

ICS 25.160

Atención !
Tenga en cuenta la corrección/enmienda correspondiente

Sustituye a SN 200-4:2016-05

Índice

Página

Introducción	1
1 Campo de aplicación	2
2 Referencias normativas.....	2
3 Requisitos del taller de fabricación.....	4
4 Consumibles de soldeo.....	5
4.1 Principios	5
4.2 Uniones blanco-negro.....	5
5 Trabajos de soldadura en componentes de ingeniería mecánica	5
5.1 Preparación de la soldadura	5
5.2 Nervios y almas de refuerzo	8
5.3 Ejecución de las soldaduras	8
6 Trabajos de soldadura en componentes conductores de fluidos	10
6.1 Preparación de la soldadura	10
6.2 Ejecución de la soldadura.....	10
7 Tratamiento térmico	11
7.1 Principios	11
7.2 Aceros estructurales no aleados.....	11
7.3 Aceros austeníticos.....	11
7.4 Uniones entre diferentes metales	11
8 Tolerancias generales	12
8.1 Medidas lineales	12
8.2 Rectitud, planitud y paralelidad	12
8.3 Medidas angulares.....	12
9 Ensayo/Comprobación.....	13
9.1 Principios	13
9.2 Alcance de ensayo en componentes de máquinas.....	13
9.3 Alcance de ensayo en componentes conductores de fluidos	14
9.4 Alcance de ensayo para soldaduras sometidas a cargas en los puntos de suspensión.....	14
9.5 Documentación	14
Anexo A (normativo) Evaluación de irregularidades.....	15
Anexo B (informativo) Representación en imagen de uniones soldadas.....	26
Anexo C (informativo) Procedimiento de soldeo	30
Referencias.....	31
Modificaciones	31
Ediciones anteriores.....	31

Introducción

Los requisitos de fabricación enumerados en esta parte de la norma SN 200 sirven para lograr la calidad adecuada de los productos SMS. Por lo tanto, estos requisitos deben cumplirse siempre, a menos que se acuerde lo contrario en planos, documentos de pedido y/u otros documentos de fabricación. El carácter vinculante de la presente norma se indica en el cajetín de los planos, en los contratos y/o en los documentos de pedido. Si no pueden cumplirse estos requisitos, deberá consultarse a SMS group.

1 Campo de aplicación

Esta norma de empresa específica para SMS group los requisitos para el taller de fabricación, los consumibles de soldadura, la ejecución de trabajos de soldadura en componentes de máquinas y de conducción de fluidos, el tratamiento térmico y el ensayo para piezas fabricadas mediante procesos de soldadura que se utilizan como material de partida para y/o como material de fabricación en los productos de SMS group.

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos, citados parcial o totalmente en este documento, son necesarios para la aplicación del mismo. Las referencias con indicación de fecha siempre se refieren a la edición referenciada. Las referencias sin indicación de fecha siempre se refieren a la última edición del documento referenciado (con todas sus modificaciones).

DIN 2559-2:2007-09	Preparación de la soldadura – Parte 2: Ajuste de los diámetros interiores de los cordones redondos en tubos sin costura
DIN 2559-3:2007-09	Preparación de la soldadura – Parte 3: Ajuste de los diámetros interiores de los cordones redondos en tubos soldados
DIN 2559-4:1994-07	Preparación de la soldadura – Parte 4: Ajuste de los diámetros interiores de los cordones redondos en tubos sin costura de acero inoxidable
DIN 8555-1:1983-11	Consumibles de soldeo para la soldadura de recargue; alambres de relleno, electrodos para soldar, electrodos de alambre, varillas para soldar; Descripción, Condiciones técnicas de suministro
DIN 50104:1983-11	Ensayo de presión interna en cuerpos huecos; prueba de estanqueidad hasta una determinada presión interna; Especificaciones generales
DIN EN 1011-1:2009-07	Soldo – Recomendaciones para el soldo de materiales metálicos – Parte 1: Instrucciones generales para el soldo por arco
DIN EN 1011-2:2001-05	Soldo – Recomendaciones para el soldo de materiales metálicos – Parte 2: Soldo por arco de los aceros ferríticos
DIN EN 1090-2	Ejecución de estructuras de acero y estructuras de aluminio - Parte 2: Reglas técnicas para la ejecución de estructuras de acero
DIN EN 10204:2005-01	Productos metálicos – Tipos y certificados de ensayo
DIN EN 12502-4:2005-03	Protección de materiales metálicos contra la corrosión – Recomendaciones para la evaluación del riesgo de corrosión en sistemas de distribución y almacenamiento de agua – Parte 4: Factores que influyen para el acero inoxidable.
DIN EN 13480-5	Tuberías metálicas industriales – Parte 5: Ensayo/Comprobación
DIN EN 14700	Consumibles para el soldo – Consumibles para el soldo para recargue duro
DIN EN ISO 2553:2019-12	Soldo y procesos afines, representación simbólica en los planos, uniones de soldadura
DIN EN ISO 2560	Consumibles para el soldo – Electrodos revestidos para el soldo manual por arco de aceros no aleados y de grano fino – Clasificación
DIN EN ISO 3581	Consumibles para el soldo – Electrodos revestidos para el soldo manual por arco de aceros inoxidables y resistentes al calor – Clasificación
DIN EN ISO 3834-3:2021-08	Requisitos de calidad para el soldo por fusión de materiales metálicos – Parte 3: Requisitos de calidad estándar
DIN EN ISO 4063:2011-03	Soldo y procesos afines; Nomenclatura y numeración de los procesos
DIN EN ISO 5817:2014-06	Uniones soldadas por fusión de acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldo por haz de alta energía) – Grupos de evaluación para las irregularidades
DIN EN ISO 6520-1:2007-11	Soldo y procesos afines; Clasificación de irregularidades geométricas en materiales metálicos; Soldo por fusión
DIN EN ISO 9606-1	Cualificación de soldadores - Soldo por fusión - Parte 1: Aceros
DIN EN ISO 9692-1:2013-12	Soldo y procesos afines – Tipos de preparación de la soldadura – Parte 1: Soldadura manual por arco, soldadura en atmósfera de gas inerte, soldadura a gas, soldadura TIG y soldadura por haz de alta energía de aceros
DIN EN ISO 9712	Ensayo no destructivo - Cualificación y certificación del personal de ensayos no destructivos
DIN EN ISO 10675-1	Ensayo no destructivo de uniones soldadas, niveles de aceptación de la evaluación radiográfica - Parte 1, acero, níquel, titanio y sus aleaciones
DIN EN ISO 11666	Ensayo no destructivo de uniones soldadas - Ensayo ultrasónico - Niveles de aceptación

DIN EN ISO 13588	Ensayo no destructivo de uniones soldadas - Ensayo ultrasónico - Utilización de la técnica automatizada de elementos múltiples
DIN EN ISO 13916:2018-03	Soldeo – Medición de la temperatura de precalentamiento, entrepasadas y de mantenimiento del precalentamiento
DIN EN ISO 13920:1996-11	Soldeo – Tolerancias generales en construcciones soldadas – Medidas lineales y angulares, forma y posición
DIN EN ISO 14341	Consumibles para el soldeo – Electrodo de alambre y material de aportación utilizados en el soldeo por arco con protección de gas de aceros no aleados y de grano fino – Clasificación
DIN EN ISO 14731	Coordinación del soldeo – Tareas y responsabilidades
DIN EN ISO 15607	Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos; Reglas generales
DIN EN ISO 15609- 1	Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos – Parte 1: Soldadura manual por arco
DIN EN ISO 15611	Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos; Cualificación basada en la experiencia existente en soldadura
DIN EN ISO 15612	Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos; Cualificación mediante el uso de un procedimiento de soldeo estándar
DIN EN ISO 15614- 1	Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos – Ensayo de cualificación de un procedimiento de soldeo– Parte 1: Soldadura por arco y gas de aceros y soldadura por arco de níquel y aleaciones de níquel
DIN EN ISO 16826	Ensayo no destructivo, ensayo ultrasónico, ensayo de discontinuidades perpendiculares a la superficie
DIN EN ISO 16828	Ensayo no destructivo, ensayo ultrasónico, técnica de difracción del tiempo de vuelo utilizada como método de detección y dimensionamiento de discontinuidades
DIN EN ISO 17635	Ensayo no destructivo de uniones soldadas; Reglas generales para los materiales metálicos
DIN EN ISO 17636-1	Ensayo no destructivo de uniones soldadas - Ensayo radiográfico - Parte 1: Técnicas de rayos X o rayos gamma con películas
DIN EN ISO 17636-2	Ensayo no destructivo de uniones soldadas - Ensayo radiográfico - Parte 2: Técnicas de rayos X y rayos gamma con detectores digitales
DIN EN ISO 17637	Ensayo no destructivo de uniones soldadas - Inspección visual de uniones soldadas por fusión
DIN EN ISO 17638	Ensayo no destructivo de uniones soldadas, prueba con partículas magnéticas
DIN EN ISO 17640	Ensayo no destructivo de uniones soldadas; Ensayo ultrasónico; Técnicas, niveles de prueba y evaluación
DIN EN ISO 19879	Racores metálicos para la tecnología de fluidos y aplicaciones generales; Métodos de ensayo para racores hidráulicos en la tecnología de fluidos
DIN EN ISO 20378	Consumibles para el soldeo; Carillas para el soldeo oxigás de aceros no aleados y aceros resistentes a la fluencia, clasificación
DIN EN ISO 23277	Ensayo no destructivo de uniones soldadas, ensayo de penetración de uniones soldadas, límites de admisibilidad
DIN EN ISO 23278	Ensayo no destructivo de uniones soldadas, prueba con partículas magnéticas de uniones soldadas, límites de admisibilidad
DIN EN ISO 23279	Ensayo no destructivo de uniones soldadas; Ensayo ultrasónico; Caracterización de discontinuidades en los cordones de soldadura
ISO 10474:2013-03	Acero y productos de acero; Certificados de ensayo
Hoja de información DVS 3011	Soldadura de uniones en blanco-negro
Hoja de información DVS 0937	Protección de la raíz durante el soldeo en atmósfera de protección
SN 200-1	Prescripciones de fabricación - Requisitos y Principios
SN 200-8	Prescripciones de fabricación – Ensayo
SN 402	Soldadura de recargue

3 Requisitos del taller de fabricación

En principio, deben cumplirse los requisitos de soldadura para los talleres de fabricación de conformidad con la norma [DIN EN ISO 3834-3](#).

Véase la Tabla 1 para las clasificaciones básicas de los requisitos correspondientes.

Caso de no cumplir el taller de fabricación con los requisitos mencionados en la Tabla 1, se aceptarán como alternativa otras regulaciones/certificaciones nacionales o internacionales. El taller de fabricación justificará su equivalencia antes de proceder a la fabricación. El inicio de la fabricación sólo podrá comenzar tras la verificación de la equivalencia y la autorización por escrito de un responsable de SMS group.

Los componentes que entran en el ámbito de aplicación del Reglamento sobre productos de construcción [305/2011/UE](#) deben marcarse de acuerdo con los planos, teniendo en cuenta las clases de ejecución (EXC1 a 4) según [DIN EN 1090-2](#) o de la manera específica del país en cuestión. Cualquier otros requisitos o requisitos adicionales (p.ej. la Directiva sobre equipos a presión [2014/68 UE](#) etc.) que sean de aplicación se indicarán en los documentos de fabricación. En principio, estos requisitos debe cumplirlos el taller de fabricación.

Tabla 1 - Cualificación del proveedor según [DIN EN ISO 3834-3](#)

Actividades de técnica de soldadura	
Instrucciones de soldadura (DIN EN ISO 15609-1)	Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo según DIN EN ISO 15609-1 . Debe disponerse de una especificación de procedimiento de soldeo válida / WPS (por sus siglas en inglés)
Cualificación de los procesos de soldeo (DIN EN ISO 15607 , DIN EN ISO 15611 , DIN EN ISO 15612 , DIN EN ISO 15614-1)	Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo DIN EN ISO 15607 para las reglas generales
	Cualificación basada en la experiencia existente en soldadura de acuerdo con la norma DIN EN ISO 15611
	Cualificación mediante el uso de un procedimiento de soldeo estándar de acuerdo con la norma DIN EN ISO 15612
	Prueba de cualificación sobre la base de un ensayo de procedimiento de soldeo (WPQR) según la norma DIN EN ISO 15614-1 . Nota: La prueba de ensayo de cualificación de un procedimiento de soldeo (WPQR) sólo se facilitará a petición de SMS group.
Personal de soldadura	
Personal de coordinación/supervisión de soldadura (DIN EN ISO 14731)	Llevar a cabo la coordinación/supervisión de la soldadura de acuerdo con la norma DIN EN ISO 14731 . Se informará a SMS group el nombre de una persona responsable designada. El coordinador/supervisor de soldadura debe comprobar la calidad del trabajo realizado por cada soldador sin notificación previa. El coordinador/supervisor de soldadura estará in situ durante todo el proceso de soldadura. La prueba debe realizarse en componentes de la producción actual y debe documentarse con la fecha de la prueba, el nombre del soldador, el nombre del inspector, el tipo de soldadura, el tipo de prueba realizada y el resultado de la prueba.
Soldador y operador (DIN EN ISO 9606-1)	Presentación obligatoria de pruebas de cualificación para soldadores válidos de conformidad con la norma DIN EN ISO 9606-1 . Un soldador sólo debe realizar trabajos de soldadura que entren en el ámbito de sus pruebas. La prueba debe repetirse cada tres años como máximo. Para mantener la validez de una prueba, el coordinador de soldadura confirmará que el soldador ha suministrado un trabajo de la calidad requerida a partir del alcance original. Esto debe ser certificado en el documento de prueba cada seis meses por el coordinador de soldadura responsable.
Personal de supervisión y ensayo	
Personal de ensayo no destructivo (DIN EN ISO 9712)	Personal cualificado debe ser disponible según DIN EN ISO 9712 .

