

Mayo 2004

TÍTULO

Soldeo

Uniones soldadas por fusión de aceros, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones)

Niveles de calidad para las imperfecciones

(ISO 5817:2003)

Welding. Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded). Quality levels for imperfections. (ISO 5817:2003)

Soudage. Assemblages en acier, nickel, titane et leurs alliages soudés par fusion (soudage par faisceau haute énergie exclu). Niveaux de qualité par rapport aux défauts. (ISO 5817:2003)

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 5817 de octubre de 2003, que a su vez adopta íntegramente la Norma Internacional ISO 5817:2003.

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 25817 de enero de 1994.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 14 *Soldadura y Técnicas Conexas* cuya Secretaría desempeña CESOL.

Versión en español

Soldeo
Uniones soldadas por fusión de aceros, níquel, titanio y sus aleaciones
(excluido el soldeo por haz de electrones)
Niveles de calidad para las imperfecciones
(ISO 5817:2003)

Welding. Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded). Quality levels for imperfections.
(ISO 5817:2003)

Soudage. Assemblages en acier, nickel, titane et leurs alliages soudés par fusion (soudage par faisceau haute énergie exclu). Niveaux de qualité par rapport aux défauts.
(ISO 5817:2003)

Schweißen. Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen). Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten.
(ISO 5817:2003)

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2003-09-01. Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

ANTECEDENTES

El texto de la Norma EN ISO 5817:2003 ha sido elaborado por el Comité Técnico ISO/TC 44 *Soldadura y técnicas conexas* en colaboración con el Comité Técnico CEN/TC 121 *Soldadura*, cuya Secretaría está desempeñada por DS.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de abril de 2004, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de abril de 2004.

Este documento anula a la Norma Europea EN 25817:1992.

Esta norma europea ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CEN por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Cambio, y sirve de apoyo a los requisitos esenciales de las Directivas europeas.

La relación con las Directivas UE se recoge en el anexo informativo ZB, que forma parte integrante de esta norma.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional ISO 5817:2003 ha sido aprobado por CEN como Norma Europea EN ISO 5817:2003 sin ninguna modificación.

NOTA – En el anexo ZA se incluyen las correspondencias europeas de las normas internacionales citadas en esta norma.

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	6
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	7
2 NORMAS PARA CONSULTA.....	7
3 DEFINICIONES	8
4 SÍMBOLOS	9
5 EVALUACIÓN DE LAS IMPERFECCIONES.....	9
ANEXO A (Informativo) EJEMPLOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE IMPERFECCIONES.....	27
ANEXO B (Informativo) INFORMACIÓN ADICIONAL Y GUÍA DE UTILIZACIÓN DE ESTA NORMA INTERNACIONAL	30
BIBLIOGRAFÍA.....	31

INTRODUCCIÓN

Esta norma internacional debería ser utilizada como referencia para la elaboración de códigos y/u otras normas de aplicación. Proporciona una selección simplificada de las imperfecciones en el soldeo por fusión basada en las designaciones definidas en la Norma ISO 6520-1.

Algunas de las imperfecciones descritas en la Norma ISO 6520-1 se han trasladado directamente mientras que algunas otras han sido agrupadas. Se ha utilizado el número de referencia definido en la Norma ISO 6520-1.

Esta norma internacional pretende definir las medidas de las imperfecciones típicas que se pueden encontrar durante la fabricación. Puede utilizarse en un sistema de calidad total para la elaboración satisfactoria de uniones soldadas. Ofrece tres grupos de valores dimensionales entre los que se puede elegir para una aplicación particular. El nivel de calidad necesario en cada caso debería definirse en la norma de aplicación o por la persona responsable junto con el fabricante, usuario o cualquier otra parte interesada. El nivel debe especificarse antes del comienzo de la producción, preferiblemente en el momento de la solicitud o presentación de la oferta. En casos particulares, puede ser necesario incluir detalles adicionales.

Los niveles de calidad establecidos por esta norma internacional son datos de referencia básicos y no están específicamente relacionados con una aplicación particular. Se refieren a los tipos de uniones soldadas en una fabricación y no al propio producto completo o componente. Por lo tanto, es posible que se apliquen diferentes niveles de calidad a las distintas soldaduras de un mismo producto o componente.

Sería deseable que, para una determinada unión soldada, todos los límites dimensionales de las imperfecciones pudieran quedar cubiertos especificando un único nivel de calidad. En algunos casos puede ser necesario definir distintos niveles de calidad para las imperfecciones de una misma unión soldada.

La elección de un nivel de calidad para cualquier aplicación debería tener en cuenta consideraciones tales como el diseño, procesos posteriores (por ejemplo, recargues), estado tensional (por ejemplo, estático, dinámico), condiciones de servicio (por ejemplo, temperatura, ambiente) y consecuencias de fallo en servicio. Los factores económicos son también importantes y deberían incluir no sólo el coste del soldeo sino también los de inspección, ensayo y reparaciones.

Aunque esta norma internacional incluye los tipos de imperfecciones relativos a los procesos de soldeo por fusión indicados en el capítulo 1, sólo es necesario considerar aquéllos que se refieren al proceso o aplicación en cuestión.

Las imperfecciones están cuantificadas en términos de su tamaño real, y su detección y evaluación puede requerir el empleo de uno o más métodos de ensayos no destructivos. La detección y el dimensionado de las imperfecciones depende de los métodos de inspección y de la extensión de los ensayos especificados en la norma o contrato aplicable.

Los medios para la detección de las imperfecciones no son objeto de esta norma internacional. Sin embargo, la Norma ISO 17635 proporciona una correlación entre los niveles de calidad y los niveles de aceptación para los diferentes métodos de ensayos no destructivos.

Esta norma internacional es de aplicación directa en el examen visual de soldaduras y no proporciona detalles de métodos recomendados para la detección y dimensionado de las imperfecciones por medio de ensayos no destructivos. Debería tenerse en cuenta la dificultad de usar estos límites para determinar criterios apropiados que sean aplicables a ensayos no destructivos como ultrasonidos, examen radiográfico, líquidos penetrantes, partículas magnéticas y puede ser necesario suplementarlos con requisitos de inspección, examen y ensayos.

Los valores de las imperfecciones consideran practicas habituales de soldadura. Especificaciones más altas requieren procesos adicionales de fabricación, por ejemplo esmerilado, soldeo en condiciones controladas de laboratorio o procesos especiales de soldeo.

Las peticiones de interpretaciones oficiales sobre cualquier aspecto de esta norma internacional deberían dirigirse a la secretaría del Subcomité ISO/TC 44/SC 10 a través de su organismo de normalización nacional. Pueden consultar un listado completo en www.iso.org.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma internacional facilita una guía sobre los niveles de calidad de las imperfecciones en las uniones soldadas por arco (excepto soldadura por haz de electrones) para todos los tipos de aceros, níquel, titanio y sus aleaciones. Es aplicable para espesores superiores a 0,5 mm.

Los niveles de calidad para la soldadura por haz de electrones en aceros están recogidos en la Norma ISO 13919-1.

Se establecen tres niveles, de tal forma que permita su aplicación a la mayoría de las construcciones soldadas. Se designan por las letras B, C y D. El nivel de calidad B corresponde a la mayor exigencia sobre la soldadura finalizada.

Los niveles de calidad se refieren a la calidad de producción y no a la aptitud a la función (véase el apartado 3.2) del producto fabricado.

