



**Specifica e qualificazione delle procedure di saldatura per
materiali metallici Parte 1
ISO 15614-1: 2017**

Schio, 5 dicembre 2017

La presente norma non invalida qualifiche di procedimento emesse prima dell'entrata in vigore della presente (conservano il proprio range di validità)

Le qualifiche emesse con le precedenti versioni possono essere integrate, ove richiesto, con le prove della versione 2017 e prendere il nuovo range di validità.

Questa norma definisce:

1. le modalità per l'esecuzione delle prove di qualificazione della procedura di saldatura,
2. il campo di applicazione/limiti di validità di una procedura di saldatura qualificata
3. le operazioni pratiche di saldatura entro il campo di validità delle variabili elencate successivamente.
4. Le prove distruttive e non distruttive che devono essere effettuate

Questa norma si applica alle saldature ad arco e a gas degli acciai ed alle saldature ad arco dei nickel e sue leghe per saldature di produzione, riparazione e build-up (saldature eseguite con lo scopo di ottenere o ricreare determinate dimensioni)

La norma si applica ai seguenti processi di saldatura (UNI EN ISO 4063):

- Saldatura manuale ad elettrodo rivestito (111)
- Saldatura con filo elettrodo animato autoprotetto (114)
- Saldatura ad arco sommerso (12)
- Saldatura ad arco in gas protettivo con filo elettrodo fusibile (13)
- Saldatura ad elettrodo infusibile sotto protezione di gas inerte (14)
- Saldatura al plasma (15)
- Saldatura alla fiamma ossiacetilenica (311)

NOVITA'

- La norma prevede due livelli di certificazione :
- Livello 1: basato sui criteri base di ASME Sez. IX Code BPVC
- Livello 2: basato sui criteri base della precedente versione UNI EN ISO 15614

NOTA BENE

- **Livello 2 qualifica il livello 1 ma non viceversa**
- Se non diversamente dichiarato su contratti o standard si applica il livello 2
- Solo il livello 2 soddisfa gli ESR dell'annex I point 3.1.2 della Direttiva PED

Specifica preliminare di procedura di saldatura (pWPS)

La specifica preliminare di procedura di saldatura deve essere preparata in conformità alla UNI EN ISO 15609-1 (per le saldature ad arco) o alla UNI EN ISO 15609-2 (per le saldature a gas)

Prove di qualificazione della procedura di saldatura

Il saldatore o l'operatore di saldatura che esegue con esito soddisfacente la prova di procedura di saldatura in conformità alla presente norma è qualificato per il campo di validità appropriato in accordo alla UNI EN ISO 9606 e/o alla EN 14732.

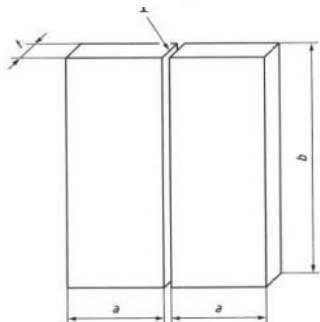
livello 1

Il giunto BW (Testa a testa) qualifica tutte le configurazioni di giunto.

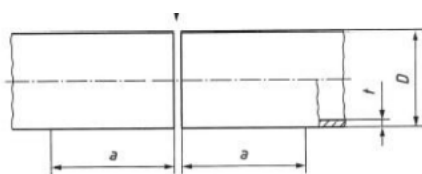
livello 2

Quando una configurazione di giunto non è presente tra gli standard inseriti nella presente norma, la UNI EN ISO 15613 (Qualification based on pre-production welding test) deve essere utilizzata.

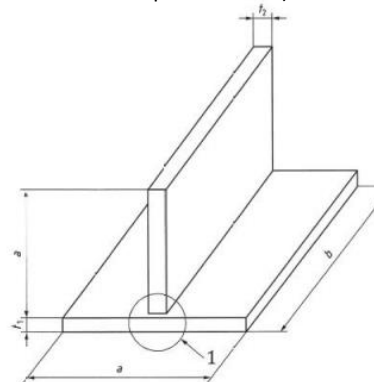
Testa-testa Lamiera



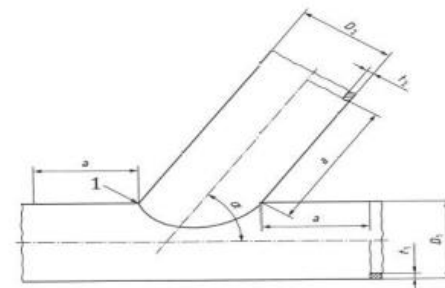
Testa-testa Tubo



T-joint
(può essere a parziale o a piena penetrazione)



Branch connection
(non richiesto per il livello 1)



Il termine «pipe» utilizzato solo o in combinazione con altri termini ha il significato di tubo, tubazione o sezione cava (hollow section) eccetto per le forme quadrate e rettangolari. In questo caso vengono considerate come lamiere.