4 Consumibles de soldeo

4.1 Principios

Los consumibles de soldeo deben aprobarse mediante una prueba de idoneidad. Todos los consumibles de soldeo deben almacenarse y manejarse cuidadosamente de acuerdo con [DIN EN 1011-1:2009-07](#), párrafo 6.1 y [DIN EN 1011-2:2001-05](#), párrafo 7.

Más detalles sobre las propiedades de los consumibles de soldeo adecuados se obtienen de las siguientes normas: [DIN 8555-1:1983-11](#) (sigue vigente para SMS group), [DIN EN ISO 3581](#), [DIN EN ISO 20378](#), [DIN EN 14700](#), [DIN EN ISO 2560](#) y [DIN EN ISO 14341](#).

4.2 Uniones blanco-negro

Las uniones blanco-negro son uniones mixtas que se producen entre aceros estructurales no aleados o aleados, por una parte, y aceros austeníticos al cromo-níquel, por otra, mediante soldadura con consumibles de CrNi (Mn, Mo).

Las uniones mixtas entre aceros y níquel o aleaciones de níquel también se clasifican como uniones blanco-negro, ya que para ello se utilizan consumibles de soldadura a base de níquel. Las uniones entre diferentes metales han de soldarse de acuerdo con normativas específicas (p.ej. Hoja de información [DVS 3011](#)) estando los consumibles de soldeo admitidos para este tipo de combinación.

5 Trabajos de soldadura en componentes de ingeniería mecánica

5.1 Preparación de la soldadura

5.1.1 Principios

El taller de fabricación ejecutante selecciona el tipo de preparación de la soldadura (ángulo de abertura, ancho del alma, etc.) de acuerdo con el procedimiento para soldar aplicado, como se describe en el apartado 5.1.3. Modificaciones del tipo de soldaduras contrarias a las especificaciones de los planos sólo podrán realizarse previa consulta y autorización por escrito de SMS group.

Antes del ensamblaje, las superficies en la zona de aplicación de la soldadura han de estar libres de cascarilla, escoria, óxido, pintura, aceite, grasa, revestimiento galvanizado (p. ej., cincado) y humedad. La ejecución de la preparación de la soldadura debe comprobarse y asegurarse con respecto al espesor de la soldadura requerido en el plano.

Para evitar corrientes vagabundas y sus efectos (p. ej., destrucción de los conductores protectores), la línea de corriente de soldadura de retorno se ha de conectar directamente a la pieza a soldar o a sus elementos de sujeción (p. ej., mesa o reja de soldadura, placas de montaje).

Estructuras metálicas, carriles, tuberías, barras u objetos semejantes no se deben usar como conductores de corriente siempre que no son ellos mismos la pieza a soldar.

Los puntos de soldadura se extenderán sobre al menos 40 mm. Antes de recargar por soldeo se han de eliminar todas las fisuras, fallos de penetración y nidos de poros de los puntos de soldeo. Las placas de los depósitos deben soldarse de forma estanca al aceite.

5.1.2 Precalentamiento para aceros soldables

Las zonas de soldeo se precalentarán de acuerdo con el análisis de material. La temperatura de precalentamiento mínima se determinará según [DIN EN 1011-2:2001-05](#) de acuerdo con el equivalente de carbono CET. En soldaduras de paso múltiple la temperatura de precalentamiento mínima corresponde a la temperatura mínima entre pasadas. Para la medición de las temperaturas de precalentamiento, entre pasadas y de mantenimiento se observará la [DIN EN ISO 13916:2018-03](#).

Esta fórmula se aplicará hasta un contenido de C ≤ 0,5

$$\text{CET} = \text{C} + \frac{\text{Mn} + \text{Mo}}{10} + \frac{\text{Cr} + \text{Cu}}{20} + \frac{\text{Ni}}{40} \quad \text{en } (\%)$$

5.1.3 Selección de la preparación de la soldadura

La selección de la preparación de la soldadura se realizará según [DIN EN ISO 9692-1:2013-12](#) de acuerdo con la Tabla 2.

Tabla 2 – Preparación de soldaduras a tope (extracto de la [DIN EN ISO 9692-1:2013-12](#))

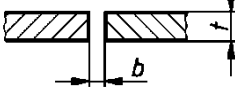
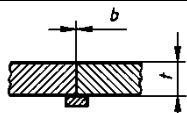
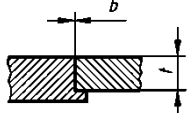
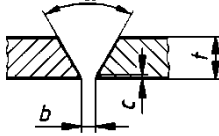
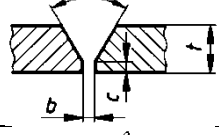
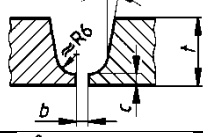
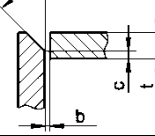
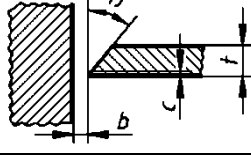
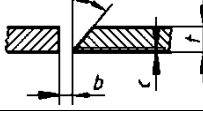
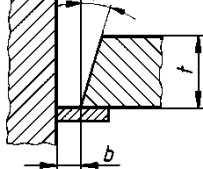

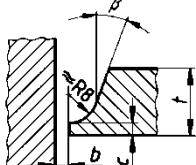

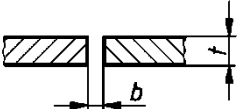

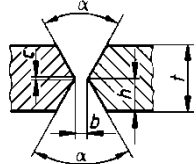

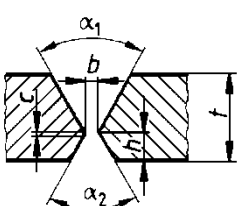

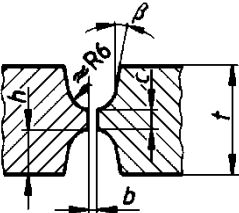

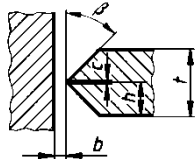

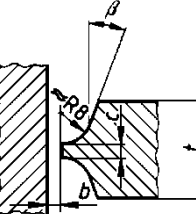
Soldadura				Forma de la unión					Procedimiento de soldadura recomendado (según ISO 4063) b)	Observaciones
Nº código	Espesor de la pieza t	Denominación	Símbolo (según ISO 2553)	Sección	Ángulo α, β	Medidas Ranura b	Altura del alma c	Altura de la cara de ranura h		
1.2.1	≤ 4	Ranura en I			-	b ≈ t	-	-	3 111 141	-
1.2.2	3 < t ≤ 8					6 ≤ b ≤ 8			13	Con anillo de respaldo
	≤ 15					≈ t			141	
						≤ 1			52	
	0									
1.2.3	≤ 100	Ranura en I con anillo de respaldo	-		-	30 a)	-	-	51 72 a)	-
1.2.4		Ranura en I con labio de centraje	-							
1.3	3 ≤ t ≤ 10	Ranura en V	V		40° ≤ α ≤ 60°	≤ 4	≤ 2	-	3 111 13 141	En caso necesario con anillo de respaldo
	8 < t ≤ 12				6° ≤ α ≤ 8°	-			52	
1.5	5 ≤ t ≤ 40	Ranura en Y	Y		α ≈ 60°	1 ≤ b ≤ 4	2 ≤ c ≤ 4	-	111 13 141	-
1.8	> 12	Ranura en U	U		8° ≤ β ≤ 12°	≤ 4	≤ 3	-	111 13 141	-
a) -	10 ≤ t ≤ 25	Ranura en V simple	∇		35° ≤ β ≤ 60°	2 ≤ b ≤ 4	1 ≤ c ≤ 2	-	-	-
1.9.1	3 < t ≤ 10	Ranura en V simple	∇		35° ≤ β ≤ 60°	2 ≤ b ≤ 4	1 ≤ c ≤ 2	-	111 13 141	-
1.9.2										
1.10	> 16	Ranura en V simple con flancos empinados	L		15° ≤ β ≤ 60°	6 ≤ b ≤ 12	-	-	111	Con anillo de respaldo
						≈ 12			13 141	

Tabla 2 – Preparación de soldaduras a tope (extracto de la [DIN EN ISO 9692-1:2013-12](#)) (continúa)

Soldadura				Forma de la unión					Proceso de soldeo recomendado (según ISO 4063) ^{b)}	Observaciones
Nº código	Espesor de la pieza t	Denominación	Símbolo (ISO 2553)	Sección	Ángulo α, β	Medidas		Altura de la cara de ranura h		
1.11	> 16	Ranura en J			10° ≤ β ≤ 20°	2 ≤ b ≤ 4	1 ≤ c ≤ 2	-	111 13 141	-
2.1	≤ 8	Ranura en I			-	$\frac{t}{2}$	-	-	111 141	-
	$\frac{t}{2}$					-	-	13		
	≤ 15					0	-	-	52	
2.5.1	> 10	Ranura en V doble (ranura en X)			α ≈ 60°	1 ≤ b ≤ 3	≤ 2	$\frac{t}{2}$	111 141	-
					40° ≤ α ≤ 60°			≈ 2	13	
2.5.2	> 10	Ranura en V doble asimétrica			α ₁ ≈ 60° α ₂ ≈ 60°	1 ≤ b ≤ 3	≤ 2	$\frac{t}{3}$	111 141	-
					40° ≤ α ₁ ≤ 60° 40° ≤ α ₂ ≤ 60°			≈ 3	13	
2.7	≥ 30	Ranura en U doble			8° ≤ β ≤ 12°	≤ 3	≈ 3	$\frac{t - c}{2}$	111 13 141	Esta ranura también se puede fabricar de forma asimétrica, parecido a la ranura en V doble asimétrica
2.9.1	> 10	Ranura en V simple doble (ranura en K)			35° ≤ β ≤ 60°	1 ≤ b ≤ 4	≤ 2	$h = \frac{t}{2}$	111 13 141	
2.9.2								$h = \frac{t}{3}$		
2.11	> 30	Ranura en J simple doble			10° ≤ β ≤ 20°	≤ 3	≥ 2	$\frac{t - c}{2}$	111 13 141	
							< 2	≈ $\frac{t}{2}$		

a) Definido por SMS group

b) Vea Anexo C (normativo)

a) Definido por SMS group
b) Vea Anexo C (normativo)

5.2 Nervios y almas de refuerzo

El refuerzo en forma de nervios y almas se realizará como se indica en las variantes de la Imagen 1 y la Imagen 2. La medida en la Tabla 3 es suficiente como para soldar por la sección completa por debajo del nervio. El tipo de refuerzo se muestra en los planos sin dimensiones. Si los radios y/o anchos de las chapas de refuerzo son inferiores a los especificados en la tabla 3 (p. ej. en el caso de fijación a perfiles como vigas IPB, perfiles en U, etc., o en el caso de uniones múltiples de chapas), las chapas de refuerzo deben adaptarse a los contornos de los perfiles teniendo en cuenta los requisitos de los apartados 5.8 y 5.9 de la norma [DIN EN ISO 12944-3:2018-04](#) de forma que sea posible la soldadura completa del refuerzo.

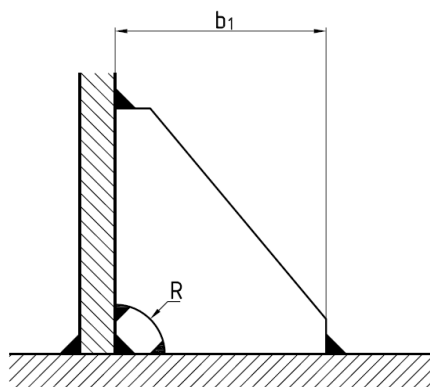


Imagen 1 - Refuerzo variante 1

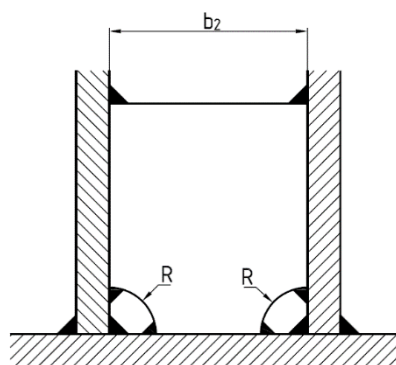


Imagen 2 - Refuerzo variante 2

Tabla 3 – Dimensiones de los refuerzos (Medidas en mm)

Espesor de chapa del nervio	R	b ₁ min.	b ₂ min.
≥ 10 hasta ≤ 40	50	100	200
> 40 hasta ≤ 70	60	125	250
> 70 hasta ≤ 150 ^{a)}	70		
^{a)} Las medidas >= 150 mm se indican en el plano.			

