" indica la aplicabilidad para el tipo de conexión, un área sombreada indica no aplicabilidad.

Tabla 6. CONTINUACIÓN TABLA 6.1

De acuerdo a la AWS D1.1.

9.25

"Todas las soldaduras deben ser inspeccionadas visualmente y serán aceptables si cumplen

con los criterios de la Tabla 9. 16."

Tabla 9.16											
Criterios de aceptación de la inspección visual (véase 9.25)											
Categorías de discontinuidad y criterios de inspección	Conexiones tubulares (todas las cargas)										
(1) Prohibición de grietas No se deberá aceptar grieta alguna, independientemente del tamaño o ubicación.	X										
(2) Fusión del metal de soldadura/metal base Debe existir fusión completa entre las capas adyacentes de metal de soldadura y entre el metal de aporte y metal base.	X										
(3) Sección transversal del cráter Se deberán llenar todos los cráteres para proporcionar el tamaño de la soldadura especificado, excepto en los extremos de soldaduras en filete intermitente fuera de su longitud efectiva.	X										
(4) Perfiles de soldadura Los perfiles de soldadura deberán cumplir con 5.23.	X										
(5) Tiempo de inspección La inspección visual de las soldaduras en todos los aceros puede comenzar inmediatamente después de que se hayan enfriado las soldaduras finalizadas a temperatura ambiente. Los criterios de aceptación para aceros AISI/A514, A517, y A709 Grade HPS 100W [HPS 690W] deberán estar basados en inspecciones visuales realizadas en un lapso no menor a 48 horas después de la finalización de la soldadura.	X										
(6) Soldaduras de tamaño inferior al nominal El tamaño de una soldadura en filete en cualquier soldadura continua puede ser inferior al tamaño nominal especificado (L) sin corrección por las siguientes cantidades (U): <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">L,</td> <td style="text-align: center;">U,</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">tamaño nominal especificado de la soldadura, pulg. [mm]</td> <td style="text-align: center;">disminución admisible de L, pulg. [mm]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≤ 3/16 [5]</td> <td style="text-align: center;">≤ 1/16 [2]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1/4 [6]</td> <td style="text-align: center;">≤ 3/32 [2.5]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≥ 5/16 [8]</td> <td style="text-align: center;">≤ 1/8 [3]</td> </tr> </table> En todos los casos, la parte de la soldadura con tamaño menor al nominal no deberá exceder del 10% de la longitud de la soldadura. En las soldaduras de alma a ala en vigas, se deberá prohibir la reducción en los extremos de una longitud igual al doble del ancho del ala.	L,	U,	tamaño nominal especificado de la soldadura, pulg. [mm]	disminución admisible de L, pulg. [mm]	≤ 3/16 [5]	≤ 1/16 [2]	1/4 [6]	≤ 3/32 [2.5]	≥ 5/16 [8]	≤ 1/8 [3]	X
L,	U,										
tamaño nominal especificado de la soldadura, pulg. [mm]	disminución admisible de L, pulg. [mm]										
≤ 3/16 [5]	≤ 1/16 [2]										
1/4 [6]	≤ 3/32 [2.5]										
≥ 5/16 [8]	≤ 1/8 [3]										

Tabla 7. TABLA 9.16 DE LA AWS D1.1 2015.

Ref:8.5

Fuente: American Welding Society. D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015.

(7) Socavación (A) En el caso de materiales de menos de 1 pulg. [25 mm] de espesor, la socavación no deberá exceder de 1/32 pulg. [1 mm], con la siguiente excepción: la socavación no deberá exceder de 1/16 pulg. [2 mm] en cualquier longitud acumulada de hasta 2 pulg. [50 mm] en cualquier tramo de 12 pulg. [300 mm]. En el caso de materiales con espesor igual o mayor de 1 pulg. [25 mm], la socavación no deberá exceder 1/16 pulg. [2 mm], cualquiera sea la longitud de la soldadura.	
(B) En miembros principales, la socavación no deberá ser mayor de 0.01 pulg. [0.25 mm] de profundidad cuando la soldadura es transversal al esfuerzo de tracción bajo cualquier condición de carga. La socavación no deberá ser superior a 1/32 pulg. [1 mm] de profundidad en ningún caso.	X
(8) Porosidad (A) Las soldaduras en ranura con CJP en juntas a tope transversales a la dirección del esfuerzo de tracción calculado no deberán tener porosidad vermicular visible. En todas las demás soldaduras en ranura y soldaduras en filete, la suma de la porosidad vermicular visible de 1/32 pulg. [1 mm] o más de diámetro no deberá exceder 3/8 pulg. [10 mm] en ningún tramo lineal de soldadura de una pulgada ni tampoco deberá exceder de 3/4 pulg. [20 mm] en ningún tramo de soldadura de 12 pulg. [300 mm] de longitud. (B) La frecuencia de la porosidad vermicular en las soldaduras en filete no deberá exceder de una en cada 4 pulg. [100 mm] de longitud de soldadura y el diámetro máximo no deberá exceder de 3/32 pulg. [2.5 mm]. Excepción: en el caso de soldaduras en filete que conectan rigidizadores al alma, la suma de los diámetros de porosidad vermicular no deberá exceder de 3/8 pulg. [10 mm] en ningún tramo lineal de soldadura de una pulgada y no deberá exceder de 3/4 pulg. [20 mm] en ningún tramo de soldadura de 12 pulg. [300 mm] de longitud. (C) Las soldaduras en ranura con CJP en juntas a tope transversales a la dirección del esfuerzo de tracción calculado no deberán tener porosidad vermicular. En todas las demás soldaduras en ranura la frecuencia de la porosidad vermicular no deberá exceder de una en 4 pulg. [100 mm] de longitud y el diámetro máximo no deberá exceder de 3/32 pulg. [2.5 mm].	X
(C) Las soldaduras en ranura con CJP en juntas a tope transversales a la dirección del esfuerzo de tracción calculado no deberán tener porosidad vermicular. En todas las demás soldaduras en ranura la frecuencia de la porosidad vermicular no deberá exceder de una en 4 pulg. [100 mm] de longitud y el diámetro máximo no deberá exceder de 3/32 pulg. [2.5 mm].	X

Nota: Una "X" indica la aplicabilidad para el tipo de conexión, un área sombreada indica no aplicabilidad.

Tabla 8. CONTINUACIÓN TABLA 9.16 DE LA AWS D1.1 2015.

Ref:8.5

Fuente: American Welding Society. D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015.

9

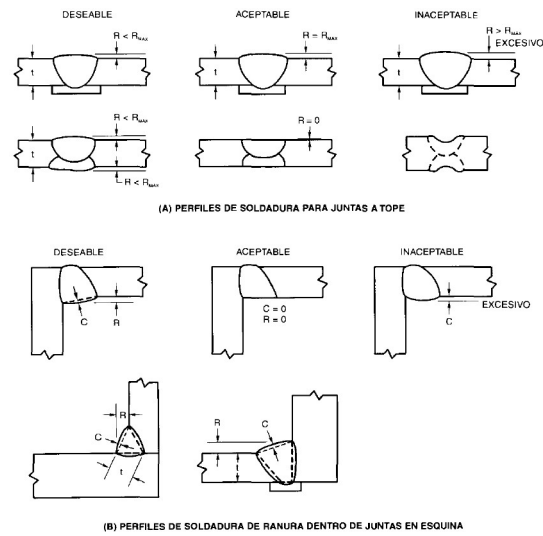
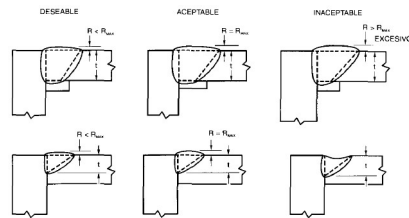


Figura 5.4—Requisitos para perfiles de soldadura (véase Tablas 5.8 y 5.9)

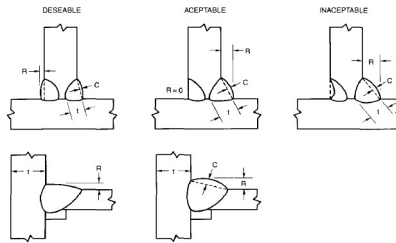
Figura 26. FIGURA 5.4 A y B DE LA AWS D1.1 2015.

Ref:8.5

Fuente: American Welding Society. D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015.



(C) PERFILES DE SOLDADURA DE RANURA FUERA DE JUNTAS EN ESQUINA



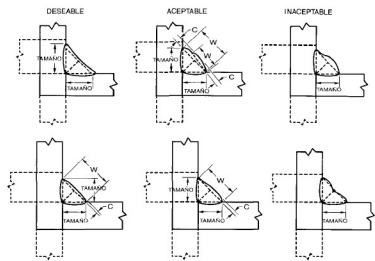
(D) PERFILES DE SOLDADURA DE RANURA EN JUNTAS EN T

Figura 5.4 (Continuación)—Requisitos para perfiles de soldadura (véase Tablas 5.8 y 5.9)

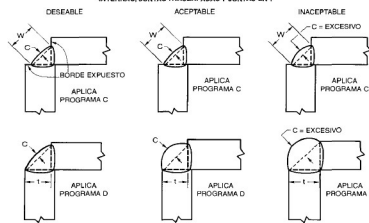
Figura 27. FIGURA 5.4 C y D DE LA AWS D1.1 2015.

Ref:8.5

Fuente: American Welding Society. D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015.



(E) PERFILES DE SOLDADURA DE FILETE PARA JUNTAS EN ESQUINA INTERNAS, JUNTAS TRABALADAS Y JUNTAS EN T



(F) PERFILES DE SOLDADURA DE FILETE PARA JUNTAS EN ESQUINA EXTERNAS

Figura 5.4 (Continuación)—Requisitos para perfiles de soldadura (véase Tablas 5.8 y 5.9)

Figura 28. FIGURA 5.4 E y F DE LA AWS D1.1 2015.

Ref:8.5

Fuente: American Welding Society. D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015.

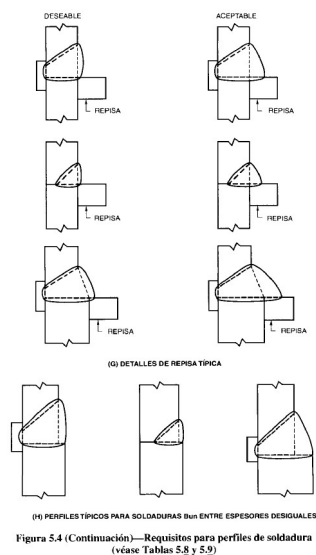


Figura 29. FIGURA 5.4 G y H DE LA AWS D1.1 2015

Ref:8.5

Fuente: American Welding Society. D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015.

