

# Istruzioni per la saldatura di testa

Il processo di saldatura, ad elementi termici per contatto, "testa a testa" è il procedimento di giunzione di due elementi (tubi e/o raccordi) di uguale diametro e spessore in cui le superfici da saldare sono riscaldate fino a fusione per contatto con un elemento termico e successivamente, dopo l'allontanamento di questo, sono unite a pressione per ottenere la saldatura.

Le istruzioni qui di seguito riportate sono da considerarsi solamente come riferimento. Gli installatori dovranno essere adeguatamente istruiti e conoscere approfonditamente la corretta procedura da seguire in accordo alla saldatrice che si sta usando.

## Verifiche preliminari alla saldatura

Per garantire una buona giunzione, prima di procedere con la saldatura occorre:

- Verificare che i valori della temperatura ambiente siano compresi tra +5 °C e +40 °C.
- Effettuare la verifica dimensionale (eccessiva ovalizzazione) degli elementi da saldare.
- Verificare la temperatura di lavoro del termoelemento con un termometro a contatto tarato. Questa misurazione deve avvenire dopo 10 minuti dal raggiungimento della temperatura nominale, permettendo così al termoelemento di riscaldarsi in modo omogeneo sulla intera sezione. La temperatura di fusione dovrebbe essere compresa tra 200 e 220°C.
- Controllare la superficie del termoelemento (integrità dello strato antiaderente) ed assicurarsi della sua pulizia tramite l'uso di carta morbida o panni esenti da filacce.
- Controllare il corretto funzionamento della macchina saldatrice.
- Verificare lo stato di efficienza dei supporti a ganasce della saldatrice, affinché possa essere assicurato il corretto allineamento dei pezzi da saldare e il parallelismo delle superfici a contatto.
- Verificare la forza di trascinamento del carrello mobile, sia come attrito proprio che in relazione al carico movimentato (tubi o raccordi).
- Verificare l'efficienza della strumentazione di misura (manometro e temporizzatore).
- Controllare che i tubi e/o i raccordi da saldare siano dello stesso diametro e spessore (stesso SDR).

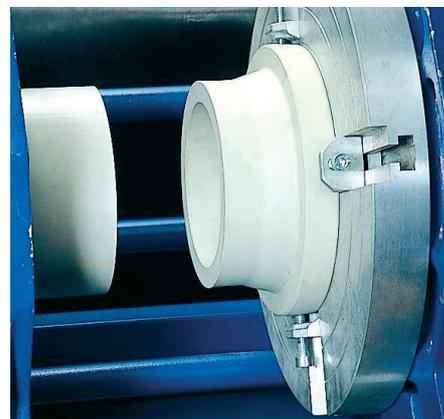


Fig. 1



Fig. 2

## Preparazione per la saldatura

• **Pulizia delle superfici:** prima di effettuare il posizionamento dei pezzi da saldare, è necessario rimuovere ogni traccia di sporcizia, unto, grasso, polvere o altro, sia dalla superficie esterna che interna delle estremità, impiegando un panno pulito, esente da filacce, imbevuto di adeguato liquido detergente.

Sulla scelta del tipo di liquido detergente è raccomandabile far ricorso a prodotti consigliati direttamente dai produttori del settore: tricloro-etano, clorotene, alcool etilico, alcool isopropilico sono da considerarsi sostanze idonee all'uso.

• **Bloccaggio delle estremità:** il bloccaggio degli elementi da saldare deve avvenire in modo tale che il disassamento non superi il 10% dello spessore (fig. 1).

• **Fresatura dei lembi da saldare:** per poter garantire un adeguato piano parallelismo e, condizione non meno importante, per eliminare la pellicola di ossido formatasi, le estremità dei due elementi da saldare devono essere fresate. Al termine di questa operazione, portando a contatto le due estremità, la luce tra i lembi non deve superare il valore di 0.5mm. Il truciolo di fresatura deve formarsi in modo continuo su entrambi i lembi da saldare (fig. 2). A tal proposito è sempre opportuno, terminata la fresatura, esaminare il truciolo per verificare l'assenza di difetti di fabbricazione. I trucioli devono essere rimossi dalla superficie interna dei componenti da saldare impiegando una spazzola o uno straccio pulito.