5.3 Ejecución de las soldaduras

5.3.1 Principios

Todas las soldaduras se realizarán de conformidad con la norma [DIN EN ISO 5817:2014-06](#), grupo de evaluación D. Las soldaduras de los dispositivos de enganche deberán ejecutarse de acuerdo con las especificaciones del diseñador en el plano con el grupo de evaluación C o B. Todos los cantos se soldarán por todo su contorno. Tensiones de contracción causadas por piezas soldadas unilateralmente se compensarán por contracalor.

Las soldaduras de los elementos portantes (p. ej. orejas de levante) no deben ser del tipo de unión austenítico-ferrítico (véase el apartado 4.2). Cualquier otra ejecución debe verificarse caso por caso y requiere la aprobación por escrito del Dpto. de ingeniería de SMS group.

Las soldaduras auxiliares para refuerzos, cáncamos de levante, etc. deben eliminarse por completo. Las superficies se rectifican en los puntos afectados hasta quedar sin entalla. El espesor de pared no debe descender por debajo del valor requerido durante el rectificado.

5.3.2 Soldaduras de penetración geoméricamente completas

Las soldaduras de penetración geoméricamente completas se definen por la indicación (símbolo y/o medida) en la junta introducida en el plano por el diseñador.

En caso de desviación de la norma de SMS group, es decir, del grupo de evaluación D según [DIN EN ISO 5817:2014-06](#) (p. ej. dispositivos de enganche), se indicará en la junta el grupo de evaluación adecuado.

En el caso de soldaduras geoméricamente penetradas por ambos lados, la raíz debe ranurarse, inspeccionarse para asegurarse de que no hay grietas y contra-soldarse, si el grupo de evaluación así lo requiere.

5.3.2.1 Soldadura a tope

En las soldaduras a tope las líneas de fuerza discurren con una distribución uniforme de la tensión.

Si no se especifican dimensiones de la sección transversal para las soldaduras a tope según [DIN EN ISO 2553:2019-12](#) estas uniones deben soldarse siempre por penetración completa. Es decir, las soldaduras a tope estarán geoméricamente completamente penetradas.

5.3.2.2 Soldaduras adicionales

Soldaduras adicionales son uniones por soldadura de chapas y perfiles de la misma forma no previstas en los planos y requieren la autorización previa y la aprobación por escrito del ingeniero diseñador responsable. Estas soldaduras estarán completamente penetradas de acuerdo con el grupo de evaluación B según [DIN EN ISO 5817:2014-06](#).

5.3.3 Soldadura de tapón

La soldadura de tapón sólo es admisible para espesores de chapa ≤ 40 mm. El diámetro del taladro corresponde al espesor de la chapa, pero debe ser como mínimo de $\varnothing 20$ mm.

5.3.4 Soldadura de recargue

Las soldaduras individuales se realizarán según [DIN EN ISO 5817:2014-06](#), grupo de evaluación D, limitado a los irregularidades N° 1.1, 1.2, 2.3 a 2.6 y 2.12 de acuerdo con la Tabla A.1 . Se admiten poros superficiales < 2 mm.

5.3.5 Soldadura en ranura

La anchura de la ranura b , vea la Imagen 3, depende de los espesores de chapa t_1 y t_2 y de la unión de soldadura requerida siendo $t_1 \leq 15$ mm, b mín. es $0,5 \times t_1$ pero no menos de 4 mm siendo $t_1 > 15$ mm, b mín. es de 15 mm

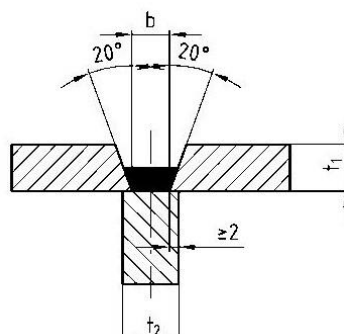


Imagen 3 - Soldadura en ranura

5.3.6 Sobreepesor de la soldadura

El sobreepesor máx. de la soldadura (\ddot{u}) se determina por la calidad de la soldadura, vea la Imagen 4 y la Tabla 4.

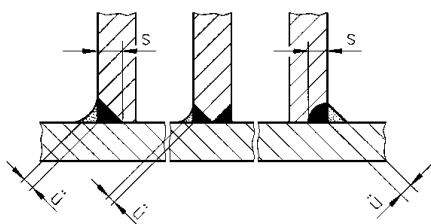


Imagen 4 – Sobreepesor de la soldadura

Tabla 4 – Cálculo del sobreepesor de la soldadura

Grupo de evaluación ^{a)}	Cálculo del sobreepesor de la soldadura
D	0,10 a $0,3 \times$ profundidad de la soldadura (s)
B y C	0,15 a $0,3 \times$ profundidad de la soldadura (s)
^{a)} Grupos de evaluación según DIN EN ISO 5817:2014-06	

5.3.7 Espesor de la soldadura en soldaduras en ángulo

En las soldaduras en ángulo, las líneas de fuerza se desvían. Se supone la ejecución de la soldadura de acuerdo con la Imagen 5. La medida (a) se basa en la pieza más delgada de las piezas por unir y no debe sobrepasar los 12 mm. Contrariamente a lo indicado en la [DIN EN ISO 2553:2019-12](#) en los planos de SMS group no se marcan espesores de soldadura en ángulo con (a). En caso de desviaciones, los espesores de la soldadura se indican en los planos. Caso de quedar vedado el acceso para soldar el cordón interior de una soldadura bilateral se ha de consultar con el Dpto. de ingeniería. La soldadura en ángulo debe ejecutarse (específica de SMS group) del siguiente modo:

Soldaduras en ángulo bilaterales $a = 0,3 \times$ espesor de chapa más pequeño, pero máx. 12 mm;

Soldaduras en ángulo en un solo lado $a = 0,6 \times$ espesor de chapa más pequeño, pero máx. 12 mm

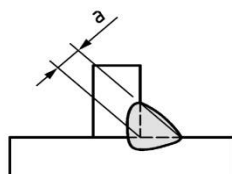


Imagen 5 – Espesor de la soldadura

6 Trabajos de soldadura en componentes conductores de fluidos

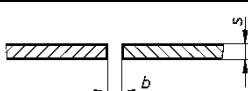
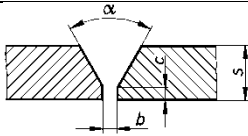
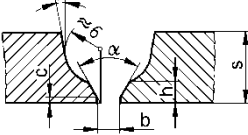
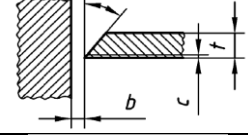
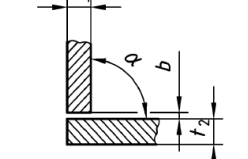
6.1 Preparación de la soldadura

Antes de emprender los trabajos de ensamblaje, en componentes que conducen fluidos, p. ej., tuberías y recipientes, las superficies en el área de aplicación de la soldadura han de estar libres de cascarilla, escoria, óxido, pintura, aceite, grasa y humedad. Antes de recargar por soldeo se han de eliminar todas las fisuras, fallos de penetración y nidos de poros de los puntos de soldeo. El taller de fabricación ejecutante selecciona el tipo de preparación de la soldadura (ángulo de abertura, ancho del alma, etc.) de acuerdo con el procedimiento para soldar aplicado. Sólo puede desviarse de las indicaciones en el plano cuando mantiene la profundidad indicada de la soldadura y observa los requisitos de calidad definidos para el mismo. La selección de la preparación de la soldadura para uniones a tope y en ángulo se realizará según la Tabla 5.

Se trata de una definición específica de SMS group.

Para uniones con espesores de pared de tubo diferentes, se aplican los valores del grupo de evaluación requerido según [DIN EN ISO 5817:2014-06](#) para la asimetría entre bordes, irregularidades N° 3.1, referidos al menor espesor de pared. Si la asimetría entre bordes supera los valores admitidos la transición entre ambos será cónica de $\leq 10^\circ$, vea [DIN 2559-2](#) y [3:2007-09](#) y [DIN 2559-4:1994-07](#).

Tabla 5 – Preparación de la soldadura para uniones a tope y en ángulo

Espesor de pared s	Denomi- nación	Símbolo (ISO 2553:1992-10)	Formas de las uniones Sección	α	β	Distancia entre almas ^{a)} b	Altura del alma c	Altura de la cara de ranura h
				Grados				
hasta 2	Soldadura a tope con bordes planos			-	-	0 hasta 3	-	-
mayor de 2 hasta 25	Soldadura a tope en V simple	V		≈ 60	-	2 hasta 4	hasta 2	-
mayor de 25	Soldadura a tope en U simple en raíz en V	U		≈ 60	≈ 15	2 hasta 3	2	≈ 4
todos	Soldadura a tope en bisel simple	✓		-	-	-	-	-
todos (sólo se admite hasta PN 25 máx.)	Soldadura en ángulo	Δ		-	-	-	-	-

a) Las medidas indicadas se refieren al estado soldado por puntos.

6.2 Ejecución de la soldadura

6.2.1 Principios

Todas las uniones a tope se ejecutarán según el apartado 5.3.2.1. Las soldaduras de componentes que conducen fluidos se ejecutarán con una etapa de presión $\leq 2,5$ MPa de acuerdo con el grupo de evaluación D y con una etapa de presión $> 2,5$ MPa de acuerdo con el grupo de evaluación C según la norma [DIN EN ISO 5817:2014-06](#). En el caso de requisitos especiales, la soldadura debe ejecutarse de acuerdo con el grupo de evaluación B , independientemente de la etapa de presión, según lo especificado por el diseñador.

Salpicaduras de soldeo en las paredes interiores de tubos no se admiten por lo que se recomienda ejecutar la raíz como soldadura en atmósfera de gas inerte WIG.

El estrechamiento de la sección transversal del tubo debido al refuerzo de raíz de la soldadura (observar la Tabla 12 N° 1.11) no debe superar el 20% para los tubos con un diámetro exterior ≤ 25 mm, y el 15% para los tubos con un diámetro exterior > 25 mm en relación con la sección transversal de flujo del tubo.

Desviaciones de estos valores detectados en las inspecciones visuales obligatorias se han de corregir, p. ej., rectificando o retocando las zonas afectadas.

Todas las soldaduras en los interiores de depósitos y cámaras se ejecutarán como soldaduras continuas ininterrumpidas.

Todas las soldaduras deben soldarse en varias pasadas si el espesor de la pared lo permite.

Para la soldadura manual por arco en tuberías de alta presión en la zona de pasadas intermedias y finales sólo deben utilizarse electrodos básicos (b).

Las soldaduras auxiliares para refuerzos, cáncamos de levante, etc. deben eliminarse por completo. Las superficies se rectificarán en los puntos afectados hasta quedar sin entalla comprobando la ausencia de grietas con un método adecuado. El espesor de pared no debe descender por debajo del valor requerido durante el rectificado.

6.2.2 Componentes de acero conductores de fluidos

Hasta una presión de $\leq 2,5$ MPa todas las uniones en ángulo serán al menos soldaduras en ángulo y con una presión $> 2,5$ MPa se ejecutarán como soldaduras a tope en bisel simple.

Nota:

Se recomienda un gas de conformación para la soldadura de raíz en los cordones de las tuberías cuando se utiliza el proceso de soldadura TIG.

6.2.3 Componentes de acero inoxidable y resistentes a los ácidos que contienen o transportan fluidos

La probabilidad de corrosión en agua para tubos inoxidables y resistentes a los ácidos es baja si diseño y elaboración están libres de rendijas, vea [DIN EN 12502-4:2005-03](#). Un ancho encima de 0,5 mm y una profundidad menor del medio ancho de la rendija puede considerarse, generalmente, como no crítico.

Tuberías de acero inoxidable y aceros resistentes a los ácidos deben inundarse con un gas de conformación (p.ej. N = 90%, H = 10% o Ar = 90%) tanto al soldar por puntos como al soldar la pasada de raíz (observe la [Hoja de información DVS 0937](#)).

7 Tratamiento térmico

7.1 Principios

En caso de distorsión debida a tensiones de contracción, ésta debe igualarse mediante contracalentamiento.

El ingeniero diseñador indicará en el plano la necesidad de un tratamiento térmico posterior (p. ej., atenuación de tensiones) si la función de la pieza lo requiere.

