



AMERICAN WELDING SOCIETY
EVALUACIÓN DE INSPECTOR EN SOLDADURA

Part B

LIBRO DE EVALUACIÓN DE ESPECIFICACIONES

TABLA DE CONTENIDO

Apendices		<u>Nº de Paginas</u>
I.	Registro de Calificación de Procedimiento de Soldadura (PQR)	1
II-A.	Registro de Prueba de Calificación de Habilidad de Soldador	2
II-B.	Registro de Calificación de Habilidad de Soldador (Ejemplo)	3
III.	juntas de Penetración Completa Precalificadas para Soldaduras de Ranura	4
IV.	Cédulas de Tubería	5
V.	Perfiles de Soldadura Aceptables y No Aceptable	6
VI.	Descripción de Aceptación del Perfil de Soldadura	7
VII.	Criterios de Aceptación para Inspección Visual de Soldadura	8
VIII.	Resultados Requeridos para Prueba de Doblez Guiado	9
IX.	Clasificación de Análisis del Metal de Soldadura (Ferroso) para Calificación de Procedimiento	10
X.	Grupo de Electrodos	11
XI.	Requerimientos de Prueba Para Calificación de Soldador	13
XII.	Requerimientos para Calificación de Procedimientos de Soldadura de Filete	15
XIII.	Requerimientos Para Calificación de Procedimientos de Soldadura de Ranura	16
XIV.	Metal Base Precalificado – Combinaciones de Metal de Aporte para Esfuerzos Comparables	17
XV.	Precalentamiento y Temperatura Entre Pasos Mínimo	20
XVI.	Prueba de Radiografía	22
XVII.	Muestras de Dobleza de Raíz y Cara	27

Conversiones y Cálculos

El Sistema Internacional de Unidades (SI) hace uso de factores de conversión y prefijos métricos. Use las siguientes tablas:

TABLA DE CONVERSIONES SI

PROPIEDAD	UNIDADES U.S.	UNIDADES SI	
	<i>Para convertir de</i>	<i>Para</i>	<i>Multiplicar por</i>
Fuerza	Libra-Fuerza (lbf)	Newton (N)	4.5
	Kip (1000 lbf)	Newton	4450
Dimensión Lineal	Inch (in.)	Milímetros (mm)	25.4
Esfuerzo de Tensión	Libras / pulgada cuadrada (psi)	Pascal (Pa)	6895
	(psi)	Kilopascal (kPa)	6.89
	(psi)	Megapascal (MPa)	0.00689
Masa	Libra masa (avdp)	Kilogramo (Kg)	0.454
Angulo, plano	Grado (angular) (°)	Radian (rad)	0.0175
Rango de flujo	Pies Cúbicos por hora (ft ³ /hr)	Litros por minuto (L/min)	0.472
Aporte térmico	Joules por pulgada (J/in)	Joule por metro (J/m)	39.4
Velocidad de Soldadura y alambre	Pulgada por minuto (in/min)	Milímetros por seg (mm/s)	0.423
Temperatura	Grado Fahrenheit (°F)	Grados Celsius (°C)	°C = (°F-32)/1.8

Tabla de Prefijos SI

EXPRESIÓN EXPONENCIAL	FACTOR DE MULTIPLICACIÓN	PREFIJO	SIMBOLO
10 ⁹	1 000 000 000	Giga	G
10 ⁶	1 000 000	Mega	M
10 ³	1 000	Kilo	k
10 ⁻³	0.001	Mili	m
10 ⁻⁶	0.000 001	Micro	μ
10 ⁻⁹	0.000 000 001	Nano	n

Formulas

PROPIEDAD	FORMULA		
Esfuerzo Último de Tensión (uts)	uts = carga maxima/área sección transversal original		
Área de sección Transversal (csa)	csa = πD ² /4 (Por Ciclo)		
	Csa = ancho x espesor (para cuadrado o rectangulo)		
Temperatura	Grado Fahrenheit (°F)	Grados Centigrados (°C)	°C = (°F-32)/1.8
	Grados Centigrados (°C)	Grado Fahrenheit (°F)	°F = 1.8°C + 32

**Este libro es con fines de evaluación solamente
No es un juego de trabajo de especificaciones, ni un código.**

**La información aquí contenida no puede compararse
a las ediciones actuales de los documentos referidos**

No escribir en este libro.

APENDICE I

REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)

ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Especificación del material _____ [1]
 Proceso de Soldadura _____ [2]
 Manual, semiautomática, automática _____ [3]
 Posición de Soldadura _____ [4]

Especificación del metal de aporte _____ [5]
 Clasificación del metal de aporte _____ [6]
 Análisis de metal de Soldadura _____ [7]
 Gas de Protección _____ [8]
 Rango del Flujo _____ [9]
 Paso simple o múltiple _____ [10]
 Arco simple o múltiple _____ [11]
 Corriente de Soldadura _____ [12]
 Progresión de Soldadura _____ [13]
 Temperatura de precalentamiento _____ [14]
 Identificación del Soldador _____ [15]
 Nombre del Soldador _____ [16]

RESULTADOS DE PRUEBA EN SOLDADURA DE RANURA

Resistencia a la Tensión, psi

1. _____ [24]
 2. _____ [25]

Prueba de Doblez Guiado (2 de raíz-, 2 de cara, or 4 de lado)

Raíz	Cara	Tamaño
1. _____ [26]	1. _____ [28]	1. _____ [30]
2. _____ [27]	2. _____ [29]	2. _____ [31]
		3. _____ [32]
		4. _____ [33]

Evaluación Radiográfica—Ultrasónica

Reporte RT N° _____ [34]
 Reporte UT N° _____ [35]

Resultados de prueba de Soldadura de Filete

Tamaño mínimo en múltiples pasos	Tamaño Máximo en paso simple
Macrografía	Macrografía
1. _____ [36]	1. _____ [39]
2. _____ [37]	2. _____ [40]
3. _____ [38]	3. _____ [41]

RESULTADOS DE INSPECCION VISUAL

Apariencia _____ [17]
 Socavado _____ [18]
 Porosidad en _____ [19]

PRUEBA DE TENSIÓN EN TODO EL METAL DE SOLDADURA

Resistencia a la tensión, psi _____ [20]
 Esfuerzo de Cedencia, psi _____ [21]
 Elongación en 2 in., % _____ [22]
 N°. De prueba de laboratorio _____ [23]

Fecha de la Prueba _____ [42]
 Atestiguado por _____ [43]

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

Paso N°.	Tamaño de electrodo	Corriente de Soldadura		Velocidad de Soldadura	Detalle de Junta
		Ampéres	Volts		
[44]	[45]	[46]	[47]	[48]	[49]

Nosotros, los que abajo firmamos certificamos que los informes en este registro son correctos

N° Procedimiento _____ [50]
 N° Revisión _____ [52]

Fabricante o Contratista _____ [51]
 Autorizado por _____ [53]
 Fecha _____ [54]

APENDICE II-A

REGISTRO DE PRUEBA DE CALIFICACION DE HABILIDAD DE SOLDADOR (SMAW, GMAW, GTAW, FCAW SAW, OFW, PAW)

Nombre _____ [1] Soldador Operador de Soldadura

I.D. No. _____ [2] WPS Usado _____ [3]

Proceso(s) _____ [4] Modo de Transferencia (GMAW) _____ [5]

Especificación del Metal Base para prueba _____ [6] hasta _____ [7]

Número del Material _____ [8] hasta _____ [9]

Gas Combustible (OFW) _____ [10]

Clasificación(s) AWS del Metal de Aporte _____ [11] No. F _____ [12]

Respaldo Si No Ambos Lados Un solo lado

Polaridad AC DCEP DCEN

Inserto Consumible Si No Gas de Respaldo Si No

Croquis del Cupon de Prueba

Prueba de Ensamble		Posición de Prueba					Ancho (W)	Espesor (T)
Ranura	Tubería	1G	2G	5G	6G		Espesor	Diaméto
	Placa	1G	2G	3G	4G		Espesor	
Filete	Tubería	1F	2F	2FR	4F	5F	Espesor	Diaméto
	Placa	1F	2F	3F	4F		Espesor	
Cladding		1C	2C	3C	4C	5C	6C	Espesor
Recubrimiento Duro		1C	2C	3C	4C	5C	6C	Espesor

Progresión Vertical Asc. Vertical Descendente

RESULTADOS DE LA PRUEBA

Prueba Visual Acep Rech N/A

Prueba Macrografía Acep Rech N/A

Prueba de Ruptura Acep Rech N/A

Prueba de dobléz Acep Rech N/A

Prueba de Radiografía Acep Rech N/A

OBSERVACIONES

_____ [13]

_____ [14]

_____ [15]

_____ [16]

_____ [17]

LIMITES DE CALIFICACION

Proceso(s)

Ensamble		Posición					Espesor Depositado		
Ranura	Tubería	F	H	V	O	Todas	t min.	t max.	Dia. min.
	Placa		H	V	O	Todas	t min.	t max.	
Cladding		F	H	V	O	Todas	t min.	t max.	
Recubrimiento Duro		F	H		O	Todas	t min.	t max.	
Ensamble		Posición					Espesor material Base		
Filete	Tubería	F	H	V	O	Todas	T min.	T max.	Dia. min.
	Placa	F		V	O	Todas	T min.	T max.	

Progresión Vertical Asc Vertical Descendente

Metal Base N° M. _____ [18] Gas Combustible (OFW) _____ [19]

Metal de Aporte N° F _____ [20] Respaldo Si No

Polaridad AC DCEP DCEN Inserto consumible Si No

Gas de Respaldo _____ [21] Modo de Transferencia (GMAW) _____ [22]

Nosotros, los que abajo firmamos, certificamos que los informes en este registro son correctos

Fecha de prueba _____ [23] Firma del Calificador _____ [24]

APENDICE II-B

Specter, Inc.