In ogni modo le superfici fresate non devono essere più toccate con mano o sporcate in altro modo: a tal fine le operazioni di saldatura devono seguire immediatamente la fase di preparazione, ricorrendo, qualora tracce di polvere si possano essere depositate, nel frattempo, sulle superfici fresate, alla pulizia con panno imbevuto di liquido detergente.

## Procedura di saldatura

La saldatura di giunti di testa di tubi e/o raccordi con procedimento ad elementi termici per contatto deve essere eseguita realizzando in modo corretto le differenti fasi del ciclo di saldatura qui di seguito riportate e descritte nelle tabelle "Ciclo di saldatura" prestando attenzione ai valori riportati in tabella.

- **Equalizzazione:** come mostrato nel ciclo di saldatura, l'equalizzazione è il primo step, dove i due lembi da saldare sono accostati al termoelemento ad una pressione pari a  $p_1 + p_t$ , per il tempo necessario, al fine di creare un bordino uniforme sia interno che esterno (fig. 3).

Questa fase di equalizzazione termina quando le altezze dei cordoli su tutta la circonferenza del tubo hanno raggiunto i valori specificati nella tabella. Il valore della pressione di equalizzazione deve essere tale per cui le superfici da saldare, a contatto con il termoelemento, siano soggette alla pressione descritta nella tabella: per ottenere tale condizione, il valore di pressione  $p_1$  deve essere ricavato dalle tabelle fornite dal costruttore della saldatrice, perchè esso dipende, a parità di diametro e spessore degli elementi da saldare, dalla sezione del cilindro di spinta del circuito di comando della saldatrice e, quindi, può variare a seconda del modello di attrezzatura impiegata. Con il simbolo  $p_t$  si indica la pressione di trascinamento necessaria a vincere gli attriti dovuti alla saldatrice ed al peso della tubazione bloccata sulla guida mobile che ostacolano il libero movimento della guida stessa. Tale valore è misurato direttamente sul manometro in dotazione alla macchina, muovendo la guida mobile (fig. 4). In ogni modo esso non deve risultare superiore al valore della pressione  $p_1$ : in questo caso è necessario ricorrere all'impiego di carrelli mobili o sospensori oscillanti per facilitare lo spostamento della tubazione.

- **Preriscaldamento:** dopo la formazione del bordino, si abbassa la pressione (10% del valore precedente) permettendo in tal modo al materiale di scaldarsi uniformemente anche in profondità.

- **Rimozione del termoelemento:** questa fase deve essere eseguita nel più breve tempo possibile, allontanando i lembi da saldare dal termoelemento, estraendo senza danneggiare le superfici rammollite, e riaccostando immediatamente i lembi da saldare. Tale operazione deve essere rapida per evitare un eccessivo raffreddamento dei lembi (la temperatura superficiale si raffredda in 3 secondi di 17 °C).

- **Raggiungimento della pressione di saldatura:** i lembi vanno posti a contatto, incrementando progressivamente la pressione al valore  $(p_5 + p_t)$ , dove  $p_5 = p_1$  e  $p_t$  è la pressione di trascinamento (fig. 5).

- **Saldatura:** La pressione di saldatura deve essere mantenuta per il tempo descritto in tabella nella colonna "tempo di raffreddamento" (fig. 6).

- **Raffreddamento:** terminata la fase di saldatura, la pressione di contatto viene annullata ed il giunto può essere rimosso dalla saldatrice, ma non deve essere, in ogni caso, sollecitato meccanicamente fino al suo completo raffreddamento. Il tempo richiesto per ottenere un raffreddamento completo è indicato in tabella nella colonna "Tempo di raffreddamento" ..