El taller mecánico se encargará de realizar los tratamientos térmicos posteriores que requiera el proceso de fabricación (p. ej. las tensiones debidas al mecanizado).

En caso de tratamientos térmicos posteriores en aceros templados y revenidos la temperatura ha de quedar entre 20 y 30 K (Kelvin) bajo la temperatura de revenido. El taller que ejecuta el tratamiento ha de informarse sobre la temperatura de revenido.

El taller de fabricación, por otra parte, asumirá la responsabilidad para la ejecución de tratamientos térmicos necesarios desde un punto de vista de técnica de soldeo.

Todos los tratamientos térmicos deben documentarse en un diagrama y un protocolo de tratamiento térmico.

Otros procedimientos para eliminar tensiones diferentes al recocido (p. ej., por vibración) se convendrán previamente con SMS group.

Aviso de seguridad:

Caso de querer realizar un tratamiento térmico posterior el taller de soldadura abrirá, independientemente de la especificación expresa en el plano, un agujero redondo de 10 mm en un sitio adecuado del material neutral en todas las cámaras herméticas antes del recocido. Los agujeros redondos se volverán a cerrar una vez terminado el tratamiento térmico. El soldeo circunferente de placas sobrepuestas se debe interrumpir brevemente para completarlo después del tratamiento térmico.

7.2 Aceros estructurales no aleados

La temperatura de recocido ascenderá a entre 560 °C y 600 °C, en caso de S355 a 580 °C como máximo.

La velocidad de calentamiento no debe ser superior a los 50 K (Kelvin) por hora.

El tiempo de permanencia debe ascender a al menos 1 minuto por cada milímetro de espesor de la pieza (p. ej. pieza de 120 mm de espesor = 120 minutos).

La velocidad de enfriamiento no debe ser superior a los 50 K por hora.

7.3 Aceros austeníticos

Aceros austeníticos no se deben someter a un tratamiento térmico.

El tratamiento térmico sólo podrá realizarse en casos justificados y previa consulta y autorización por escrito de SMS group.

Los datos del tratamiento térmico como la temperatura de recocido, el tiempo de permanencia y la velocidad de enfriamiento se acordarán con SMS group.

7.4 Uniones entre diferentes metales

Para el tratamiento térmico en uniones blanco-negro (véase también la [Hoja de información DVS 3011](#)) se aplican las normativas establecidas en el apartado 7.3.

Si en un componente para el que se exige el recocido contra tensiones hay piezas no desmontables de acero austenítico, estas piezas sólo deben soldarse después del recocido.

8 Tolerancias generales

Las clases generales de tolerancia que deben aplicarse se encuentran en la Tabla 6 y la Tabla 7. Éstas corresponden a las tolerancias generales de la norma [DIN EN ISO 13920:1996-11](#).

8.1 Medidas lineales

Las tolerancias de la clase de tolerancia *B* indicadas en la Tabla 6 se aplicarán a medidas lineales (medidas exteriores, interiores, de rebajo, anchuras y distancias entre centros).

Tabla 6 - Tolerancias de medidas lineales

Clase de tolerancia	Grupo de medidas nominales										
	2 hasta 30	> 30 hasta 120	> 120 hasta 400	> 400 hasta 1000	> 1000 hasta 2000	> 2000 hasta 4000	> 4000 hasta 8000	> 8000 hasta 12000	> 12000 hasta 16000	> 16000 hasta 20000	> 20000
B	± 1	± 2	± 2	± 3	± 4	± 6	± 8	± 10	± 12	± 14	± 16

8.2 Rectitud, planitud y paralelidad

Las tolerancias de la clase de tolerancia *F* indicadas en la Tabla 7 se aplicarán tanto a las dimensiones totales de una pieza soldada o de un grupo de piezas soldadas como a longitudes parciales.

Tabla 7 – Tolerancias de rectitud, planitud y paralelidad

Clase de tolerancia	Grupo de medidas nominales (lado mayor de la superficie)									
	> 30 hasta 120	> 120 hasta 400	> 400 hasta 1000	> 1000 hasta 2000	> 2000 hasta 4000	> 4000 hasta 8000	> 8000 hasta 12000	> 12000 hasta 16000	> 16000 hasta 20000	> 20000
F	1	1.5	3	4.5	6	8	10	12	14	16

8.3 Medidas angulares

En las tolerancias de los ángulos el lado más corto será el de referencia. También un punto de referencia indicado en el plano puede ser origen de la longitud del cateto, vea ejemplos en Imagen 6. Para convertir las medidas angulares en medidas lineales a fines técnicos de medición se indicarán, además, las medidas límite de los ángulos en Tabla 8 como valores tangenciales. La máxima desviación admitida en mm se calculará a base del valor tangencial x la longitud del cateto más corto.

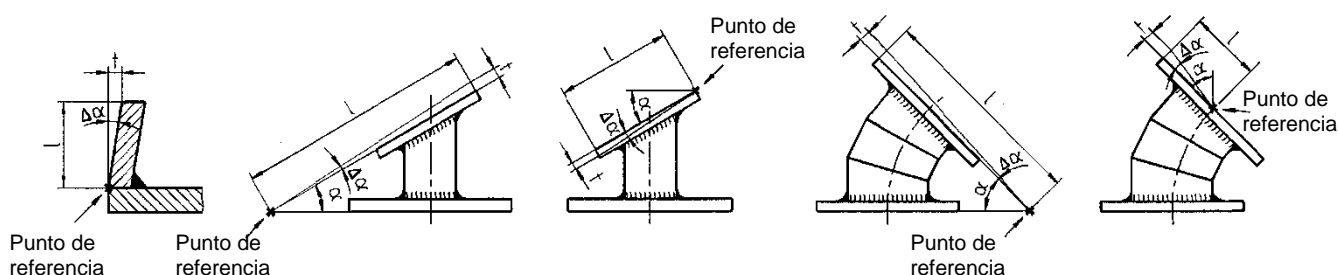


Imagen 6 – Ejemplos para tolerancias angulares

Tabla 8 – Tolerancias de medida angular

Clase de tolerancia	Grupo de medidas nominales (Longitud del cateto más corto)					
	hasta 400	> 400 hasta 1000	> 1000	hasta 400	> 400 hasta 1000	> 1000
	Desviaciones admitidas en grados y minutos			Desviaciones admitidas en valores tangenciales		
B	± 0°45'	± 0°30'	± 0°20'	0.013	0.009	0.006

9 Ensayo/Comprobación

9.1 Principios

Los ensayos enumerados en los siguientes apartados deben ser realizados por el taller de soldadura. Antes de realizar un ensayo, deben cumplirse los requisitos de la norma [DIN EN ISO 17635](#). Si se prescribe un ensayo intermedio, el taller de soldadura ejecutante deberá notificarlo al departamento de control de la calidad de SMS group. En el caso de medidas de tolerancias inferiores a las tolerancias generales especificadas en el apartado 8, es necesario documentar el ensayo con los valores teóricos y reales.

En caso de ensayos de presión o estanqueidad estos datos se documentarán indicando el tipo de ensayo, la presión y duración de la misma y el medio de presión. En las soldaduras de las tuberías que ya no sean visibles, el encargado de recepción del control de calidad de SMS group se reserva el derecho de cortar las tuberías en un punto adecuado para comprobar aquellas soldaduras que no permitirían la inspección visual siempre que no exista un ensayo no destructivo que pudiera garantizar la calidad de la soldadura y el caudal.

Las irregularidades planas internas con una orientación perpendicular a la superficie de ensayo son difíciles de detectar con la exploración de haz angular habitual con sondas de transductor único. Para estas irregularidades pueden seleccionarse técnicas de ensayo especiales (por ejemplo, ensayo en tándem según [DIN EN ISO 16826](#), Phased Array según [DIN EN ISO 13588](#), TOFD según [DIN EN ISO 16828](#) etc.). La aplicación de estas técnicas de ensayo debe definirse en una especificación. Esto se aplica en particular a las soldaduras en componentes con paredes gruesas. La aplicación de estas técnicas especiales de ensayo se definirá/especificará por separado entre SMS group y el proveedor.

En general, los límites de admisibilidad de la norma [DIN EN ISO 11666](#) también se aplican a las soldaduras de penetración geométricamente completas con un espesor superior de 100 mm.

Si no hay reclamaciones, el alcance requerido del ensayo puede reducirse previa consulta y autorización por escrito con el Dpto. de control de calidad de SMS group. En caso de reclamaciones, el encargado de la recepción por SMS group podrá aumentar el alcance de ensayo al 100 %.

9.2 Alcance de ensayo en componentes de máquinas

El grupo de evaluación D según la norma [DIN EN ISO 5817:2014-06](#) es el estándar de SMS group.

Los valores límite de las irregularidades se especifican en el Anexo A (normativo), Tabla A.1 en función de los grupos de evaluación.

Deben respetarse las estipulaciones de la Tabla 9 y Tabla 10.

Tabla 9 – Alcance de ensayo para soldaduras sin penetración geométricamente completas

Valores límite de las irregularidades según DIN EN ISO 5817		Ensayos a realizar ^{a)}		
Grupo de evaluación	N°	Inspección visual (VT)	Ensayo ultrasónico (UT)	Ensayo detección de grietas (MT / PT)
B (alto)	todos	100%	--	≥ 25 %
C (medio)				≥ 10 %
D (bajo)	todos ^{b)}			--

^{a)} El porcentaje del alcance de ensayo indicado se refiere a la extensión longitudinal de cada soldadura
^{b)} Para la soldadura de recargue, sólo se aplican los números 1.1, 1.2, 2.3 a 2.6 y 2.12, véase el Anexo A (normativo), Tabla A.1

Tabla 10 – Alcance de ensayo para soldaduras de penetración geométricamente completas

Valores límite de las irregularidades según DIN EN ISO 5817		Ensayos a realizar ^{a)}		
Grupo de evaluación	N°	Inspección visual (VT)	Ensayo ultrasónico (UT)	Ensayo detección de grietas (MT / PT)
B (alto)	todos	100%	≥ 50 % ^{c)}	≥ 50 % ^{c)}
C (medio)			≥ 25 %	≥ 25 %
D (bajo)	todos ^{b)}		--	≥ 10 %

^{a)} El porcentaje del alcance de ensayo indicado se refiere a la extensión longitudinal de cada soldadura
^{c)} excepto N° 2.12 y 2.13 según el grupo de evaluación C, vea Anexo A (normativo), Tabla A.1
^{c)} En el caso de soldaduras adicionales el alcance de ensayo de ultrasonidos o de rayos X y de detección de grietas superficiales es del 100% de la soldadura y de la zona afectada por el calor.

9.3 Alcance de ensayo en componentes conductores de fluidos

Deben respetarse las estipulaciones de la Tabla 11.

Atención: Observar la modificación / corrección SN 200-4/A1!

Tabla 11 – Alcance de ensayo de soldaduras en componentes conductores de fluidos

Valores límite de las irregularidades según DIN EN ISO 5817		Ejecución con la etapa de presión	Ensayos a realizar ^{a)}			
Grupo de evaluación	N°		Inspección visual (VT)	Ensayo por rayos X ^{b)} (RT)	Ensayo de presión	Ensayo de estanqueidad
B (alto)	todos	d)	100%	≥ 25 %	e)	
C (medio)		> 2,5 MPa		≥ 10 %		
D (bajo)	todos ^{c)}	≤ 2,5 MPa		--		

^{a)} El porcentaje se refiere al número de soldaduras con una inspección del 100%.

^{b)} Los ensayos por rayos X pueden sustituirse por ensayos radiográficos equivalentes de las propiedades internas. Estos procedimientos de ensayos radiográficos sólo se llevarán a cabo si el taller que realiza el trabajo no ha verificado y documentado la cualificación del personal utilizando métodos y procedimientos estadísticos adecuados. Se requiere el consentimiento SMS group antes del inicio de la fabricación.

^{c)} excepto N° 2.13 según el grupo de evaluación C, vea Anexo A (normativo), Tabla A.1

^{d)} Independientemente de la etapa de presión se aplicará el grupo de evaluación B en casos de exigencias especiales.

^{e)} Sólo en casos excepcionales. Ensayos de presión o estanqueidad son obligatorias cuando:

- componentes se componen de varias cámaras o cavidades separadas. El ensayo se realiza en cada cámara o cavidad individual.
- se ha realizado un mecanizado con arranque de viruta en las soldaduras. Los ensayos de estanqueidad pueden sustituirse por un ensayo de grietas previa consulta y autorización por escrito del Dpto. de control de calidad de SMS group. Se exige una indicación en plano.

9.4 Alcance de ensayo para soldaduras sometidas a cargas en los puntos de suspensión

Las estipulaciones según la Tabla 12 se aplican a las soldaduras sometidas a cargas en los puntos de suspensión, p.ej. cáncamos y pasadores de elevación. Soldaduras sometidas a cargas pueden reconocerse por los grupos de evaluación B y C indicados por el diseñador en el plano en el cordón de soldadura. El ensayo se realizará antes de sellar la cara frontal mediante el rectificado de la soldadura; soldaduras selladas se abrirían en la cara frontal si fuera necesario.