Esta norma internacional se aplica a:

- los aceros aleados y no aleados;
- níquel y aleaciones de níquel;
- titanio y aleaciones de titanio;
- soldeo manual, mecanizado y automático;
- todas las posiciones de soldeo;
- todo tipo de soldaduras, por ejemplo, uniones soldadas a tope, en ángulo y ramificaciones;
- los siguientes procesos de soldeo y sus subprocesos definidos en la Norma ISO 4063:
 - 11 soldeo metálico por arco sin protección gaseosa;
 - 12 soldeo por arco sumergido;
 - 13 soldeo por arco con protección gaseosa;
 - 14 soldeo por arco con protección gaseosa y electrodo no consumible;
 - 15 soldeo por arco plasma;
 - 31 soldeo oxiacetilénico (únicamente para aceros).

Los aspectos metalúrgicos, tales como el tamaño de grano y la dureza, no son objeto de esta norma internacional.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

ISO 2553:1992 – *Uniones soldadas por fusión, soldeo fuerte y soldeo blando. Representación simbólica en los planos.*

ISO 4063:1998 – *Soldo y técnicas conexas. Nomenclatura de procesos y números de referencia.*

ISO 6520-1:1998 – *Soldo y procesos afines. Clasificación de las imperfecciones geométricas en las soldaduras de materiales metálicos. Parte 1: Soldo por fusión.*

3 DEFINICIONES

Para los fines de esta norma internacional, se aplican las siguientes definiciones:

3.1 nivel de calidad: Descripción de la calidad de una soldadura en función del tipo y tamaño de las imperfecciones seleccionadas.

3.2 aptitud a la función: Capacidad de un producto, proceso o servicio para responder a un propósito en unas condiciones determinadas.

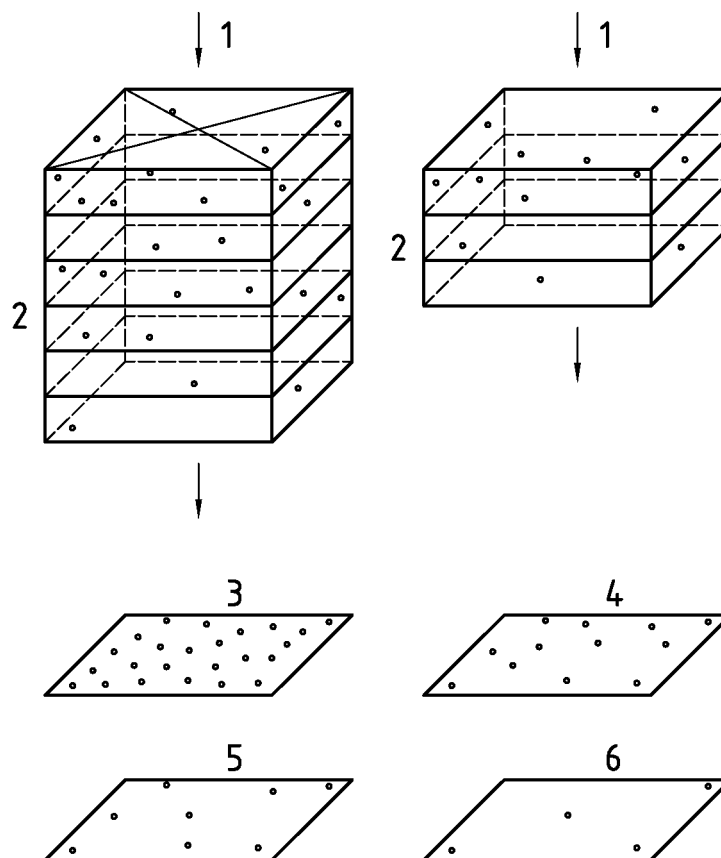
3.3 imperfecciones cortas: Una o más imperfecciones de longitud total no mayor de 25 mm por cada 100 mm de soldadura, o un máximo del 25% de la longitud de soldadura para soldaduras inferiores a 100 mm.

3.4 imperfecciones sistemáticas: Imperfecciones que se distribuyen a intervalos regulares en la soldadura a lo largo de toda la longitud examinada, estando las imperfecciones de manera individual dentro de los límites establecidos en la tabla 1.

3.5 área proyectada: Área donde las imperfecciones distribuidas en el volumen de la soldadura tomado en consideración son proyectadas en una imagen bidimensional.

En contraste con el área de la superficie de fisuras, la existencia de imperfecciones depende del espesor de la soldadura cuando se expone radiográficamente (véase la figura 1).

3.6 área de rotura superficial: Área a considerar después de la rotura o el corte.



Leyenda

- | | | |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 Rayos x | 3 Espesor, 6 aumentos | 5 Espesor, 2 aumentos |
| 2 4 poros por unidad de volumen | 4 Espesor, 3 aumentos | 6 Espesor, 1 aumento |

Fig. 1 – Radiografías de probetas con idéntico número de poros por unidad de volumen

4 SÍMBOLOS

Los siguientes símbolos se utilizan en la tabla 1:

a	espesor nominal de garganta de soldadura en ángulos (véase la Norma ISO 2553);
b	anchura del sobreespesor de soldadura;
d	diámetro de poro;
h	alto o anchura de la imperfección;
l	longitud de la imperfección en la dirección longitudinal de la soldadura;
l_p	longitud del área proyectada o del área de rotura superficial;
s	espesor nominal de la soldadura a tope (véase también la Norma ISO 2553);
t	espesor de pared o de chapa (tamaño nominal);
w_p	anchura de la soldadura o anchura o alto en el caso del área de fractura;
z	longitud del lado en las soldaduras en ángulo (véase también la Norma ISO 2553);
α	ángulo de acuerdo;
β	ángulo de la desalineación angular.

5 EVALUACIÓN DE LAS IMPERFECCIONES

Los límites para las imperfecciones se dan en la tabla 1. Estos límites se aplican a la soldadura finalizada aunque pueden aplicarse a una etapa intermedia de la fabricación.

Si se usa otro método distinto del examen macrográfico para la detección de las imperfecciones, únicamente se deben evaluar aquellas imperfecciones que puedan detectarse usando una magnificación igual o menor a 10 aumentos.

Están excluidos aquí el solape frío (véase la tabla 1, 1.5) y las microgrietas (véase la tabla 1, 2.2).

Sólo se permiten las imperfecciones sistemáticas para el nivel de calidad D, siempre que se cumplan el resto de requisitos de la tabla 1.

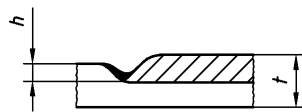
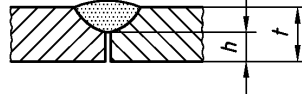
Una unión soldada debe ser evaluada normalmente por separado para cada tipo de imperfección.

Los diferentes tipos de imperfecciones que se presentan en cualquier sección transversal de la unión pueden necesitar consideraciones especiales (véase imperfecciones múltiples).

Los límites para las imperfecciones múltiples (véase la tabla 1) sólo se aplicarán en los casos en los que no se sobrepasen los límites para la imperfección individual.