Le attività di saldatura e le prove di laboratorio devono essere eseguite sotto la supervisione di un esaminatore o un ente terzo (nel caso di qualifiche in regime PED in presenza di un Ente Notificato o Entità terza riconosciuta)

Controlli e prove

Table 1 — For level 1: Examination and testing of the test pieces

Test piece	Type of test	Extent of testing	Footnote
Butt joint with full penetration — Figure 1 and Figure 2	Visual testing	100 %	a
	Transverse tensile test	2 specimens	
	Transverse bend test	4 specimens	
Fillet welds — Figure 3	Visual testing	100 %	b
	Macroscopic examination	2 specimens	
<p>^a For bend tests, see 7.4.2.</p> <p>^b Where mechanical properties are required by an application standard, it shall be tested accordingly. If an additional test piece is needed, the dimensions should be sufficient enough to allow testing of the mechanical properties. For this additional test piece, the welding parameter range, parent material group, filler metal and heat treatment are required to be the same.</p>			

NOTA: eventuali test aggiuntivi distruttivi e non (ad. es: durezza, impact, NDT etc..), se richiesti dal committente dovranno essere eseguiti secondo quanto prescritto per il livello 2 se non diversamente indicato da standard di prodotto o specifiche.

Controlli e prove

Test piece	Type of test	Extent of testing	Footnote
Butt joint with full penetration — Figure 1 and Figure 2	Visual testing	100 %	—
	Radiographic or ultrasonic testing	100 %	a
	Surface crack detection	100 %	b
	Transverse tensile test	2 specimens	—
	Transverse bend test	4 specimens	c
	Impact test	2 sets	d
	Hardness test	required	e
	Macroscopic examination	1 specimen	—
T- joint with full penetration — Figure 3 Branch connection with full penetration — Figure 4 f	Visual testing	100 %	
	Surface crack detection	100 %	b
	Ultrasonic or radiographic testing	100 %	a, g
	Hardness test	required	e
	Macroscopic examination	2 specimens	
Fillet weld — Figure 3 and Figure 4 f	Visual testing	100 %	
	Surface crack detection	100 %	b
	Hardness test	required	e
	Macroscopic examination	2 specimens	

Controlli e prove

Test Supplementari

Codici (ad.es CODAP, AD Merkblätter, ecc) o norme di prodotto (ad.es UNI EN ISO 13445, UNI EN 1090, ecc) possono altresì richiedere test supplementari a quanto richiesto dalla presente norma

Ad es :

- Trazioni longitudinali
- Pieghe longitudinali
- Test di corrosione (SSC, HIC, etc)
- Analisi chimica
- Micro
- Controllo della ferrite
- durezze diverse da HV10
- Cruciform Test

Controlli e prove

Controlli non distruttivi

Tutti gli NDT devono essere eseguiti prima dei tagli per ricavare i provini per i test distruttivi.

Tutti i Trattamenti termici devono essere completati prima di eseguire gli NDT.

Gli standard applicabili sono i seguenti:

- Controllo visivo secondo ISO 17637
- Controllo con liquidi penetranti secondo ISO 3452-1
- Controllo con particelle magnetiche secondo ISO 17638
- Controllo radiografico secondo ISO 17636-1 e ISO 17636-2
- Controllo ultrasonoro secondo ISO 17640

Controlli e prove - Controlli non distruttivi – Livelli di accettabilità

Table 4 — Acceptance levels for imperfections

ISO 5817 Ref. no.	ISO 6520-1 Ref. no.	Designation	Level 1	Level 2 Quality level to ISO 5817
1.1	100	Crack	Not permitted	B (not permitted)
1.5	401	Lack of fusion (incomplete fusion)	Not permitted	B (not permitted)
1.6	4021	Incomplete root penetration	Not permitted	B (not permitted)
1.7	5011 5012	Continuous undercut Intermittent undercut	No specific requirements	C
1.9	502	Excess weld metal (butt weld)	No specific requirements	C
1.10	503	Excessive convexity (fillet weld)	No specific requirements	C
1.11	504	Excess penetration	No specific requirements	C
1.12	505	Incorrect weld toe	No specific requirements	C
^a If required by the application standard or specified, micro crack sensitive materials may need specific examination.				
1.16	512	Excessive asymmetry of fillet weld (excessive unequal leg length)	$h \leq 3 \text{ mm}$	B
1.21	5214	Excessive throat thickness	No specific requirements	C
—	—	All other imperfections ^a	No specific requirements	B
^a If required by the application standard or specified, micro crack sensitive materials may need specific examination.				

NOTE The correlation between the quality levels of ISO 5817 and the acceptance levels of the different NDT techniques is given in ISO 17635.

Campi di validità

Variabili comuni a tutti i processi

- Materiale base
- Spessori
- Diametri
- Angolo del branch connection
- Processo di saldatura
- Posizioni di saldatura
- Tipologia giunto
- Materiale di apporto
- Diametro del materiale di apporto
- Tipo di corrente
- Apporto termico
- Temperatura di preriscaldamento
- Temperatura Interpass
- Post riscaldamento
- Trattamento termico

Campi di validità

MATERIALE BASE

La norma prevede che per limitare il numero di qualifiche la classificazione dei materiali base sia divisa in gruppi secondo la **ISO/TR 15608 Ed.2017**

Le norme **ISO/TR 20172** (materiali europei), **ISO/TR 20173** (materiali americani) e **ISO/TR 20174** (materiali giapponesi) classificano i materiali in base alla normativa di riferimento ed al loro grado.