Tabla 12 – Alcance de ensayo para soldaduras sometidas a cargas en los puntos de suspensión

Valores límite de las irregularidades según DIN EN ISO 5817		Ensayos a realizar ^{a)}		
Grupo de evaluación	N°	Inspección visual (VT)	Ensayo por ultrasonido (UT)	Ensayo de detección de grietas (MT / PT)
B (alto)	todos	100%	--	100 % ^{b)}
C (medio)				

^{a)} El porcentaje del alcance de ensayo indicado se refiere a la extensión longitudinal de cada soldadura

^{b)} Los puntos de suspensión soldados (p.ej. cáncamos y pasadores de elevación, etc.) deben comprobarse mediante un ensayo de detección de grietas al 100% en la soldadura y en la zona afectada por el calor. En la cara frontal al menos el 10 % de todas las uniones parciales sometidas a cargas, con una profundidad de soldadura de +5mm (s + 5 mm) deberán comprobarse mediante el ensayo con partículas magnéticas.

9.5 Documentación

Todos los ensayos posteriores deben justificarse, teniendo en cuenta la norma DIN ISO 17635 y DIN EN ISO 5817, con un certificado de recepción 3.1. según DIN EN 10204:2005-01 y ISO 10474:2013-03:

- Inspección visual (VT) según DIN EN ISO 17637
- Ensayo por ultrasonidos (UT) según DIN EN ISO 11666, DIN EN ISO 23279 y DIN EN ISO 17640
- Ensayos radiográficos (RT) según DIN EN ISO 10675-1 y DIN EN ISO 17636-1 y - 2
- Ensayos con partículas magnéticas (MT) según DIN EN ISO 17638 y DIN EN ISO 23278
- Ensayos por líquidos penetrantes (PT) según DIN EN ISO 23277
- Ensayos de presión según DIN EN 13480-5
- Ensayos de estanqueidad según DIN 50104:1983-11 y DIN EN ISO 19879

Anexo A (normativo) Evaluación de irregularidades

A.1 Términos

Para la aplicación de la Tabla A.1, se aplican los siguientes términos según [DIN EN ISO 5817:2014-06](#):

Grupo de evaluación

Descripción de la calidad de una soldadura basada en el tipo, el tamaño y la cantidad de las irregularidades seleccionadas.

Utilidad

Propiedad de un producto, un proceso o una prestación de cumplir con un determinado objetivo bajo condiciones especiales.

Irregularidad corta

Irregularidades se consideran cortas si en soldaduras con una extensión longitudinal de 100 mm o más las imperfecciones no se extienden, en su totalidad, a una sección mayor de 25 mm detectadas sobre la sección de 100 mm longitud que con el mayor número de imperfecciones cuenta. Si la soldadura es más corta de 100 mm, las irregularidades se considerarán como cortas si no se extienden más allá del 25 % de la longitud de la soldadura.

Irregularidades sistemáticas

Son irregularidades que se repiten de forma regular sobre la soldadura inspeccionada; las dimensiones de las irregularidades individuales se encuentran dentro de los niveles de aceptación.

Superficie proyectada

Superficie que refleja las irregularidades distribuidas por el volumen de la soldadura inspeccionada de forma bidimensional.

NOTA 1 relativa al término

Contrariamente a la sección transversal, en la imagen radiográfica la presencia de las irregularidades depende del espesor de la soldadura, ver Imagen A1.

Leyenda

- 1 Dirección del haz de rayos X
- 2 4 poros por unidad de volumen
- 3 Espesor séxtuplo
- 4 Espesor triple
- 5 Espesor doble
- 6 Espesor simple

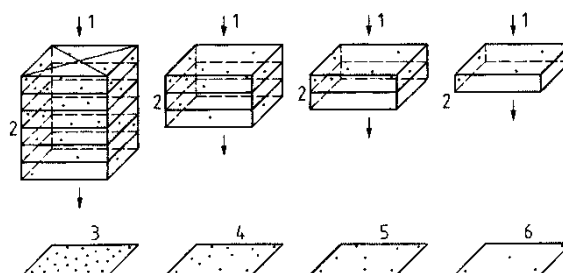


Imagen A.1 – Radiografías de muestras con igual incidencia de poros por unidad de volumen

A.2 Evaluación de las irregularidades

En la Tabla A.1 se enumeran los valores límite de irregularidades para los grupos de evaluación individuales de la [DIN EN ISO 5817:2014-06](#).

Caso de aplicar un análisis microscópico para detectar las irregularidades, se considerarán sólo aquellas irregularidades que se detectan con una máxima ampliación decupla.

Se excluirán defectos microscópicos de fusión, vea Tabla A.1 N° 1.5 y microgrietas N° 2.2. Irregularidades sistemáticas (definición vea Anexo A, pág. 34) se admitirán sólo en el grupo de evaluación D siempre que se cumplan las demás exigencias según la Tabla A.1. La soldadura se ha de evaluar individualmente para cada irregularidad, vea Tabla A.1, N° 1.1 a 3.2. Si se presentan en una sección transversal de la soldadura diferentes tipos de irregularidades se hace necesaria una evaluación específica conforme a Tabla A.1, N° 4.1.

Los límites de evaluación para irregularidades múltiples se aplicarán sólo si no se sobrepasan las exigencias para las demás irregularidades.

Dos irregularidades contiguas con una distancia entre ellas menor que la medida principal de la más pequeña se considerarán como una sola irregularidad.

En la Tabla A.1 se usan los siguientes símbolos:

- a Medida nominal del espesor de la soldadura en ángulo (ver también [DIN EN ISO 2553](#))
- A Superficie de poros
- b Ancho del sobreespesor de la soldadura
- d Diámetro del poro de gas
- d_A Diámetro de la superficie de poros
- h Altura y ancho de la irregularidad
- l Longitud de la irregularidad en dirección longitudinal de la soldadura
- l_p Longitud de la superficie proyectada o la sección transversal
- s Medida nominal del espesor de la soldadura a tope (ver también [DIN EN ISO 2553](#))
- t Espesor de la pared de tubo o de la chapa (valor nominal)
- w_p Ancho de la soldadura o ancho o altura, respectivamente, de una superficie de sección transversal
- z Longitud del cateto de la soldadura en ángulo (ver también [DIN EN ISO 2553](#))
- α Ángulo de transición de la soldadura
- β Ángulo de la desviación angular

Tabla A.1 – Valores límite de irregularidades

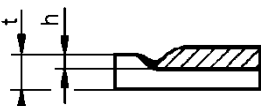
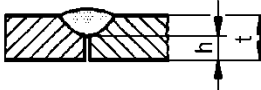
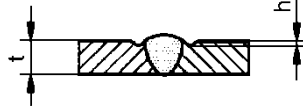
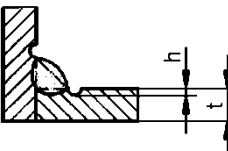
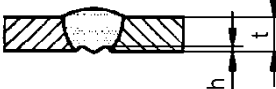
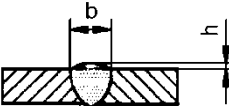
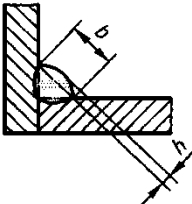
N°	N° de referencia según ISO 6520-1	Irregularidad Denominación	Observaciones	t mm	Valores límite para las irregularidades en los grupos de evaluación		
					D	C	B
1 Irregularidades superficiales							
1.1	100	Grieta	-	≥ 0,5	No admitido	No admitido	No admitido
1.2	104	Grieta en el cráter final	-	≥ 0,5	No admitido	No admitido	No admitido
1.3	2017	Poro superficial	Medida máxima de un poro individual en - soldaduras a tope - soldaduras en ángulo	0,5 hasta 3	$d \leq 0,3 s$ $d \leq 0,3 a$	No admitido	No admitido
			Medida máxima de un poro individual en - soldaduras a tope - soldaduras en ángulo	> 3	$d \leq 0,3 s$, pero máx. 3 mm $d \leq 0,3 a$, pero máx. 3 mm	$d \leq 0,2 s$, pero máx. 2 mm $d \leq 0,2 a$, pero máx. 2 mm	No admitido
1.4	2025	Rechupe de cráter abierto		0,5 hasta 3	$h \leq 0,2 t$	No admitido	No admitido
				> 3	$h \leq 0,2 t$, pero máx. 2 mm	$h \leq 0,1 t$, pero máx. 1 mm	No admitido
1.5	401	Fusión incompleta (falta de fusión)	-	≥ 0,5	No admitido	No admitido	No admitido
		Defecto microscópico de fusión	Sólo detectable mediante examen microscópico		Admitido	Admitido	No admitido
1.6	4021	Penetración insuficiente de la raíz	Sólo en soldaduras a tope soldadas por un solo lado 	≥ 0,5	Irregularidad corta: $h \leq 0,2 t$, pero máx. 2 mm	No admitido	No admitido
1.7	5011 5012	Socavado continuo Socavado no continuo	Se requiere una transición suave. No se considera como irregularidad sistemática.  	0,5 hasta 3	Irregularidad corta: $h \leq 0,2 t$	Irregularidad corta: $h \leq 0,1 t$	No admitido
				> 3	$h \leq 0,2 t$, pero máx. 1 mm	$h \leq 0,1 t$, pero máx. 0,5 mm	$h \leq 0,05 t$, pero máx. 0,5 mm
1.8	5013	Concavidad de la raíz	Se requiere una transición suave. 	0,5 hasta 3	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$	Irregularidad corta: $h \leq 0,1 t$	No admitido
				> 3	Irregularidad corta: $h \leq 0,2 t$, pero máx. 2 mm	Irregularidad corta: $h \leq 0,1 t$, pero máx. 1 mm	Irregularidad corta: $h \leq 0,05 t$, pero máx. 0,5 mm
1.9	502	Refuerzo excesivo de la soldadura (soldadura a tope)	Se requiere una transición suave. 	≥ 0,5	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$, pero máx. 10 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 b$, pero máx. 7 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$, pero máx. 5 mm
1.10	503	Refuerzo excesivo de la soldadura (soldadura en ángulo)		≥ 0,5	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$, pero máx. 5 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 b$, pero máx. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$, pero máx. 3 mm

Tabla A.1 – (continúa) Valores límite de las irregularidades

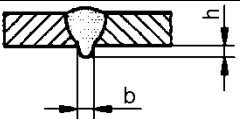
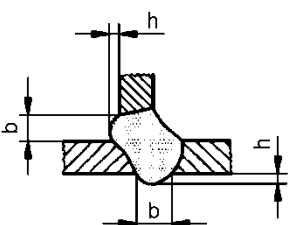
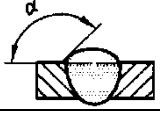
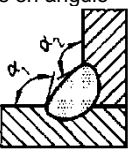
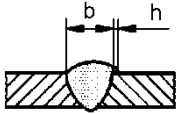
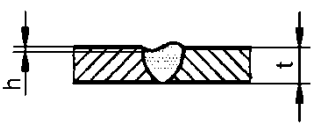
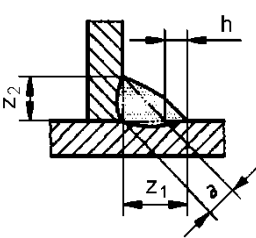
N°	N° de referencia según ISO 6520-1	Irregularidad Denominación	Observaciones	t mm	Valores límite para las irregularidades en los grupos de evaluación		
					D	C	B
1.11	504	Refuerzo excesivo de la raíz		0,5 hasta 3	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,6 b$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,3 b$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$
				> 3	$h \leq 1 \text{ mm} + 1,0 b$, pero máx. 5 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,6 b$, pero máx. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,2 b$, pero máx. 3 mm
1.12	505	Transición brusca de la soldadura	- soldaduras a tope 	$\geq 0,5$	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha \geq 110^\circ$	$\alpha \geq 150^\circ$
			- soldaduras en ángulo  $a_1 \geq \alpha$ $a_2 \geq \alpha$	$\geq 0,5$	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha \geq 100^\circ$	$\alpha \geq 110^\circ$
1.13	506	Desbordamiento del material de soldadura		$\geq 0,5$	$h \leq 0,2 b$	No admitido	No admitido
1.14	509	Material de aportación derramado	Se requiere una transición suave. 	0,5 hasta 3	Irregularidad corta: $h \leq 0,25 t$	Irregularidad corta: $h \leq 0,1 t$	No admitido
	511	Falta de espesor		> 3	Irregularidad corta: $h \leq 0,25 t$ pero máx. 2 mm	Irregularidad corta: $h \leq 0,1 t$ pero máx. 1 mm	Irregularidad corta: $h \leq 0,05 t$ pero máx. 0,5 mm
1.15	510	Quemado de lado a lado	-	$\geq 0,5$	No admitido	No admitido	No admitido
1.16	512	Asimetría excesiva de la soldadura (catetos excesivamente desiguales)	Siempre que no se haya especificado una soldadura en ángulo asimétrica 	$\geq 0,5$	$h \leq 2 \text{ mm} + 0,2 a$	$h \leq 2 \text{ mm} + 0,15 a$	$h \leq 1,5 \text{ mm} + 0,15 a$