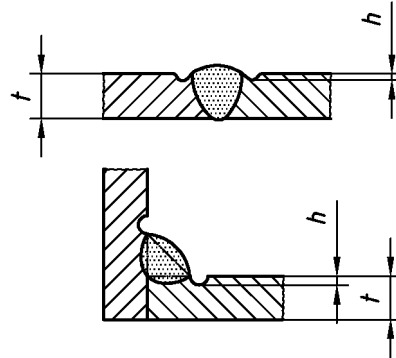
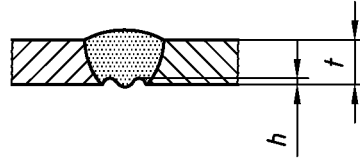
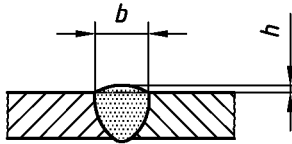
Dos imperfecciones adyacentes que estén separadas por una distancia inferior a la mayor medida de la imperfección más pequeña se deben considerar una imperfección individual.

Tabla 1
Límites de las imperfecciones

Nº	Referencia ISO 6520-1	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
1 Imperfecciones superficiales							
1.1	100	Grieta	—	$\geq 0,5$	No admisible	No admisible	No admisible
1.2	104	Grieta de cráter	—	$\geq 0,5$	No admisible	No admisible	No admisible
1.3	2017	Picadura	Medida máxima de un poro aislado en — soldaduras a tope — soldaduras en ángulo	0,5 a 3	$d \leq 0,3 s$ $d \leq 0,3 a$	No admisible	No admisible
			Medida máxima de un poro aislado en — soldaduras a tope — soldaduras en ángulo	> 3	$d \leq 0,3 s$, máx. 3 mm $d \leq 0,3 a$, máx. 3 mm	$d \leq 0,2 s$, máx. 2 mm $d \leq 0,2 a$, máx. 2 mm	No admisible
1.4	2025	Rechupe de cráter abierto		0,5 a 3	$h \leq 0,2 t$	No admisible	No admisible
				> 3	$h \leq 0,2 t$, máx. 2 mm	$h \leq 0,1 t$, máx. 1 mm	No admisible
1.5	401	Falta de fusión (fusión incompleta)	—	$\geq 0,5$	No admisible	No admisible	No admisible
		Microfalta de fusión	Detectable únicamente mediante examen micrográfico		Admisible	Admisible	No admisible
1.6	4021	Falta de penetración en la raíz	Únicamente para soldaduras a tope por un solo lado 	$\geq 0,5$	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,2 t$, máx. 2 mm	No admisible	No admisible

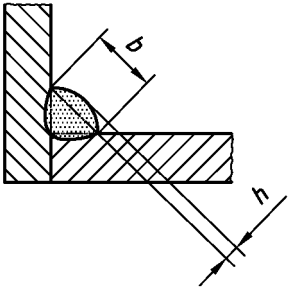
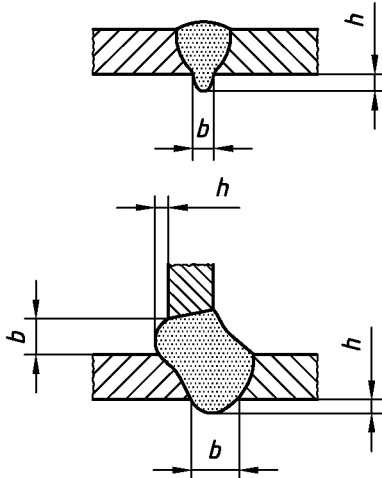
(Continúa)

Tabla 1 (Continuación)
Límites de las imperfecciones

N°	Referencia ISO 6520-1	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
1.7	5011 5012	Mordedura continua Mordedura discontinua	Se requiere una transición gradual No está contemplada como imperfección sistemática	0,5 a 3	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,2 t$	Imperfecciones cortas $h \leq 0,1 t$	No admisible
				> 3	$h \leq 0,2 t$, máx. 1 mm	$h \leq 0,1 t$, máx. 0,5 mm	$h \leq 0,05 t$, máx. 0,5 mm
							
1.8	5013	Contracción en la raíz	Se requiere una transición gradual	0,5 a 3	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,1 t$	No admisible
				> 3	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,2 t$, máx. 2 mm	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,1 t$, máx. 1 mm	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,05 t$, máx. 0,5 mm
							
1.9	502	Exceso de sobreespesor (soldadura a tope)	Se requiere una transición gradual	$\geq 0,5$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$, máx. 10 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 b$, máx. 7 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$, máx. 5 mm
							

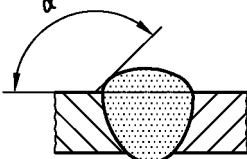
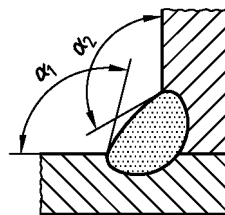
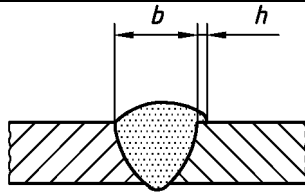
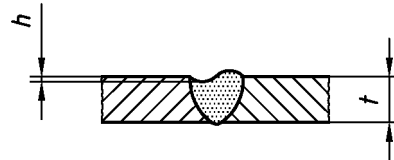
(Continúa)

Tabla 1 (Continuación)
Límites de las imperfecciones

Nº	Referencia ISO 6520-1	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
1.10	503	Exceso de convexidad (soldadura en ángulo)		≥ 0,5	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$, máx. 5 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 b$, máx. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$, máx. 3 mm
1.11	504	Exceso de penetración		0,5 a 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	$h \leq 1 \text{ mm} + 1,0 b$, máx. 5 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,6 b$, máx. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,2 b$, máx. 3 mm

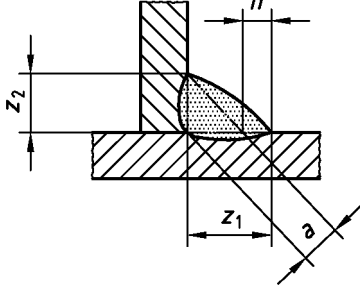
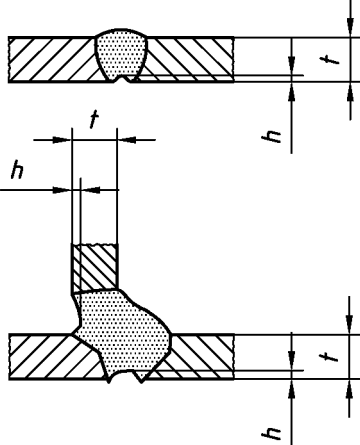
(Continúa)

Tabla 1 (Continuación)
Límites de las imperfecciones

Nº	Referencia ISO 6520-1	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
1.12	505	Ángulo de acuerdo incorrecto	– soldaduras a tope 	$\geq 0,5$	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha \geq 110^\circ$	$\alpha \geq 150^\circ$
			– soldaduras en ángulo  $\alpha_1 \geq \alpha$ $\alpha_2 \geq \alpha$	$\geq 0,5$	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha \geq 110^\circ$	$\alpha \geq 110^\circ$
1.13	506	Solapamiento		$\geq 0,5$	$h \leq 0,2 b$	No admisible	No admisible
1.14	509 511	Desfondamiento Falta de espesor	Se requiere una transición gradual	0,5 a 3	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,25 t$	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,1 t$	No admisible
				> 3	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,25 t$ máx. 2 mm	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,1 t$ máx. 1 mm	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,05 t$ máx. 0,5 mm