905 Ridge Way, Eastern, Somewhere 84328, xxx-yyy-zzzz, FAX xxx-yyy-zzzz

REGISTRO DE CALIFICACION DE HABILIDAD DE SOLDADOR

Nombre del Soldador C.W. Practical ID No. 222-33-4444 Fecha 11-08-00
 WPS No. D1.1-3G-U-CJP-B-307
 Proceso de Soldadura FCAW Tipo Manual
 Especificación ó Código AWS D1.1:2000, Structural Welding Code-Steel

Metal Base

Espec. Material/Tipo/Grado A 36 Hasta: Espec. Material/Tipo/Grado A 36
 Espesor 1 in Rango del espesor Calificado 1/8 in – Sin Limite
 Preparación del Metal Base Metal Base debe estar limpio y libre de humedad, aceite, suciedad
Pintura, recubrimiento, oxidos, escamas, etc. La limpieza no debe dejar residuos

Junta Soldada

Ranura Simple V con Respaldo metalico

Tipo de Junta Soldada (ver Figura 4.21, Prueba de Placa para espesores sin límite)
 Angulo de Bisel 22.5° Cara de Raíz 0 Abertura de Raíz 1/4 in
 Respaldo Si No Tipo de Respaldo 1/4 x 1 in Solera de Acero

Electrodo

F No. 4 Especificación A5.18 Clasificación E71T-1 Tamaño del Rango 1/16 th

Metal de Aporte

F No. 4 Especificación A5.18 Clasificación E71T-1 Tamaño del Rango 1/16 th

Precalentamiento

Precalentamiento 50°F min. Máxima Temperatura entre-pasos 400°F

Posición

Posición 3G Progresión Up

RESULTADOS DE PRUEBAS

Visual	Doble	Radiografía	Metalografía
Aceptado <input checked="" type="checkbox"/> Rechaz <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/> Acep <input checked="" type="checkbox"/> Rech. <input type="checkbox"/>	N/A <input checked="" type="checkbox"/> Acep <input type="checkbox"/> Rech <input type="checkbox"/>	N/A <input checked="" type="checkbox"/> Acep <input type="checkbox"/> Rech. <input type="checkbox"/>
Prueba conducida por _____		Laboratorio de prueba no. _____	
por _____		Fecha de la prueba _____	

CALIFICADO PARA

Metal Base Grupo No.	Tipo de Soldadura	Corriente	Respaldo	Penetración	Vertical
I(a) (Al Carbon y Aceros de baja Aleación)	Simple <input checked="" type="checkbox"/> Doble <input type="checkbox"/>	AC <input type="checkbox"/> DCEN <input type="checkbox"/> DCEP <input checked="" type="checkbox"/>	Con <input checked="" type="checkbox"/> Tipo: Acero Abertura de raiz <input type="checkbox"/>	Completa <input checked="" type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/>	Descendente <input type="checkbox"/> Ascendente <input checked="" type="checkbox"/>

	Posición				t, in		OD, in	
					Min.	Max.	Min.	Max.
Placa-Ranura	1G <input checked="" type="checkbox"/>	2G <input checked="" type="checkbox"/>	3G <input checked="" type="checkbox"/>	4G <input type="checkbox"/>	1/8	Sin Limite		
Tuberia/Tubo-Ranura	1G <input checked="" type="checkbox"/>	2G <input checked="" type="checkbox"/>	5G <input type="checkbox"/>	6G <input type="checkbox"/>	1/8	Sin Limite	Mayor 24	Sin Limite
Placa-Filete	1F <input checked="" type="checkbox"/>	2F <input checked="" type="checkbox"/>	3F <input checked="" type="checkbox"/>	4F <input type="checkbox"/>	1/8	Sin Limite		
Tuberia/Tubo—Filete	1F <input checked="" type="checkbox"/>	2F <input checked="" type="checkbox"/>	5F <input type="checkbox"/>	6F <input type="checkbox"/>	1/8	Sin Limite		

La persona en referencia está calificada en los límites de acuerdo con la norma AWS D1.1:2000, Structural Welding Code - Steel.

Calificado por *John Smith* Posición _____ Supervisor de Soldadura _____ Fecha 11-10-00
 (Firma)

APENDICE III

JUNTAS DE PENETRACIÓN COMPLETA PRECALIFICADAS PARA SOLDADURAS DE RANURA

Soldadura de Ranura bisel V (2) Junta a Tope (B)									
Proceso de Soldadura	Designación de Junta	Espesor de Metal Base (U = sin límite)		Preparación de Ranura			Posiciones de Soldadura Permitidas	Gas de Protección para (FCAW)	Notas
		T1	T2	Abertura de Raíz Cara de Raíz Angulo de Ranura	Tolerancias				
					Como Detallado	Como ajustado			
SMAW	B-U2	U	—	R = 0 to 1/8 f = 0 to 1/8 $\alpha=60^\circ$	+1/16, -0 +1/16, -0 +10°, -0°	+1/16, -1/8 No Limitado +10°, -5°	Todas	—	b,c,d
GMAW FCAW	B-U2-GF	U	—	R = 0 to 1/8 f = 0 to 1/8 $\alpha=60^\circ$	+1/16, -0 +1/16, -0 +10°, -0°	+1/16, -1/8 No Limitado +10°, -5°	Todas	No requerida	a,b,d
SAW	B-L2c-S	Arriba de 1/2 hasta 1	—	R = 0 f = 1/4 max $\alpha=60^\circ$	R = ±0 f = +0, -f $\alpha=+10^\circ, -0^\circ$	+1/16, -0 ±1/16 +10°, -5°	F	—	b,d
		Arriba de 1 hasta 1-1/2	—	R = 0 f = 1/2 max $\alpha=60^\circ$					
		Arriba de 1-1/2 hasta 2	—	R = 0 f = 5/8 max $\alpha=60^\circ$					

Soldadura de Ranura bisel V (2) Junta a Tope (B)																
<table border="1" style="margin-left: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Tolerancias</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Como detallado</th> <th style="text-align: center;">Como ajustado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">R = + 1/16, -0</td> <td style="text-align: center;">+1/4, -1/16</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$</td> <td style="text-align: center;">+10°, -5°</td> </tr> </tbody> </table>									Tolerancias		Como detallado	Como ajustado	R = + 1/16, -0	+1/4, -1/16	$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	+10°, -5°
Tolerancias																
Como detallado	Como ajustado															
R = + 1/16, -0	+1/4, -1/16															
$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$	+10°, -5°															
Proceso de Soldadura	Designación de Junta	Espesor de Metal Base (U = sin límite)		Preparación de Ranura		Posiciones de Soldadura Permitidas	Gas de Protección para (FCAW)	Notas								
		T1	T2	Abertura de Raíz	Angulo de Ranura											
SMAW	B-U2a	U	—	R = 1/4	$\alpha=45^\circ$	Todas	—	c, d								
				R = 3/8	$\alpha=30^\circ$	F, V, OH	—	c, d								
				R = 1/2	$\alpha=20^\circ$	F, V, OH	—	c, d								
GMAW FCAW	B-U2a-GF	U	—	R = 3/16	$\alpha=30^\circ$	F, V, OH	Requiere	a, d								
				R = 3/8	$\alpha=30^\circ$	F, V, OH	No requiere	a, d								
				R = 1/4	$\alpha=45^\circ$	F, V, OH	No requiere	a, d								
SAW	B-L2a-S	2 max	—	R = 1/4	$\alpha=30^\circ$	F	—	d								
SAW	B-U2-S	U	—	R = 5/8	$\alpha=20^\circ$	F	—	d								

^a No precalificada para GMAW-S ni GTAW.

^b Remoción de raíz para resanar el metal antes de soldar el lado posterior.

^c Detalle de juntas por SMAW pueden ser usadas para precalificar GMAW (excepto GMAW-S) y FCAW.

^d La orientación de los dos miembros en las juntas pueden variar de 135° hasta 180° para juntas a tope, o 45° a 135° para juntas en esquina, ó 45° hasta 90° para juntas en T.

APENDICE IV

CEDULAS DE TUBERÍA

Tamaño tubo	O.D. (Pulg)	5s	5	10s	10	20	30	40s Std.	40	60	80s & E.H.	80	100	120	140	160	Doble E.H.
1/8	0.405		0.035 0.1383	0.049 0.1863	0.049 0.1863			0.068 0.2447	0.068 0.2447		0.095 0.3145	0.095 0.3145					
1/4	0.540		0.049 0.2570	0.065 0.3297	0.065 0.3297			0.088 0.4248	0.088 0.4248		0.119 0.5351	0.119 0.5351					
3/8	0.675		0.049 0.3276	0.065 0.4235	0.065 0.4235			0.091 0.5676	0.091 0.5676		0.126 0.7388	0.126 0.7388					
1/2	0.840	0.065 0.5383	0.065 0.5383	0.083 0.6710	0.083 0.6710			0.109 0.8510	0.109 0.8510		0.147 1.088	0.147 1.088				0.188 1.304	0.294 1.714
3/4	1.050	0.065 0.6838	0.065 0.6838	0.083 0.8572	0.083 0.8572			0.113 1.131	0.113 1.131		0.154 1.474	0.154 1.474				0.219 1.937	0.308 2.441
1	1.315	0.065 0.8678	0.065 0.8678	0.109 1.404	0.109 1.404			0.133 1.679	0.133 1.679		0.179 2.172	0.179 2.172				0.250 2.844	0.358 3.659
1-1/4	1.660	0.065 1.107	0.065 1.107	0.109 1.806	0.109 1.806			0.140 2.273	0.140 2.273		0.191 2.997	0.191 2.997				0.250 3.765	0.382 5.214
1-1/2	1.900	0.065 1.274	0.065 1.274	0.109 2.085	0.109 2.085			0.145 2.718	0.145 2.718		0.200 3.631	0.200 3.631				0.281 4.859	0.400 6.408
2	2.375	0.065 1.604	0.065 1.604	0.109 2.638	0.109 2.638			0.154 3.653	0.154 3.653		0.218 5.022	0.218 5.022				0.344 7.444	0.436 9.029
2-1/2	2.875	0.083 2.475	0.083 2.475	0.120 3.531	0.120 3.531			0.203 5.793	0.203 5.793		0.276 7.661	0.276 7.661				0.375 10.01	0.552 13.70
3	3.500	0.083 3.029	0.083 3.029	0.120 4.332	0.120 4.332			0.216 7.576	0.216 7.576		0.300 10.25	0.300 10.25				0.438 14.32	0.600 18.58
3-1/2	4.000	0.083 3.472	0.083 3.472	0.120 4.973	0.120 4.973			0.226 9.109	0.226 9.109		0.318 12.51	0.318 12.51					0.636 22.85
4	4.500	0.083 3.915	0.083 3.915	0.120 5.613	0.120 5.613			0.237 10.79	0.237 10.79	0.281 12.66	0.337 14.98	0.337 14.98		0.438 19.01		0.531 22.51	0.674 27.54
4-1/2	5.000							0.247 12.53			0.355 17.61						0.710 32.53
5	5.563	0.109 6.349	0.109 6.349	0.134 7.770	0.134 7.770			0.238 14.62	0.258 14.62		0.375 20.78	0.375 20.78		0.500 27.04		0.625 32.96	0.750 38.55
6	6.625	0.109 7.585	0.109 7.585	0.134 9.290	0.134 9.289			0.280 18.97	0.280 18.97		0.432 28.57	0.432 28.57		0.562 36.39		0.719 45.30	0.864 43.16
7	7.625							0.301 23.57			0.500 38.05						0.875 63.08
8	8.625	0.109 9.914	0.109 9.914	0.148 13.40	0.148 13.40	0.250 22.36	0.277 24.70	0.322 28.55	0.322 28.55	0.406 35.64	0.500 43.39	0.500 43.39	0.594 50.87	0.719 60.93	0.812 67.76	0.906 74.69	0.875 72.42
9	9.625							0.342 33.90			0.500 48.72						
10	10.750	0.134 15.19	0.134 15.19	0.165 18.65	0.165 18.70	0.250 28.04	0.307 34.24	0.365 40.48	0.365 40.48	0.500 54.74	0.500 54.74	0.594 64.33	0.719 76.93	0.844 89.20	1.000 104.1	1.125 115.7	
11	11.750							0.375 45.55			0.500 60.07						
12	12.750	0.156 21.07	0.165 22.18	0.180 24.16	0.180 24.20	0.250 33.38	0.330 43.77	0.375 49.56	0.406 53.33	0.562 73.16	0.500 65.42	0.688 88.51	0.844 107.2	1.000 125.5	1.125 139.7	1.312 160.3	
14	14.000	0.156 23.07		0.188 27.73	0.250 36.71	0.312 45.68	0.375 54.57	0.375 54.57	0.438 63.37	0.594 84.91	0.500 72.09	0.750 106.1	0.938 130.7	1.094 150.7	1.250 170.2	1.406 189.1	
16	16.000	0.165 27.90		0.188 31.75	0.250 42.05	0.312 52.36	0.375 62.58	0.375 62.58	0.500 82.77	0.656 107.5	0.500 82.77	0.844 136.5	1.031 164.8	0.129 192.3	1.438 223.5	1.594 245.1	
18	18.000	0.165 31.43		0.188 35.76	0.250 47.39	0.312 59.03	0.438 82.06	0.375 70.59	0.562 104.8	0.750 138.2	0.500 93.45	0.938 170.8	1.156 208.0	1.375 244.1	1.562 274.2	1.781 308.5	
20	20.000	0.188 39.78		0.218 46.05	0.250 52.73	0.375 78.60	0.500 104.1	0.375 78.60	0.594 122.9	0.812 166.4	0.500 104.1	1.031 208.9	1.281 256.1	1.500 296.4	1.750 341.1	1.969 379.0	
24	24.000	0.218 55.37		0.250 63.41	0.250 63.41	0.375 94.62	0.562 140.8	0.375 94.62	0.688 171.2	0.969 238.1	0.500 125.5	1.219 296.4	1.531 429.4	1.812 483.1	2.062 541.9	2.343 541.9	