Tabla A.1 – (continúa) Valores límite de las irregularidades

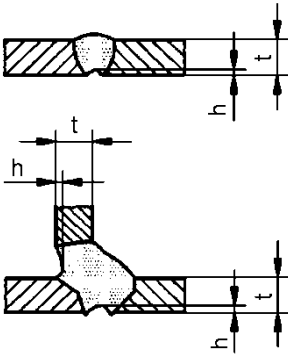
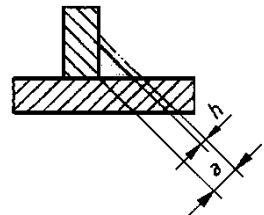
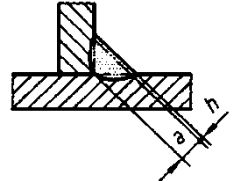
N°	N° de referencia según ISO 6520-1	Irregularidad Denominación	Observaciones	t mm	Valores límite para las irregularidades en los grupos de evaluación		
					D	C	B
1.17	515	Concavidad de la raíz	Se requiere una transición suave. 	0,5 hasta 3	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$	Irregularidad corta: $h \leq 0,1 t$	No admitido
				> 3	Irregularidad corta: $h \leq 0,2 t$, pero máx. 2 mm	Irregularidad corta: $h \leq 0,1 t$, pero máx. 1 mm	Irregularidad corta: $h \leq 0,05 t$, pero máx. 0,5 mm
1.18	516	Porosidad de la raíz	Presentación esponjosa de la raíz de una soldadura como consecuencia de la formación de ampollas en el metal de aportación durante la solidificación (p. ej. protección a gas insuficiente de la raíz)	$\geq 0,5$	Se admite puntualmente	No admitido	No admitido
1.19	517	Defecto de reinicio	-	$\geq 0,5$	Admitido. El límite depende del tipo de la irregularidad que se presente al reiniciar el soldeo.	No admitido	No admitido
1.20	5213	Espesor de la soldadura en ángulo insuficiente	No se aplica a procedimientos con comprobante de penetración mayor 	0,5 hasta 3	Irregularidad corta: $h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 a$	Irregularidad corta: $h \leq 0,2 \text{ mm}$	No admitido
				> 3	Irregularidad corta: $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$, pero máx. 2 mm	Irregularidad corta: $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$, pero máx. 1 mm	No admitido
1.21	5214	Espesor excesivo de la soldadura en ángulo	El espesor real de la soldadura en ángulo es excesivo. 	$\geq 0,5$	Admitido	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,2 a$, pero máx. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 a$, pero máx. 3 mm
1.22	601	Golpe de arco	-	$\geq 0,5$	Se admite si no impacta sobre las propiedades del material base.	No admitido	No admitido
1.23	602	Salpicaduras	-	$\geq 0,5$	Se admiten en función de la aplicación, p. ej., material, protección anticorrosiva		

Tabla A.1 – (continúa) Valores límite de las irregularidades

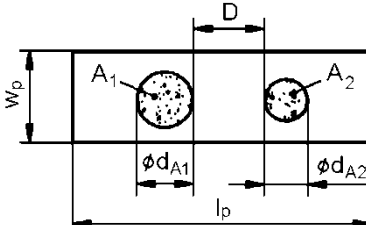
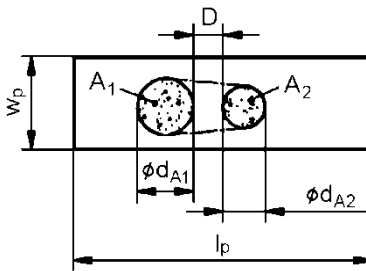
N°	N° de referencia según ISO 6520-1	Irregularidad ad Denominación	Observaciones	t mm	Valores límite para las irregularidades en los grupos de evaluación		
					D	C	B
2 Irregularidades interiores							
2.1	100	Grieta	Cualquier tipo de grieta excepto microgrietas y grietas finales del cárter.	≥ 0,5	No admitido	No admitido	No admitido
2.2	1001	Microgrieta	Grieta que habitualmente sólo se detecta con el microscopio. (50 x).	≥ 0,5	Admitido	Si se admite depende del tipo de material base y de la propensión a forma grietas.	
2.3	2011 2012	Poro Porosidad (distribución uniforme)	Se deben cumplir las siguientes condiciones y valores límite para irregularidades; vea también DIN EN ISO 5817: 2014-06 Anexo B sólo a título informativo: a1) Medida máxima de la irregularidad superficial (irregularidades sistemáticas incluidas) referida a la superficie proyectada NOTA La porosidad de la superficie proyectada depende del número de pasadas (volumen de la soldadura)	≥ 0,5	Pasada única: ≤ 2,5 % Pasada múltiple: ≤ 5 %	Pasada única: ≤ 1,5 % Pasada múltiple: ≤ 3 %	Pasada única: ≤ 1 % Pasada múltiple: ≤ 2 %
			a2) Medida máxima de la irregularidad en la sección transversal (irregularidades sistemáticas incluidas) relativa a la superficie rugosa (se aplica sólo en la producción, en inspecciones de desempeño del soldador o de procedimiento de soldadura)	≥ 0,5	≤ 2,5 %	≤ 1,5 %	≤ 1 %
			b) Medida máxima de un poro individual en - soldaduras a tope - soldaduras en ángulo	≥ 0,5	d ≤ 0,4 s, pero máx. 5 mm d ≤ 0,4 a, pero máx. 5 mm	d ≤ 0,3 s, pero máx. 4 mm d ≤ 0,3 a, pero máx. 4 mm	d ≤ 0,2 s, pero máx. 3 mm d ≤ 0,2 a, pero máx. 3 mm
2.4	2013	Porosidad agrupada	<div><p>Caso 1 ($D > d_{A2}$)</p></div> <div><p>Caso 2 ($D < d_{A2}$)</p></div> <p>La suma de las diferentes superficies de poros ($A_1 + A_2 + \dots$) relativa a la superficie evaluada $l_p \times w_p$ (caso 1).</p> <p>La longitud de referencia para l_p es de 100 mm.</p> <p>Si D es menor de d_{A1} o d_{A2} aplicando el valor más pequeño, la envolvente que abraza las superficies de poros agrupados $A_1 + A_2$ se considera como una superficie de irregularidad (Caso 2).</p>				

Tabla A.1 – (continúa) Valores límite de las irregularidades

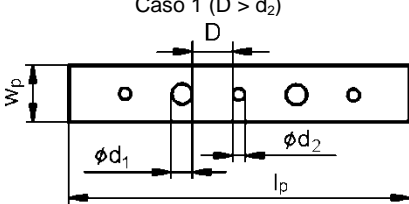
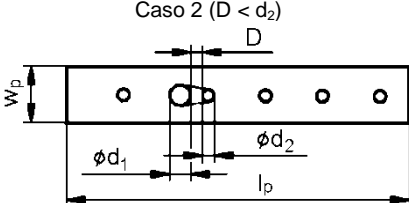
N°	N° de referencia según ISO 6520-1	Irregularidad Denominación	Observaciones	t mm	Valores límite para las irregularidades en los grupos de evaluación		
					D	C	B
2.4	2013	Porosidad agrupada	<p>Se deben cumplir las siguientes condiciones y valores límite para irregularidades; vea también DIN EN ISO 5817: 2014-06 Anexo A sólo a título informativo:</p> <p>a) Medida máxima de la suma de la superficie proyectada de la irregularidad (irregularidades sistemáticas incluidas)</p> <p>b) Medida máxima de un poro individual en</p> <ul style="list-style-type: none"> - soldaduras a tope - soldaduras en ángulo 	<p>≥ 0,5</p> <p>≥ 0,5</p>	<p>≤ 16 %</p> <p>d ≤ 0,4 s, pero máx. 4 mm d ≤ 0,4 a, pero máx. 4 mm</p>	<p>≤ 8 %</p> <p>d ≤ 0,3 s, pero máx. 3 mm d ≤ 0,3 a, pero máx. 3 mm</p>	<p>≤ 4 %</p> <p>d ≤ 0,2 s, pero máx. 2 mm d ≤ 0,2 a, pero máx. 2 mm</p>
2.5	2014	Porosidad alineada	<p>Caso 1 (D > d₂)</p>  <p>Caso 2 (D < d₂)</p>  <p>La suma de las diferentes superficies de poro $\left(\frac{d_1^2 \cdot \pi}{4} + \frac{d_2^2 \cdot \pi}{4} + \dots \right)$ relativa a la superficie evaluada $l_p \times w_p$ (caso 1).</p> <p>Si D es menor que el menor diámetro de un poro contiguo, la envolvente de ambos poros se considera como la suma de la irregularidad (caso 2).</p> <p>Se deben cumplir las siguientes condiciones y valores límite para irregularidades; vea también DIN EN ISO 5817: 2014-06 Anexo A sólo a título informativo:</p> <p>a1) Medida máxima de la irregularidad superficial (irregularidades sistemáticas incluidas) referida a la superficie proyectada</p> <p>NOTA La porosidad de la superficie proyectada depende del número de pasadas (volumen de la soldadura)</p> <p>a2) Medida máxima de la irregularidad en la sección transversal (irregularidades sistemáticas incluidas) relativa a la superficie rugosa (se aplica sólo en la producción, en inspecciones de desempeño del soldador o de procedimiento de soldadura)</p> <p>b) Medida máxima de un poro individual en</p> <ul style="list-style-type: none"> - soldaduras a tope - soldaduras en ángulo 	<p>≥ 0,5</p> <p>≥ 0,5</p> <p>≥ 0,5</p>	<p>Pasada única: ≤ 8 %</p> <p>Pasada múltiple: ≤ 16 %</p> <p>≤ 8 %</p> <p>d ≤ 0,4 s, pero máx. 4 mm d ≤ 0,4 a, pero máx. 4 mm</p>	<p>Pasada única: ≤ 4 %</p> <p>Pasada múltiple: ≤ 8 %</p> <p>≤ 4 %</p> <p>d ≤ 0,3 s, pero máx. 3 mm d ≤ 0,3 a, pero máx. 3 mm</p>	<p>Pasada única: ≤ 2 %</p> <p>Pasada múltiple: ≤ 4 %</p> <p>≤ 2 %</p> <p>d ≤ 0,2 s, pero máx. 2 mm d ≤ 0,2 a, pero máx. 2 mm</p>

Tabla A.1 – (continúa) Valores límite de las irregularidades

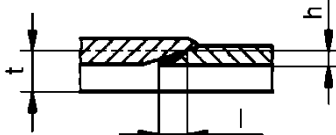
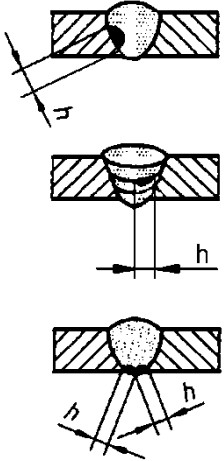
N°	N° de referencia según ISO 6520-1	Irregularidad Denominación	Observaciones	t mm	Valores límite para las irregularidades en los grupos de evaluación		
					D	C	B
2.6	2015 2016	Porosidad alargada Porosidad tubular	- soldaduras a tope	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 s$, pero máx. 4 mm $l \leq s$, pero máx. 75 mm	$h \leq 0,3 s$, pero máx. 3 mm $l \leq s$, pero máx. 50 mm	$h \leq 0,2 s$, pero máx. 2 mm $l \leq s$, pero máx. 25 mm
			- soldaduras en ángulo	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 a$, pero máx. 4 mm $l \leq a$, pero máx. 75 mm	$h \leq 0,3 a$, pero máx. 3 mm $l \leq a$, pero máx. 50 mm	$h \leq 0,2 a$, pero máx. 2 mm $l \leq a$, pero máx. 25 mm
2.7	202	Rechupe	-	$\geq 0,5$	Irregularidad corta se admite pero no hasta la superficie - Soldaduras a tope: $h \leq 0,4 s$, pero máx. 4 mm - Soldaduras en ángulo: $h \leq 0,4 a$, pero máx. 4 mm	No admitido	No admitido
2.8	2024	Rechupe de cráter	 Se mide la medida mayor, h o l	0,5 hasta 3 > 3	$h \text{ o } l \leq 0,2 t$ $h \text{ o } l \leq 0,2 t$, pero máx. 2 mm	No admitido	No admitido
2.9	300 301 302 303	Inclusión sólida Inclusión de escoria Inclusión de fundente Inclusión de óxido	- soldaduras a tope	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 s$, pero máx. 4 mm $l \leq s$, pero máx. 75 mm	$h \leq 0,3 s$, pero máx. 3 mm $l \leq s$, pero máx. 50 mm	$h \leq 0,2 s$, pero máx. 2 mm $l \leq s$, pero máx. 25 mm
			- soldaduras en ángulo	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 a$, pero máx. 4 mm $l \leq a$, pero máx. 75 mm	$h \leq 0,3 a$, pero máx. 3 mm $l \leq a$, pero máx. 50 mm	$h \leq 0,2 a$, pero máx. 2 mm $l \leq a$, pero máx. 25 mm
2.10	304	Inclusión metálica excepto cobre	- soldaduras a tope	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 s$, pero máx. 4 mm	$h \leq 0,3 s$, pero máx. 3 mm	$h \leq 0,2 s$, pero máx. 2 mm
			- soldaduras en ángulo	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 a$, pero máx. 4 mm	$h \leq 0,3 a$, pero máx. 3 mm	$h \leq 0,2 a$, pero máx. 2 mm
2.11	3042	Inclusión de cobre	-	$\geq 0,5$	No admitido	No admitido	No admitido
2.12	401 4011 4012 4013	Fusión incompleta (falta de fusión) Fusión incompleta en los bordes Fusión incompleta entre pasadas Fusión incompleta en la raíz		$\geq 0,5$	Se admite irregularidad corta. - Soldaduras a tope: $h \leq 0,4 s$, pero máx. 4 mm - Soldaduras en ángulo: $h \leq 0,4 a$, pero máx. 4 mm	No admitido	No admitido