Tabla 5.8
Perfiles de soldadura^a (véase 5.23)

Tipo de soldadura	Tipo de junta					
	A tope	Esquina - Interior	Esquina - Exterior	Junta en T	Traslape	A tope con repisa
Ranura (CJP o PJP)	Figura 5.4A	Figura 5.4B ^b	Figura 5.4C	Figura 5.4D ^b	N/A	Figura 5.4G
	Programa A	Programa B	Programa A	Programa B	N/A	véase Nota c
Filete	N/A	Figura 5.4E	Figura 5.4F	Figura 5.4E	Figura 5.4E	N/A
	N/A	Programa C	Programa C o D ^d	Programa C	Programa C	N/A

^a Los programas de la A a la D se proporcionan en la Tabla 5.9.

^b En el caso de soldaduras en filete de refuerzo requeridas por diseño, se aplican las restricciones de perfil para cada ranura y filete en forma separada.

^c Las soldaduras realizadas usando repisas y soldaduras hechas en posición horizontal entre barras verticales de espesor desigual están exentas de las limitaciones R y C. Véase Figuras 5.4G y 5.4H para detalles típicos.

^d Véase en la Figura 5.4F una descripción de dónde corresponde aplicar los Programas C y D.

Tabla 9. TABLA 5.8 DE LA AWS D1.1 2015.

Ref:8.5

Fuente: American Welding Society. D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015.

Tabla 5.9
Programas de perfil de soldadura (véase 5.23)

Programa A	(t = espesor de la placa más gruesa unida para CJP; t = tamaño de la soldadura para PJP)		
	t	R mín.	R máx.
	≤ 1 pulg. [25 mm]	0	1/8 pulg. [3 mm]
	> 1 pulg. [25 mm], ≤ 2 pulg. [50 mm]	0	3/16 pulg. [5 mm]
	> 2 pulg. [50 mm]	0	1/4 pulg. [6 mm] ^a
Programa B	(t = espesor de la placa más gruesa unida para CJP; t = tamaño de la soldadura para PJP; C = convexidad o concavidad admisible)		
	t	R mín.	R máx. C máx. ^b
	< 1 pulg. [25 mm]	0	sin límites 1/8 pulg. [3 mm]
	≥ 1 pulg. [25 mm]	0	sin límites 3/16 pulg. [5 mm]
Programa C	(W = ancho de la cara de la soldadura o cordón de superficie individual; C = convexidad admisible)		
	W	C máx. ^b	
	≤ 5/16 pulg. [8 mm]	1/16 pulg. [2 mm]	
	> 5/16 pulg. [8 mm], < 1 pulg. [25 mm]	1/8 pulg. [3 mm]	
	≥ 1 pulg. [25 mm]	3/16 pulg. [5 mm]	
Programa D	(t = espesor de la más delgada de las dimensiones del borde expuesto; C = convexidad admisible; véase Figura 5.4E)		
	t	C máx. ^b	
	cualquier valor de t	t/2	

^a Para estructuras cargadas cíclicamente, R máx. para materiales > 2 pulg. [50 mm] de espesor es de 3/16 pulg. [5 mm].
^b No hay restricción en la concavidad, siempre que se logre el tamaño mínimo de la soldadura (tomando en cuenta tanto la pierna como la garganta).

Tabla 10. TABLA 5.9 DE LA AWS D1.1 2015.

Ref:8.5

Fuente: American Welding Society. D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015.

8.6. PREPARACIÓN SUPERFICIAL Y APLICACIÓN DE PINTURA

La empresa debe cumplir con estándares y normas como la SSPC para hacer la preparación superficial de acuerdo a la especificación contractual, también con la documentación de hojas técnicas de las pinturas y el esquema de pintura.

8.7. LIBERACIÓN FINAL Y CIERRE DEL PROYECTO

Al finalizar el proyecto se debe hacer entrega un Dossier de calidad para la liberación final de cada proyecto por parte de los contratantes.

9. DIFICULTADES

- Las actividades desarrolladas en el proceso de soldadura cuenta con un procedimiento estandarizado pero no siempre es documentado.
- No hay registros de calibración y mantenimiento de algunos de los equipos que intervienen en el proceso de soldadura especialmente en los equipos para procesos SMAW.
- Falta de documentación del proceso de soldadura.

10. CONCLUSIONES

- Se adquirieron nuevas destrezas y competencias importantes para el desarrollo profesional como ingeniero, destrezas como liderazgo, manejo de personal, labores administrativas y seguridad en el trabajo.
- La documentación exigida en el plan de puntos de inspección (PPI), permite ver un buen control de la empresa sobre sus procesos.
- La entrega de un plan de puntos de inspección y un dossier de calidad blindo a la empresa jurídicamente y le entrega al contratante la documentación requerida para la liberación del proyecto y la revisión de la interventoría dando un valor agregado a la empresa.

11. RECOMENDACIONES

- La empresa debe seguir complementando su Dossier de calidad con el fin de demostrar ante entes reguladores que todos sus procesos de soldadura se realizan bajo el código mandatorio D1.1. , D1.5, NSR 10 y normas de preparación superficial, permitiendo así la liberación final del proyecto.
- La empresa debe documentar el proceso de fabricación en aspectos de calidad desde que ingresa el material a la planta de producción hasta el producto terminado.
- Fortalecer el programa de mantenimiento, calibración e inspección de los equipos asociados al proceso de soldadura.
- Desarrollar un plan de calidad.
- Desarrollar un plan de acción correctiva y generación de reporte.
- Establecer un sistema de documentación de la inspección.
- Desarrollar un sistema y generación de reportes de no conformidades.
- La empresa debería tener un criterio de aceptación para la preparación superficial de la pintura y tener claro el criterio de aceptación de la aplicación de la pintura mediante el positector y la cinta permacel la cual es una prueba destructiva.

PROCESO GMAW Y FLUX CORE

- Adquirir manorreductores con adaptación de resistencia eléctrica para evitar la congelación y la ruptura del mismo al soldar con CO_2 puro, debido a que una ruptura podría generar un cilindro fuera de control y un peligro innecesario.

- Generar un programa de mantenimiento preventivo de los equipos de soldadura *GMAW* y *FLUX CORE* para mantener los equipos en buen estado Y realizar su trazabilidad.
- Los equipos más nuevos para proceso *GMAW* y *FLUXE CORE*, están cumpliendo el año de uso y requieren una calibración con pinza voltiamperimetrica para garantizar su buen funcionamiento.



BIBLIOGRAFÍA

- [1] Manuel Reina Gómez. SOLDADURA DE LOS ACEROS APLICACIONES. Ed 4^a. 2003.
[4.2](#), [4.2](#), [4.2](#), [4.2](#), [4.2](#)
- [2] American Welding Society. D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 22^{da}. 2010.
- [3] American Welding Society. D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015. [8.5](#)
- [4] American Welding Society. D1.5. Código de soldadura para puentes. AWS. Ed 6^a. 2010.
- [5] American Welding Society. A2.4-93. Símbolos normalizados para soldeo, soldeo fuerte y examen no destructivo. AWS. 2010. [4.3](#)
- [6] American Welding Society (2010). A 3.0. Términos y definiciones. AWS. 2001.
- [7] Código ASME Sección IX 2013. Calificación Estándar para Procedimientos de Soldadura, Uniones Fuertes y por Fusión; Soldadores, Brazers; Soldadura; y Brazing Y operadores por Fusión. [4.4](#), [4.4](#), [4.4](#)
- [8] Sosa.Gustavo.APASOL CURSO DE SOLDADURA MIG 2016. En línea.4/11/2020 . Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=Xr4BUrKDt4kab_channel=MiSoldadura
[4.2](#), [4.2](#), [4.2](#), [4.2](#), [4.2](#), [4.2](#), [4.2](#), [4.2](#), [4.2](#)
- [9] Clasificación de electrodos para soldadura.En línea. 25/11/2020.Disponible en: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn47.html> [4.2](#), [4.2](#)
- [10] Fernain de jesus. G. (2020). Procesos de Soldadura con Terminología, Simbología y Defectología - Notas de clase. Pereira: Universidad tecnológica de Pereira.

- [11] Jose. Ludey. A. (2019). Inspección de soldadura - Notas de clase. Pereira: Universidad tecnológica de Pereira.
- [12] Brochure: Esmon estructuras. Obtenido de Esmon estructuras.
- [13] Arboleda Lagos, Angela Maria. Implementación de un plan de mejoramiento para el proceso de soldadura en la fabricación de unidades de campamentos en KNO ENVIRONMENTAL SOLUTIONS LTDA. Bogota D.C. Ingeniera industrial. Fundación universitaria los libertadores. Ingenieria industrial.
- [14] LUQUE JULIO CESAR.FORMATO PARA INSPECCIÓN Y LIBERACIÓN DE MATERIALES, ACCESORIOS Y EQUIPOS En línea.4/11/2020 . Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=5wCXsfjW2kst=482sabchannel=JulioCesarLuqueLambra>

Anexos

Anexo A

	LISTA DE CHEQUEO EQUIPO DE SOLDAR	
		Versión:01

Ubicación:	Cra 16 bis #29 - 164 bodega 1 barrio la Carmelita	Fecha:	9/12/2020
Marca:	Cemont	Hora:	3:50 p. m.
Modelo:	Bluming 353 s	Inspector:	Victor Manuel Rios
Serial fuente:	214-4782026	Serial alimentador	214-4784922

Marque con X el estado	C: Conforme	NC: No conforme	N/A: No aplica
------------------------	-------------	-----------------	----------------

Ítem	Descripción	Estado			Acción correctiva
		C	NC	N/A	
Equipo de soldar					
1	Estado General	x			
2	Condición del sistema de refrigeración	x			
3	Funcionamiento del panel de control	x			
4	Interruptor de encendido (arranque)	x			
5	Luz piloto	x			
6	Regulador primario y secundario de voltaje	x			
7	Regulador de amperaje o de velocidad de hilo	x			
8	Indicador de corriente	x			
9	Indicador de voltaje	x			
10	Fuente de energía	x			
11	Latonería (carcasa)	x			
12	Pernos de la carcasa	x			
13	Ventilador	x			
14	Ruedas	x			
15	Asas para transportar	x			
16	Material combustible que puede incendiarse a 10 metros del área de trabajo	x			
17	Adecuada ventilación	x			
18	Están utilizando los elementos de protección personal apropiados tanto los soldadores como los ayudantes.	x			
19	Kit de arrastre	x			
20	Antorcha	x			
Cables eléctricos					
21	Condición general de los cables	x			
22	Sistema de aislamiento (revestimiento de cables)	x			
23	Cable de alimentación	x			
24	Sistema de conexión (enchufe de alimentación)	x			
25	Conexión a tierra (Cable a tierra)		x		Reencauchetar
26	Estado de la pinza (conexión al cable)	x			
27	Terminales electricos para soldar	x			



Observaciones:

Victor Manuel Rios
Supervisor responsable

Cargo


Firma

Figura 30. ESTADO EQUIPO DE SOLDADURA CEMONT - BLUMING 353 S.