Campi di validità

MATERIALE BASE Estratto tabella 5

Table 5 — Range of qualification for steel groups and sub-groups^{a,b,c}

Test piece material A	Test piece material B										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	1-1 2-1	1-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		2-1									
		2-2									
3	1-1 2-1 3-1	1-1	1-1	—	—	—	—	—	—	—	—
		2-1	2-1								
		2-2	2-2								
		3-1	3-1								
		3-2	3-2								
		3-3	3-3								
4	4-1	4-1	4-1	4-1	—	—	—	—	—	—	—
		4-2	4-2	4-2							
		4-3	4-3	4-3							
		4-4	4-4	4-4							

^a Test piece materials in groups 1, 2, 3 and 11 qualify the equal or lower specified minimum yield strength steels (independent of the material thickness).

^b Test piece materials in groups 4, 5, 6, 8 and 9 qualify steels in the same sub-group and any lower sub-group within the same group.

^c Test piece materials in groups 7 and 10 qualify steels in the same sub-group.

Campi di validità MATERIALE BASE

Estratto tabella 5



Table 5 (continued)

Test piece material A	Test piece material B										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	5-1	5-2	5-3	5-4	5-1 5-2 5-5	—	—	—	—	—	—
6	6-1	6-1 6-2	6-1 6-2 6-3	6-1 6-2 6-3 6-4	6-1 6-2 6-3 6-4 6-5	6-1 6-2 6-3 6-4 6-5 6-6	—	—	—	—	—
7	7-1	7-1 7-2	7-1 7-2 7-3	7-4	7-5	7-5 7-6	7-7	—	—	—	—
8	8-1	8-1 8-2	8-1 8-2 8-3	8-4	8-1 8-2 8-4 8-5 8-6	8-1 8-2 8-4 8-5 8-6	8-7	8-8	—	—	—
9	9-1	9-1 9-2	9-1 9-2 9-3	9-4	9-5	9-6	9-7	9-8	9-9	—	—
10	10-1	10-1 10-2	10-1 10-2 10-3	10-4	10-1 10-2 10-3 10-4 10-6	10-1 10-2 10-4 10-6	10-7	10-8	10-9	10-10	—
11	11-1 1-1	11-1 11-2	11-1 11-2 11-3	11-4	11-5	11-6	11-7	11-8	11-9	11-10	1-1 11-1 11-11

^a Test piece materials in groups 1, 2, 3 and 11 qualify the equal or lower specified minimum yield strength steels (independent of the material thickness).

^b Test piece materials in groups 4, 5, 6, 8 and 9 qualify steels in the same sub-group and any lower sub-group within the same group.

^c Test piece materials in groups 7 and 10 qualify steels in the same sub-group.

Campi di validità

SPESSORI

1. Gli spessori impiegati in produzione non devono eccedere quelli qualificati.
2. Entrambi gli spessori dei materiali base devono rientrare dentro i limiti di qualifica, eccetto per i giunti in produzione eseguiti su spessori dissimili non c'è limite sulla parte più spessa se la qualifica è stata fatta su un 30 mm o superiore.
3. Nei multi processo il metallo depositato per ogni singolo processo sarà la base di qualifica per il processo singolo (deve essere registrato in qualifica).

Campi di validità

LIMITAZIONI

Livello 1

- 1) Ogni BW o FW qualifica qualsiasi FW in termini di spessori materiali base e altezza di gola.
- 2) Per i processi 114, 12, 13 per ogni passata singola di spessore superiore a 13 mm il limite massimo qualificato del materiale base è di 1.1 t
- 3) Il diametro non è una variabile essenziale (qualifica tutti i diametri)
- 4) L'angolo del branch non è una variabile essenziale (non si esegue in qualifica)
- 5) Se in produzione sono richiesti requisiti di resilienza:
 - Per spessori superiori a 16 mm il minimo qualificato è 16 mm
 - Per spessori inferiori a 16 mm il minimo qualificato è lo spessore del provino
 - Per spessori inferiori a 6 mm il minimo qualificato è 0,5t

Campi di validità

LIMITAZIONI

Livello 2

- 1) Se un FW è qualificato tramite BW si applica la tabella dei FW
- 2) Il campo di validità dei diametri è definito dalla tabella 9
- 3) Un BW eseguito su tubi qualifica tubi e lamiera,
- 4) Un BW eseguito su lamiera qualifica tubi di diametro > 500 mm in posizione fissa o 150 mm se saldato nelle posizioni PC, PH rotanti o PA rotanti
- 5) Per i branch connection se α (angolo del tubo) è compreso tra 60° e 90° il campo di validità è compreso tra 60 e 90° . Se $\alpha < 60$ il campo di copertura sarà da α a 90°