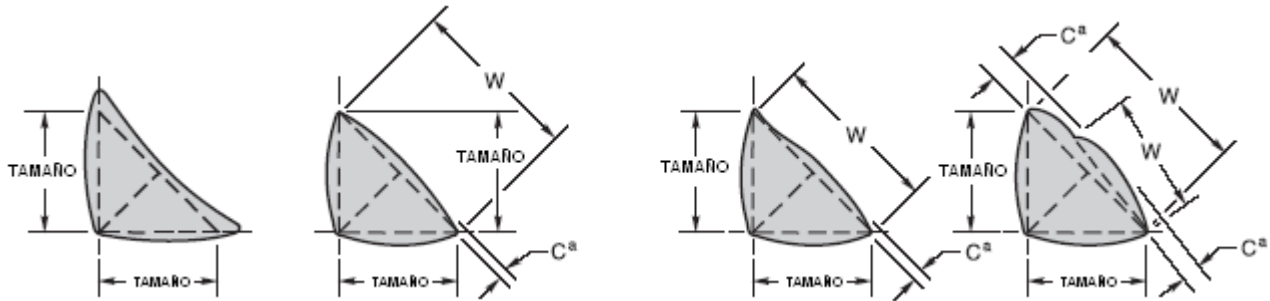
VALORES SUPERIORES
Espesor de Pared en Pulgadas

DIMENSIONES Y PESOS DE
TUBERIAS SIN COSTURA Y SOLDADAS

VALORES INFERIORES
Peso por Pie en Libras

APENDICE V

PERFILES DE SOLDADURA ACEPTABLES Y NO ACEPTABLES



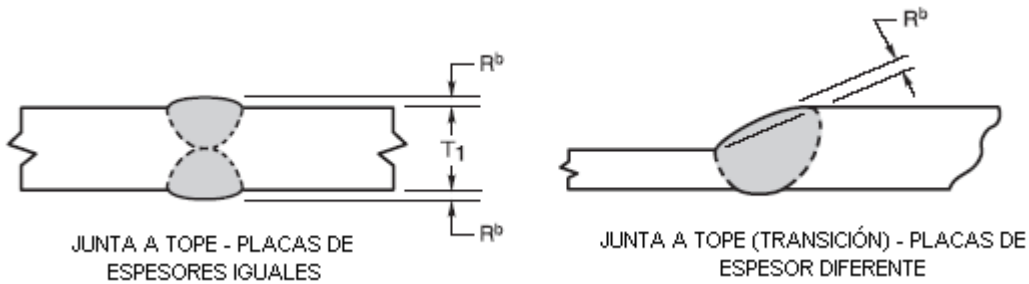
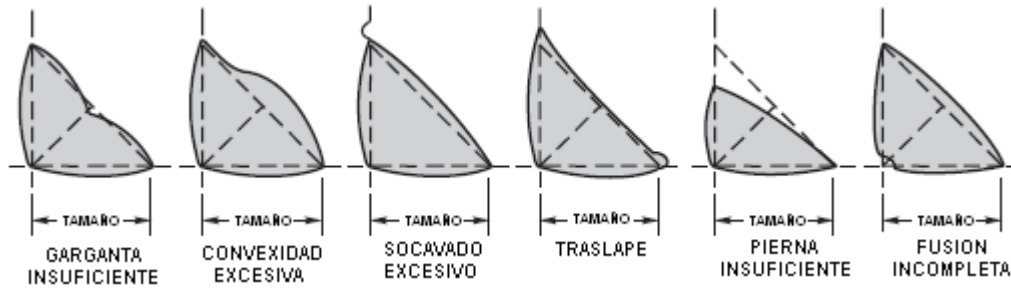
(A) PERFILES DESEABLES DE SOLDADURA DE FILETE

(B) PERFILES ACEPTABLES DE SOLDADURA DE FILETE

^a La Convexidad, "C" de una soldadura ó de una superficie de cordón con dimensión W no debe exceder el valor de la siguiente tabla:

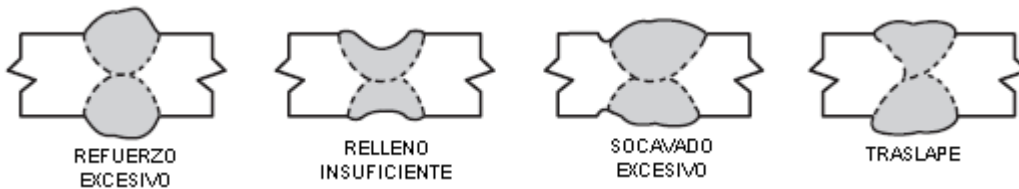
ANCHO DE LA CARA DE SOLDADURA O SUPERFICIE INDIVIDUAL DEL CORDON, W	CONVEXIDAD MAXIMA, C
$W \leq 5/16$ in	1/16 in
$W > 5/16$ in hasta $W < 1$ in	1/8 in
$W \geq 1$ in	3/16 in

(C) PERFILES NO ACEPTABLES DE SOLDADURA DE FILETE



^b EL Refuerzo R no debe exceder 1/8 in

(D) PERFILES ACEPTABLES DE SOLDADURA DE RANURA, EN JUNTAS A TOPE



(E) PERFILES NO ACEPTABLES DE SOLDADURA DE RANURA, EN JUNTAS A TOPE

APENDICE VI

DESCRIPCIÓN DE ACEPTACIÓN DEL PERFIL DE SOLDADURA

- (1) Las caras de las soldaduras de filete pueden ser ligeramente convexas, planas o ligeramente cóncavas como se muestra en el apéndice V (A) y (B), sin ninguno de los perfiles inaceptables mostrados en (C). Excepto para juntas en esquina exteriores, la Convexidad C, de una soldadura o superficie de cordón con dimensiones W, no debe exceder los valores anotados en la tabla del apéndice V.
- (2) Soldaduras de ranura deben ser hechas preferentemente con ligero o mínimo refuerzo excepto que se especifique de otra de forma. En el caso de juntas a tope y en esquina, el refuerzo no debe exceder de 1/8 in (3.2 mm) en altura y debe tener una transición gradual al plano de la superficie del metal base. Ver apéndice V. Estas deben estar libres de las discontinuidades mostradas para juntas a tope en (E).
- (3) Superficies de soldaduras de ranura requeridas a ser lisas deben ser acabadas de tal forma para no reducir el espesor del metal base más delgado o el metal de soldadura por más de un 1/32 in (0.8 mm) o 5% del espesor, lo que sea menor, no dejar refuerzos que excedan 1/32 in (0.8 mm). Sin embargo, todo refuerzo debe ser removido en donde la soldadura forma parte de un fallo a la superficie de contacto. Cualquier refuerzo debe ser esmerilado suavemente dentro de la superficie de la placa con áreas de transición libres de socavado de soldadura. Cincelado puede ser usado siempre que sea seguido de esmerilado. Donde el terminado de la superficie es requerido, el valor de la rugosidad no debe exceder 250 μin (6.3 μm). Superficies acabadas a valores por encima de 125 μin (3.2 μm) hasta 250 μin (6.3 μm) deben ser acabadas y las marcas del esmerilado deben ser paralelas a la dirección principal del esfuerzo. Superficies acabadas a valores de 125 μin (3.2 μm) ó menores pueden estar acabadas en cualquier dirección.
- (4) Los extremos de soldaduras de ranura que requieren ser lisas deben ser terminadas de tal forma que no se reduzca el ancho más allá del ancho detallado ó el ancho actual suministrado, lo que sea mayor, por más que 1/8 in (3.2 mm) o así como no dejar refuerzos a cada extremo que excedan 1/8 in (3.2 mm). Los extremos de soldaduras en juntas a tope deben ser ajustadas a la placa adyacente ó la forma de los bordes con una pendiente que no exceda de 1 en 10.
- (5) Las soldaduras deben estar libres de traslapes.