 ESMON	LISTA DE CHEQUEO EQUIPO DE SOLDAR	 ESMON Versión:01
--	--	--

Ubicación:	Cra 16 bis #29 - 164 bodega 1 barrio la Carmelita	Fecha:	9/12/2020
Marca:	Lincoln electric	Hora:	9:00 a. m.
Modelo:	CV 400	Inspector:	Victor Manuel Rios
Serial fuente:	U11110208634	Serial alimentador:	U100905627

Marque con X el estado	C: Conforme	NC: No conforme	N/A: No aplica
------------------------	-------------	-----------------	----------------

Ítem	Descripción	Estado			Acción correctiva
		C	NC	N/A	
Equipo de soldar					
1	Estado General	x			
2	Condición del sistema de refrigeración	x			
3	Funcionamiento del panel de control	x			
4	Interruptor de encendido (arranque)	x			
5	Luz piloto	x			
6	Regulador primario y secundario de voltaje	x			
7	Regulador de amperaje o de velocidad de hilo	x			
8	Indicador de corriente	x			
9	Indicador de voltaje	x			
10	Fuente de energía	x			
11	Latonería (carcasa)	x			
12	Pernos de la carcasa	x			
13	Ventilador	x			
14	Ruedas	x			
15	Asas para transportar		x		Instalar asas
16	Material combustible que puede incendiarse a 10 metros del area de trabajo	x			
17	Adecuada ventilación	x			
18	Están utilizando los elementos de protección personal apropiados tanto los soldadores como los ayudantes.	x			
19	Kit de arrastre	x			
20	Antorcha		x		Ajustar antorcha y cambiar guaya
Cables eléctricos					
21	Condición general de los cables	x			
22	Sistema de aislamiento (revestimiento de cables)	x			
23	Cable de alimentación	x			
24	Sistema de conexión (enchufe de alimentación)	x			
25	Conexión a tierra (Cable a tierra)		x		Revestir el cable
26	Estado de la pinza (conexión al cable)		x		Poner pinza nueva
27	Terminales electricos para soldar	x			

Observaciones:




Victor Manuel Rios		
Supervisor responsable	Cargo	Firma

Figura 31. ESTADO EQUIPO DE SOLDADURA LILNCOL ELECTRIC - CV 400.

 ESMON	LISTA DE CHEQUEO EQUIPO DE SOLDAR	 ESMON Versión:01
--	--	--

Ubicación:	Cra 16 bis #29 - 164 bodega 1 barrio la Carmelita	Fecha:	9/12/2020
Marca:	Miller	Hora:	8:15 a. m.
Modelo:	XPS 450	Inspector:	Victor Manuel Rios
Serial fuente:	MJ465346D	Serial alimentador	MJ424922D

Marque con X el estado C: Conforme NC: No conforme N/A: No aplica

Ítem	Descripción	Estado			Acción correctiva
		C	NC	N/A	
Equipo de soldar					
1	Estado General	X			
2	Condición del sistema de refrigeración	X			
3	Funcionamiento del panel de control	X			
4	Interruptor de encendido (arranque)	X			
5	Luz piloto	X			
6	Regulador primario y secundario de voltaje	X			
7	Regulador de amperaje o de velocidad de hilo	X			
8	Indicador de corriente	X			
9	Indicador de voltaje	X			
10	Fuente de energía	X			
11	Latonería (carcasa)	X			
12	Pernos de la carcasa	X			
13	Ventilador	X			
14	Ruedas	X			
15	Asas para transportar	X			
16	Material combustible que puede incendiarse a 10 metros del área de trabajo	X			
17	Adecuada ventilación	X			
18	Están utilizando los elementos de protección personal apropiados tanto los soldadores como los ayudantes.	X			
19	Kit de arrastre	X			
20	Antorcha	X			
Cables eléctricos					
21	Condición general de los cables		X		
22	Sistema de aislamiento (revestimiento de cables)		X		
23	Cable de alimentación	X			
24	Sistema de conexión (enchufe de alimentación)	X			
25	Conexión a tierra (Cable a tierra)		X		Cambiar cable por uno largo
26	Estado de la pinza (conexión al cable)		X		Poner pinza nueva
27	Terminales electricos para soldar				



Observaciones: Consegir cable conexión a tierra de 1,50 o 2 metros puede ser marca jackson de 300A a 500A

Victor Manuel Rios
Supervisor responsable

Cargo

Firma

Figura 32. ESTADO EQUIPO DE SOLDADURA MILLER - XPS 450.

 ESMON	LISTA DE CHEQUEO EQUIPO DE SOLDAR	 ESMON Versión:01
--	--	--

Ubicación:	Cra 16 bis #29 - 164 bodega 1 barrio la Carmelita	Fecha:	9/12/2020
Marca:	Miller	Hora:	8:27
Modelo:	XPS 450	Inspector:	Victor Manuel Rios
Serial fuente:	MJ424922	Serial alimentador	MJ356022U

Marque con X el estado C: Conforme NC: No conforme N/A: No aplica

Ítem	Descripción	Estado			Acción correctiva
		C	NC	N/A	
Equipo de soldar					
1	Estado General	X			
2	Condición del sistema de refrigeración	X			
3	Funcionamiento del panel de control	X			
4	Interruptor de encendido (arranque)	X			
5	Luz piloto	X			
6	Regulador primario y secundario de voltaje	X			
7	Regulador de amperaje o de velocidad de hilo	X			
8	Indicador de corriente	X			
9	Indicador de voltaje	X			
10	Fuente de energía	X			
11	Latonería (carcasa)	X			
12	Pernos de la carcasa	X			
13	Ventilador	X			
14	Ruedas	X			
15	Asas para transportar	X			
16	Material combustible que puede incendiarse a 10 metros del área de trabajo	X			
17	Adecuada ventilación	X			
18	Están utilizando los elementos de protección personal apropiados tanto los soldadores como los ayudantes.	X			
19	Kit de arrastre	X			
20	Antorcha	X			Reencauchetar (refuerzo)
Cables eléctricos					
21	Condición general de los cables	X			
22	Sistema de aislamiento (revestimiento de cables)	X			
23	Cable de alimentación	X			
24	Sistema de conexión (enchufe de alimentación)	X			
25	Conexión a tierra (Cable a tierra)		X		Cambiar cable
26	Estado de la pinza (conexión al cable)		X		Poner pinza
27	Terminales eléctricos para soldar				

Observaciones:


Victor Manuel Rios Supervisor responsable	_____ Cargo	 Firma
--	----------------	--

Figura 33. ESTADO EQUIPO DE SOLDADURA MILLER - XPS 450.


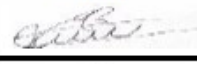
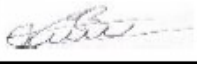
		INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA				Versión:	1		
						Código:			
						Fecha:			
Defectos	G: Grietas	S: socavación	P: Porosidad	F: Fusión	P: Penetración T: Terminación				
Observaciones:									
Leyenda C= Conforme N/C=No conforme									
Ref	Junta		Ref	Junta		Ref	Junta		Ref/Defec
	C	N/C		C	N/C		C	N/C	
1			17			31			
2			18			32			
3			19			33			
4			20			34			
5			21			35			
6			22			36			
7			23			37			
8			24			38			
9			25			39			
10			26			40			
13			27			41			
14			28			42			
15			29			43			
16			30			44			
Procedimiento de soldadura:									
APROBACIÓN									
	NOMBRE	Cargo	Firma	Fecha					
ELABORÓ	Victor Manur Rios	Ing. Mecánico Supervisor QA/QC							
REVISÓ	Victor Manur Rios	Ing. Mecánico Supervisor QA/QC							
APROBÓ		Gestor técnico o representante del cliente			8/02/2021				

Figura 35. FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL.

Ref:8.5

Anexo B

ESMON S.A.S
Departamento técnico



Guía

GUÍA DE PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN

ESMON
ESTRUCTURAS Y MONTAJES ESPECIALES

Victor Manuel Rios Yepes
Ingeniero de producción

8 de febrero de 2021

Índice

1. DOCUMENTACIÓN PRELIMINAR AL INICIO DEL PROYECTO	1
1.1. Revisión de documentación de compra/venta y especificaciones contractuales	1
1.2. Emisión del plan de calidad	1
1.3. Emisión de plan de puntos de inspección	1
1.4. Procedimientos de END y documentación de personal	2
1.5. Certificados de calibración de instrumentos de medición y equipos de soldadura.	2
2. WPS-PQR-WPQR	2
2.1. WPS: Especificación del procedimiento de soldadura.	2
2.2. PQR: Registro de calificación de procedimientos de soldadura	3
2.3. WPQR: Registro de calificación del rendimiento del soldador	3
3. Recepción de materiales	3
3.1. Recepción de materiales	3
3.2. Recepción de soldadura y pintura	4
4. Fabricación en taller	4
4.1. Armado	4
4.2. Soldeo	5
4.3. Prensable	7
5. Ensayos no destructivos	7
5.1. Inspección visual	7
5.1.1. Aceptación de perfiles de soldadura de acuerdo a la AWS D1.1.	7
5.2. Inspección de tintas penetrantes	17
5.3. Inspección de partículas magnéticas	17
5.4. Inspección radiográfica	18
6. Preparación superficial y aplicación de la pintura.	18
6.1. Preparación superficial	18
6.2. Aplicación de pinturas	18
7. Liberación final del proyecto	19
7.1. Liberación final del proyecto	19
8. Cierre del proyecto	19

Índice de figuras

1.	Figura 5.4 A y B de la AWS D1.1 2015.	12
2.	Figura 5.4 C y D de la AWS D1.1 2015.	13
3.	Figura 5.4 E y F de la AWS D1.1 2015.	14
4.	Figura 5.4 G y H de la AWS D1.1 2015	15

Índice de tablas

1.	Tabla 6.1 de la AWS D1.1 2015.	8
2.	Continuación tabla 6.1	9
3.	Tabla 9.16 de la AWS D1.1 2015.	10
4.	Continuación tabla 9.16 de la AWS D1.1 2015.	11
5.	Tabla 5.8 de la AWS D1.1 2015.	16
6.	Tabla 5.9 de la AWS D1.1 2015.	17
7.	Formato de inspección y liberación de materiales.	21
8.	Formato de inspección visual de la soldadura.	26



1. DOCUMENTACIÓN PRELIMINAR AL INICIO DEL PROYECTO

1.1. Revisión de documentación de compra/venta y especificaciones contractuales

Características a inspeccionar:

- Requerimientos contractuales:
 - Código de construcción.
 - Materiales de construcción.
 - Normas y especificaciones aplicables.
 - Dibujos y símbolos mostrando localización y tipo de soldadura.
- Ensayos no destructivos a realizar.
- Plazos de entrega.
- Requerimientos técnicos.