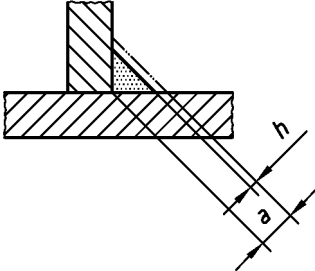
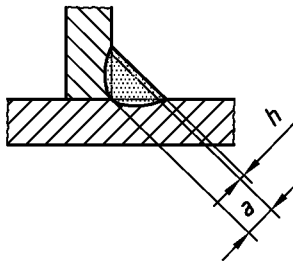
(Continúa)

Tabla 1 (Continuación)
Límites de las imperfecciones

Nº	Referencia ISO 6520-1	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
1.15	510	Perforación	—	$\geq 0,5$	No admisible	No admisible	No admisible
1.16	512	Exceso de asimetría de la soldadura en ángulo	Cuando no se ha estipulado previamente una soldadura en ángulo asimétrica 	$\geq 0,5$	$h \leq 2 \text{ mm} + 0,2 a$	$h \leq 2 \text{ mm} + 0,15 a$	$h \leq 1,5 \text{ mm} + 0,15 a$
1.17	515	Rechupe de raíz	Se requiere una transición gradual 	0,5 a 3	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,1 t$	No admisible
				> 3	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,2 t$, máx. 2 mm	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,1 t$, máx. 1 mm	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,05 t$, máx. 0,5 mm
1.18	516	Porosidad en la raíz	Formación esponjosa en la raíz de una soldadura debido a la ebullición del metal fundido en el momento de la solidificación (por ejemplo, falta de gas de purga)	$\geq 0,5$	Permitida localmente	No admisible	No admisible

(Continúa)

Tabla 1 (Continuación)
Límites de las imperfecciones

Nº	Referencia ISO 6520-1	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
1.19	517	Empalme defectuoso	—	≥ 0,5	Admisible. El límite depende del tipo de imperfección producido durante el empalme	No admisible	No admisible
1.20	5213	Espesor de garganta insuficiente	No es aplicable a procesos con gran penetración probada 	0,5 a 3	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 a$	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,2 \text{ mm}$	No admisible
				> 3	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$, máx. 2 mm	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$, máx. 1 mm	No admisible
1.21	5214	Espesor de garganta excesivo	El espesor real de garganta de la soldadura es demasiado grande 	≥ 0,5	Ilimitado	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,2 a$, máx. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 a$, máx. 3 mm
1.22	601	Cebado del arco	—	≥ 0,5	Permitido, si las propiedades del metal a soldar no se ven afectadas	No admisible	No admisible
1.23	602	Proyecciones (o salpicaduras)	—	≥ 0,5	La aceptación depende de la aplicación (por ejemplo, material para prevenir la corrosión)		

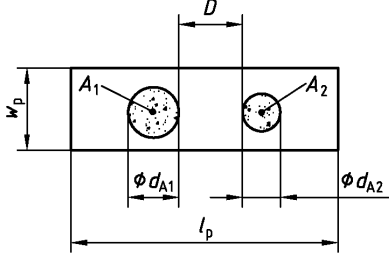
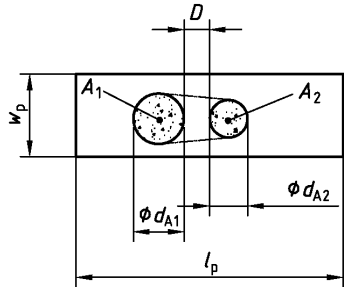
(Continúa)

Tabla 1 (Continuación)
Límites de las imperfecciones

Nº	Referencia ISO 6520-1	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
2 Imperfecciones internas							
2.1	100	Grietas	Todos los tipos de grietas excepto microgrietas y grietas de cráter	≥ 0,5	No admisible	No admisible	No admisible
2.2	1001	Microgrietas	Grieta visible solamente al microscopio (50 x)	≥ 0,5	Admisible	La aceptación depende del metal a soldar prestando especial atención a su susceptibilidad a la rotura	
2.3	2011 2012	Poro Sopladuras uniformemente distribuidas	Las condiciones y límites siguientes para las imperfecciones deben satisfacerse. Véase el anexo A para más información				
			a1) Medida máxima del área de las imperfecciones (incluidas las imperfecciones sistemáticas) referida al área proyectada. NOTA – La porosidad en el área proyectada depende del número de pasadas (volumen de la soldadura)	≥ 0,5	Para una sola pasada: ≤ 2,5% Para múltiples pasadas: ≤ 5%	Para una sola pasada: ≤ 1,5% Para múltiples pasadas: ≤ 3%	Para una sola pasada: ≤ 1% Para múltiples pasadas: ≤ 2%
			a2) Medida máxima de la sección transversal de las imperfecciones (incluidas las imperfecciones sistemáticas) referida a la sección de rotura (aplicable solamente a producción y ensayos de soldadores y procedimientos	≥ 0,5	≤ 2,5%	≤ 1,5%	≤ 1%
			b) Medida máxima para un poro aislado en – soldaduras a tope – soldaduras en ángulo	≥ 0,5	$d \leq 0,4 s$, máx. 5 mm $d \leq 0,4 a$, máx. 5 mm	$d \leq 0,3 s$, máx. 4 mm $d \leq 0,3 a$, máx. 4 mm	$d \leq 0,2 s$, máx. 3 mm $d \leq 0,2 a$, máx. 3 mm

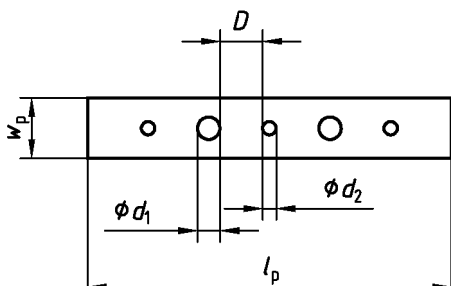
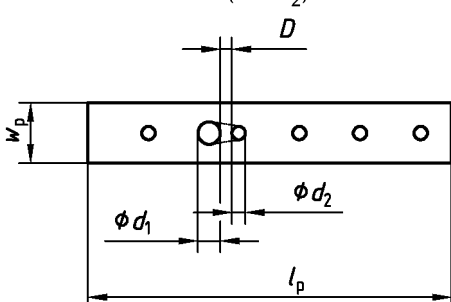
(Continúa)

Tabla 1 (Continuación)
Límites de las imperfecciones

Nº	Referencia ISO 6520-1	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
2.4	2013	Sopladuras agrupadas	caso 1 ($D > d_{A2}$)  caso 2 ($D < d_{A2}$)  Suma de las diferentes áreas porosas ($A_1 + A_2 + \dots$) referida al área de evaluación $l_p \times w_p$ (caso 1). La longitud de referencia para l_p es 100 mm. Si D es inferior al menor valor de d_{A1} o d_{A2}, una envolvente que englobe todas las áreas porosas ($A_1 + A_2$) debe tomarse como el área de la imperfección (caso 2).				