APENDICE VII

CRITERIOS DE ACEPTACION PARA INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA

La escoria debe ser removida de todas las soldaduras terminadas. Todas las soldaduras y el metal base adyacente deben ser limpiados por cepillo o por cualquier otro medio disponible antes de la inspección visual. Todas las soldaduras deben cumplir los criterios de aceptación visual previo a cualquier prueba destructiva o no destructiva. Para ser aceptada visualmente, una soldadura deberá cumplir los siguientes criterios:

- (1) La soldadura no debe tener fisuras.
- (2) Existir Completa fusión entre capas adyacentes del metal de soldadura y entre el metal de soldadura y el metal base.
- (3) Todos los cráteres deben ser llenados en la sección transversal de la soldadura.
- (4) Los perfiles de la soldadura deben estar de acuerdo con los apéndices V y VI.
- (5) Cuando la soldadura es transversal al esfuerzo principal en la parte que está el socavado, el socavado no debe ser mayor que 0.010 in (0.25 mm) de profundidad.
- (6) Cuando la soldadura es paralela al esfuerzo principal en la parte que esta el socavado, el socavado no debe ser mayor que 1/32 in (0.80 mm) de profundidad.
- (7) La suma de los diámetros de porosidad visible no deben exceder 3/8 in (9.5 mm) en cualquier pulgada lineal de soldadura ni la suma debe exceder 3/4 in (19.0 mm) en 12 pulgadas (305 mm) de longitud de soldadura.
- (8) Cualquier soldadura de filete continua, se le puede permitir (a todo lo largo) una disminución de 1/16 in (1.6 mm) del tamaño de filete nominal especificado.
- (9) La inspección visual de soldaduras en todos los aceros puede iniciar inmediatamente después de que las soldaduras completadas se hayan enfriado a temperatura ambiente. La inspección visual final para soldaduras de acero ASTM A 514 y A 517 no debe ser ejecutada antes de 48 horas después de haberse completado la soldadura y remoción del precalentamiento.
- (10) Golpes de arco fuera de la ranura de soldadura estan prohibidos.

APENDICE VIII

RESULTADOS REQUERIDOS PARA PRUEBA DE DOBLEZ GUIADO

Todas las pruebas de doblez guiado. La superficie convexa de los especímenes de prueba de doblez deben ser examinados visualmente para evaluar las discontinuidades superficiales. Para aceptar, la superficie debe cumplir con los siguientes criterios:

- (1) Una simple discontinuidad no debe exceder 1/8 in (3.2 mm) medida en cualquier dirección.
- (2) La suma de las dimensiones mayores de todas las discontinuidades excediendo 1/32 in (0.8 mm) pero menores que o iguales a 1/8 in (3.2 mm) no deben exceder 3/8 in (9.5 mm).
- (3) Fisuras en los bordes no deben exceder 1/4 in (6.4 mm) al menos que las fisuras resulten de inclusiones de escoria visibles u otro tipo de discontinuidades por fusión, entonces 1/8 in (3.2 mm) debe aplicar como máximo.

Los especímenes con fisuras en los bordes excediendo 1/4 in (6.4 mm) sin evidencia de inclusiones de escoria u otro tipo de discontinuidades por fusión, deben ser desechadas y debe ser ensayado un nuevo espécimen (de reemplazo) de prueba del elemento soldado originalmente.

APENDICE IX

ANÁLISIS DEL METAL DE SOLDADURA

NUMEROS A

Clasificación de Análisis del Metal de Soldadura (Ferroso) para Calificación de Procedimiento

N° A	Tipos de Metal de Soldadura Depositado	Análisis, % ^a					
		C	Cr	Mo	Ni	Mn	Si
1	Acero Carbono	0.15	—	—	—	1.60	1.00
2	Carbono – Molibdeno	0.15	0.50	0.40-0.65	—	1.60	1.00
3	Cromo (0.4% to 2%) – Molibdeno	0.15	0.40-2.00	0.40-0.65	—	1.60	1.00
4	Cromo (2% to 6%) – Molibdeno	0.15	2.00-6.00	0.40-1.50	—	1.60	2.00
5	Cromo (6% to 10.5 %) – Molibdeno	0.15	6.00-10.50	0.40-1.50	—	1.20	2.00
6	Cromo – Martensítico	0.15	11.00-15.00	0.70	—	2.00	1.00
7	Cromo – Ferrítico	0.15	11.00-30.00	1.00	—	1.00	3.00
8	Cromo – Níquel	0.15	14.50-30.00	4.00	7.50-15.00	2.50	1.00
9	Cromo – Níquel	0.30	25.00-30.00	4.00	15.00-37.00	2.50	1.00
10	Níquel a 4%	0.15	—	0.55	0.80-4.00	1.70	1.00
11	Manganeso – Molibdeno	0.17	—	0.25-0.75	0.85	1.25-2.25	1.00
12	Níquel – Cromo-Molibdeno	0.15	1.50	0.25-0.80	1.25-2.80	0.75-2.25	1.00

^a Los valores simples mostrados anteriormente son valores máximos.

APENDICE X

GRUPO DE ELECTRODOS

NUMEROS-F

Agrupación de Electroodos y Varillas de Soldadura para Calificación.

Nº F	Especificación AWS	Clasificación AWS
Acero		
1	A5.1	EXX20, EXX22, EXX24, EXX27, EXX28
1	A5.4	EXXX(X)-25, EXXX(X)-26
1	A5.5	EXX20-XX, EXX27-XX
2	A5.1	EXX12, EXX13, EXX14, EXX19
2	A5.5	E(X)XX13-XX
3	A5.1	EXX10, EXX11
3	A5.5	E(X)XX10-XX, E(X)XX11-XX
4	A5.1	EXX15, EXX16, EXX18, EXX18M, EXX48
4	A5.4 Otros que sean austeníticos y duplex	EXXX(X)-15, EXXX(X)-16, EXXX(X)-17
4	A5.5	E(X)XX15-XX, E(X)XX16-XX, E(X)XX18-XX, E(X)XX18M, E(X)XX18M1
5	A5.4 austeníticos y duplex	EXXX(X)-15, EXXX(X)-16, EXXX(X)-17
6	A5.2	RX
6	A5.9	ERXXX(XXX), ECXXX(XXX), EQXXX(XXX)
6	A5.17	FXXX-EXX, FXXX-ECX
6	A5.18	ERXXS-X, EXXC-X, EXXC-XX
6	A5.20	EXXT-X, EXXT-XM
6	A5.22	EXXTX-X, RXXXT1-5
6	A5.23	FXXX-EXXX-X, FXXX-ECXXX-X
6	A5.23	FXXX-EXXX-XN, FXXX-ECXXX-XN
6	A5.25	FESXX-EXXX, FESXX-EWXX
6	A5.26	EGXXS-X, EGXXT-X
6	A5.28	ERXXS-XXX, EXXC-XXX
6	A5.29	EXXTX-X
6	A5.30	INXXX
Aluminio y Aleaciones de Aluminio		
21	A5.3	E1100, E3003
21	A5.10	ER1100, R1100, ER1188, R1188
22	A5.10	ER5183, R5183, ER5356, R5356, ER5554, R5554, ER5556, R5556, ER5654, R5654
23	A5.3	E4043
23	A5.10	ER4009, R4009, ER4010, R4011, R4010, ER4043, R4043, ER4047, R4047, ER4145, R4145, ER4643, R4643
24	A5.10	R206.0, R-C355.0, R-A356.0, R357.0, R-A357.0
25	A5.10	ER2319, R2319

APENDICE X (Continúa)

GRUPO DE ELECTRODOS

NUMEROS-F

Agrupación de Electroodos y varillas de Soldadura para Calificación

Nº-F	Especificación AWS	Clasificación AWS
Cobre y Aleaciones de Cobre		
31	A5.6 y A5-7	RCu, ECu
32	A5.6	ECuSi and ERCuSi-A
33	A5.6 y A5.7	ECuSn-A, ECuSn-C, ERCuSn-A
34	A5.6, A5.7, and A5.30	ECuNi, ERCuNi, IN67
35	A5.8	RBCuZn-A, RBCuZn-B, RCuZn-C, RBCuZn-D
36	A5.6 and A5.7	ERCuAl-A1, ERCuAl-A2, ERCuAl-A3, ECuAl-A2, ECuAl-B
37	A5.6 and A5.7	RCuNiAl, ECuMnNiAl, ERCuNiAl, ERCuMnNiAl
Níquel y Aleaciones de Níquel		
41	A5.11, A5.14, and A5.30	ENi-1,ERNi-1, IN61
42	A5.11, A5.14, and A5.30	ENiCu-7, ERNiCu-7, ERNiCu-8, IN60
43	A5.11	ENiCrFe-1,2,3,4,7,9, and 10; ENiCrMo-2,3,6, and 12; ENiCrCoMo-1
43	A5.14	ERNiCr-3,4 and 6; ERNiCrFe-5,6,7,8, and 11; ERNiCrCoMo-1; ERNiCrMo-2 and 3
43	A5.30	IN6A, IN62, IN82
44	A5.11	ENiMo-1,3,7,8,9, and 10; ENiCrMo-4,5,7,10,13, and 14
44	A5.14	ERNiMo-1,2,3,7, (B2), 8,9, and 10; ERNiCrMo-4-7 (Alloy C4), 10,13,14; ERNiCrWMo-1
45	A.5.11	ENiCrMo-1,9, and 11
45	A5.14	ERNiCrMo-1,8,9 and 11; ERNiFeCr-1
Titanio y Aleaciones de Titanio		
51	A5.16	ERTi-1 ERTi-2, ERTi-3, ERTi-4
52	A5.16	ERTi-7
53	A5.16	ERTi-9, ERTi-9ELI
54	A5.16	ERTi-12
55	A5.16	ERTi-5, ERTi-5ELI, ERTi-6, ERTi-6ELI, ERTi-15
Zirconio y Aleaciones de Zirconio		
61	A5.24	ERZr2, ERZr3, ERZr4
Recubrimientos Metalicos Duros por Soldadura		
71	A5.13 and A5.21	RXXX-X, EXXX-X
Aleaciones de Magnesio		
91	A5.19	ER AZ61A, ER AZ92A, ER EZ33A, ER AZ101A, R AZ61A, R AZ92A, R AZ101A, R EZ33A

APENDICE XI

REQUERIMIENTOS DE PRUEBA PARA CALIFICACIÓN DE SOLDADOR

1. Prueba sobre Placa								
Tipo de Soldadura	Espesor de Placa de Prueba (T) como soldado, (in)	Inspección Visual	Numero de Especímenes				Prueba de Macrografía	Espesor de Placa Calificado, (in)
			Prueba de Dobleces			Junta T Fractura		
			Cara	Raíz	Lado			
Ranura	3/8	Sí	1	1	—	—	—	3/4 max. ^a
Ranura	3/8 < T < 1	Sí	—	—	2	—	—	1/8-2T ^a
Ranura	1 ó Mayor	Sí	—	—	2	—	—	Sin límite ^a
Filete Opción N° 1	1/2	Sí	—	—	—	1	1	Sin límite
Filete Opción N° 2	3/8	Sí	—	2	—	—	—	Sin límite

^a También califica para Soldaduras de Filete sobre Material de espesor sin límites.