Nota: El método de inspección y la documentación de referencia se encuentra en el PPI para el resto de fases.

1.2. Emisión del plan de calidad

El plan de Calidad es un documento a través del que se detalla cómo debe ser el proceso que garantice la calidad de los proyectos, productos o procesos. Este plan debe dar respuesta a cuestiones como qué acciones se llevarán a cabo, qué recurso serán necesarios o quienes serán los encargados de aplicar el plan.

Nota: Desarrollar un plan de calidad y un plan de acción correctiva, establecer un sistema de documentación de la inspección, ¿cómo generar reportes y las no conformidades?, una acción correctiva es mejorar la comunicación y capacitar a los trabajadores.

1.3. Emisión de plan de puntos de inspección

Los Programas de Puntos de Inspección, o Planes de Puntos de Inspección (comúnmente llamados PPIs), son un formato de registro muy usado para proyectos, obras o actividades que estén formadas por varias tareas y donde normalmente están implicadas varias personas, o varias empresas.

Nota: Desarrollar un plan de inspección:

- Hacer una lista detallada de todas las actividades de inspección antes, durante y después de la soldadura.
- Los planes de inspección deben estar en forma de chequeo.
- Los planes de inspección deben contener:

1. **Actividad-especificación aplicable.**
2. **Fecha-Numero de reporte de inspección.**
3. **Firma del responsable.**

1.4. Procedimientos de END y documentación de personal

Los ensayos no destructivos a ejecutar se encuentran en los requerimientos contractuales, de acuerdo a esto se realizaran las pruebas exigidas VT, PT, PM, UT.

- Posteriormente a los ensayos, se debe solicitar y documentar informe de resultados de los END el cual sera el criterio de aceptación para la empresa.
- También es importante reunir la documentación del personal que hace los ensayos:
 - Fotocopia de la cédula
 - Certificados que facultan al personal para hacer los ensayos.

1.5. Certificados de calibración de instrumentos de medición y equipos de soldadura.

En esta subetapa se deben documentar:

- Certificados de las galgas.
- Certificado de calibración de los equipos de soldadura.
- Certificado del Positector.

2. WPS-PQR-WPQR

En esta etapa se deben revisar los procedimiento de soldadura y niveles de soldadores, variables esenciales de los WPS, realizar nuevos WPS si es necesario y revisar la calificación de los soldadores.

2.1. WPS: Especificación del procedimiento de soldadura.

El procedimiento de soldadura o WPS (Welding Procedure Specification) es un documento que provee las norma e instrucciones para realizar la soldadura con base en los requerimientos del código AWS D1.1 o D 1.5, proporciona igualmente la información necesaria para orientar al soldador u operador de soldadura y asegurar el cumplimiento de los requerimientos del código. Describe las variables esenciales, no esenciales y cuando se requiera, las variables suplementarias esenciales de cada procedimiento de soldadura. Debe estar firmado por un Inspector de Soldadura AWS. El Código AWS tiene una serie de procedimientos precalificados, por lo cual cuando se va a soldar con base en este código es necesario únicamente cumplir con lo establecido en el código.

Nota: Es posible con un pequeño numero de WPS cubrir todas las situaciones de soldadura.

2.2. PQR: Registro de calificación de procedimientos de soldadura

PQR es la abreviatura de Procedure Qualification Record, que traducido al español significa “Registro de Calificación del Procedimiento”, para indicar que significa este documento, primero vamos a indicar que solo se utiliza cuando se realizan WPS que son calificados por ensayos, entonces iniciamos con lo que significa, como su nombre lo dice es un registro de calificación, es la etapa previa antes de desarrollar el procedimiento final WPS, aquí es donde proponemos las diferentes variables que se utilizan en la soldadura (material base, material de aporte, posición, diseño de junta, temperaturas de pre y post calentamiento, progresión, técnica, etc), todas estas propuestas salen del conocimiento y experiencia de o las personas que están elaborando el PQR, una vez que se tiene una exitosa soldadura visual es que se extraen probetas para que sean ensayadas en un laboratorio, el tipo y cantidad de ensayos lo define el código o norma que están utilizando, después de obtener un resultado satisfactorio de estos ensayos, es que se procede a plasmar en un documento escrito estas variables utilizadas que inicialmente eran propuestas, ahora ya se vuelven las variables de soldadura calificadas que dicho de otra manera es el Registro de Calificación del Procedimiento PQR las cuales han generado una unión de soldadura exitosa. Entonces es que con este PQR se puede proseguir a elaborar uno o varios WPSs según nuestro requerimiento.

2.3. WPQR: Registro de calificación del rendimiento del soldador

WPQR es la abreviatura de Welder Performance Qualification Record, que traducido al español significa “Registro de Calificación del Rendimiento del Soldador”, en términos simples es el documento escrito que demuestra que un soldador es calificado (conocido comúnmente como Homologado), este documento se obtiene después de que el soldador ha pasado satisfactoriamente una prueba práctica de habilidad para desarrollar un determinado WPS.

Nota: Para saber que posiciones puede soldar el soldador de acuerdo a su WPQR ver tabla 4.10 de la AWS D1.1.

1. Estos registros permiten complementar el Dossier de calidad de entrega final de un proyecto.
2. Permiten al inspector saber que tan competente es el soldador y en que posiciones de soldadura esta calificado el soldador.

3. Recepción de materiales

Trazabilidad y liberación de los materiales accesorios y equipos que afectan la calidad del producto final, esta liberación brinda confiabilidad y garantiza que se están cumpliendo con los requisitos del cliente, normas nacionales e internacionales. Para realizar esto se necesita mucho sentido de responsabilidad y mucha ética profesional.

3.1. Recepción de materiales

Pasos a seguir para la trazabilidad del material:

1. Verificar orden de compra y remisión.
2. Verificar estado físico del suministro.

3. Verificar dimensiones del suministro.
4. Verificar que los materiales cumplan las especificaciones técnicas ASTM del proyectista estructural.
5. Verificar marcación de los materiales.
6. Solicitar certificados de calidad de los materiales.
7. Generar la trazabilidad mediante un formato de liberación de materiales.

3.2. Recepción de soldadura y pintura

1. Verificar orden de compra y remisión.
2. Verificar estado físico del suministro.
3. Verificar que la soldadura cumpla con la especificación técnica de la AWS.
4. Solicitar certificados de calidad de la soldadura.
5. Solicitar Fichas técnicas de la pintura.

Nota: Idealmente los certificados de calidad deberían llegar con el material por eso hay que tener mucho cuidado en la selección de los proveedores, la norma NTC ISO 9000 versión 2015 habla de la selección de los proveedores, los proveedores deben garantizar confiabilidad y deben ser serios con la documentación y productos de alta calidad para así ofrecer a nuestros clientes productos de alta calidad.

4. Fabricación en taller

La fabricación en el taller deberá ser supervisada antes, durante y después de las subfases de la etapa de fabricación en taller.

4.1. Armado

En el armado se debe verificar:

1. Principales medidas funcionales.
2. Uso de los materiales correctos.
3. La posición de miembros de las juntas.
4. Preparación de juntas de soldadura y sus dimensiones.
5. Limpieza de juntas de soldadura.

4.2. Soldeo

Para la soldadura podemos utilizar de referencia códigos mandatorios y normas como la AWS D1.1, D1.5 y NSR 10.

Actividades antes de soldar y durante el proceso, se debe verificar:

1. Seguimiento de WPS por parte del soldador: Las variables que necesitan ser monitoreadas son:
 - Consumibles tipo y diámetro.
 - Corriente o velocidad de alimentación.
 - Voltaje.
 - Flujo de gas.
 - Velocidad de avance.
 - Tratamiento final.
 - Cantidad de salpicaduras.
2. Verificar que el metal base y de aporte sean los correctos.
3. Limpieza de la calamina a 2 in del lugar de la soldadura, también la limpieza de la grasa, la herrumbre, oxidos, pinturas, fluidos y cualquier componente extraño para la coalescencia de la soldadura.
4. Parámetros de soldeo.
5. Alineamiento:
 - Durante el soldeo se debe mantener el alineamiento debido a las fuerzas de expansión y contracción.
 - Alta velocidad de soldeo abre la costura en el frente.
 - Baja velocidad de soldeo cierra la costura en el frente.
6. Pre calentamiento:
 - El pre calentamiento se realiza a 2 in del cordón de soldadura.
 - La temperatura se revisa a 2 o 3 in del cordón de soldadura, en ambos lados.
 - Ninguna soldadura se realiza cuando la temperatura ambiente en el area de trabajo esta por debajo de -17.78°C .
 - Cuando la temperatura del metal esta por debajo de 0° este debe ser pre calentado a 21°C .
7. Revisar calidad, forma y lugar de los pases de soldadura:
 - El pase de raíz es el más critico.
 - La forma del pase de raíz es importante (Cordones planos o ligeramente convexos)
 - En pases múltiples es deseable un perfil ligeramente cóncavo.

8. Secuencia de los cordones de soldadura para contrarrestar las fuerzas de contracción que actúan en el material:
 - La secuencia de los cordones tienen influencia en la distorsión causada por dilatación y contracción.
 - Para reducir la distorsión se recomienda:
 - a) Soldar desde áreas de grandes esfuerzos residuales hacia áreas de bajos esfuerzos residuales.
 - b) Soldar desde el centro hacia afuera.
 - c) Balancear la soldadura por ambos lados.
9. Revisar temperatura y limpieza entre pases
10. Revisar el bisel y pase de raíz.
11. Estado físico del cordón.