(Continúa)

Tabla 1 (Continuación)
Límites de las imperfecciones

Nº	Referencia ISO 6520-1	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
2.4	2013	Sopladuras agrupadas	Las condiciones y límites siguientes para las imperfecciones deben satisfacerse. Véase el anexo A para más información				
			a) Medida máxima total del área proyectada de la imperfección (incluidas las imperfecciones sistemáticas)	$\geq 0,5$	$\leq 16\%$	$\leq 8\%$	$\leq 4\%$
			b) Medida máxima de una sopladura aislada para – soldaduras a tope – soldaduras en ángulo	$\geq 0,5$	$d \leq 0,4 s$, máx. 4 mm $d \leq 0,4 a$, máx. 4 mm	$d \leq 0,3 s$, máx. 3 mm $d \leq 0,3 a$, máx. 3 mm	$d \leq 0,2 s$, máx. 2 mm $d \leq 0,2 a$, máx. 2 mm
2.5	2014	Sopladuras alineadas	caso 1 ($D > d_2$)  caso 2 ($D < d_2$) 				

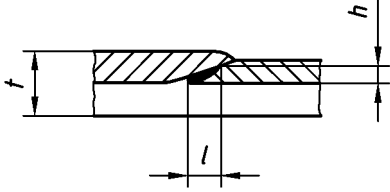
(Continúa)

Tabla 1 (Continuación)
Límites de las imperfecciones

Nº	Referencia ISO 6520-1	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
2.5	2014	Sopladuras alineadas	Suma de las diferentes áreas porosas $\left(\frac{d_1^2 \times \pi}{4} + \frac{d_2^2 \times \pi}{4} + \dots \right)$ referida al área de evaluación $l_p \times w_p$ (caso 1). Si D es inferior al menor de los diámetros de las sopladuras vecinas, debe aplicarse el área total uniendo ambas sopladuras como suma de las imperfecciones (caso 2). Las condiciones y límites siguientes para las imperfecciones se deben satisfacer. Véase el anexo A para más información				
			a1) Medida máxima total de las imperfecciones (incluidas las imperfecciones sistemáticas) referida al área proyectada NOTA – Las sopladuras en el área proyectada dependen del número de pasadas (volumen de la soldadura)	≥ 0,5	Para una sola pasada: ≤ 8% Para múltiples pasadas: ≤ 16%	Para una sola pasada: ≤ 4% Para múltiples pasadas: ≤ 8%	Para una sola pasada: ≤ 2% Para múltiples pasadas: ≤ 4%
			a2) Medida máxima total de las imperfecciones (incluidas las imperfecciones sistemáticas) referida a la sección de rotura (aplicable solamente a producción y ensayos de soldadores y procedimientos)	≥ 0,5	≤ 8%	≤ 4%	≤ 2%
			b) Medida máxima para un poro aislado en – soldaduras a tope – soldaduras en ángulo	≥ 0,5	$d \leq 0,4 s$, máx. 4 mm $d \leq 0,4 a$, máx. 4 mm	$d \leq 0,3 s$, máx. 3 mm $d \leq 0,3 a$, máx. 3 mm	$d \leq 0,2 s$, máx. 2 mm $d \leq 0,2 a$, máx. 2 mm

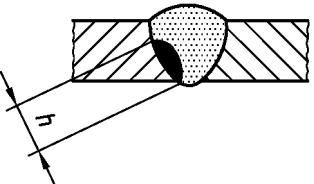
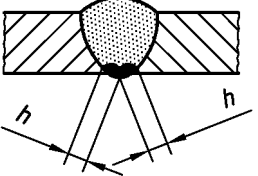
(Continúa)

Tabla 1 (Continuación)
Límites de las imperfecciones

Nº	Referencia ISO 6520-1	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
2.6	2015 2016	sopladura alargada sopladura vermicular	– soldaduras a tope	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 s$, máx. 4 mm $l \leq s$, máx. 75 mm	$h \leq 0,3 s$, máx. 3 mm $l \leq s$, máx. 50 mm	$h \leq 0,2 s$, máx. 2 mm $l \leq s$, máx. 25 mm
			– soldaduras en ángulo	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 a$, máx. 4 mm $l \leq a$, máx. 75 mm	$h \leq 0,3 a$, máx. 3 mm $l \leq a$, máx. 50 mm	$h \leq 0,2 a$, máx. 2 mm $l \leq a$, máx. 25 mm
2.7	202	Rechupe	–	$\geq 0,5$	Se admiten imperfecciones cortas pero no abiertas a la superficie – soldaduras a tope: $h \leq 0,4 s$, máx. 4 mm – soldaduras en ángulo: $h \leq 0,4 a$, máx. 4 mm	No admisible	No admisible
2.8	2024	Rechupe de cráter	 Se medirá el mayor valor de h o l	0,5 a 3 > 3	$h/l \leq 0,2 t$ $h/l \leq 0,2 t$, máx. 2 mm	No admisible	No admisible
2.9	300 301 302 303	Inclusiones sólidas Inclusión de escoria Inclusión de fundente Inclusión de óxido	– soldaduras a tope	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 s$, máx. 4 mm $l \leq s$, máx. 75 mm	$h \leq 0,3 s$, máx. 3 mm $l \leq s$, máx. 50 mm	$h \leq 0,2 s$, máx. 2 mm $l \leq s$, máx. 25 mm
			– soldaduras en ángulo	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 a$, máx. 4 mm $l \leq a$, máx. 75 mm	$h \leq 0,3 a$, máx. 3 mm $l \leq a$, máx. 50 mm	$h \leq 0,2 a$, máx. 2 mm $l \leq a$, máx. 25 mm

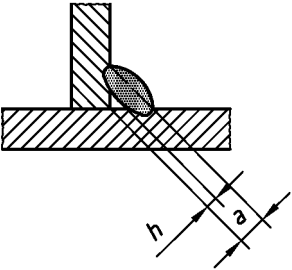
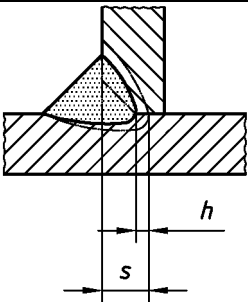
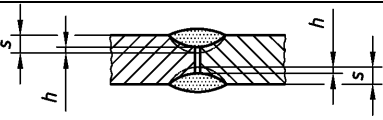
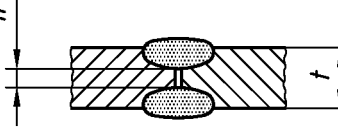
(Continúa)

Tabla 1 (Continuación)
Límites de las imperfecciones

Nº	Referencia ISO 6520-1	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
2.10	304	Inclusiones metálicas (a excepción de cobre)	– soldaduras a tope	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 s$, máx. 4 mm	$h \leq 0,3 s$, máx. 3 mm	$h \leq 0,2 s$, máx. 2 mm
			– soldaduras en ángulo	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 a$, máx. 4 mm	$h \leq 0,3 a$, máx. 3 mm	$h \leq 0,2 a$, máx. 2 mm
2.11	3042	Inclusiones de cobre	–	$\geq 0,5$	No admisible	No admisible	No admisible
2.12	401	Falta de fusión (fusión incompleta)		$\geq 0,5$	Se admiten imperfecciones cortas pero no abiertas a la superficie – soldaduras a tope: $h \leq 0,4 s$, máx. 4 mm – soldaduras en ángulo: $h \leq 0,4 a$, máx. 4 mm	No admisible	No admisible
	4011	Falta de fusión afectando a los bordes a unir					
	4012	Falta de fusión entre pasadas					
	4013	Falta de fusión en la raíz					