2. Pruebas sobre Tubo ó Tubería												
Tipo de Soldadura	Tamaño de Tubo ó Tubería, Como Soldado		Inspección Visual	Numero de Especímenes						Tamaño Calificado Tubería o Tubo, (in)	Espesor de Pared Calificado Placa, Tubería o tubo	
	Diam	Espesor Nominal		Todas posiciones Excepto 5G y 6G			Solamente posiciones 5G y 6G				Min.	Max. ^a
				Cara	Raíz	Lado	Cara	Raíz	Lado			
Ranura	2 in. or 3 in.	Ced. 80 Ced. 40	Si	1	1	—	2	2	—	4 ó Menor	1/8	3/4 ^a
Ranura	6 in. or 8 in.	Ced. 120 Ced. 80	Si	—	—	2	—	—	4	4 ó Mayor	3/16	Sin límite ^a

^a También califica para Soldaduras de Filete sobre Material de espesor sin límites.

APENDICE XI (Continúa)

Calificación de Soldador—Tipo y Límites de Posición

Prueba de Calificación		Tipo de soldadura y posición de soldadura calificada			
		Placa		Tubería	
Soldadura	Posiciones de Placa ó Tubería	Ranura	Filete	Ranura	Filete
Placa-Ranura	1G	F	F, H	F ^a	F, H
	2G	F, H	F, H	F, H ^a	F, H
	3G	F, H, V	F, H, V	F, H, V ^a	F, H
	4G	F, OH	F, H, OH		F
	3G y 4G	Todas	Todas		F, H
Placa-Filete ^b	1F		F		F
	2F		F, H		F, H
	3F		F, H, V		F, H, V
	4F		F, H, OH		F, H, OH
	3F y 4F		Todas		Todas
Tubería-Ranura	1G	F	F, H	F	F, H
	2G	F, H	F, H	F, H	F, H
	5G	F, V, OH	F, V, OH	F, V, OH	F, V, OH
	6G	Nota ^c	Nota ^c	Nota ^c	Nota ^c
	2G y 5G	Nota ^c	Nota ^c	Nota ^c	Nota ^c
	6GR	Todas	Todas	Todas	Todas
Tubería-Filete	1F		F		F
	2F		F, H		F, H
	2F Rotado		F, H		F, H
	4F		F, H, OH		F, H, OH
	4F y 5F		Todas		Todas

^a Soldadores calificados para soldaduras de tubería mayores a 24 in (600 mm) en diámetro con respaldo o remoción del respaldo, para la posición de prueba indicada.

^b No aplicable para soldaduras de filete entre partes que tienen un ángulo diedro (ψ) de 60° grados ó menos.

^c Calificado para todas las soldaduras excepto para soldaduras de ranura conexiones T-, Y- y K.

APENDICE XII

REQUERIMIENTOS PARA CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA DE FILETE

Especímen de Prueba	Tamaño de Filete	Número de Soldaduras por Procedimiento	Especímenes de Prueba Requeridos			Tamaños Calificados	
			Macrografía	Tensión de todo el Metal de Soldadura	Dobleza de Lado	Espesor de placa	Tamaño de Filete
Prueba de Placa T	Paso – simple, Tamaño máx. a ser usado en construcción	1 por cada posición a ser usada	3 Caras	—	—	Sin Límite	Max. Probado Paso simple y el más pequeño
	Múltipasadas, Tamaño Min. a ser usado en construcción	1 por cada posición a ser usada	3 Caras	—	—	Sin Límite	Min. Probado Multipasada y el mayor

APENDICE XIII

REQUERIMIENTOS PARA CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA DE RANURA

1. Pruebas sobre Placa							
Espesor de Placa (T) Ensayada (in)	Número de Muestras de Soldadura Por posición	NDT ^a	Especímenes de Prueba Requeridos				Espesor Nominal de Placa Calificado, T (in) ^b
			Tensión de Sección Reducida	Dobleza de Raíz	Dobleza de Cara	Dobleza de Lado	
$1/8 \leq T < 3/8$	1	Si	2	2	2	—	1/8 hasta 2T
3/8	1	Si	2	2	2	—	1/8 hasta 3/4
$3/8 < T < 1$	1	Si	2	—	—	4	1/8 hasta 2T
1 y mayores	1	Si	2	—	—	4	Ilimitado

^a Un mínimo de 6 in de longitud efectiva de soldadura debe ser ensayada por radiografía o ultrasonido antes de las pruebas mecánicas

^b Para soldaduras de ranura en bordes rectos, el máximo espesor calificado debe ser limitado al espesor ensayado.

Nota: Todas las placas de prueba soldadas deben ser inspeccionadas visualmente.

2. Pruebas sobre Tubo ó tubería										
Tamaño de Tubería de la Muestra de soldadura		Número de Muestras de Soldadura Por posición	NDT ^a	Especímenes de Prueba Requeridos				Diámetro, in.	Espesor Calificado, in.	
Diam.	Espesor de pared, T			Tensión de Sección Reducida	Dobleza de Raíz	Dobleza de Cara	Dobleza de lado		Min.	Max
2 in. or 3 in.	Ced. 80 Ced. 40	2	Si	2	2	2	—	3/4 hasta 4	1/8	3/4
6 in. or 8 in.	Ced. 120 Ced. 80	1	Si	2	—	—	4	4 y mayor	3/16	Sin límite
Tamaño de tubo ó tubería										
Diam.	Espesor de pared, T									
<24 in.	$1/8 \leq T \leq 3/8$ in.	1	Si	2	2	2	—	diámetro de Prueba y mayores	1/8	2T
	$3/8 < T < 3/4$ in.	1	Si	2	—	—	4		T/2	2T
	$T \geq 3/4$ in.	1	Si	2	—	—	4		3/8	Sin límite
≥ 24 in.	$1/8 \leq T \leq 3/8$ in.	1	Si	2	2	2	—	Diámetro de Prueba y mayores 24 y mayor 24 y mayor	1/8	2T
	$3/8 < T < 3/4$ in.	1	Si	2	—	—	4		T/2	2T
	$T \geq 3/4$ in.	1	Si	2	—	—	4		3/8	Sin límite

^a Para tubo ó tubería, toda la circunferencia de la soldadura completada debe ser probada por RT y UT antes de las pruebas mecánicas.

Nota: Todas las placas de prueba soldadas deben ser inspeccionadas visualmente.

APENDICE XIV

METAL BASE PRECALIFICADO — COMBINACIONES DE METAL DE APORTE PARA ESFUERZOS COMPARABLES

G R U P O	Requerimientos de Especificación de Acero					Requerimientos de Metales de Aporte			
	Especificación de Acero ^{a,b}	Punto mínimo de Resistencia cedencia		Rango de Tensión		Proceso	Especificación de Electrodo AWS ^c	Clasificación de Electrodo ^g	
		ksi	MPa	ksi	MPa				
	ASMT A 36 ^d		36	250	58—80	400—550	SMAW	A5.1	E60XX, E70XX
	ASMT A 53	A5.5	35	240	60 min.	415 min.		A5.5 ^f	E70XX-X
	ASTM A 106	Grado B	35	240	60 min.	415 min.			
	ASTM A 131	Grados A, B, CS, D, DS, E	34	235	58—71	400—490			
	ASTM A 139	Grado B	35	241	60 min.	414 min.	SAW	A5.17	F6XX-EXXX, F6XX-ECXXX, F7XX-EXXX, F7XX-ECXXX
	ASTM A 381	Grado Y35	35	240	60 min.	415 min.		A5.23 ^f	F7XX-EXXX-XX, F7XX-ECXXX-XX
	ASTM A 500	Grado A	33	228	45 min.	310 min.			
		Grado B	42	290	58 min.	400 min.			
	ASTM A 501		36	250	58 min.	400 min.			
	ASTM A 516	Grado 55	30	205	55—75	380—515			
		Grado 60	32	220	60—80	415—550	GMAW	A5.18	ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM (Electrodos con sufijos -GS son excluidos)
	ASTM A 524	Grado I	35	240	60—85	415—586			
		Grado II	30	205	55—80	380—550			
I	ASTM A 529		42	290	60—85	415—585			
	ASTM A 570	Grado 30	30	205	49 min.	340 min.		A5.28 ^f	ER70S-XXX, E70C-XXX
		Grado 33	33	230	52 min.	360 min.			
		Grado 36	36	250	53 min.	365 min.	FCAW	A5.20	E6XT-X, E6XT-XM, E7XT-X, E7XT-XM (Electrodos con el -2, -2M, -3, -10, -13, -14X, y sufijos -GS estan excluidos)
		Grado 40	40	275	55 min.	380 min.			
		Grado 45	45	310	60 min.	415 min.			
	ASTM A 573	Grado 65	35	240	65—77	450—530			
		Grado 58	32	220	58—71	400—490			
	ASTM A 709	Grado 36 ^d	36	250	58—80	400—550			
	API 5L X	Grado B	35	240	60	415		A5.29 ^f	E6XTX-X, E6XT-XM, E7XTX-X, E7XTX-XM
		Grado X42	42	290	60	415			
	ABS	Grados A, B, D, CS, DS			58—71	400—490			
		Grado E ^e			58—71	400—490			

Nota: Acero ASTM A 570 Grado 50 ha sido eliminado del grupo I y añadido al grupo II.