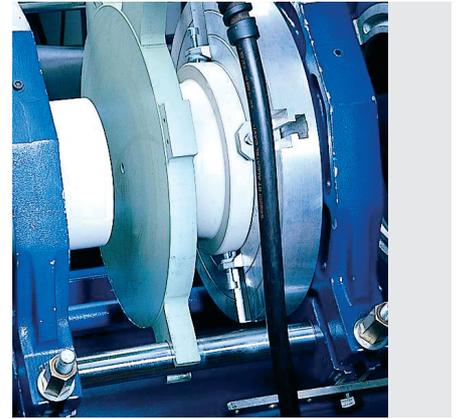


Fig. 3

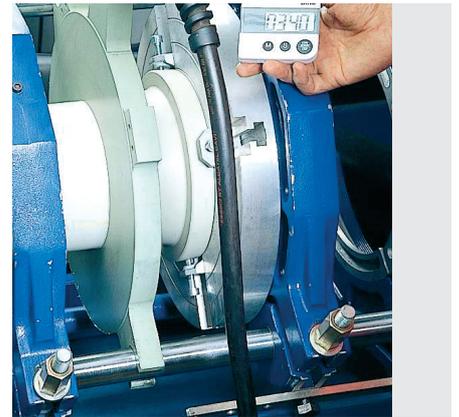


Fig. 4

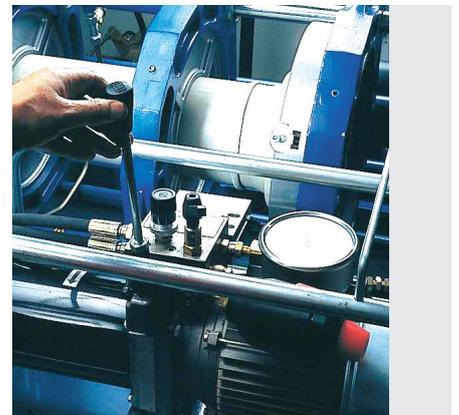
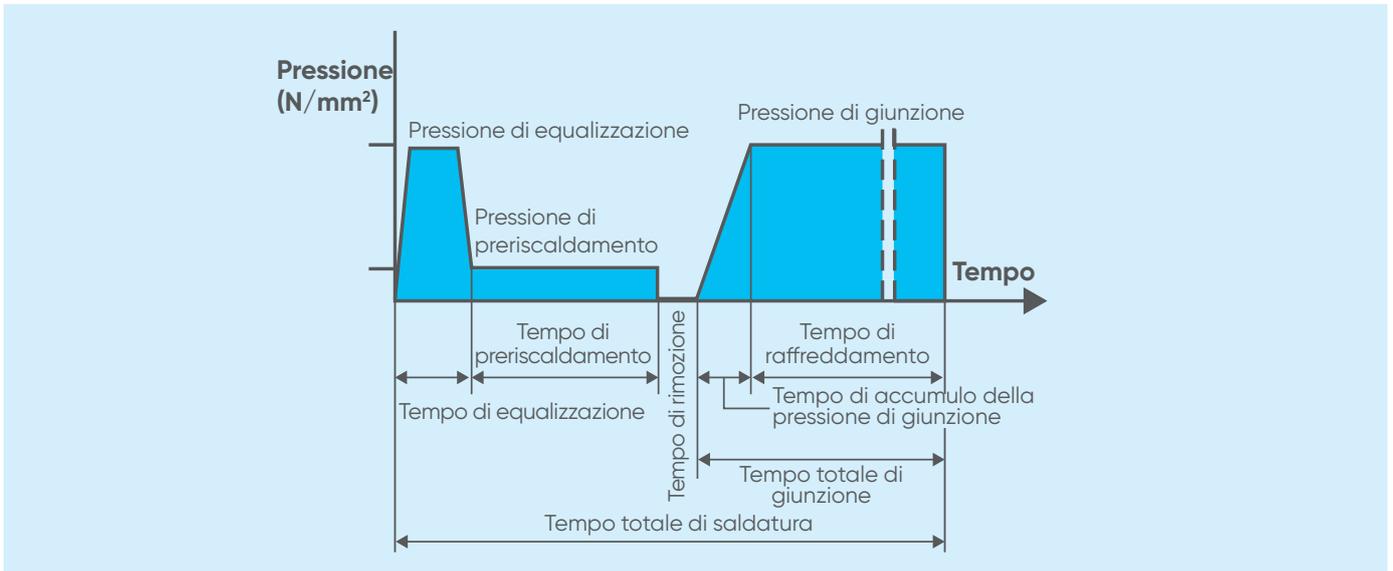