Campi di validità RANGE SPESSORI

Table 7 — Range of qualification for butt welds material thickness and deposited metal thickness

Dimensions in millimetres

Thickness of test piece t	Range of qualification			Deposited weld metal thickness for each process s
	Level 1	Parent material thickness		
		Level 2 Single run	Level 2 Multi-run	
$t \leq 3$	0,5 t to 2 t			max. 2 s
$3 < t \leq 12$	1,5 to 2 t	0,5 t (3 min) to 1,3 t	3 to 2 t^a	max. 2 s^a
$12 < t \leq 20$	5 to 2 t	0,5 t to 1,1 t	0,5 t to 2 t	max. 2 s
$20 < t \leq 40$	5 to 2 t	0,5 t to 1,1 t	0,5 t to 2 t	max. 2 s when $s < 20$ max. 2 t when $s \geq 20$
$40 < t \leq 100$	5 to 200	—	0,5 t to 2 t	max. 2 s when $s < 20$ max. 200 when $s \geq 20$
$100 < t \leq 150$	5 to 200	—	50 to 2 t	max. 2 s when $s < 20$ max. 300 when $s \geq 20$
$t > 150$	5 to 1,33 t	—	50 to 2 t	max. 2 s when $s < 20$ max. 1,33 t when $s \geq 20$

^a For level 2: when impact requirements are specified but impact tests have not been performed, the maximum thickness of qualification is limited to 12 mm.

Campi di validità RANGE SPESSORI

Table 8 — For level 2: Range of qualification for material thickness and throat thickness of fillet welds

Dimensions in millimetres

Thickness of test piece <i>t</i>	Material thickness ^a	Range of qualification	
		Single run	Throat thickness Multi-run
$t \leq 3$	$0,7 t$ to $2 t$	$0,75 a$ to $1,5 a$	No restriction
$3 < t < 30$	3 to $2 t$		
$t \geq 30$	≥ 5		

Where a fillet weld is qualified by means of a butt weld test, the throat thickness range shall be based on the thickness of the deposited weld metal.

NOTE *a* is the nominal throat thickness as specified in pWPS for the test piece.

^a In case of different material thicknesses, the range of qualification of both thicknesses of the test pieces shall be calculated separately.

Campi di validità RANGE DIAMETRI

Table 9 — For level 2: Range of qualification for pipe and branch connection diameters

Dimensions in millimetres

Diameter of the test piece	Range of qualification
D	$\geq 0,5 D$
<p>NOTE 1 For hollow section other than circular (for example, elliptic), D is the dimension of the smaller side.</p> <p>NOTE 2 D is the outside diameter for the pipe of a butt weld or the outside diameter of the branch pipe for a branch connection (see Figure 4, outside diameter D_2).</p>	

Campi di validità

COMUNI A TUTTI I PROCESSI DI SALDATURA

La qualifica processo è valida per il processo/i usati in fase di qualifica

Una saldatura di produzione in multi processo può essere qualificata con una procedura multi processo oppure con più qualifiche in singolo processo

Livello 1

Il grado di meccanizzazione non è una variabile essenziale

Quando una qualifica è eseguita in multi processo ogni singolo processo può essere utilizzato individualmente o in combinazioni differenti purché :

- Le variabili associate ad ogni singolo processo siano riportate in pWPS
- Gli spessori del materiale base e lo spessore depositato per ogni singolo processo o tipo di consumabile coprano il campo di validità degli spessori qualificati

Campi di validità

COMUNI A TUTTI I PROCESSI DI SALDATURA

Livello 2

Ogni di grado di meccanizzazione deve essere qualificato indipendentemente. Quando una qualifica è eseguita in multi processo la procedura è valida solo per quella sequenza di processi di saldatura e nel campo di validità del materiale depositato.

In produzione la ripresa a rovescio è permessa utilizzando uno dei procedimenti usato in qualifica.

Campi di validità POSIZIONI DI SALDATURA

Quando non sono richiesti requisiti di resilienza e durezza una saldatura eseguita in una qualsiasi posizione qualifica tutte le posizioni.

Per qualificare tutte le posizioni le seguenti richieste devono essere soddisfatte:

- Le resilienze devono essere prelevate nel punto di massimo apporto termico
- Le durezza devono essere prelevate nel punto di minimo apporto termico

Di conseguenza per soddisfare entrambi i requisiti di durezza e resilienza devono essere realizzati due saggi di saldatura (1 in posizione di massimo apporto termico e 1 in posizione di minimo apporto termico). Si devono fare i CND in entrambi i saggi.

Per i BW lamiera il massimo apporto termico è normalmente in posizione PF e PA mentre il minimo è in posizione PC e PE.

Per i duplex (gruppo 10) sia il minimo che il max H.I. devono essere soggetti ad impact test.