(Continúa)

APENDICE XIV (Continúa)

GRUPO	Requerimientos de Especificación de Acero					Requerimientos de Metales de Aporte				
	Especificación de Acero ^{a,b}	Punto mínimo de Resistencia cedencia		Rango de Tensión		Proceso	Especificación de Electrodo AWS ^c	Clasificación de Electrodo ^g		
		ksi	MPa	ksi	MPa					
II	ASTM A 131	Grados AH32, DH32, EH32	46	315	68—85	470—585	SMAW	A5.1	E7015, E7016, E7018, E7028	
		Grados AH36, DH36, EH36	51	350	71—90	490—620		A5.5 ^f	E7015-X, E7016-X, E7018-X	
	ASTM A 441		40—50	275—345	60—70	415—485	SAW	A5.17	F7XX-EXXX,F7XX-ECXXX	
	ASTM A 516	Grado 65	35	240	65—85	450—585		A5.23 ^f	F7XX-EXXX-XX, F7XX-ECXXX-XX	
		Grado 70	38	260	70—90	485—620				
	ASTM A 537	Clase 1	45—50	310—345	65—90	450—620		GMAW	A5.18	ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM (Electrodos con los sufijos -GS estan excluidos)
	ASTM A 570	Grado 50	50	345	65	450				
		Grado 55	55	380	70	480		A5.28 ^f	ER70S-XXX,E70C-XXX	
	ASTM A 572	Grado 42	42	290	60 min	415 min				
	ASTM A 572	Grado 50	50	345	65 min	450 min		FCAW	A5.20	E7XT-X, E7XT-XM (Electrodos con el -2, -2M, -3, -10, -13, -14, Y sufijos -GS estan excluidos)
	ASTM A 588 ^e	(4 in. [100 mm] y abajo)	50	345	70 min	485 min				
	ASTM A 595	Grado A	55	380	65 min	450 min				
		Grados B and C	60	415	70 min	480 min				
	ASTM A 606 ^e		45—50	310—340	65 min	450 min				
	ASTM A 607	Grado 45	45	310	60 min	410 min				
		Grado 50	50	345	65 min	450 min				
		Grado 55	55	380	70 min	480 min				
	ASTM A 618	Grados Ib, II, III	46—50	315-345	65 min	450 min				
	ASTM A 633	Grado A	42	290	63-83	430-570				
		Grados C, D	50	345	70—90	485—620				
		(2-1/2 in [65 mm] y abajo)								
	ASTM A 709	Grado 50	50	345	65 min	450 min	A5.29 ^f	E7XTX-X E7XTX-XM		
		Grado 50 W	50	345	70 min	485 min				
	ASTM A 710	Grado A, Clase 2 > 2 in. (50 mm)	55	380	65 min	450min				
	ASTM A 808	(2-1/2 in. [65mm] y abajo)	42	290	60 min	415min				
	ASTM A 913	Grado 50	50	345	65 min	450 min				
	ASTM A 992		50—65	345—450	65	450				
	API 2H	Grado 42	42	290	62—80	430—550				
		Grado 50	50	345	70 min	485 min				
	API 2W	Grado 42	42—67	290—462	62 min	427 min				
	Grado 50	50—75	345—517	65 min	448 min					
	Grado 50 T	50—80	345—552	70 min	483 min					
API 2Y	Grado 42	42—67	290—462	62 min	427 min					
	Grado 50	50—75	345—517	65 min	448 min					
	Grado 50T	50—80	345—552	70 min	483 min					
API 5L X	Grado X52	52	360	66—72	455—495					
ABS	Grados AH32, DH32, EH32	45.5	315	71—90	490—620					
	Grados AH36, DH36, EH36 ^e	51	350	71—90	490—620					

(Continúa)

APENDICE XIV (Continúa)

GRUPO	Requerimientos de Especificación de Acero						Requerimientos de Metales de Aporte		
	Especificación de Acero ^{a,b}		Punto mínimo de Resistencia cedencia		Rango de Tensión		Proceso	Especificación de Electrodo AWS ^c	Clasificación de Electrodo ^g
			ksi	MPa	ksi	MPa			
III	API 2W	Grado 60	60—90	414—621	75 min	517 min	SMAW	A5.5 ^f	E8015-X, E8016-X, E8018-X
	API 2Y	Grado 60	60—90	414—621	75 min	517 min			
	ASTM A 572	Grado 60	60	415	75 min	515 min	SAW	A5.23 ^f	F8XX-EXXX-XX, F8XX-ECXXX-XX
		Grado 65	65	450	80 min	550 min			
	ASTM A 537	Clase 2 ^e	46—60	315—415	80—100	550—690	GMAW	A5.28 ^f	ER80S-XXX, E80C-XXX
	ASTM A 633	Grado E ^e	55—60	380—415	75—100	515—690			
	ASTM A 710	Grado A, Clase 2 ≤ 2 in. (50 mm)	60—65	415—450	72 min	495 min			
	ASTM A 710	Grado A, Clase 3 > 2 in. (50 mm)	60—65	415—450	70 min	485 min	FCAW	A5.29 ^f	E8XTX-X, E8XTX-XM
	ASTM A 913 ^h	Grado 60	60	415	75 min	520 min			
Grado 65		65	450	80 min	550 min				
IV	ASTM A 709	Grado 70W	70	485	90—110	620—760	SMAW	A5.5 ^f	E9015-X, E9016-X, E9018-X, E9018-M
	ASTM A 852		70	485	90—110	620—760	SAW	A5.23 ^f	F9XX-EXXX-XX, F9XX-ECXXX-XX
						GMAW	A5.28 ^f	ER90S-XXX, E90C-XXX	
						FCAW	A5.29 ^f	E9XTX-X, E9XTX-XM	

^a En juntas involucrando materiales de base de grupos diferentes, cualquiera de los siguientes metales de aporte puede ser usado: (1) aquel material base con mayor resistencia comparable (2) aquel material base con la menor resistencia comparable y produce un depósito de bajo hidrógeno. El precalentamiento debe estar en conformidad con los requisitos aplicables al grupo de mas alta resistencia.

^b Acero Compable con Norma API 2B (Tubos fabricados) de acuerdo al acero usado.

^c Cuando las soldaduras serán relevadas de esfuerzos, el metal depositado no debe exceder 0.05% de Vanadio.

^d Solo deben ser usados electrodos de bajo hidrógeno cuando se solda acero ASTM A 36 ó ASTM A 709 Grado 36 en espesor mayor a 1 pulgada (25 mm) para estructuras cargadas ciclicamente.

^e Materiales y procedimientos de soldadura especiales (por ejemplo E80XX-X electrodos de baja aleación) pueden ser requeridos para tenacidad comparable del metal base (para aplicaciones involucrando carga de impacto ó baja temperatura) o para corrosión atmosférica y características a la intemperie. (ver 3.7.3).

^f Metales de aporte del grupo de aleación B3, B3L, B4, B4L, B5, B5L, B6, B6L, B7, B7L, B8, B8L, B9, o cualquier grado BXH en AWS A5.5, A5.23, A5.28, o A5.29 no estan precalificados para uso en la condicion como soldado.

^g Electrodos AWS A5M (Unidades SI) de la misma clasificación pueden ser usados en vez de electrodos con clasificación AWS A5.

^h La limitacion de aporte termico de 5.7 no deben aplicar para acero ASTM A 913 Grado 60 ó 65.

APENDICE XV

PRECALENTAMIENTO Y TEMPERATURA ENTRE PASOS MÍNIMO ^{c,d}

C A T E G O R I A	ESPECIFICACIÓN DEL ACERO				Proceso de Soldadura	Espesor de la parte más Gruesa al punto de soldadura		Precalentamiento mínimo y Temperatura Entre Pasos		
						in	mm	°F	°C	
	A	ASTM A 36 ^b		ASTM A 516	Grados 55 & 60	Soldadura de arco metálico por electrodos revestidos con otros Electrodos de diferentes a los de bajo hidrogeno	Hasta 3/4 incl.	19 incl.	Ninguna ^a	
ASTM A 53		Grado B	ASTM A 524	Grados I & II						
ASTM A 106		Grado B	ASTM A 529				Arriba de 3/4	19		
ASTM A 131		Grados A, B, CS, D, DS, E	ASTM A 570	Todos los grados			Hasta 1-1/2 incl.	38 incl.	150	66
			ASTM A 573	Grado 65						
ASTM A 139		Grado B	ASTM A 709	Grado 36 ^b			Arriba de 1-1/2	38		
ASTM A 381		Grado Y35	API 5L	Grado B			Hasta 2-1/2 incl.	64 incl.	225	107
ASTM A 500	Grado A	API 5LX	Grado X42							
	Grado B	ABS	Grados A, B, D, CS, DS							
ASTM A 501			Grado E		Arriba de 2-1/2	64	300	150		
B	ASTM A 36 ^b		ASTM A 570	Todos los grados	Soldadura de arco metálico por electrodos revestidos, con electrodos de bajo hidrógeno, Soldadura ^b por Arco sumergido, Soldadura de arco metalico Protegido por gas, Soldadura de arco metálico con alambres tubulares	Hasta 3/4 incl.	19 incl.	Ninguna ^a		
	ASTM A 53	Grado B	ASTM A 572	Grados 42, 50						
	ASTM A 106	Grado B	ASTM A 573	Grado 65						
	ASTM A 131	Grados A, B, CS, D, DS, E	ASTM A 588	Grados A, B, C						
			ASTM A 595							
			ASTM A 606	Grados 45, 50, 55						
			ASTM A 607							
			ASTM A 618							
	ASTM A 139	Grado B	ASTM A 633	Grados A, B						
	ASTM A 242			Grados C, D			Arriba de 3/4	19		
	ASTM A 381	Grado Y 35	ASTM A 709	Grados 36, 50, 50W			Hasta 1-1/2 incl.	38 incl.	50	10
	ASTM A 441		API 5L	Grado B						
	ASTM A 500	Grado A	API 5LX	Grado X42						
	Grado B	API Spec. 2H			Arriba de 1-1/2	38				
ASTM A 501		ABS	Grados AH 32 & 36		Hasta 2-1/2 incl.	64 incl.	150	66		
ASTM A 516	Grados 55, 60 65 & 70		DH 32 & 36 EH 32 & 36							
ASTM A 524	Grados I Y II	ABS	Grados A, B, D,							
ASTM A 529			CS,DS							
ASTM A 537	Clases 1 & 2		Grado E		Arriba de 2-1/2	64	225	107		

(Continúa)

APENDICE XV (Continuá)

C A T E G O R I A	ESPECIFICACIÓN DEL ACERO	Proceso de Soldadura	Espesor de la parte más gruesa al punto de soldadura		Precalentamiento mínimo y Temperatura Entre Pasos	
			in	mm	°F	°C
			C	ASTM A 572 Grados 60, 65 ASTM A 633 Grado E API 5LX Grado X52	Soldadura de arco metálico por electrodos revestidos con electrodos de bajo hidrógeno, Soldadura por Arco sumergido, Soldadura de arco metálico Protegido por por gas, Soldadura de arco metálico con alambres tubulares.	Hasta 3/4 incl.
Arriba de 3/4	19	150				66
Hasta 1-1/2 incl.	38 incl.					
Arriba de 1-1/2	38	225				107
Hasta 2-1/2 incl.	64 incl.					
D	ASTM A 514 Grados 100 & 100W ASTM A 517 ASTM A 709	Soldadura de arco metálico por electrodos revestidos con electrodos de bajo hidrógeno, Soldadura por Arco sumergido con alambre de acero carbono ó aleado, fundente neutro, Soldadura de arco metálico Protegido por gas, Soldadura de arco metálico con alambres tubulares	Hasta 3/4 incl.	19 incl.	50	10
			Arriba de 3/4	19	125	50
			Hasta 1-1/2 incl.	38 incl.		
			Arriba de 1-1/2	38	175	80
Hasta 2-1/2 incl.	64 incl.					
			Arriba de 2-1/2	64	225	107

^a Cuando la temperatura del metal base está por abajo de 32 °F (0 °C), el metal base debe ser precalentado por lo menos a 70 °F (20 °C) y esta temperatura mínima debe ser mantenida durante soldadura.