Actividades postsoldadura, se debe verificar que:

1. La calidad del cordón:
 - Revisar la apariencia y uniformidad del cordón.
 - Para la soldadura de filete la relación ancho cara de raíz- garganta efectiva debe ser 1.25 a 1.
 - Revisar ausencia de discontinuidades superficiales como:
 - a) Grietas.
 - b) Poros.
 - c) Socavados.
 - d) Solapes.
 - e) Fusión incompleta.
 - f) Inclusiones de escoria.
 - g) Golpes de arco entre otras.
2. Los Perfiles de soldadura cumpla con AWS D1.1 o D1.5:
 - El tamaño de la soldadura debe ser verificado que este dentro de las especificaciones del código.
 - Un incremento de 1/4 a 5/16 incrementa más del 50 % el metal de soldadura de aporte.
 - Verificar longitudes de la soldadura.
3. Monitoriar los END.
4. Monitoriar cualquier tratamiento postsoldadura.

Nota: Al finalizar el procedimiento documentar la inspección.

4.3. Prensable

En el prensable se verifican mediante los instrumentos aplicables:

1. Las principales medidas funcionales.
2. Nivelación.
3. Alineamiento.
4. Concentricidad.

5. Ensayos no destructivos

Los ensayos no destructivos a realizar deberán estar especificados en el contrato (documento de referencia AWS D1.10).

5.1. Inspección visual

la inspección visual se hará antes, durante y después del soldo a todas las juntas soldadas de acuerdo a la AWS D1.1 código de soldadura estructural y AWS B1.11 Guía de inspección visual.

Nota: Para que un formato de inspección visual tenga total validez debe estar emitido por un inspector visual nivel I o nivel II.

5.1.1. Aceptación de perfiles de soldadura de acuerdo a la AWS D1.1.

De acuerdo a la AWS D1.1. 5.23

"Todas las soldaduras deben cumplir con los criterios de aceptación visual de la tabla 6.1 [1] y 9.16 [3] y deben estar libres de grietas, traslapes y discontinuidades inaceptables del perfil que se muestra en la figura 5.4 [1], tabla 5.8 [5] y 5.9 [6] y tabla 5.10, a excepción de las permitidas en el 5.24.1 y 5.24.3."

De acuerdo a la AWS D1.1. 6.9

"Todas las soldaduras deben ser inspeccionadas visualmente y seran aceptables si cumplen con los criterios de la tabla 6.1 (Fig.[1]) o la tabla 9.16 (Fig. [3])".

ESMON
ESTRUCTURAS Y MONTAJES ESPECIALES

Tabla 6.1
Criterios de aceptación de la inspección visual (véase 6.9)

Categorías de discontinuidad y criterios de inspección	Conexiones no tubulares cargadas estáticamente	Conexiones no tubulares cargadas cíclicamente										
(1) Prohibición de grietas No se deberá aceptar grieta alguna, independientemente del tamaño o la ubicación.	X	X										
(2) Fusión del metal de soldadura/metal base Deberá existir fusión completa entre las capas adyacentes del metal de soldadura y entre el metal de soldadura y el metal base.	X	X										
(3) Sección transversal del cráter Se deberán llenar todos los cráteres para proporcionalizar el tamaño de la soldadura especificado, excepto en los extremos de soldaduras en filete intermitente fuera de su longitud efectiva.	X	X										
(4) Perfiles de soldadura Los perfiles de soldadura deberán cumplir con 5.23.	X	X										
(5) Tiempo de inspección La inspección visual de las soldaduras en todos los aceros puede comenzar inmediatamente después de que se hayan enfriado las soldaduras finalizadas a temperatura ambiente. Los criterios de aceptación para aceros ASTM A514, A517, y A709 Grado HPS 100W [HPS 690W] deberán estar basados en inspecciones visuales realizadas en un lapso de no menor a 48 horas después de la finalización de la soldadura.	X	X										
(6) Soldaduras de tamaño inferior al nominal El tamaño de una soldadura en filete en cualquier soldadura continua puede ser inferior al tamaño nominal especificado (L) sin corrección por las siguientes cantidades (U): <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">L,</td> <td style="text-align: center;">U,</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">tamaño nominal especificado de la soldadura, pulg. [mm]</td> <td style="text-align: center;">disminución admisible de L, pulg. [mm]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≤ 3/16 [3]</td> <td style="text-align: center;">≤ 1/16 [2]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1/4 [6]</td> <td style="text-align: center;">≤ 3/32 [2,5]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">> 5/16 [8]</td> <td style="text-align: center;">≤ 1/8 [3]</td> </tr> </table>	L,	U,	tamaño nominal especificado de la soldadura, pulg. [mm]	disminución admisible de L, pulg. [mm]	≤ 3/16 [3]	≤ 1/16 [2]	1/4 [6]	≤ 3/32 [2,5]	> 5/16 [8]	≤ 1/8 [3]	X	X
L,	U,											
tamaño nominal especificado de la soldadura, pulg. [mm]	disminución admisible de L, pulg. [mm]											
≤ 3/16 [3]	≤ 1/16 [2]											
1/4 [6]	≤ 3/32 [2,5]											
> 5/16 [8]	≤ 1/8 [3]											
En todos los casos, la parte de la soldadura con tamaño inferior al nominal no deberá exceder del 10% de la longitud de la soldadura. En las soldaduras de alma a ala en vigas, se deberá prohibir la reducción en los extremos de una longitud igual al doble del ancho del ala.												

Tabla 1: Tabla 6.1 de la AWS D1.1 2015.

Ref: [5.1.1]

Fuente: American Welding Society. D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015. [3]

ESMON
ESTRUCTURAS Y MONTAJES ESPECIALES

<p>(7) Socavación (A) En el caso de materiales de menos de 1 pulg. [25 mm] de espesor, la socavación no deberá exceder de 1/32 pulg. [1 mm], con la siguiente excepción: la socavación no deberá exceder de 1/16 pulg. [2 mm] en cualquier longitud acumulada de hasta 2 pulg. [50 mm] en cualquier tramo de 12 pulg. [300 mm]. En el caso de materiales con espesor igual o mayor de 1 pulg. [25 mm], la socavación no deberá exceder de 1/16 pulg. [2 mm], cualquiera sea la longitud de la soldadura.</p>	X	
<p>(B) En miembros principales, la socavación no deberá ser mayor de 0,01 pulg. [0,25 mm] de profundidad cuando la soldadura sea transversal al esfuerzo de tracción bajo cualquier condición de carga. La socavación no deberá ser superior a 1/32 pulg. [1 mm] de profundidad en ningún caso.</p>		X
<p>(8) Porosidad (A) Las soldaduras en ranura con CJP en juntas a tope transversales a la dirección del esfuerzo de tracción calculado no deberán tener porosidad vermicular visible. En todas las demás soldaduras en ranura y soldaduras en filete, la suma de la porosidad vermicular visible de 1/32 pulg. [1 mm] o más de diámetro no deberá exceder de 3/8 pulg. [10 mm] en cualquier tramo lineal de soldadura de una pulgada y no deberá exceder de 3/4 pulg. [20 mm] en cualquier tramo de soldadura de 12 pulg. [300 mm] de longitud.</p>	X	
<p>(B) La frecuencia de la porosidad vermicular en las soldaduras en filete no deberá exceder de una en cada 4 pulg. [100 mm] de longitud de soldadura y el diámetro máximo no deberá exceder de 3/32 pulg. [2,5 mm]. Excepción: en el caso de soldaduras en filete que conectan rigidizadores al ala, la suma de los diámetros de la porosidad vermicular no deberá exceder de 3/8 pulg. [10 mm] en cualquier tramo lineal de soldadura de una pulgada y no deberá exceder de 3/4 pulg. [20 mm] en cualquier tramo de soldadura de 12 pulg. [300 mm] de longitud.</p>		X
<p>(C) Las soldaduras en ranura con CJP en juntas a tope transversales a la dirección del esfuerzo de tracción calculado no deberán tener porosidad vermicular. En todas las demás soldaduras en ranura la frecuencia de la porosidad vermicular no deberá exceder de una en 4 pulg. [100 mm] de longitud y el diámetro máximo no deberá exceder de 3/32 pulg. [2,5 mm].</p>		X

Nota: Una "X" indica la aplicabilidad para el tipo de conexión, un área sombreada indica no aplicabilidad.

Tabla 2: Continuación tabla 6.1

De acuerdo a la AWS D1.1. 9.25

"Todas las soldaduras deben ser inspeccionadas visualmente y serán aceptables si cumplen con los criterios de la Tabla 9. 16."



Tabla 9.16
Criterios de aceptación de la inspección visual (véase 9.25)

Categorías de discontinuidad y criterios de inspección	Conexiones tubulares (todas las cargas)												
(1) Prohibición de grietas No se deberá aceptar grieta alguna, independientemente del tamaño o ubicación.	X												
(2) Fusión del metal de soldadura/metal base Debe existir fusión completa entre las capas adyacentes de metal de soldadura y entre el metal de aporte y metal base.	X												
(3) Sección transversal del cráter Se deberán llenar todos los crateres para proporcionar el tamaño de la soldadura especificado, excepto en los extremos de soldaduras en filete intermitente fuera de su longitud efectiva.	X												
(4) Perfiles de soldadura Los perfiles de soldadura deberán cumplir con 5.23.	X												
(5) Tiempo de inspección La inspección visual de las soldaduras en todos los aceros puede comenzar inmediatamente después de que se hayan enfriado las soldaduras finalizadas a temperatura ambiente. Los criterios de aceptación para aceros ASTM A514, A517, y A709 Grade HPS 100W [HPS 690W] deberán estar basados en inspecciones visuales realizadas en un lapso no menor a 48 horas después de la finalización de la soldadura.	X												
(6) Soldaduras de tamaño inferior al nominal El tamaño de una soldadura en filete en cualquier soldadura continua puede ser inferior al tamaño nominal especificado (L) sin corrección por las siguientes cantidades (U): <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="text-align: center;">L_n</td> <td style="text-align: center;">U_n</td> </tr> <tr> <td colspan="2">tamaño nominal especificado de la soldadura, pulg. [mm] disminución admisible de L,</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">pulg. [mm]</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$\leq 3/16$ [5]</td> <td style="text-align: center;">$\leq 1/16$ [2]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$1/4$ [6]</td> <td style="text-align: center;">$\leq 3/32$ [2,5]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$> 5/16$ [8]</td> <td style="text-align: center;">$\leq 1/8$ [3]</td> </tr> </table> <p>En todos los casos, la parte de la soldadura con tamaño menor al nominal no deberá exceder del 10% de la longitud de la soldadura. En las soldaduras de alma a ala en vigas, se deberá prohibir la reducción en los extremos de una longitud igual al doble del ancho del ala.</p>	L_n	U_n	tamaño nominal especificado de la soldadura, pulg. [mm] disminución admisible de L,		pulg. [mm]		$\leq 3/16$ [5]	$\leq 1/16$ [2]	$1/4$ [6]	$\leq 3/32$ [2,5]	$> 5/16$ [8]	$\leq 1/8$ [3]	X
L_n	U_n												
tamaño nominal especificado de la soldadura, pulg. [mm] disminución admisible de L,													
pulg. [mm]													
$\leq 3/16$ [5]	$\leq 1/16$ [2]												
$1/4$ [6]	$\leq 3/32$ [2,5]												
$> 5/16$ [8]	$\leq 1/8$ [3]												

Tabla 3: Tabla 9.16 de la AWS D1.1 2015.