Le posizioni verticale discendenti (PG, PJ, JL045) devono essere qualificate separatamente

Campi di validità TIPO DI GIUNTO SALDATO

Livello 1

- I giunti BW a completa penetrazione qualificano quelli a parziale penetrazione, branch e i FW;
- I giunti FW qualificano solo i FW;
- I giunti ss nb qualificano i bs e ss mb;
- I giunti ss mb qualificano bs e **ss nb (errore della norma)**;
- I giunti bs con o senza solcatura qualificano bs e ss mb;
- I giunti bs senza solcatura qualificano quelli con la solcatura al rovescio;
- Qualora siano richiesti requisiti di impact test o durezza non si può passare da single a multi run e viceversa;
- Le saldature di build up (ripristino) sono qualificate con un butt weld;

Campi di validità TIPO DI GIUNTO SALDATO

Livello 2

- I giunti BW a completa penetrazione qualificano quelli a completa penetrazione e a parziale penetrazione e FW;
- Se la maggioranza dei giunti di produzione è FW, un saggio in FW o T-Joint è richiesto;
- BW su tubo qualificano i branch con angolo $\geq 60^\circ$;
- T-Joint in piena penetrazione qualificano piena e parziale penetrazione e FW ma non vice versa;
- FW qualificano solo FW;
- I giunti ss nb qualificano bs e ss mb;
- I giunti ss mb qualificano bs;

Campi di validità TIPO DI GIUNTO SALDATO

Livello 2

- I giunti bs senza rimuovere la prima passata qualificano bs con rimozione della prima passata;
- I giunti bs con o senza solcatura al rovescio qualificano le ss mb;
- Qualora siano richiesti requisiti di impact test o durezze non si può passare da single a multi run e viceversa;
- Build up è qualificato con un BW;
- L'imbruttatura deve essere qualificata con un test separato in combinazione con un butt weld.

Campi di validità MATERIALI D'APPORTO

Livello 1

- La nuova 15614-1 Ed.2017 prevede per il livello 1 il raggruppamento dei materiali d'apporto con l'F-Number e l'A-Number così come già previsto dal codice ASME IX;
- Un cambio di F-Number e/o di A-Number richiede una nuova qualifica
- Qualora non sia stato assegnato un F-Number e A-Number, un cambio di fabbricante o di nome commerciale richiedono una nuova qualifica (not assigned).

Campi di validità MATERIALI D'APPORTO Livello 1

(Estratto Tabella A.1)

Table A.1 — For level 1: Grouping of filler metals and electrodes for qualification (grouping of welding electrodes and rods for qualification)

Steels			
F-No.	International Standard	A Classification by yield strength (or nom. comp.)	B Classification by tensile strength (or alloy type)
1	ISO 2560	E _{XXx} A13, E _{XXx} A33, E _{XXx} RR4, E _{XXx} -RA54, E _{XXx} B53	E _{XX} 20, E _{XX} 24, E _{XX} 27, E _{XX} 28
	ISO 3581	E _{XX} XX B _x 3, E _{XX} XX R _x 3	ES _{XXX} (X)-25, ES _{XXX} (X)-26
	ISO 2560	E _{XXx} Mo	E _{XX} 20-1M3, E _{XX} 27-1M3
2	ISO 2560	E _{XXx} R12, E _{XXx} R32, E _{XXx} RA12	E _{XX} 12, E _{XX} 13, E _{XX} 14, E _{XX} 19
	ISO 2560	—	E _{XX} 13-XX
3	ISO 2560	E _{XXx} C21, E _{XXx} C11	E _{XX} 10, E _{XX} 11
	ISO 2560	E _{XXx} MoC21, E _{XXx} MoC11	E _{XX} 10-XX, E _{XX} 11-XX
4	ISO 2560	E _{XXx} B22, E _{XXx} B12, E _{XXx} B32, E _{XXx} B35	E _{XX} 15, E _{XX} 16, E _{XX} 18, E _{XX} 48
	ISO 3581 other than austenitic and duplex	E13 XX B _x 1, E13 XX R _x 1 E17 XX B _x 1, E17 XX R _x 1	ES4 _{XX} (X)-15, ES4 _{XX} (X)-16, ES4 _{XX} (X)-17 ES6 _{XX} (X)-15, ES6 _{XX} (X)-16, ES6 _{XX} (X)-17
	ISO 3580	E _{XXX} B	E _{XX} 15-XX, E _{XX} 16-XX, E _{XX} 18-XX
	ISO 18275	E _{XXXx} 1.5NiMo B	E _{XX} 18-N3M1, E _{XX} 18-N3M2
	ISO 2560 ISO 18275	E _{XXx} Mn2NiCrMo B, E _{XXx} Mn2Ni1CrMo B	E _{XX} 18-N4CM2, E _{XX} 18-N4CM2M2

Campi di validità MATERIALI D'APPORTO Livello 1 (Estratto Tabella A.1)