^b Solamente electrodos de bajo hidrógeno deben ser usados cuando se soldan aceros A 36 ó A 709 Grado 36 mayores a 1 pulgada para puentes.

^c La soldadura no debe ser hecha cuando la temperatura ambiente esta por abajo de los 0 °F (-32 °C). Una temperatura de 0 °F (-32 °C).no significa la temperatura ambiente pero la temperatura en la vecindad inmediata de la soldadura. La temperatura ambiente puede estar por debajo 0 °F (-32 °C), pero una estructura calentada ó protegida alrededor del área siendo soldada podría mantener la temperatura adyacente al elemento soldado a 0 °F (-32 °C) ó más alto.

Cuando el metal base está por abajo de la temperatura listada para el proceso de soldadura que está siendo usado y el espesor del material que está siendo soldado, este debe ser precalentado (excepto que se especifique lo contrario) de tal forma que las superficies de las partes sobre la cual la soldadura está siendo depositada están a/o por arriba de la temperatura mínima especificada para una distancia igual al espesor de la parte que está siendo soldada, pero no menor que 3 in (76 mm) en todas las direcciones desde el punto de soldadura. El precalentamiento y la temperatura entre pasos deben ser suficientes para prevenir la formación de fisuras. Temperatura por arriba de la mínima mostrada puede ser requerida para soldaduras altamente rígidas (empotradas). Para aceros ASTM A 514, A 517 y A 709 grados 100 y 100W, la máxima temperatura de precalentamiento y entre pasos no debe exceder 400 °F (205 °C) para espesores hasta de 1-1/2 pulgadas (38 mm) y 450 °F (230 °C) para espesores mayores. El calor aportado "Heat input" en la soldadura de aceros ASTM A 514, A 517 y A 709 grados 100 y 100W no debe exceder las recomendaciones del fabricante. Los materiales ASTM A 415 y A 517 no son recomendados a ser tratados térmicamente posterior a la soldadura.

^d En juntas involucrando combinaciones de metales base, el precalentamiento debe ser como especificado para el acero de mayor resistencia que esta siendo soldado.

APENDICE XVI

PRUEBA RADIOGRAFICA

1. Calificación de Procedimiento de Soldadura

- 1.1. Después de reunir los criterios de aceptación visual y antes de preparar los especímenes de prueba para ensayos mecánicos, los cupones para la calificación de procedimiento, la placa de prueba para calificación, tubo o tubería, deben ser examinadas por pruebas no-destructivas para determinar su sanidad.
- 1.2. Cualquiera de las pruebas radiografía o ultrasonido deben ser usadas. La longitud total de la soldadura en las placas de prueba debe ser examinada, excepto las longitudes de los extremos.
- 1.3. Para que la calificación sea aceptable, la soldadura, como revelado por la prueba de radiografía o por ultrasonido, deberán cumplir los requisitos del parágrafo 3.

2. Calificación de habilidad del Soldador.

- 2.1 Excepto para juntas soldadas por GMAW-S, la evaluación radiográfica de una calificación de soldador u operador de soldadura, en placa o tubería, puede ser hecha en vez de la prueba de doblez guiado.

2.1.1. Si la prueba de RT es usada en vez de las pruebas de doblez prescrita, el refuerzo de soldadura no necesita ser desbastado para la inspección, a menos que haya irregularidades superficiales o la unión con el metal base cause discontinuidades objetables de soldadura oscurecidas en la radiografía. Si el respaldo es removido para radiografía, la raíz deberá estar razante con el metal base.

2.1.2. Para calificación de soldador, excluir 1-1/4" (32mm) de la inspección cada extremo de la placa de prueba; para calificación de operador de soldadura excluir 3" de longitud (75mm) en cada extremo de la placa de prueba. Pruebas de tubo soldado o tubería de 4" (100mm) en diámetro o mayores deben ser examinado como mínimo, la mitad del perímetro seleccionado para que se incluya todas las posiciones soldadas.

2.1.3 Para que la calificación sea aceptable, la soldadura, como revelado por la radiografía, debe cumplir los requisitos de 3.1.

3 Inspección Radiográfica.

Discontinuidades diferentes a las fisuras deben ser evaluadas sobre la base de alargamiento y elongación. En lo que respecta al tipo de discontinuidad, una discontinuidad alargada es aquella cuya longitud excede tres veces su ancho. Una discontinuidad redondeada aquella cuya longitud es tres veces su ancho o menor, puede estar redondeada ó irregular e incluso puede tener colas.

- 3.1 **Criterios de aceptación para Conexiones No tubulares Cargadas Ciclicamente.** Soldaduras que están sujetas a prueba radiográfica además de inspección visual no deberán tener fisuras y no deberán ser aceptables si la prueba de radiografía muestra cualquiera de los tipos de discontinuidades listados en 3.1.1 y 3.1.2.

APENDICE XVI (Continúa)

- 3.1.1 Para soldaduras sujetas a esfuerzos de tensión bajo cualquier condición de carga, la mayor dimensión de cualquier porosidad o discontinuidades del tipo falta de fusión que están $1/16$ " (2mm) o mayor, no deben exceder el tamaño B indicado en figura 6.4, para el tamaño de soldadura involucrado. La distancia de cualquier porosidad o discontinuidad del tipo falta de fusión descrita anteriormente a otra discontinuidad similar, en el borde, el talón, o raíz de cualquier intersección patin-alma soldada, no deben ser menor al claro permitido e indicado en C de la figura 6.4 (Ver página 25), para el tamaño de discontinuidad que está bajo evaluación.
- 3.1.2 Independiente de los requerimientos de 3.1.1, discontinuidades que tienen una dimensión mayor que $1/16$ in (2 mm) no deben ser aceptables si la suma de sus dimensiones mayores exceden $3/8$ in (10 mm) en cualquier pulgada lineal (25.4 mm) de soldadura.

APENDICE XVI (Continúa)

REQUERIMIENTOS DEL INDICADOR DE CALIDAD DE IMAGEN (IQI) DEL TIPO BARRENO

Rango de Espesor ^a Nominal del Material, in	Rango de Espesor ^a Nominal del Material, mm	Lado Fuente		Lado Película ^b	
		Designación	Barreno Requerido	Designación	Barreno Requerido
Hasta 0.25 incl.	Hasta 6 incl.	10	4T	7	4T
Arriba 0.25 hasta 0.375	Arriba 6 A través 10	12	4T	10	4T
Arriba 0.375 hasta 0.50	Arriba 10 A través 12	15	4T	12	4T
Arriba 0.50 hasta 0.625	Arriba 12 A través 16	15	4T	12	4T
Arriba 0.625 hasta 0.75	Arriba 16 A través 20	17	4T	15	4T
Arriba 0.75 hasta 0.875	Arriba 20 A través 22	20	4T	17	4T
Arriba 0.875 hasta 1.00	Arriba 22 A través 25	20	4T	17	4T
Arriba 1.00 hasta 1.25	Arriba 25 A través 32	25	4T	20	4T
Arriba 1.25 hasta 1.50	Arriba 32 A través 38	30	2T	25	2T
Arriba 1.50 hasta 2.00	Arriba 38 A través 50	35	2T	30	2T
Arriba 2.00 hasta 2.50	Arriba 50 A través 65	40	2T	35	2T
Arriba 2.50 hasta 3.00	Arriba 65 A través 75	45	2T	40	2T
Arriba 3.00 hasta 4.00	Arriba 75 A través 100	50	2T	45	2T
Arriba 4.00 hasta 6.00	Arriba 100 A través 150	60	2T	50	2T
Arriba 6.00 hasta 8.00	Arriba 150 A través 200	80	2T	60	2T

^a Radiografía de pared simple (Para Tubulares).

^b Aplicable solamente para estructuras tubulares.