Ref:5.1.1

Fuente: American Welding Society. D1.1, Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015.

<p>(7) Socavación (A) En el caso de materiales de menos de 1 pulg. [25 mm] de espesor, la socavación no deberá exceder de 1/32 pulg. [1 mm], con la siguiente excepción: la socavación no deberá exceder de 1/16 pulg. [2 mm] en cualquier longitud acumulada de hasta 2 pulg. [50 mm] en cualquier tramo de 12 pulg. [300 mm]. En el caso de materiales con espesor igual o mayor de 1 pulg. [25 mm], la socavación no deberá exceder 1/16 pulg. [2 mm], cualquiera sea la longitud de la soldadura.</p>	
<p>(B) En miembros principales, la socavación no deberá ser mayor de 0,01 pulg. [0,25 mm] de profundidad cuando la soldadura es transversal al esfuerzo de tracción bajo cualquier condición de carga. La socavación no deberá ser superior a 1/32 pulg. [1 mm] de profundidad en ningún caso.</p>	X
<p>(8) Porosidad (A) Las soldaduras en ranura con CJP en juntas a tope transversales a la dirección del esfuerzo de tracción calculado no deberán tener porosidad vermicular visible. En todas las demás soldaduras en ranura y soldaduras en filete, la suma de la porosidad vermicular visible de 1/32 pulg. [1 mm] o más de diámetro no deberá exceder 3/8 pulg. [10 mm] en ningún tramo lineal de soldadura de una pulgada ni tampoco deberá exceder de 3/4 pulg. [20 mm] en ningún tramo de soldadura de 12 pulg. [300 mm] de longitud.</p>	
<p>(B) La frecuencia de la porosidad vermicular en las soldaduras en filete no deberá exceder de una en cada 4 pulg. [100 mm] de longitud de soldadura y el diámetro máximo no deberá exceder de 3/32 pulg. [2,5 mm]. Excepción: en el caso de soldaduras en filete que conectan rigidizadores al alma, la suma de los diámetros de porosidad vermicular no deberá exceder de 3/8 pulg. [10 mm] en ningún tramo lineal de soldadura de una pulgada y no deberá exceder de 3/4 pulg. [20 mm] en ningún tramo de soldadura de 12 pulg. [300 mm] de longitud.</p>	X
<p>(C) Las soldaduras en ranura con CJP en juntas a tope transversales a la dirección del esfuerzo de tracción calculado no deberán tener porosidad vermicular. En todas las demás soldaduras en ranura la frecuencia de la porosidad vermicular no deberá exceder de una en 4 pulg. [100 mm] de longitud y el diámetro máximo no deberá exceder de 3/32 pulg. [2,5 mm].</p>	X

Nota: Una "X" indica la aplicabilidad para el tipo de conexión, un área sombreada indica no aplicabilidad.

Tabla 4: Continuación tabla 9.16 de la AWS D1.1 2015.

Ref:5.1.1

Fuente: American Welding Society, D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015.

ESMON
ESTRUCTURAS Y MONTAJES ESPECIALES

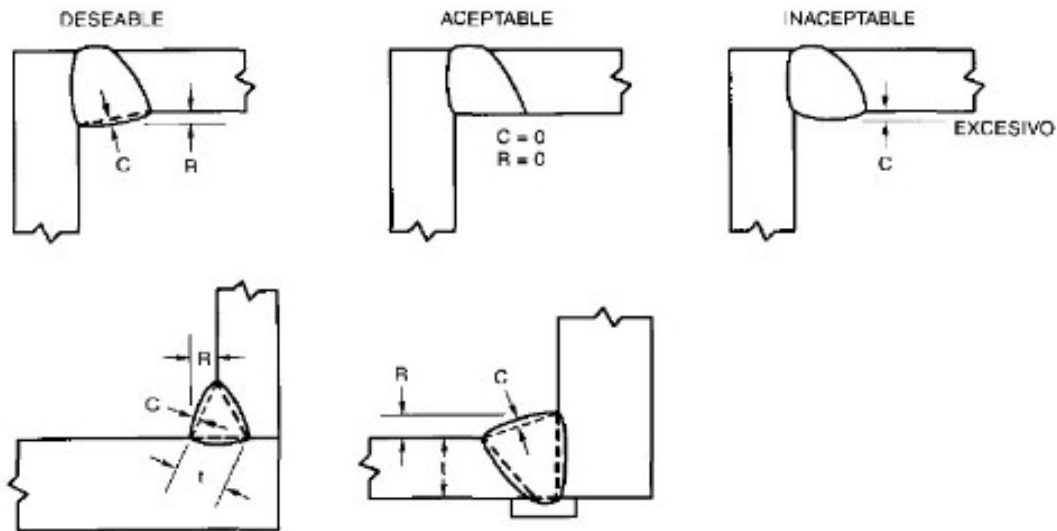
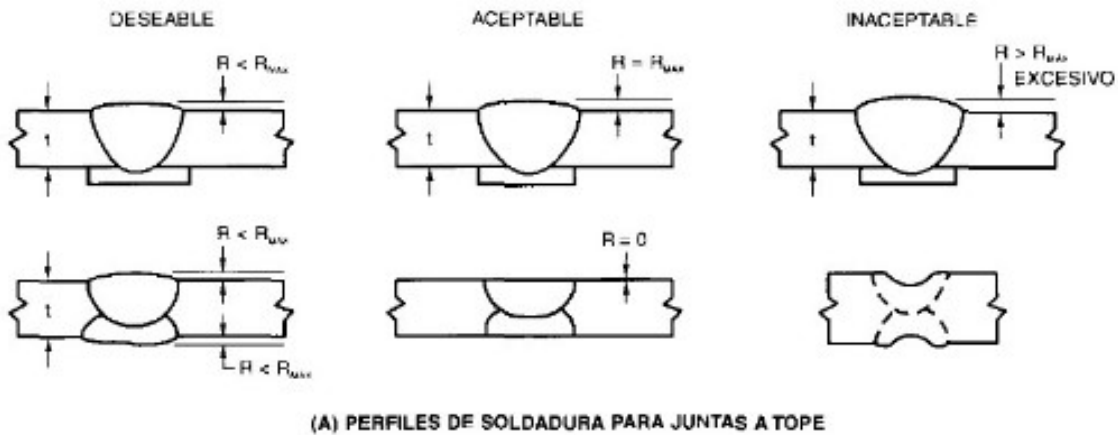
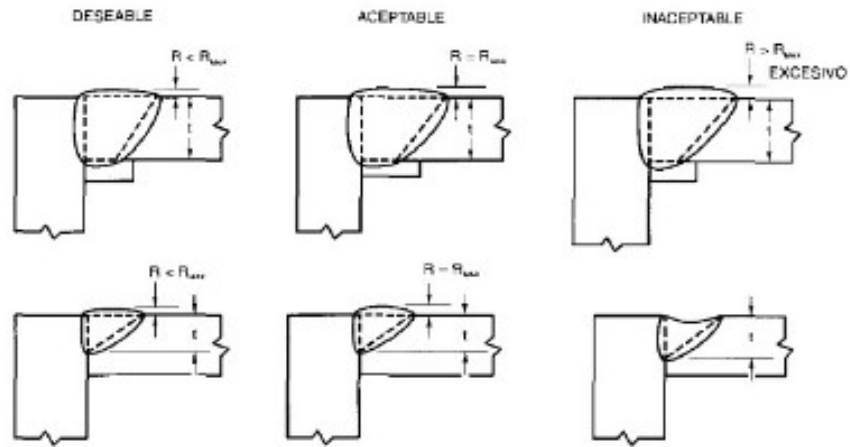


Figura 5.4—Requisitos para perfiles de soldadura (véase Tablas 5.8 y 5.9)

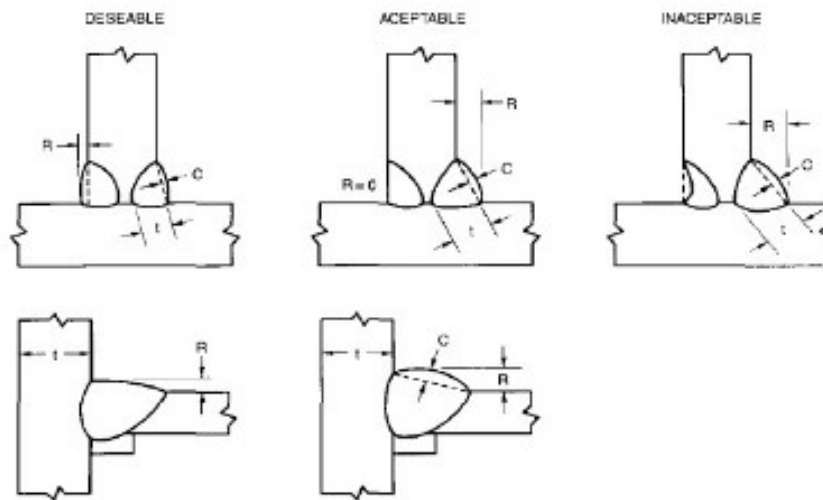
Figura 1: Figura 5.4 A y B de la AWS D1.1 2015.

Ref:5.1.1

Fuente: American Welding Society. D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015.



(C) PERFILES DE SOLDADURA DE RANURA FUERA DE JUNTAS EN ESQUINA



(D) PERFILES DE SOLDADURA DE RANURA EN JUNTAS EN T

Figura 5.4 (Continuación)—Requisitos para perfiles de soldadura (véase Tablas 5.8 y 5.9)

Figura 2: Figura 5.4 C y D de la AWS D1.1 2015.

Ref:5.1.1

Fuente: American Welding Society. D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015.