Tabla A.1 – (continúa) Valores límite de las irregularidades

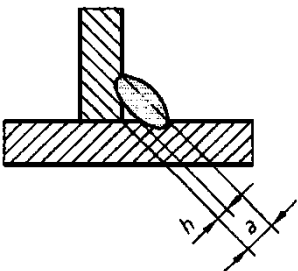
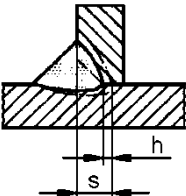
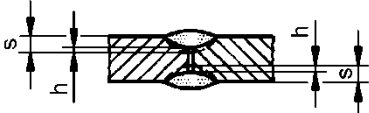
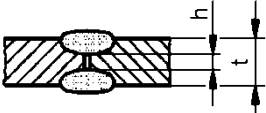
N°	N° de referencia según ISO 6520-1	Irregularidad Denominación	Observaciones	t mm	Valores límite para las irregularidades en los grupos de evaluación		
					D	C	B
2.13	402	Penetración insuficiente	 <p>Unión en T (soldadura en ángulo)</p>	> 0,5	Irregularidad corta: $h \leq 0,2 a$, pero máx. 2 mm	No admitido	No admitido
			 <p>Unión en T (penetración incompleta)</p>  <p>Unión a tope (penetración incompleta)</p>	$\geq 0,5$	Irregularidad corta: - Unión a tope $h \leq 0,2 s$, pero máx. 2 mm - Unión a tope: $h \leq 0,2 a$, pero máx. 2 mm	Irregularidad corta: - Soldadura a tope: $h \leq 0,1 s$, pero máx. 1,5 mm - Soldadura en ángulo: $h \leq 0,1 a$, pero máx. 1,5 mm	No admitido
			 <p>Unión a tope (penetración completa)</p>	$\geq 0,5$	Irregularidad corta: $h \leq 0,2 t$, pero máx. 2 mm	No admitido	No admitido

Tabla A.1 – (continúa) Valores límite de las irregularidades

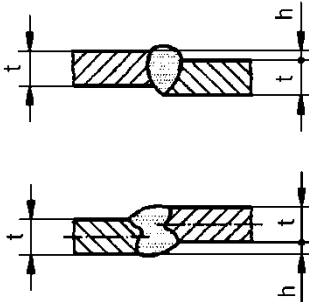
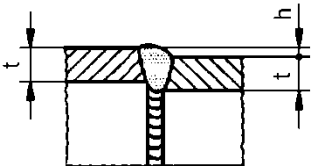
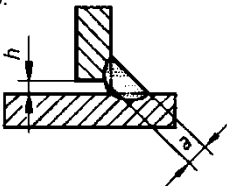
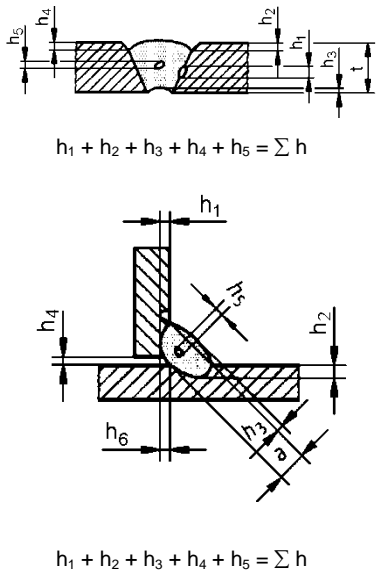
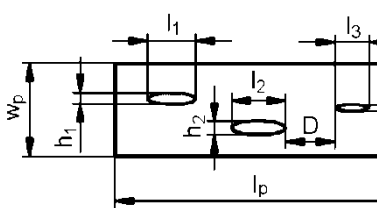
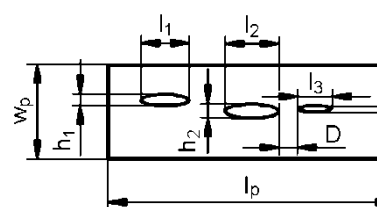
N°	N° de referencia según ISO 6520-1	Irregularidad	Observaciones	t	Valores límite para las irregularidades en los grupos de evaluación		
				mm	D	C	B
3 Irregularidades en la geometría de la soldadura							
3.1	507	Desalineación de bordes	Los valores límite para las desviaciones se refieren a una alineación perfecta. Salvo indicación contraria, se supone una alineación perfecta si los ejes geométricos concuerdan. t se refiere al espesor más pequeño.  Imagen A: Chapas con soldaduras longitudinales	0,5 hasta 3	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,25 t$	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,15 t$	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$
				> 3	$h \leq 0,25 t$, pero máx. 5 mm	$h \leq 0,15 t$, pero máx. 4 mm	$h \leq 0,1 t$, pero máx. 3 mm
			 Imagen B: Soldaduras circunferenciales	≥ 0,5	$h \leq 0,5 t$, pero máx. 4 mm	$h \leq 0,5 t$, pero máx. 3 mm	$h \leq 0,5 t$, pero máx. 2 mm
3.2	617	Intersticio de la raíz incorrecto en soldaduras de ángulo	Intersticio entre las piezas unidas. En casos excepcionales, intersticios que sobrepasan el límite admitido se pueden compensar mediante un mayor espesor de la soldadura en ángulo. 	0,5 hasta 3	$h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,1 a$	$h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 a$
				> 3	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,3 a$, pero máx. 4 mm	$h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,2 a$, pero máx. 3 mm	$h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,1 a$, pero máx. 2 mm

Tabla A.1 – (continúa) Valores límite de las irregularidades

N°	N° de referencia según ISO 6520-1	Irregularidad Denominación	Observaciones	t mm	Valores límite para las irregularidades en los grupos de evaluación		
					D	C	B
4 Irregularidades múltiples							
4.1	Sin N°	Irregularidades múltiples en cualquier sección transversal ^{a)}	 <p>$h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = \Sigma h$</p> <p>$h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = \Sigma h$</p>	0.5 hasta 3 > 3	No admitido Altura máxima de las irregularidades $\Sigma h \leq 0,4 t$ o $\leq 0,25 a$	No admitido Altura máxima de las irregularidades $\Sigma h \leq 0,3 t$ o $\leq 0,2 a$	No admitido Altura máxima de las irregularidades $\Sigma h \leq 0,2 t$ o $\leq 0,15 a$
4.2	Sin N°	Superficie proyectada o de sección transversal en dirección longitudinal	<p>Caso 1 ($D > l_3$)</p>  <p>$h_1 \times l_1 + h_2 \times l_2 + h_3 \times l_3 = \Sigma h \times l$</p> <p>Caso 2 ($D < l_3$)</p>  <p>$h_1 \times l_1 + h_2 \times l_2 + \left(\frac{h_2 + h_3}{2} \right) \times l_3 = \Sigma h \times l$</p> <p>La suma de las superficies $\Sigma h \times l$ se calculará como porcentaje relativo a la superficie evaluada $l_p \times w_p$ (caso 1).</p> <p>Si D es menor que la longitud más pequeña de una irregularidad contigua, la unión completa de los dos irregularidades se considera como la suma de las irregularidades (caso 2).</p> <p>NOTA Para más información, véase también DIN EN ISO 5817:2014-06, Anexo A</p>	 			

^{a)} Vea Anexo A (normativo)

Anexo B (informativo) Representación en imagen de uniones soldadas

B.1 Indicación de símbolos de soldadura en planos

Los siguientes símbolos de cordones de soldadura se muestran de acuerdo con la norma [DIN EN ISO 2553:2019-12](#).

B.1.1 Símbolos básicos de diferentes tipos de soldadura

Los diferentes tipos de soldadura se identifican con un símbolo en cada caso que suele parecerse al cordón por ejecutar. Los símbolos definen la forma, preparación y ejecución de la soldadura, vea Tabla B.1. No obstante, el símbolo no determina el procedimiento a emplear. En caso oportuno se emplearán combinaciones de símbolos básicos.

Ejemplos típicos se desprenden de la Tabla B.2.

Tabla B.1 – Símbolos básicos (extracto de la [DIN EN ISO 2553:2019-12](#))

N°	Identificación	Representación de la soldadura (Las líneas en trazos indican la preparación de la costura antes de soldar)	Símbolo ^{a)}
1	Soldadura a tope con bordes planos ^{b)}		
2	Soldadura a tope en V simple ^{b)}		
3	Soldadura a tope en V simple con talón de raíz amplio ^{b)}		
4	Soldadura a tope en bisel simple ^{b)}		
5	Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio ^{b)}		
6	Soldadura a tope en U simple ^{b)}		
7	Soldadura a tope en media U; en J ^{b)}		
10	Soldadura en ángulo		
17	Soldadura a tope en V simple con flancos empinados ^{b)}		
18	Soldadura a tope en bisel simple con flancos empinados ^{b)}		
21	Soldadura de recargue		
^{a)} La línea gris no es parte del símbolo. Indica la posición de la línea de referencia. ^{b)} Las soldaduras a tope son de penetración completa a menos que se especifique lo contrario por las medidas en el símbolo de soldadura o por referencia a otra información, p. ej. las instrucciones de soldadura (WPS).			

Tabla B.2 – Combinación de símbolos básicos (extracto de la [DIN EN ISO 2553:2019-12](#))

N°	Identificación	Representación de la soldadura ^{a)}	Símbolo ^{b)}
1	Soldadura a tope en V doble		
2	Soldadura a tope en bisel doble		
3	Soldadura a tope en U doble		
4	Soldadura a tope en bisel doble con talón de raíz amplio con soldadura en ángulo		
^{a)} Las soldaduras a tope pueden ser de penetración parcial o completa, lo que debe indicarse mediante las medidas en el símbolo de soldadura o por referencia a otra información, p. ej. las instrucciones de soldadura (WPS). ^{b)} La línea gris no es parte del símbolo. Indica la posición de la línea de referencia.			

B.1.2 Símbolos suplementarios

Símbolos básicos se pueden completar por un símbolo que especifica la forma de la superficie o la ejecución de la soldadura. La falta de un símbolo suplementario indica que la forma superficial se debe encontrar dentro de la calidad de soldadura indicada. No se admite una combinación de más de dos símbolos suplementarios. Para símbolos suplementarios, complementarios y ejemplos de aplicación consulte la Tabla B.3.