Fig. 5



Fig. 6

## Ciclo di saldatura



Valori di riferimento per la saldatura di testa di tubi e parti di tubi in polipropilene con movimento moderato dell'aria (i valori intermedi possono essere interpolati)

Spessore nominale della parete (mm)	Equalizzazione Altezza del cordolo sull'elemento termico alla fine del tempo di equalizzazione (valori minimi) (equalizzazione $p=0,15\pm 0,01$ N/mm <sup>2</sup> ) (mm)	Preriscaldamento Tempo di preriscaldamento=10x spessore nominale della parete (preriscaldamento $p\leq 0,01$ N/mm <sup>2</sup> ) (sec)	Rimozione Tempo di rimozione (massimo) (sec)	Giunzione tempo di accumulo della pressione (tempo massimo, può essere inferiore fino al 50%) (sec)	Tempo di raffreddamento (valori minimi) alla pressione di giunzione $p=0,15\pm 0,01$ N/mm <sup>2</sup> (min)
fino a 4,5	0,5	fino a 53	5	6	tabella a lato
4,5 - 7	0,5	53 - 81	5 - 6	6 - 7	
7 - 12	1	81 - 135	6 - 7	7 - 11	
12 - 19	1	135 - 206	7 - 9	11 - 17	
19 - 26	1,5	206 - 271	9 - 11	17 - 22	
26 - 37	2	271 - 362	11 - 14	22 - 32	
37 - 50	2,5	362 - 450	14 - 17	32 - 43	
50 - 70	3	450 - 546	17 - 22	43	

Tempo di raffreddamento di tubi e parti di tubo in polipropilene in funzione della temperatura ambientale

Spessore nominale della parete (mm)	Tempo di raffreddamento (valori minimi) alla pressione di adesione $p=0,10\pm 0,01$ N/mm <sup>2</sup> in funzione della temperatura ambiente			
	Fino a 15°C (min)	15°C - 25°C (min)	25°C - 40°C Tempo di raffreddamento (min)	Tempo di raffreddamento (valori minimi) con saldatura a pressione $p= 0,10\pm 0,01$ N/mm <sup>2</sup> in condizioni speciali* (min)
fino a 4,5	4	5	6,5	3,5
4,5 - 7	4 - 6	5 - 7,5	6,5 - 9,5	3,5 - 5
7 - 12	6 - 9,5	7,5 - 12	9,5 - 15,5	5 - 8
12 - 19	9,5 - 14	12 - 18	15,5 - 24	8 - 12
19 - 26	14 - 19	18 - 24	24 - 32	12 - 16
26 - 37	19 - 27	24 - 34	32 - 45	16 - 23
37 - 50	27 - 36	34 - 46	45 - 61	23 - 31
50 - 70	36 - 50	46 - 64	61 - 85	31 - 43

\* Questi tempi di raffreddamento si applicano solo nelle seguenti condizioni:

- Saldatura fatta in laboratorio/officina
- La rimozione delle parti dalla macchina di saldatura ed il temporaneo stoccaggio fino a completo raffreddamento per il tempo definito dalla quinta colonna sovrastante avviene con carico trascurabile sulla saldatura

## Controllo qualitativo del giunto saldato

Esistono due metodi di valutazione della qualità: controlli non distruttivi e controlli distruttivi.

Questi ultimi richiedono apparecchiature specifiche. È comunque possibile visivamente verificare la qualità del giunto senza l'ausilio di particolari strumenti.

Per ulteriori informazioni far riferimento alla DVS 2202-1 ed alla EN 14278

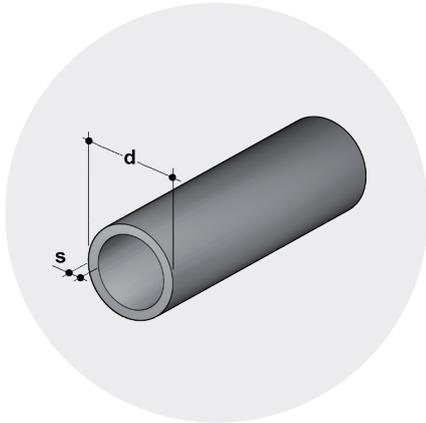
L'esame visivo riguarda le seguenti verifiche:

- a) Il cordolo di saldatura deve risultare uniforme su tutta la circonferenza del giunto;
- b) L'intaglio al centro del cordolo deve rimanere al di sopra del diametro esterno degli elementi saldati;
- c) Sulla superficie esterna del cordolo non devono evidenziarsi porosità, inclusioni di polvere o altre contaminazioni;
- d) Non devono evidenziarsi rotture superficiali;
- e) La superficie del cordolo non deve manifestare lucentezza eccessiva, che potrebbe essere indice di surriscaldamento;
- f) Il disassamento degli elementi saldati non deve risultare superiore al 10% del loro spessore.

## Difetti più comuni

In tabella vengono riportati tipi di difettosità più comuni riscontrabili a seguito di non corretta procedura di saldatura:

<b>Andamento irregolare del cordolo lungo la circonferenza del tubo</b>	
<b>Cause probabili</b>	Preparazione poco accurata delle teste da saldare con conseguente distribuzione disuniforme del calore
<b>Cordolo ridotto</b>	
<b>Cause probabili</b>	Cattiva regolazione dei parametri di saldatura (temperatura, pressione, tempo di saldatura)
<b>Intaglio al centro del cordolo eccessivamente profondo</b>	
<b>Cause probabili</b>	Valori di temperatura o pressione di saldatura inferiore a quelli previsti
<b>Inclusioni nella superficie del cordolo</b>	
<b>Cause probabili</b>	Pulizia non adeguata delle teste da saldare
<b>Porosità del cordolo</b>	
<b>Cause probabili</b>	Ambiente eccessivamente umido durante la fase di saldatura
<b>Lucentezza eccessiva della superficie del cordolo</b>	
<b>Cause probabili</b>	Surriscaldamento in fase di saldatura
<b>Disassamento superiore al 10% dello spessore del tubo e del raccordo</b>	
<b>Cause probabili</b>	Centraggio mal eseguito o eccessiva ovalizzazione dei tubi



## Compatibilità e fattori di sicurezza

I manufatti in PP-H possono essere saldati con analoghi in PPR e in PPB senza alcun problema, verificata la compatibilità del valore di MFI secondo le classificazioni DVS. Il diverso valore di MRS tra PP-H e PP-R (MRS10 per PP-H; MRS8 per PPR, MRS è il minimo valore garantito del carico di rottura del materiale, soggetto a tensione tangenziale derivante dalla pressione idrostatica, alla temperatura di 20 °C e per 50 anni di servizio) e i fattori di sicurezza definiscono la pressione nominale del materiale.

A questo proposito sono stati introdotti sia l'SDR (Standard Dimension Ratio) che la Serie degli spessori S. In accordo alla norma EN ISO 15494, il fattore di sicurezza da adottare e l'SDR/Serie determinano il valore di pressione nominale PN di riferimento (PN: pressione max di esercizio espressa in bar a 20 °C, per la durata di 50 anni, in acqua).

$$\text{SDR} = \frac{d}{s} \quad \sigma = \frac{\text{MRS}}{c} \quad s = \frac{(\text{SDR} - 1)}{2} \quad \text{PN} = \frac{\sigma}{S}$$

SDR	S
11	5
17.6	8.3

## Spessore di parete

d	Spessore di parete S (mm)	
	SDR 11 - ISO S 5	SDR 17.6 - ISO S 8.3
12	1.8	-
16	1.8	-
20	1.9	1.8
25	2.3	1.8
32	2.9	1.9
40	3.7	2.3
50	4.6	2.9
63	5.8	3.6
75	6.8	4.3
90	8.2	5.1
110	10	6.3
125	11.4	7.1
140	12.7	8.0
160	14.6	9.1
180	16.4	10.2
200	18.2	11.4
225	20.5	12.8
250	22.7	14.2
280	25.4	15.9
315	28.6	17.9
355	32.2	20.1
400	36.3	22.7
450	40.9	25.5
500	45.4	28.3
560	50.8	31.7
630	-	35.7
710	-	40.2
800	-	45.3