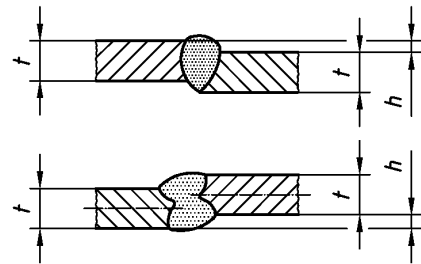
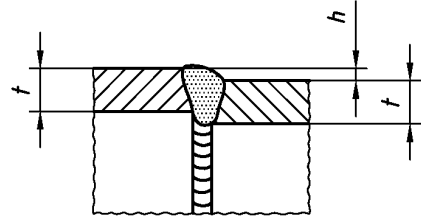
(Continúa)

Tabla 1 (Continuación)
Límites de las imperfecciones

Nº	Referencia ISO 6520-1	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
2.13	402	Falta de penetración	 Unión en T (soldadura en ángulo)	$\geq 0,5$	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,2 a$, máx. 2 mm	No admisible	No admisible
			 Unión en T (penetración parcial)				
			 Unión a tope (penetración parcial)	$\geq 0,5$	Imperfecciones cortas: – soldadura a tope: $h \leq 0,2 s$, máx. 2 mm – soldaduras en T: $h \leq 0,2 a$, máx. 2 mm	Imperfecciones cortas: – soldadura a tope: $h \leq 0,1 s$, máx. 1,5 mm – soldaduras en ángulo: $h \leq 0,1 a$, máx. 1,5 mm	No admisible
			 Unión a tope (penetración total)	$\geq 0,5$	Imperfecciones cortas: $h \leq 0,2 t$, máx. 2 mm	No admisible	No admisible

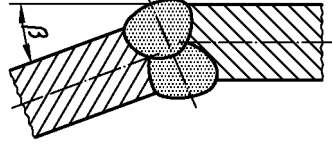
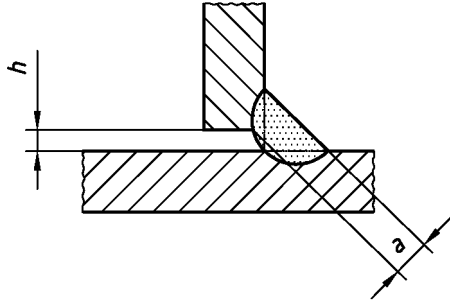
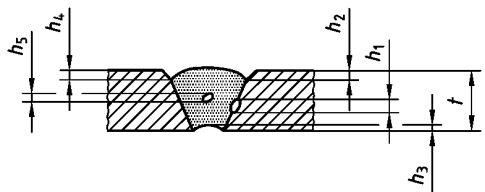
(Continúa)

Tabla 1 (Continuación)
Límites de las imperfecciones

Nº	Referencia ISO 6520-1	Designación de la imperfección	Observaciones	<i>t</i> mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
3 Imperfecciones en la geometría de la junta							
3.1	507	Falta de alineación	Los límites se refieren a desviaciones con respecto a la posición correcta. A menos que se especifique de otro modo, la posición correcta es aquella en la que los ejes que pasan por la mitad del espesor coinciden (véase el capítulo 1). <i>t</i> corresponde al menor espesor. La falta de alineación dentro de los límites de aplicación no se contempla como una imperfección sistemática (aplicable a las figuras A y B)	0,5 a 3	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,25 \text{ } t$	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,15 \text{ } t$	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 \text{ } t$
			 Fig. A – Chapas y soldaduras longitudinales	> 3	$h \leq 0,25 \text{ } t$, máx. 5 mm	$h \leq 0,15 \text{ } t$, máx. 4 mm	$h \leq 0,1 \text{ } t$, máx. 3 mm
			 Fig. B – Soldaduras circunferenciales	≥ 0,5	$h \leq 0,5 \text{ } t$, máx. 4 mm	$h \leq 0,5 \text{ } t$, máx. 3 mm	$h \leq 0,5 \text{ } t$, máx. 2 mm

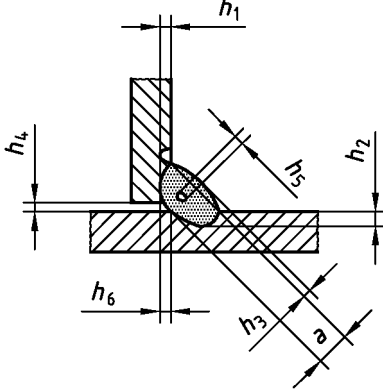
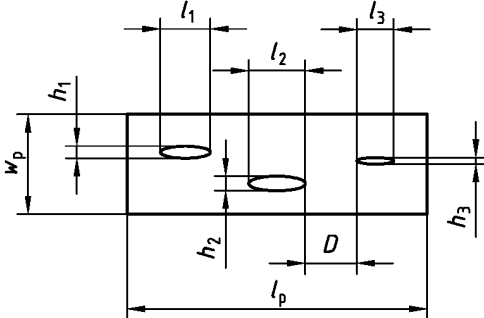
(Continúa)

Tabla 1 (Continuación)
Límites de las imperfecciones

Nº	Referencia ISO 6520-1	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
3.2	508	Deformación angular		$\geq 0,5$	$\beta \leq 4^\circ$	$\beta \leq 2^\circ$	$\beta \leq 1^\circ$
3.3	617	Abertura en la raíz incorrecta en las soldaduras en ángulo	No es aplicable la limitación del capítulo 5 referente a las imperfecciones sistemáticas 	0,5 a 3 > 3	$h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,1 a$ $h \leq 1 \text{ mm} + 0,3 a$, máx. 4 mm	$h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$ $h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,2 a$, máx. 3 mm	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 a$ $h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,1 a$, máx. 2 mm
4 Imperfecciones múltiples							
4.1	Ninguna	Imperfecciones múltiples en cualquier sección transversal ^a Sección transversal (macrografía) en el rango de la unión más desfavorable	 $h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = \Sigma h$	0,5 a 3 > 3	No admisible Altura máxima total de las imperfecciones $\Sigma h \leq 0,4 t$ o $\leq 0,25 a$	No admisible Altura máxima total de las imperfecciones $\Sigma h \leq 0,3 t$ o $\leq 0,2 a$	No admisible Altura máxima total de las imperfecciones $\Sigma h \leq 0,2 t$ o $\leq 0,15 a$

(Continúa)

Tabla 1 (Continuación)
Límites de las imperfecciones

Nº	Referencia ISO 6520-1	Designación de la imperfección	Observaciones	t mm	Límites de las imperfecciones para los niveles de calidad		
					D	C	B
4.1			 $h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = \Sigma h$				
4.2	Ninguna	Sección proyectada o transversal en dirección longitudinal	caso 1 ($D > l_3$)  $h_1 \times l_1 + h_2 \times l_2 + h_3 \times l_3 = \Sigma h \times l$				

(Continúa)

ANEXO A (Informativo)

EJEMPLOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE IMPERFECCIONES

Las figuras siguientes proporcionan una representación de diferentes porcentajes de imperfección. Esto debería servir como ayuda para la clasificación de imperfecciones en radiografías y superficies de fractura.