Tabla B.3 – Símbolos suplementarios (extracto de la [DIN EN ISO 2553:2019-12](#))

N°	Denominación	Símbolo ^{a)}	Ejemplo de aplicación ^{a)}	Representación de la soldadura
1	Enrasado (acabado en plano) ^{b)}			
2	Convexo ^{b)}			
3	Cóncavo ^{b)}			
4	Acuerdos de transición suave ^{c)}			Sin ejemplo
5	a) Cordón de raíz en inverso ^{d)} (realizado después de la soldadura a tope en V simple)			
	b) Cordón de respaldo ^{d)} (realizado antes de la soldadura a tope en V simple)			
7a	Anillo de respaldo (no especificado)			
7b	Anillo de respaldo restante ^{e)}			
7c	Anillo de respaldo desmontable/no remanente ^{e)}			

Tabla B.3 (continúa) – Símbolos suplementarios (extracto de la DIN EN ISO 2553:2019-12)

N°	Denominación	Símbolo ^{a)}	Ejemplo de aplicación ^{a)}	Representación de la soldadura
10	Soldadora perimetral			
12	Soldadura de montaje			Sin ejemplo
-	Soldadura de montaje en taller ^{f)}			Sin ejemplo

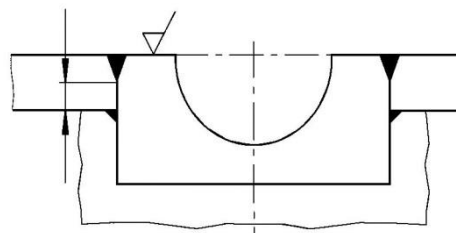
- a) La línea gris no forma parte del símbolo; se dibuja para indicar la posición del símbolo en relación con la línea de referencia y la línea de flecha o sólo con la línea de flecha.
- b) Las soldaduras que requieren caras enrasadas o convexas sin acabado después de la soldadura se especifican utilizando el símbolo suplementario de costuras enrasadas o convexas.
Las soldaduras que requieren un acabado enrasado o convexo mediante tratamiento posterior a la soldadura, o que requieren una superficie plana pero no enrasada, requieren información adicional, p. ej., la adición de una nota en la horquilla del símbolo de soldadura.
Para definir acabado superficial pueden utilizarse otros símbolos de acuerdo con la norma [ISO 1302](#).
- c) Las transiciones de las costuras deben estar libres de entalladuras debidas a la soldadura o al acabado superficial. Los detalles sobre la ejecución pueden especificarse en las instrucciones de trabajo o en la es (WPS).
- d) La secuencia del cordón de soldadura puede indicarse en el plano, p. ej. utilizando varias líneas de referencia, mediante una nota en la horquilla del símbolo de soldadura o haciendo referencia a una especificación de procedimiento de soldadura.
- e) M = el material sigue formando parte de la unión soldada acabada;
MR = el material debe retirarse después de la soldadura.
Se puede introducir más información sobre el material en la horquilla o en cualquier otro sitio.
- f) Estipulación de SMS group además de la [DIN EN ISO 2553](#), una soldadura de montaje en taller es una soldadura realizada durante el montaje en el taller

B.2 Tipos de representación en planos

La representación de los cordones de soldadura se realiza de acuerdo con la norma [DIN EN ISO 2553:2019-12](#). La representación simbólica es preferible a la representación seccional.

B.2.2 Soldaduras con posterior mecanizado con arranque de virutas

Caso de realizar un mecanizado posterior con arranque de viruta se anotará la profundidad de la soldadura en el lado opuesto de la superficie por rectificar, vea Imagen B.3. Así se garantiza la profundidad deseada de la soldadura para después del mecanizado.
Si las soldaduras están marcadas con los símbolos de la norma [DIN EN ISO 2553](#), se garantizará la correspondiente indicación de la profundidad de soldadura tras el mecanizado.



B.2.3 Soldaduras de recargue

Para soldaduras de recargue consulte la norma [SN 402](#).

Imagen B.3 – Indicación en el plano

B.2.4 Soldaduras en ángulo

Soldaduras en ángulo irán marcadas en las uniones soldadas de las piezas por soldar con un triángulo negro o un símbolo (vea apartado B.1.1 y B.1.2) en la sección o la vista de la pieza soldada. Todas las soldaduras en ángulo serán soldaduras continuas sin interrupción alguna.

B.2.5 Soldaduras a tope, soldaduras de penetración parcial y completa

La representación de soldaduras a tope y de penetración parcial o completa en los planos se realizará en sección o vista usando los símbolo (vea apartado B.1.1 y B.1.2) e indicando la profundidad s de la soldadura.

B.2.6 Soldaduras en tuberías

La presión de servicio de la tubería se indica en los planos. Sólo en casos excepcionales se indican símbolos (vea lo apartado B.1.1 y B.1.2) o información conforme a la Tabla 5.

B.3 Indicación de símbolos de referencia en planos

B.3.1 Símbolo de referencia

La Imagen B.4 muestra la configuración del signo de referencia (sistema A según DIN EN ISO 2553:2019-12) y las indicaciones que lo acompañan.

Configuración del signo de referencia:

- 1 = Unión soldada
- 2 = Línea de flecha
- 3a = Línea de referencia (línea continua)
- 3b = Línea de referencia (línea en trazos)
- 4 = Horquilla para datos adicionales (dibujar sólo disponiendo de datos)

Indicaciones en el signo de referencia:

- ① = Medidas principales del espesor de la soldadura
- ② = Símbolo
- ③ = Medidas lineales de la soldadura
- ④ = Datos del procedimiento de soldadura, Grupo de evaluación, posición de soldadura Consumible de soldeo

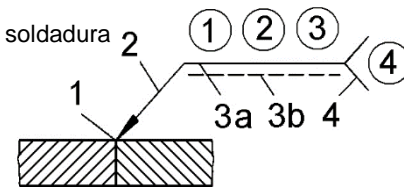


Imagen B.4 – Signo de referencia

B.3.2 Posición del símbolo con respecto a la línea de referencia

El símbolo se coloca o encima o debajo de la línea de referencia:

- Si el símbolo se posiciona en el lado de la línea de referencia continua, la soldadura se debe encontrar en el lado de la flecha de la unión soldada, vea Imagen B.5. Si el símbolo se posiciona en el lado de la línea de referencia en trazos, la soldadura se debe encontrar en el lado opuesto de la unión soldada, vea Imagen B.6.
- En soldaduras simétricas se suprime la línea en trazos, vea Imagen B.7.

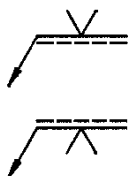


Imagen B.5 – Soldadura en el lado de la flecha

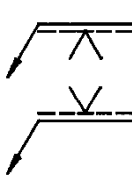


Imagen B.6 – Soldadura en el otro lado

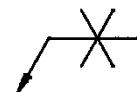


Imagen B.7 – Soldadura simétrica

B.3.3 Posición y relación entre línea de flecha y unión soldada

El lado de la unión soldada sobre el que apunta la línea de la flecha se denomina lado de la flecha. El lado opuesto a la unión soldada es el otro lado. La línea de la flecha apuntará preferentemente a la superficie superior de la pieza. Los ejemplos en la Imagen B.8 y la Imagen B.9 explican los términos.

En soldaduras a tope no simétricas, la línea de la flecha apuntará siempre al flanco de junta no vertical, es decir, a la pieza que tendrá la junta preparada. Ejemplo vea la Imagen B.12b.

Lado opuesto Lado de flecha Lado de flecha Lado opuesto

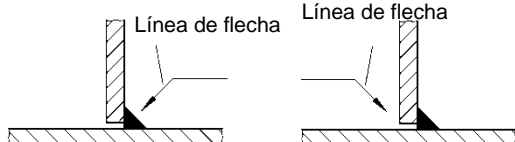
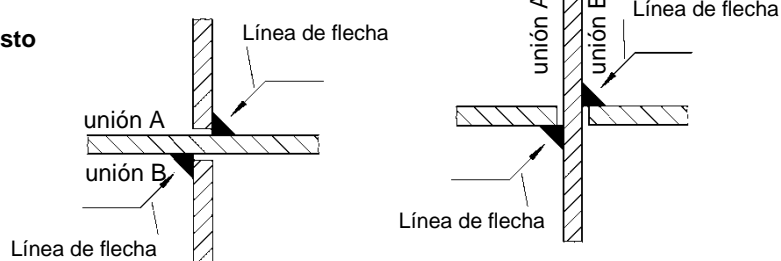


Imagen B.8 – Unión en T con una soldadura en ángulo

Lado opuesto para unión A Lado de flecha para unión A Lado opuesto para unión A Lado de fle. para unión B



Lado de flecha para unión B Lado opuesto para unión B Lado de flecha para unión A Lado opuesto para unión B

Imagen B.9 – Unión en doble T con dos soldaduras en ángulo

B.3.4 Ejemplos de aplicación

Las Imágenes B.10 y B.11 representan soldaduras en ángulo, las Imágenes B.12a y B.12b soldaduras a tope. Más ejemplos de aplicación se encontrará en la norma [DIN EN ISO 2553:2019-12](#).

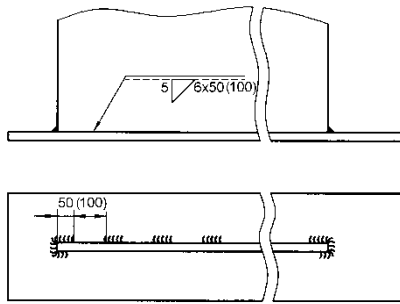
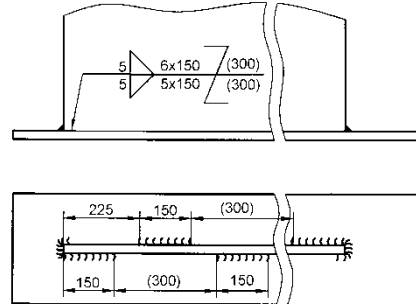
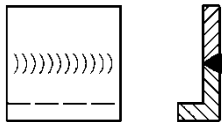


Imagen B.10 – Soldadura en ángulo discontinua



Im. B.11 – Soldadura en ángulo discontinua al tresbolillo

Representación en imagen



Representación simbólica

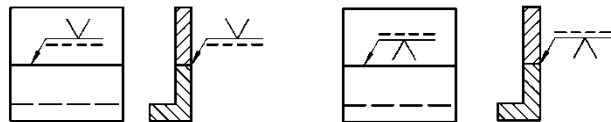


Imagen B.12a – Ejemplo 1, Soldadura a tope

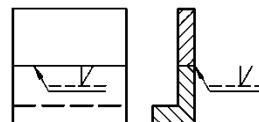


Imagen B.12b – Ejemplo 2, Soldadura a tope

Anexo C (informativo) Procedimiento de soldeo

Los procesos de soldadura y sus procesos individuales asignados según [DIN EN ISO 4063:2011-03](#):

- 11 Soldadura por arco en cortocircuito metálico no protegido con gas;
 - 111 Soldadura manual por arco $\hat{=}$ E;
- 12 Soldadura por arco sumergido;
- 13 Soldadura por arco metálico con gas;
 - 135 Soldadura autógena de metales bajo un gas activo con electrodo de hilo sólido $\hat{=}$ MAG;
 - 136 Soldadura autógena de metales bajo un gas activo con electrodo de alambre relleno de polvo;
- 14 Soldadura por arco protegido con gas y electrodo de tungsteno;
 - 141 Soldadura por arco protegido con gas inerte y electrodo de tungsteno con hilo de relleno; soldadura TIG;
- 15 Soldadura de plasma;
- 31 Soldadura a gas con llama de oxígeno y gas combustible (sólo para aceros);
- 72 Soldadura por electroescoria;

Referencias

DIN EN 1090-1	Ejecución de estructuras de acero y estructuras de aluminio - Parte 1: Procedimiento de prueba de conformidad de los elementos portantes
DIN EN ISO 3834-1:2006-03	Requisitos de calidad para el soldeo por fusión de materiales metálicos – Parte 1: Criterios para seleccionar el nivel adecuado de requisitos de calidad
DIN EN ISO 3834-2:2006-03	Requisitos de calidad para el soldeo por fusión de materiales metálicos – Parte 2: Amplios requisitos de calidad
DIN EN ISO 3834-4:2006-03	Requisitos de calidad para el soldeo por fusión de materiales metálicos – Parte 4: Requisitos elementales de calidad
305/11/EUV	Reglamento por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo
2014/68/EU	Directiva 2014/68/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la facilitación de equipos a presión
WHG	Ley sobre el régimen de las aguas

Modificaciones

En comparación con SN 200-4:2016-05 se han introducido las siguientes modificaciones:

Cambios editoriales	Introducción recién añadida Actualización de las referencias normativas;
Apartado 3	Completamente revisado. Requisitos que debe cumplir el taller de soldadura de conformidad con la norma DIN EN ISO 3834-3.
Apartado 5.2	Se ha añadido que los radios de las chapas de refuerzo inferiores a los especificados en la tabla 3 deben ajustarse.
Apartado 7.1	Certificado de recepción 3.1 eliminado, sustituido por diagrama y protocolo de tratamiento térmico
Apartado 9.1	Se ha añadido que los requisitos deben cumplirse según DIN EN ISO 17635 antes de realizar el ensayo; Texto del apartado 9.4 «...Si no hay reclamaciones, el alcance requerido del ensayo puede reducirse previa consulta y autorización por escrito con el Dpto. de control de calidad de SMS group. En caso de reclamaciones, el encargado de la recepción por SMS group podrá aumentar el alcance de ensayo al 100 %....» agregado;
Apartado 9.2	En la Tabla 10 el alcance de ensayo del ensayo ultrasónico para el grupo de evaluación D eliminado;
Apartado 9.4	Completado relativo a los elementos de suspensión, la Tabla 12 se ha creado de nuevo;
Apartado 9.5	ISO 10474:2013, DIN EN ISO 17636 y DIN EN ISO 19879 agregadas;

Ediciones anteriores

SN 200:1971-09, 1975-11, 1978-01, 1981-01, 1985-01, 1992-03, 1996-03, 1999-09, 2003-09, 2007-02, 2010-09
SN 200-4:2016-05

**No guarantee can be given in respect
of this translation.**

In all cases the latest German version of this standard
shall be taken as authoritative.