Steels			
F-No.	International Standard	A	B
		Classification by yield strength (or nom. comp.)	Classification by tensile strength (or alloy type)
5	ISO 3581 austenitic and duplex	EXX XX Bx1, EXX XX Rx1	ESXXX(X)-15, ESXXX(X)-16, ESXXX(X)-17
6	ISO 14343	All classifications	All classifications
	ISO 14171	All classifications	All classifications
	ISO 14341	All classifications	All classifications
	ISO 636	All classifications	All classifications
	ISO 17632	All classifications	All classifications
	ISO 17633	All classifications	All classifications
	ISO 24598	All classifications	All classifications
	ISO 26304	All classifications	All classifications
	ISO 16834	All classifications	All classifications
	ISO 21952	All classifications	All classifications
	ISO 17634	All classifications	All classifications
	ISO 18276	All classifications	All classifications

Campi di validità MATERIALI D'APPORTO Livello 1

Table A.2 — For level 1: Grouping of ferrous weld metal by chemical analysis (not applicable to nonferrous materials)

A-No.	Type of weld metal	Chemical composition, weight percent ^a					
		C	Cr	Mo	Ni	Mn	Si
1	Mild steel (non-alloy steel)	0,20	0,20	0,30	0,50	1,60	1,00
2	Carbon-molybdenum	0,15	0,50	0,40 to 0,65	0,50	1,60	1,00
3	Chrome (0,4 % to 2 %)-molybdenum	0,15	0,40 to 2,00	0,40 to 0,65	0,50	1,60	1,00
4	Chrome (2 % to 4 %)-molybdenum	0,15	2,00 to 4,00	0,40 to 1,50	0,50	1,60	2,00
5	Chrome (4 % to 10,5 %)-molybdenum	0,15	4,00 to 10,50	0,40 to 1,50	0,80	1,20	2,00
6	Chrome-martensitic	0,15	11,00 to 15,00	0,70	0,80	2,00	1,00
7	Chrome-ferritic	0,15	11,00 to 30,00	1,00	0,80	1,00	3,00
8	Chromium-nickel	0,15	14,50 to 30,00	4,00	7,50 to 15,00	2,50	1,00
9	Chromium-nickel	0,30	19,00 to 30,00	6,00	15,00 to 37,00	2,50	1,00
10	Nickel to 4 %	0,15	0,50	0,55	0,80 to 4,00	1,70	1,00
11	Manganese-molybdenum	0,17	0,50	0,25 to 0,75	0,85	1,25 to 2,25	1,00
12	Nickel-chrome-molybdenum	0,15	1,50	0,25 to 0,80	1,25 to 2,80	0,75 to 2,25	1,00

^a Single values are maximum values.

NOTE Only listed elements are used to determine A-numbers.

Campi di validità MATERIALI D'APPORTO

Livello 2

- Un materiale d'apporto copre un altro materiale d'apporto, secondo la designazione in accordo allo standard nazionale, con le stesse proprietà meccaniche, stesso tipo di rivestimento o flusso, stesso contenuto di idrogeno diffusibile e stessa composizione chimica;
- Qualora siano richiesti **requisiti di resilienza ad una temperatura al di sotto dei -20°C** per i processi 111, 114, 12, 136 e 132 il campo di applicazione è ristretto al nome commerciale. Ciò non si applica ai processi a filo pieno per i quali è sufficiente la stessa composizione chimica.

Campi di validità DIAMETRO MATERIALI D'APPORTO

Nessuna restrizione se si rispetta l'apporto termico qualificato (non ci sono limiti di dimensioni se non sono richieste resilienze e durezza).

Campi di validità TIPO DI CORRENTE

La WPQR copre il tipo di corrente utilizzata durante il test di qualifica (AC-DC). Per il processo 111 la corrente AC qualifica DC in entrambe le polarità, a meno che non siano presenti requisiti di resilienze.

Campi di validità APPORTO TERMICO (ENERGIA D'ARCO)

Una grossa novità inclusa nella presente norma è che il calcolo dell'apporto termico può essere sostituito dall'energia dell' arco (J/mm) calcolata secondo ISO/TR 18491.

Nel calcolo dell'apporto termico deve essere considerato il fattore k secondo ISO/TR 17671-1 (ex EN 1011-1).

Il calcolo dell'apporto termico o energia dell'arco devono essere registrati sul verbale di procedura di qualifica.

L'approccio più comune per calcolare l'apporto termico per la saldatura controllata non waveform è quello di utilizzare la corrente di saldatura, la tensione e la velocità di saldatura.

Campi di validità APPORTO TERMICO estratto EN 1011-1

19

APPORTO TERMICO SPECIFICO

L'apporto termico specifico durante la saldatura può costituire un fattore di influenza essenziale per le caratteristiche delle saldature. Esso influenza i cicli temperatura-tempo durante la saldatura.