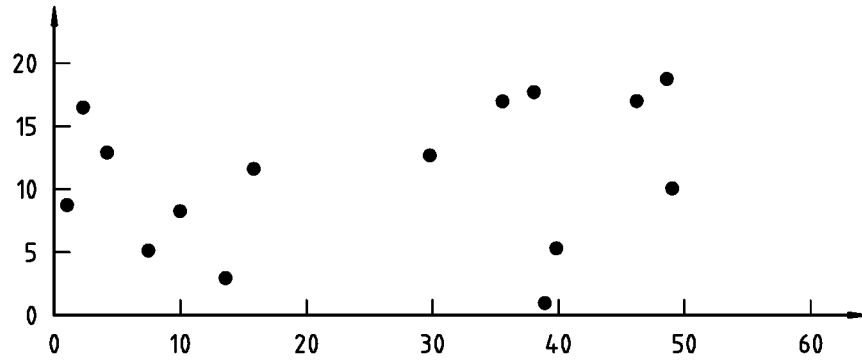


Fig. A.1 – 1 porcentaje superficial, 15 poros, $d = 1$ mm

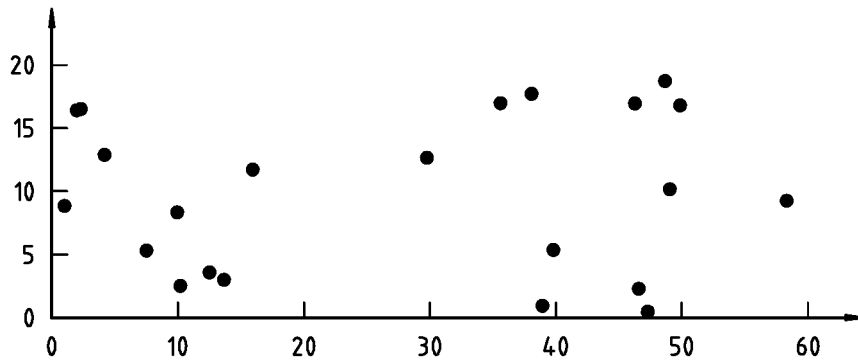


Fig. A.2 – 1,5 porcentaje superficial, 23 poros, $d = 1$ mm

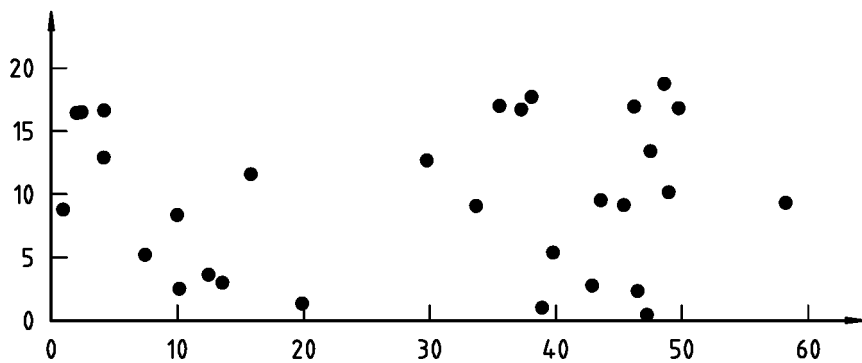


Fig. A.3 – 2 porcentaje superficial, 30 poros, $d = 1$ mm

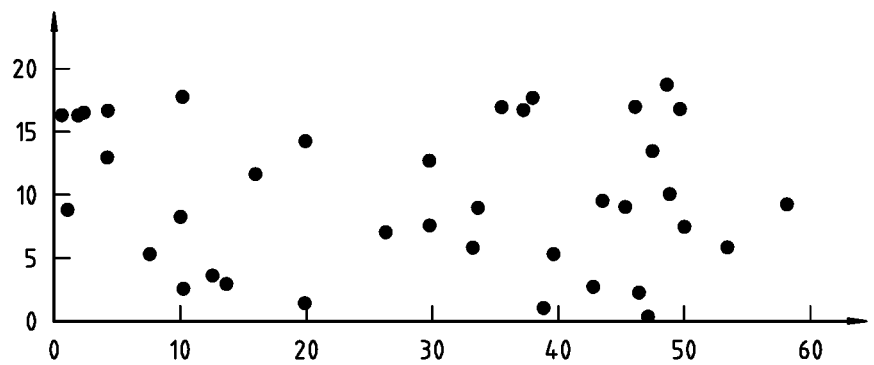


Fig. A.4 – 2,5 percentaje superficial, 38 poros, $d = 1$ mm

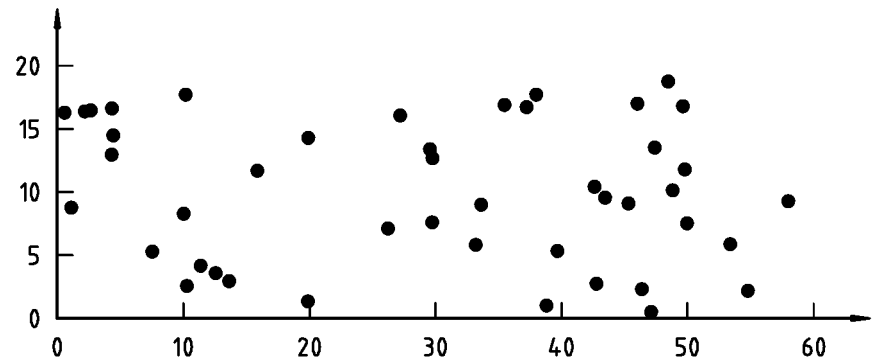


Fig. A.5 – 3 percentaje superficial, 45 poros, $d = 1$ mm

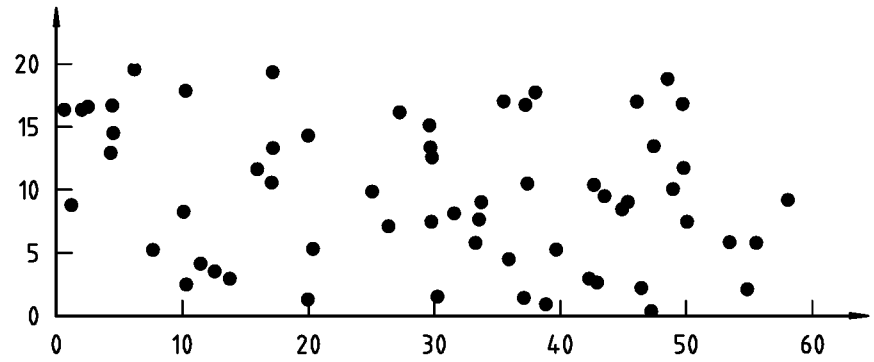


Fig. A.6 – 4 percentaje superficial, 61 poros, $d = 1$ mm

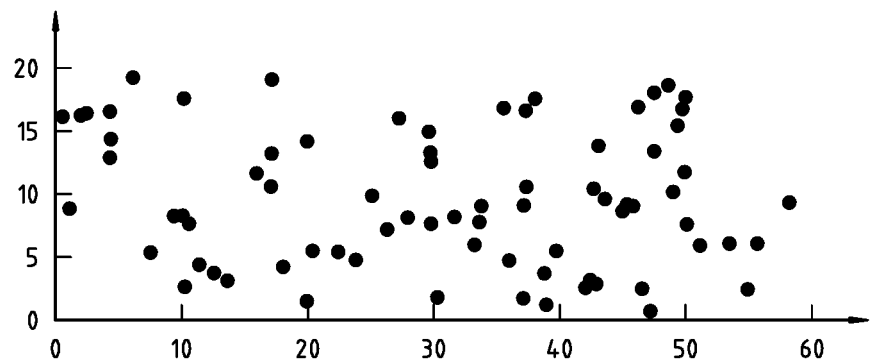


Fig. A.7 – 5 percentaje superficial, 76 poros, $d = 1$ mm

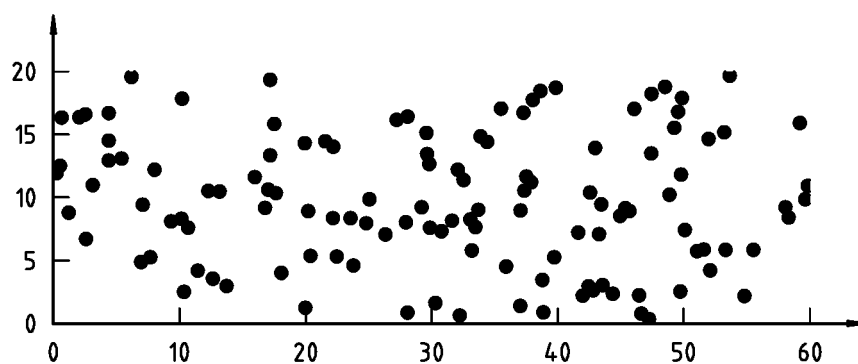


Fig. A.8 – 8 porcentaje superficial, 122 poros, $d = 1$ mm

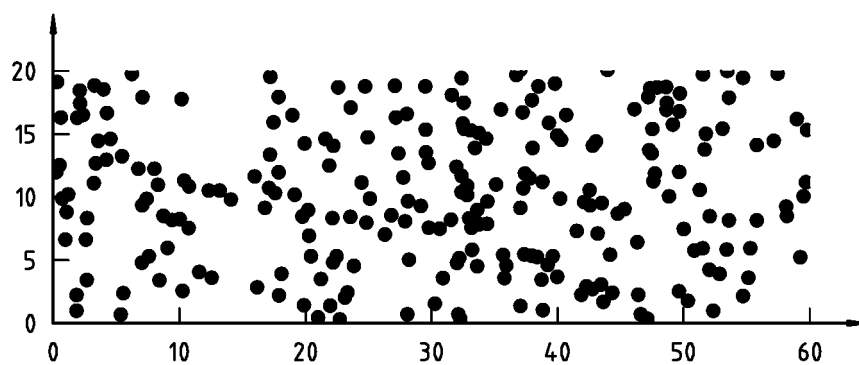


Fig. A.9 – 16 porcentaje superficial, 244 poros, $d = 1$ mm

ANEXO B (Informativo)**INFORMACIÓN ADICIONAL Y GUÍA DE UTILIZACIÓN DE ESTA NORMA INTERNACIONAL**

Esta norma internacional especifica los requisitos para los tres niveles de aceptación para las imperfecciones en las uniones soldadas de aceros, níquel, titanio y sus aleaciones para los procesos de soldeo por fusión (a excepción del soldeo por haz de electrones) para espesores $\geq 0,5$ mm. Puede ser aplicable, según los casos, a otros procedimientos por fusión y a otros espesores.

Diferentes partes son fabricadas a menudo para diferentes aplicaciones pero con similares requisitos. Los mismos requisitos deberían aplicarse a partes idénticas fabricadas en diferentes talleres, para asegurar que el trabajo se realiza utilizando los mismos criterios. La aplicación consistente de esta norma internacional es una de las piedras angulares de un sistema de aseguramiento de la calidad para la producción de estructuras soldadas.

La suma de múltiples imperfecciones muestra la posibilidad teórica de una combinación de imperfecciones individuales. En este caso, la suma total de todas las desviaciones admisibles debe estar limitada a los valores indicados para las diferentes imperfecciones, es decir, el valor límite de una imperfección aislada $\leq h$, por ejemplo un poro aislado, no debe excederse.

Esta norma internacional puede utilizarse conjuntamente con un catálogo de ilustraciones realistas que muestren el tamaño de las imperfecciones admisibles para los diferentes niveles de aceptación, mediante fotografías de la cara y raíz de las soldaduras o reproducciones de radiografías o macrografías de la sección transversal de la soldadura. Un ejemplo de este catálogo se proporciona en "Reference radiographs and photomacrographs for the assessment of weld imperfections in accordance with ISO 5817", publicado por el Instituto Internacional de la Soldadura (IIW) y Deutscher Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren, Düsseldorf. Este catálogo puede contener patrones o fichas de referencia para evaluar las imperfecciones, y puede utilizarse para arbitraje en caso de litigio sobre el tamaño admisible de las imperfecciones.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ISO 13919-1:1996 – *Soldeo. Uniones soldadas por haz de electrones y por láser. Guía sobre los niveles de calidad en función de las imperfecciones. Parte 1: Acero.*