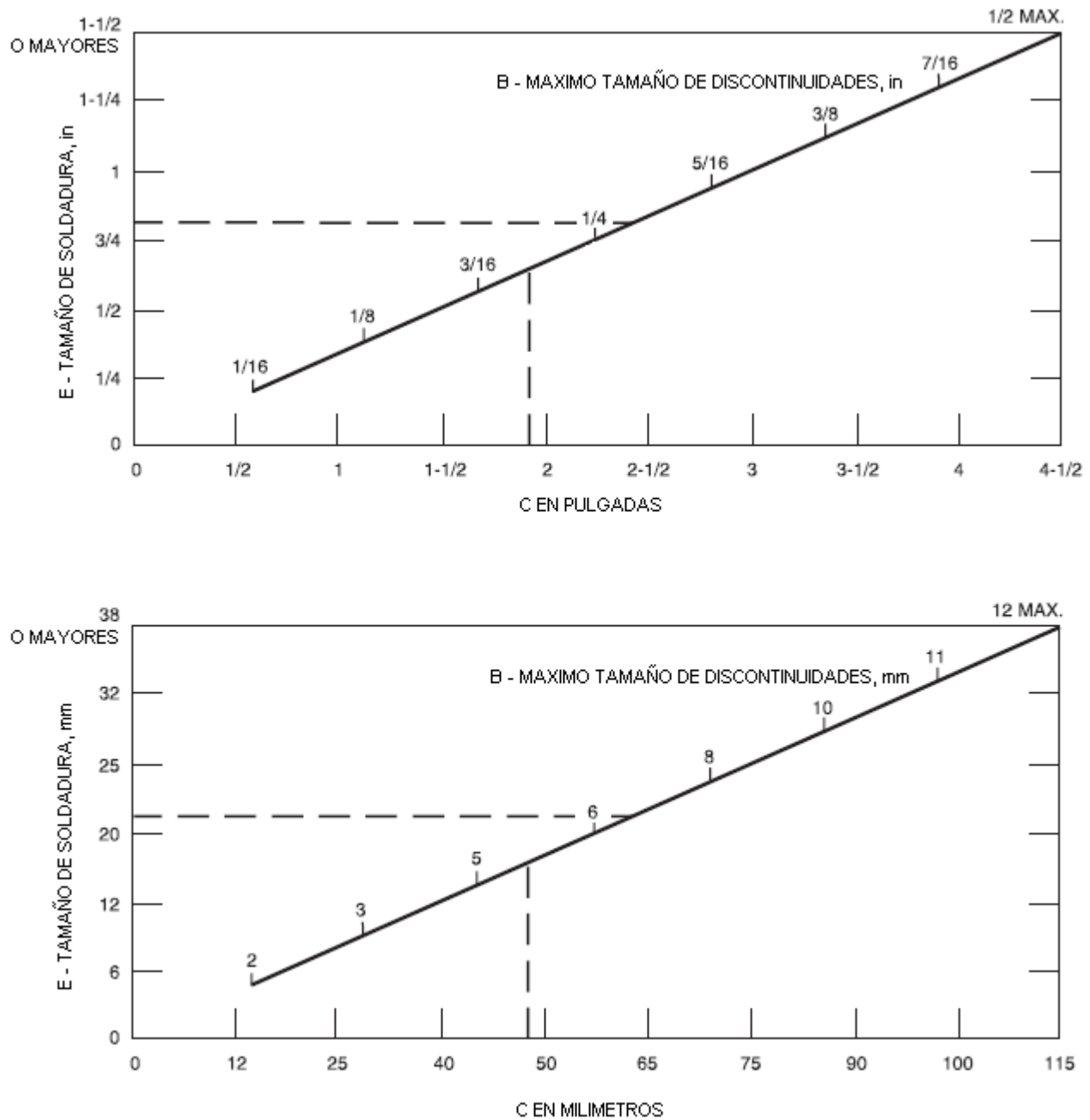
REQUERIMIENTOS DEL INDICADOR DE CALIDAD DE IMAGEN (IQI) DEL TIPO ALAMBRE

Rango de Espesor ^a Nominal del Material, in	Rango de Espesor ^a Nominal del Material, mm	Lado fuente		Lado película ^b	
		Diaméto máximo de alambre		Diaméto máximo de alambre	
		In	mm	In	mm
Hasta 0.25 incl.	Hasta 6 incl.	0.010	0.25	0.008	0.20
Arriba 0.25 hasta 0.375	Arriba 6 hasta 10	0.013	0.33	0.010	0.25
Arriba 0.375 hasta 0.625	Arriba 10 hasta 16	0.016	0.41	0.013	0.33
Arriba 0.625 hasta 0.75	Arriba 16 hasta 20	0.020	0.51	0.016	0.41
Arriba 0.75 hasta 1.50	Arriba 20 hasta 38	0.025	0.63	0.020	0.51
Arriba 1.50 hasta 2.00	Arriba 38 hasta 50	0.032	0.81	0.025	0.63
Arriba 2.00 hasta 2.50	Arriba 50 hasta 65	0.040	1.02	0.032	0.81
Arriba 2.50 hasta 4.00	Arriba 65 hasta 100	0.050	1.27	0.040	1.02
Arriba 4.00 hasta 6.00	Arriba 100 hasta 150	0.063	1.60	0.050	1.27
Arriba 6.00 hasta 8.00	Arriba 150 hasta 200	0.100	2.54	0.063	1.60

^a Radiografía de pared simple (Para Tubulares).

^b Aplicable solamente para estructuras tubulares.

APENDICE XVI (Continúa)



Notas:

1. Para determinar el tamaño máximo de discontinuidad permitida en cualquier junta o tamaño de soldadura, proyectar E horizontalmente hacia B.
2. Para determinar el espacio (holgura) mínimo entre bordes de discontinuidades de cualquier tamaño, proyectar B verticalmente hacia C.
3. Ver leyenda abajo para definiciones.

Figure 6.4—Requisitos de Calidad de soldadura para discontinuidades presentes en soldaduras a tension no tubulares, cargadas cicliclamente (Límites de Porosidad y falta de fusión)

APENDICE XVI (Continúa)

Leyenda

Dimensiones de Discontinuidades

- B = Máxima dimensión permitida de una discontinuidad radiografiada.
- L = Dimensión más grande de una discontinuidad radiografiada.
- L' = Dimensión más grande de discontinuidades adyacentes.
- C = Espacio libre (holgura) mínimo medido a lo largo del eje longitudinal de la soldadura entre bordes de porosidad o discontinuidades del tipo falta de fusión (la más grande de las discontinuidades adyacentes gobiernan), o para un borde o un extremo de una intersección soldada.
- C₁ = Distancia mínima permitida entre la discontinuidad más cercana al borde libre de una placa o sección tubular, o la intersección de una soldadura longitudinal con una soldadura circunferencial, medida paralelamente al eje longitudinal de la soldadura.

W = Dimensión más pequeña de ambas discontinuidades adyacentes.

Dimensiones de Material.

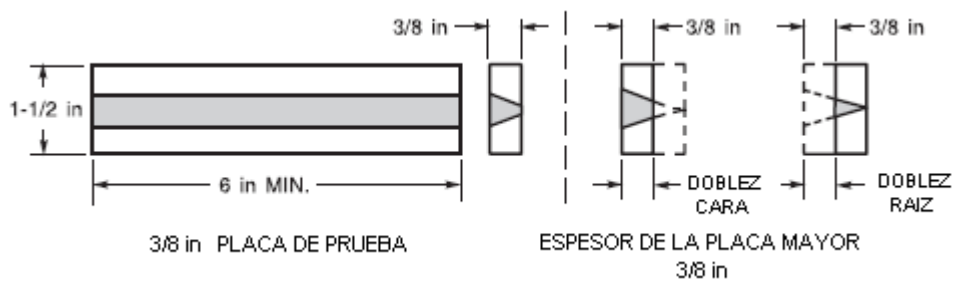
- E = Tamaño de soldadura.
- T = Espesor de placa o de tubo para soldadura de ranura CJP.
-

Definiciones de Discontinuidades

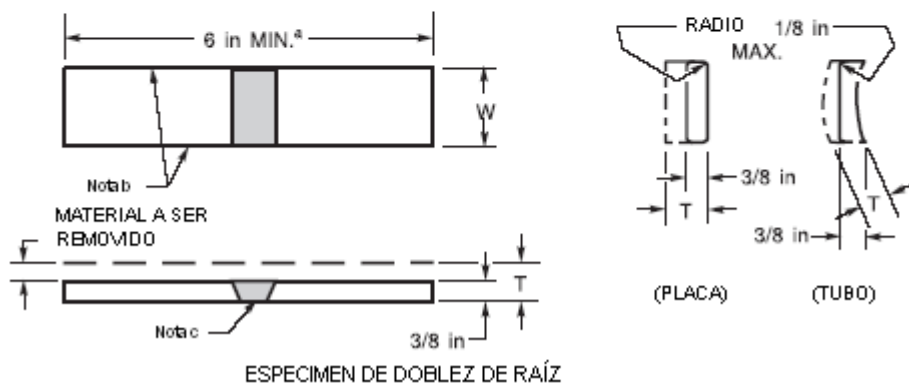
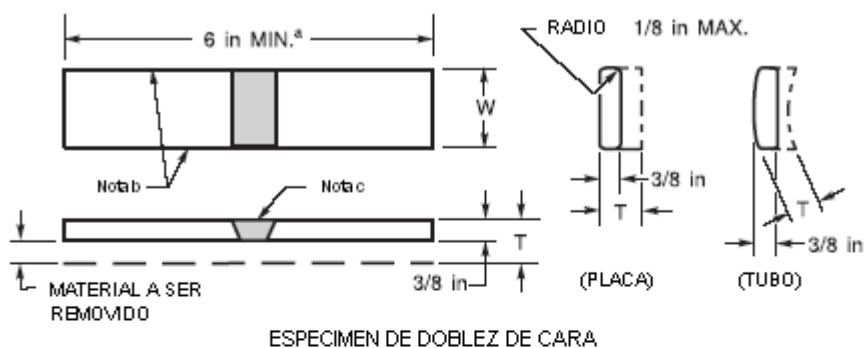
- Una discontinuidad alargada debe tener la dimensión más grande (L) excediendo 3 veces la dimensión más pequeña.
- Una discontinuidad redondeada debe tener la mayor dimensión (L) menor que o igual a 3 veces la dimensión más pequeña.
- Una Agrupación debe ser definido como un grupo no alineado, tamaño-aceptable, discontinuidades individuales adyacentes con espaciado menor que el mínimo permitido (C) por la discontinuidad individual adyacente más grande (L'), pero con la suma de las dimensiones mayores (L) de todas las discontinuidades en el grupo igual a/o menor que el máximo tamaño permitido de la discontinuidad individual (B). Tales agrupaciones deben ser consideradas como discontinuidades individuales de tamaño L para el propósito de estimar el espaciado mínimo.
- Discontinuidades alineadas deben tener el eje mayor de cada discontinuidad aproximadamente alineado.

APENDICE XVII

ESPECIMENES DE DOBLEZ DE CARA Y RAIZ



(1) ESPECIMEN DE DOBLEZ LONGITUDINAL



(2) ESPECIMEN DE DOBLEZ TRANSVERSAL

Dimensiones	
Ensamble Soldado	Ancho del espécimen de Prueba, W (in)
Placa	1-1/2
Tubo o tubería de prueba ≤ 4 in. de diámetro	1
Tubo o tubería de prueba > 4 in. de diámetro	1-1/2

^a Una mayor longitud del espécimen puede ser necesaria cuando se usa un accesorio de doblez tipo mordaza ó cuando el acero ensayado tiene un esfuerzo de cedencia de 90 Ksi (620Mpa) o mayor.

^b Estos bordes pueden ser cortados termicamente y pueden ser o no maquinados.

^c El refuerzo de soldadura y respaldo, cualquiera, debe ser removido de la superficie del espécimen en forma lisa. Si un respaldo hueco es usado, esta superficie debe ser maquinada a una profundidad que no exceda la profundidad del hueco al remover el respaldo; en tal caso, el espesor de la muestra acabada, debe ser como especificada anteriormente. Superficies cortadas deben estar lisas y paralelas.

Notas:

1. T = Espesores de placa o tubo.
2. Cuando los espesores de la placa de prueba son menores que 3/8 in (10 mm), los espesores nominales debe ser usado para dobleces de cara y raíz.