Quando si usa questo fattore, il valore Q dell'apporto termico specifico può essere calcolato come segue (vedere anche prospetto 1):

$$Q = k \frac{U \cdot I}{v} \cdot 10^{-3} \text{ in kJ/mm}$$

prospetto 1 **Rendimento termico k del procedimento di saldatura**

N° procedimento	Procedimento	Fattore k
121	Saldatura ad arco sommerso con filo elettrodo	1,0
111	Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti	0,8
131	Saldatura ad arco in gas inerte con filo elettrodo fusibile; saldatura MIG	0,8
135	Saldatura ad arco in gas protettivo attivo con filo elettrodo fusibile; saldatura MAG	0,8
114	Saldatura ad arco con filo elettrodo animato senza gas protettivo	0,8
136	Saldatura ad arco in gas protettivo attivo con filo elettrodo animato contenente flusso	0,8
137	Saldatura ad arco in gas inerte con filo elettrodo animato contenente flusso	0,8
138	Saldatura ad arco in gas protettivo attivo con filo elettrodo animato contenente polvere metallica	0,8
139	Saldatura ad arco in gas inerte con filo elettrodo animato contenente polvere metallica	0,8
141	Saldatura ad arco in gas inerte con elettrodo di tungsteno; saldatura TIG	0,6
15	Saldatura al plasma	0,6

Campi di validità APPORTO TERMICO (ENERGIA D'ARCO)

Questo metodo è adatto per calcolare l'apporto termico in una semplice saldatura a corrente continua, incluso il trasferimento short arc del processo 13 e la saldatura manuale.

Può anche essere adatto per saldatura in AC.

Tuttavia, nella saldatura a «forma d'onda controllata», che utilizza uscite in rapida trasformazione, può essere che i calcoli sopra riportati non rappresentino correttamente l'apporto termico.

In questo caso un buon metodo utilizzato è quello di calcolare la «potenza o energia istantanea» in accordo alla ISO/TR 18491.

Formula (2) gives the arc energy using instantaneous energy. Formula (3) gives the arc energy using instantaneous power.

$$E = \frac{IE}{L} \times 10^{-3}$$

$$E = \frac{IP}{v} \times 10^{-3}$$

Campi di validità APPORTO TERMICO (ENERGIA D'ARCO)

Livello 1

Se sono richiesti requisiti di resilienza, in produzione non si deve superare il massimo apporto termico calcolato durante la fase di qualifica

Livello 2

Se si applicano i requisiti di resilienza il limite superiore è +25% rispetto a quello di qualifica, se si applicano requisiti di durezza il limite è -25%.

Se una qualifica è eseguita sia con il massimo apporto termico che con il minimo tutti i valori intermedi sono qualificati.

Campi di validità TEMPERATURA DI PRERISCALDO

Una diminuzione fino 50°C nella temperatura riportata in WPQR non richiede una nuova qualifica;

Una diminuzione è permessa solo se i requisiti di preriscaldamento (specialmente per gli spessori combinati) sono soddisfatti (ISO TR 17671-2 o EN 1011-2).

Campi di validità TEMPERATURA DI INTERPASS

Un incremento superiore a 50°C dalla temperatura registrata in WPQR richiede una nuova qualifica;

Nel caso in cui venga applicato un incremento intenzionale dell'interpass (esempio per le passate di finitura per ridurre i valori di durezza in ZTA). Le due temperature (riempimento e finitura) devono essere riportate in qualifica.

Livello 1

La variabile non si applica quando non sono richiesti requisiti di resilienza.

Livello 2

Il limite superiore di interpass è la temperatura maggiore riportata in WPQR per i materiali 8, 10 e dal 41 al 48.

Per entrambi i livelli

L'interpass non è una variabile essenziale quando è applicato un PWHT sopra la temperatura massima di trasformazione (ricristallizzazione) o quando un materiale del gruppo 8 subisce una solubilizzazione (come il codice Asme IX).

Campi di validità TEMPERATURA DI POST RISCALDO

Livello 1

Non è una variabile essenziale.

Livello 2

La temperatura e la durata non devono essere ridotte.

Il post riscaldamento non può essere omesso ma può essere aggiunto.

Campi di validità TRATTAMENTO TERMICO DOPO SALDATURA

Una qualifica di procedimento effettuata senza trattamento termico non permette in produzione l'esecuzione del PWHT e viceversa.

Una procedura di qualifica è richiesta quando sono presenti le seguenti condizioni:

- a) Per gli acciai (dal gruppo 1 al 11 escluso il gruppo 8)
 - Un PWHT sotto la temperatura minima di trasformazione (ad es. distensione)
 - Un PWHT sopra la temperatura massima di trasformazione (ad es. normalizzazione)
 - Un PWHT sopra la temperatura massima seguito da un secondo sotto la temperatura minima (ad es. bonifica)
 - Un PWHT compreso tra la temperatura minima e massima di trasformazione

Livello 2 La temperatura deve essere $\pm 20^{\circ}\text{C}$ di quella in WPQR se non diversamente indicato. Dove richiesto le temperature di riscaldamento, raffreddamento e tempo di permanenza devono essere correlate al prodotto

- b) Per gli acciai austenitici e le leghe di Nickel (gruppo 8 e dal 41 al 48)
 - Un PWHT all'interno di specifici range di temperature

Campi di validità VARIABILI ESSENZIALI PROCESSO 12

Livello 1 (estratto variabili)

- a) Una modifica del nome commerciale del flusso per i depositi ricadenti in A-No 8 e 9;
- b) Se una WPS deve essere qualificata con impact test ogni modifica della classificazione del filo/flusso o una modifica del nome commerciale del filo o del flusso se non classificati richiede una nuova WPQR. Non sono richieste nuove WPQR se filo e flusso sono classificati e si passa da un livello di idrogeno diffusibile ad un altro.