- [2] ISO 17635 – *Examen no destructivo de soldaduras. Reglas generales para las soldaduras por fusión de materiales metálicos.*

ANEXO ZA (Normativo)**CORRESPONDENCIAS EUROPEAS DE LAS NORMAS INTERNACIONALES
CITADAS EN ESTA NORMA**

Esta norma europea incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Para las referencias con fecha, no son aplicables las revisiones o modificaciones posteriores de ninguna de las publicaciones. Para las referencias sin fecha, se aplica la edición en vigor del documento normativo al que se haga referencia (incluyendo sus modificaciones).

NOTA – Cuando una norma internacional haya sido modificada por modificaciones comunes, indicado por (mod), se aplica la EN/HD correspondiente.

Norma Internacional	Fecha	Título	Norma Europea	Fecha
ISO 2553	1992	Uniones soldadas por fusión, soldeo fuerte y soldeo blando. Representación simbólica en los planos	EN 22553	1994
ISO 6520-1	1998	Soldeo y procesos afines. Clasificación de las imperfecciones geométricas en las soldaduras de materiales metálicos. Parte 1: Soldeo por fusión	EN ISO 6520-1	1998

ANEXO ZB (Informativo)

**CAPÍTULOS DE ESTA NORMA EUROPEA RELACIONADOS CON LOS REQUISITOS ESENCIALES
U OTRAS DISPOSICIONES DE LAS DIRECTIVAS DE LA UE**

Esta norma europea ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CEN por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Cambio, y sirve de apoyo a los requisitos esenciales de la Directiva 97/23/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo del 29 de mayo de 1997 sobre la aproximación de las leyes de los Estados Miembros en relación a los equipos a presión.

ADVERTENCIA: Los productos incluidos en el campo de aplicación de esta norma pueden estar afectados por otros requisitos o Directivas de la UE.

Los capítulos de esta norma, están detallados en la tabla ZB.1, y sirven de apoyo a los requisitos de la Directiva 97/23/CEE.

La conformidad con los capítulos de esta norma es un medio para satisfacer los requisitos esenciales específicos de la correspondiente Directiva y los Reglamentos de la AELC asociados.

Tabla ZB.1
Correspondencia entre esta norma europea y la Directiva 97/23/CEE

Capítulos/apartados de esta norma europea	Requisitos esenciales de la Directiva 97/23/CEE	Notas/Observaciones de cualificación
5	Anexo I, 3.1.1, 3.1.2	Evaluación de las imperfecciones

ANEXO NACIONAL (Informativo)

Las normas europeas o internacionales que se relacionan a continuación, citadas en esta norma, han sido incorporadas al cuerpo normativo UNE con los códigos siguientes:

Norma Internacional	Norma UNE
ISO 2553:1992	UNE-EN 22553:1995
ISO 4063:1998	UNE-EN ISO 4063:2000
ISO 6520-1:1998	UNE-EN ISO 6520-1:1999
ISO 13919-1:1996	UNE-EN ISO 13919-1:1997

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32