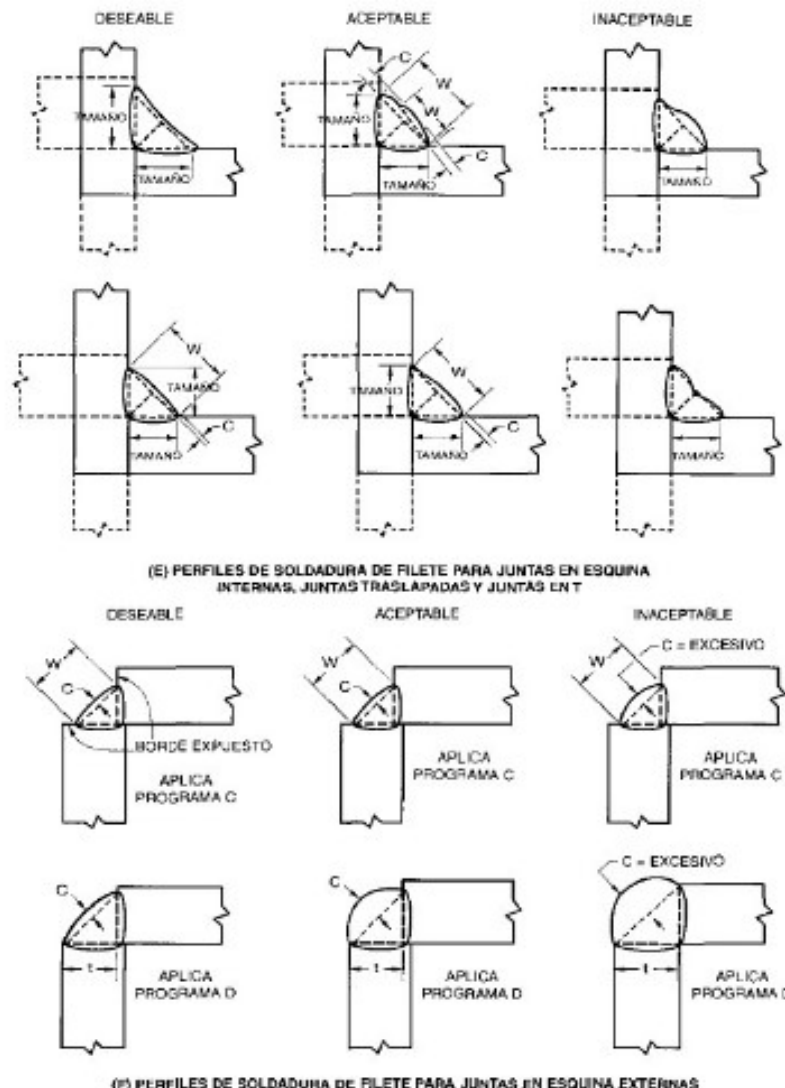


Figura 5.4 (Continuación)—Requisitos para perfiles de soldadura (véase Tablas 5.8 y 5.9)

Figura 3: Figura 5.4 E y F de la AWS D1.1 2015.

Ref:5.1.1

Fuente: American Welding Society. D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015.

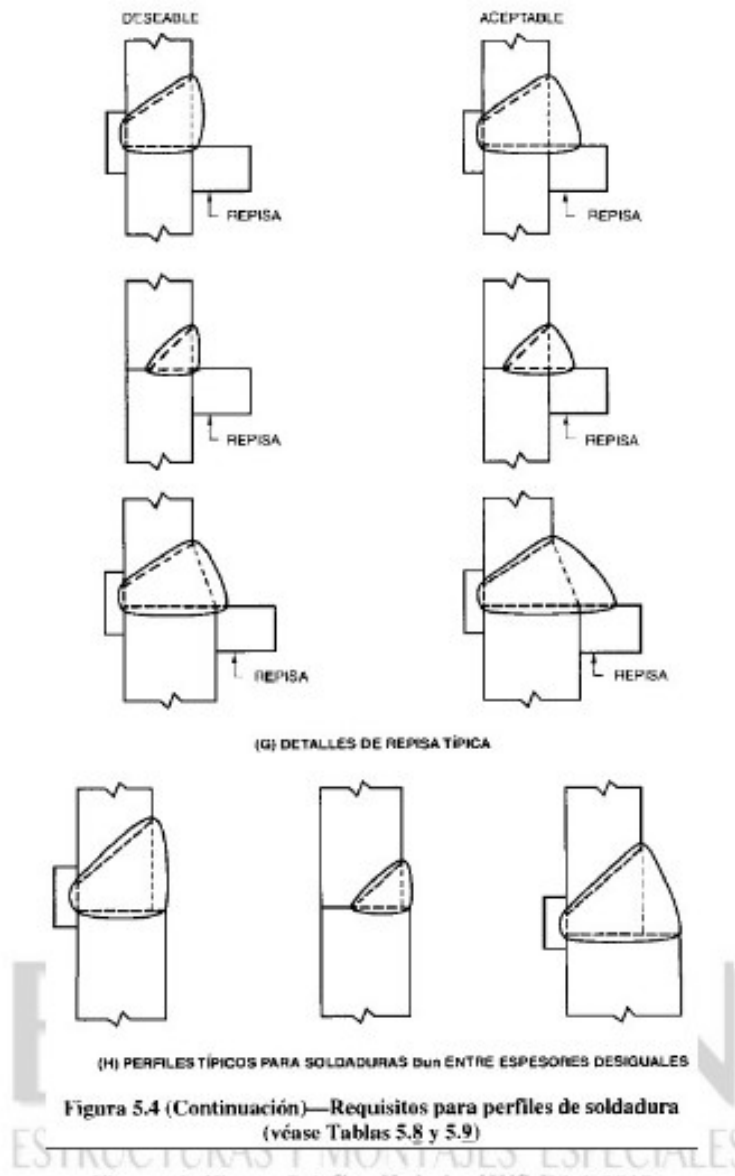


Figura 5.4 (Continuación)—Requisitos para perfiles de soldadura (véase Tablas 5.8 y 5.9)

Figura 4: Figura 5.4 G y H de la AWS D1.1 2015

Ref:5.1.1

Fuente: American Welding Society. D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015.

Tabla 5.8
Perfiles de soldadura^a (véase 5.23)

Tipo de soldadura	Tipo de junta					A tope con repisa
	A tope	Esquina - Interior	Esquina - Exterior	Junta en T	Traslape	
Ranura (CJP o PJP)	Figura 5.4A	Figura 5.4B ^b	Figura 5.4C	Figura 5.4D ^b	N/A	Figura 5.4G
	Programa A	Programa B	Programa A	Programa B	N/A	véase Nota c
Filete	N/A	Figura 5.4E	Figura 5.4F	Figura 5.4E	Figura 5.4E	N/A
	N/A	Programa C	Programa C o D ^d	Programa C	Programa C	N/A

^a Los programas de la A a la D se proporcionan en la Tabla 5.9.

^b En el caso de soldaduras en Filete de notación requeridas por diseño, se aplican las instrucciones de perfil para cada ranura y Filete en forma separada.

^c Las soldaduras realizadas usando repisas y soldaduras hechas en posición horizontal entre barras verticales de espesor desigual están exentas de las limitaciones R y C véase Figuras 5.4G y 5.4I para detalles típicos.

^d véase en la Figura 5.4F una descripción de cómo corresponde aplicar los Programas C y D.

Tabla 5: Tabla 5.8 de la AWS D1.1 2015.

Ref:5.1.1

Fuente: American Welding Society. D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015.



Tabla 5.9
Programas de perfil de soldadura (véase 5.23)

Programa A	(t = espesor de la placa más gruesa unida para CJP; t = tamaño de la soldadura para PJP)			
	t	R mín.	R máx.	
	≤ 1 pulg. [25 mm]	0	1/8 pulg. [3 mm]	
	> 1 pulg. [25 mm], ≤ 2 pulg. [50 mm]	0	3/16 pulg. [5 mm]	
	> 2 pulg. [50 mm]	0	1/4 pulg. [6 mm] ^a	
Programa B	(t = espesor de la placa más gruesa unida para CJP; t = tamaño de la soldadura para PJP; C = convexidad o concavidad admisible)			
	t	R mín.	R máx.	C máx. ^b
	< 1 pulg. [25 mm]	0	sin límites	1/8 pulg. [3 mm]
	≥ 1 pulg. [25 mm]	0	sin límites	3/16 pulg. [5 mm]
Programa C	(W = ancho de la cara de la soldadura o cordón de superficie individual; C = convexidad admisible)			
	W	C máx. ^b		
	≤ 5/16 pulg. [8 mm]	1/16 pulg. [2 mm]		
	> 5/16 pulg. [8 mm], < 1 pulg. [25 mm]	1/8 pulg. [3 mm]		
	≥ 1 pulg. [25 mm]	3/16 pulg. [5 mm]		
Programa D	(t = espesor de la más delgada de las dimensiones del borde expuesto; C = convexidad admisible, véase Figura 5.4F)			
	t	C máx. ^b		
	cualquier valor de t	t/2		

^a Para estructuras cargadas cíclicamente, R máx. para materiales > 2 pulg. [50 mm] de espesor es de 3/16 pulg. [5 mm].

^b No hay restricción en la concavidad, siempre que se logre el tamaño mínimo de la soldadura (tomando en cuenta tanto la punta como la garganta).

Tabla 6: Tabla 5.9 de la AWS D1.1 2015.

Ref:5.1.1

Fuente: American Welding Society, D1.1. Código de soldadura estructural-Acero. AWS. Ed 23^{ra}. 2015.

Nota: Como las pruebas no destructivas siguientes se realizan subcontratando una entidad especializada en END los criterios de aceptación sera tener el registro del procedimiento.

5.2. Inspección de tintas penetrantes

Verificar existencia de:

1. Registro del ensayo.

5.3. Inspección de partículas magnéticas

Verificar existencia de:

1. Registro del ensayo.

CRA 166 No 29-164 BOB 1 CC EL PARQUE DOSQUEBRADAS RISARALDA TEL (6)332 4504

WWW.ESMON.COM

7. Liberación final del proyecto

7.1. Liberación final del proyecto

Manera de inspección:

- Visual.
- Revisión documental.

Características a inspeccionar:

1. Cumplimiento del plan de puntos de inspección.

Nota: Con los registros de inspección completos se forma el Dossier de calidad para la entrega final del proyecto y finalmente el cierre del proyecto.

8. Cierre del proyecto

Es responsabilidad del inspector de soldadura guardar originales o copias de todos los documentos relacionados con la inspección.


Un buen metodo es hacer una lista de chequeo con las actividades previstas.