Campi di validità VARIABILI ESSENZIALI PROCESSO 12

Livello 2

- a) Qualsiasi variazione del processo 12 (da 121 a 126) deve essere qualificato separatamente. Ogni modifica al numero di elettrodi o tipologia di filo (freddo o caldo) richiede una nuova qualifica.
- b) La WPQR è ristretta al fabbricante, nome commerciale e designazione del flusso utilizzato;

Campi di validità VARIABILI ESSENZIALI PROCESSO 13

Livello 1

- a) L'aggiunta o l'eliminazione del $\pm 10\%$ del volume di materiale di saldatura supplementare richiede un nuovo saggio di qualifica;
- b) Quando il contenuto di lega è influenzato dal materiale supplementare ogni modifica al processo che influenza la composizione chimica al di fuori dei limiti della WPS richiede un nuovo saggio di qualifica;
- c) Quando sono richiesti requisiti di Impact test una riqualifica deve essere eseguita quando si passa da singolo elettrodo a multi elettrodo e vice versa.

Livello 2

La qualifica è ristretta al sistema di fili utilizzato durante il test (es singolo filo o multi filo).

Campi di validità VARIABILI ESSENZIALI PROCESSO 13

Per entrambi i livelli

Gas

La qualifica è ristretta alla composizione nominale del gas utilizzato durante la qualifica. La designazione ISO 14175 può essere utilizzata come composizione del gas.

Il contenuto di CO₂ può variare del $\pm 20\%$ da quello usato in qualifica;

L'aggiunta o l'eliminazione del massimo 0,1% di ogni componente gassoso non richiede nuove qualifiche.

Modalità di trasferimento

- a) Per i processi 135 e 138 la modalità short arc qualifica solo se stessa. Le modalità spray, pulsato o globular qualificano spray, pulsato e globular.

Campi di validità VARIABILI ESSENZIALI PROCESSO 13

Livello 2

Transfer mode

Quando è utilizzato un generatore con forma di onda controllata il costruttore e il sistema di controllo forma dell'onda devono essere riportati in WPQR e **diventano variabili essenziali**.

Esempi di forma d'onda controllata (STT, CMT, Superpulse, WISEROOT).

Quando è utilizzato un generatore di corrente pulsata senza il controllo della forma dell'onda il fabbricante del generatore e altre informazioni essenziali devono essere riportate in WPQR, **ma non sono variabili essenziali**.

Quando è utilizzato un generatore senza corrente pulsata e senza controllo della forma dell'onda è richiesta in WPQR una identificazione del fabbricante che **non è una variabile essenziale**.

Campi di validità VARIABILI ESSENZIALI PROCESSO 14

Entrambi i livelli

La qualifica è legata alla composizione nominale del gas utilizzato durante il test di prova.

È permessa una variazione della percentuale di miscela con elio relativamente alla composizione nominale del $\pm 10\%$.

Una variazione intenzionale del $\pm 0,1\%$ di ogni gas non richiede una nuova qualifica.

Saldatura con materiale d'apporto non qualifica senza materiale d'apporto e viceversa.

Campi di validità VARIABILI ESSENZIALI PROCESSO 15

Entrambi i livelli

La qualifica è legata alla composizione nominale del gas plasma e del gas di protezione utilizzato durante il test di prova.

Saldatura con materiale d'apporto non qualifica senza materiale d'apporto e viceversa.

Se sono richiesti requisiti di resilienza il cambio della preparazione del giunto richiede un nuovo saggio di qualifica.

Campi di validità GAS DI PROTEZIONE AL ROVESCIO

Livello 1

Per materiali del gruppo 7.1 e dal 41 al 48 l'eliminazione del gas al rovescio o una sua variazione nella composizione nominale da inerte ad attivo richiede una nuova qualifica, l'aggiunta del backing gas invece no.

Per gli altri gruppi di materiali \pm backing gas non richiede una nuova qualifica.

Campi di validità GAS DI PROTEZIONE AL ROVESCIO

Livello 2

Le qualifiche BW senza gas backing qualificano le BW con gas backing dei gruppi I, N1, N2, N3 ma no vice versa.

Il gruppo principale del backing gas qualifica tutti i sottogruppi.

Ogni modifica della classificazione del backing gas per i materiali dei gruppi 7 e 10 richiede una nuova qualifica.

Se la produzione è eseguita con un materiale di supporto a rovescio di spessore superiore a 5 mm l'eliminazione del gas backing è accettata.



**Specifica e qualificazione delle procedure di saldatura per
materiali metallici Parte 1
ISO 15614-1: 2017**

FINE