Las actividades previstas son:

- Copias u originales de ordenes de compra.
- Copias u originales de cambios de ordenes y/o instrucciones.
- Copias de certificados de materiales usados.
- Certificación de soldadores.
- Reportes END.
- Reportes de inspección.
- Reportes de actividades de reparación.
- Ordenes y reportes de tratamientos térmicos.
- Certificación final.

Anexo C

Numero del contrato _____	Revisión N° _____
Datos del contrato _____	Fecha de emisión _____
Numero de documento _____	Página 1 de 4

	PLAN DE PUNTO DE INSPECCIÓN (PPI)	
	Nombre del proyecto _____	
	Obra _____	Orden de compra _____
	Cliente _____	Orden de trabajo _____

ACTIVIDAD N°	ETAPAS DEL TRABAJO	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA	CARACTERÍSTICA A INSPECCIONAR	MÉTODO DE INSPECCIÓN	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	REGISTRO APLICABLE	INSPECCIÓN	
								EMISIONAS	CUENE


1.0 Documentación preliminar

1.1	Revisión de documentación de compra/venta y especificaciones contractuales		*Requerimientos contractuales. *Ensayos a realizar. *Plazos de entrega. *Normas y códigos aplicables. *Requerimientos técnicos	*Revisión documental	*Al inicio de proyecto	*NA	*NA	RD	
1.2	Emisión de plan de calidad	*Orden de compra/venta *Especificaciones contractuales *Planos aprobados de fabricación	*Alcance del proyecto *Alcances de inspección	*Revisión documental	*Al inicio de proyecto	*Según estándar empresarial		RD	
1.3	Emisión de plan de puntos de inspección (PPI)	*Cronograma de fabricación	*Alcance del proyecto *Alcances de inspección	*Revisión documental	*Al inicio de proyecto	*Según PPI estándar empresarial		RD	
1.4	Procedimientos de EMD y documentación de personal		*Normas aplicables *Alcances de inspección	*Revisión documental	*Al inicio de proyecto	*Según especificaciones contractuales		RD	
1.5	Certificados de calibración de instrumentos de medición y equipos de soldadura	*Certificados de calibración	*Existencia y validez del certificado	*Revisión documental	*Según vigencia del certificado	*Según procedimiento *Reporte de calibración		RD	

2.0 Especificación del procedimiento de soldadura (WPS) - Registro de calificación de procedimientos de soldadura (PQR) - Registro de calificación del rendimiento del soldador (WPQR)

2.1	Especificación del procedimiento de soldadura (WPS)	*Especificación del proceso de soldadura (WPS). *AWG D1.1. *AWG D1.5	*Existencia de WPS y su PQR en caso de no ser precalificado, si no existe el wps hacerlo	*Revisión documental	*Previo al inicio del soldeo	*Cumplimiento de especificaciones y normativa aplicable. *AWG D1.1 *AWG D1.5 *Avalado por un OMI		RD	
2.2	Calificación de procedimiento de soldadura (PQR)	*Base de datos WPS y PQR *Planos aprobados para fabricación *AWG D1.1 *AWG D1.5	*Existencia del PQR *Posiciones calificadas *Detalles de juntas *Variables esenciales *Rango de espesores calificados *Cumplimiento de las especificaciones técnicas	*Revisión documental. *Visual. *Instrumentos aplicables	*Previo al inicio de soldeo	*Cumplimiento de especificaciones y normativa aplicable. *AWG D1.1 *AWG D1.5 *Registro de ensayos No Destructivos/Destructivos de soldadura. *Avalado por un OMI		RD	
2.3	Registro de calificación de rendimiento del soldador (WPQR)	*Base de datos soldadores calificados (WPQR). *AWG D1.1 *AWG D1.5	*Calificación del soldador según WPS y registro de ensayos (WPQR). *Posiciones Calificadas *Rango de espesores calificados *Variables esenciales	*Revisión documental. *Visual. *Instrumentos aplicables	*Al ingreso de un nuevo soldador al proyecto *Previo al inicio del soldeo	*WPQR *Registro de pruebas No Destructivos/Destructivos de soldadura. *Avalado por un OMI		RD	

Numero del contrato: _____	Revisión N°: _____
Datos del contacto: _____	Fecha de emisión: _____
Numero de documento: _____	Página 2 de 4

	PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN (PPI)	
	Nombre del proyecto: _____	
	Obra: _____	Orden de compra: _____
	Cliente: _____	Orden de trabajo: _____

ACTIVIDAD N°	ETAPAS DEL TRABAJO	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA	CARACTERÍSTICA A INSPECCIONAR	MÉTODO DE INSPECCIÓN	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	REGISTRO APLICABLE	INSPECCIÓN	
								ESMONSAS	


3.0 Recepción de materiales

3.1	Recepción de materiales	*Ordenes de compra. *Listado de materiales. *Certificados de calidad. *Especificaciones técnicas del cliente.	*Estado físico del suministro. *Dimensiones. *Cumplimiento de especificaciones técnicas.	*Visual. *Medición directa con vernier y cinta métrica.	*Cada vez que ingresa material.	*Según normas ASTM y otras disponibles.		FD	
3.2	Recepción de soldadura y pintura	*Listado de materiales. *Ordenes de compra. *Certificados de calidad.	*Cumplimiento de especificaciones técnicas. *Estado físico del suministro.	*Visual. *Revisión documental.	*Cada vez que ingresa material.	*Según AWS A5.1/A5.5/A5.18/A5.20 y otras aplicables. *Según hoja técnica del fabricante.		FD	

4.0 Fabricación en taller.


4.1	Armado	*Planos aprobados para fabricación.	*Principales medidas funcionales. *Materiales Correctos. *Preparación de juntas de soldadura. *Limpieza de juntas de soldadura. *Marcado de piezas.	*Visual. *Medición directa con BRIDGE CAM y cinta métrica.	*Antes, durante y después del armado (100%).	*De acuerdo a planos aprobados para fabricación.		FD	
4.2	Soldo	*Planos aprobados para fabricación. *WPS aplicable. *Calificaciones de soldadores.	*Seguimiento de WPS por parte del soldador. *Metal base y de aporte. *Parámetros de soldo. *Alineamiento. *Pre calentamiento.	*Visual. *Revisión documental. *Medición directa con instrumentos aplicable. Galgas y Bridge Cam.	*Verificación de parámetros al inicio de soldadura. *Verificación aleatoria de parámetros durante la fabricación.	*Según WPS aplicable. AWS D1.1 *AWS D1.5 *NER10 *AWS B1.1 *AWS B1.10.		FD	
4.3	Pre ensamble	*Planos aprobados para fabricación.	*Principales medidas funcionales. *Nivelación. *Alineamiento. *Concentricidad.	*Visual. *Medición directa con instrumentos aplicables.	*100%	*De acuerdo a planos aprobados para fabricación.		FD	

Numero del contrato: _____	Revisión N°: _____
Datos del contacto: _____	Fecha de emisión: _____
Numero de documenta: _____	Página 3 de 4

	PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN (PPI)	
	Nombre del proyecto: _____	
	Obra: _____	Orden de compra: _____
	Cliente: _____	Orden de trabajo: _____

ACTIVIDAD N°	ETAPAS DEL TRABAJO	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA	CARACTERÍSTICA A INSPECCIONAR	MÉTODO DE INSPECCIÓN	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	REGISTRO APLICABLE	INSPECCIÓN	
								ESMONSAS	

5.0 Ensayos no destructivos									
5.1	Inspección visual	*Codigo AWS D1.1. *Registro de ensayos No Destructivos	*Acabados *Discontinuidades *Fisuras *Socavaduras	*Visual. *Medición directa.	*Antes, durante y despues del soldado al 100% de las juntas soldadas (100%)	*Registro de ensayos No destructivos *Según AWS D1.1. *Según AWS D1.5. *Según AWS B1.1. *Según AWS B1.10.		FD	
5.2	Inspección tintas penetrantes	*Codigo AWS D1.1. *Registro de ensayos No Destructivos	*Indicaciones *Cumplimiento de procedimientos	*Visual. *Revisión documental.	*Según especificación.	*Registro de ensayos No destructivos		FD	
5.3	Inspección por partículas magnéticas	*Codigo AWS D1.1. *Registro de ensayos No Destructivos	*Indicaciones *Cumplimiento de procedimientos	*Visual. *Revisión documental.	*100% en orejas de izaje	*Registro de ensayos No destructivos		FD	
5.5	Inspección radiografica	*Codigo AWS D1.1. *Registro de ensayos No Destructivos	*Indicaciones *Cumplimiento de procedimientos	*Visual. *Revisión documental.		*Registro de ensayos No destructivos		FD	

Numero del contrato: _____	Revisión N°: _____
Datos del contacto: _____	Fecha de emisión: _____
Numero de documenta: _____	Página 4 de 4
PLANEOPUNTOS DE INSPECCIÓN (PPI)	
	Nombre del proyecto: _____
	Orden de compra: _____
	Orden de trabajo: _____

ACTIVIDAD N°	ETAPAS DEL TRABAJO	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA	CARACTERÍSTICA A INSPECCIONAR	MÉTODO DE INSPECCIÓN	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	REGISTRO APLICABLE	INSPECCIÓN	
								ESMONSAS	

6.0 Preparación superficial y aplicación de pintura									
6.1	Preparación superficial	*Estandares de preparación superficial SSPC	*Limpieza superficial *Perfil de rugosidad. *Limpieza de abrasivo a usar. *Condiciones ambientales	*Visual		*Estandares de preparación superficial SSPC			
6.2	Aplicación de pintura	*Orden de venta *Hojas técnicas de pintura. *Procedimiento de pintura. *Estandares	*Limpieza superficial. *Condiciones ambientales. *Espesor de película seca	*Visual. *Medición directa de espesores de pintura mediante posímetro.	*Después de pintar	*Estandares			
7.0 Liberación final									
7.1	Liberación final.	*Orden de venta	*Cumplimiento del plan de puntos de inspección (PPI).	*Visual. *Revisión documental.	*Al finalizar el proyecto	*Registros de inspección completos se *Dossier de calidad.			
7.2	Cierre del proyecto		*Entrega del Dossier de calidad.	*Visual. *Revisión documental.	*Al finalizar el proyecto	*De acuerdo al alcance contractual u orden de compra.			

LEYENDA RD Revisión Documentaria R Revisión PA Punto de Atestiguamiento PE Punto de Espera NA No Aplicable.

Victor Manuel Ríos
Ingeniero de producción
QA/QC

Alberto García Cortes
Ing. Mecánico. Esp. en gerencia de construcción e infraestructura
Jefe de Proyecto