STRENX®
PERFORMANCE STEEL

SALDATURA DI STRENX®

SSAB

SALDATURA DI STRENX®

L'eccezionale prestazione dell'acciaio altoresistenziale Strenx® è abbinata a un'eccellente saldabilità. Tutti i metodi di saldatura convenzionali possono essere utilizzati per saldare Strenx® ad altri tipi di acciai saldabili.

Questa brochure ha lo scopo di semplificare, migliorare e aumentare l'efficienza del processo di saldatura. Fornisce consigli utili sull'apporto termico, i materiali d'apporto, la temperatura di preriscaldo e interpass, il gas di protezione e molto altro. L'obiettivo è che ogni utilizzatore possa trarre pieno vantaggio dalle caratteristiche esclusive di Strenx®.

Qualità di Strenx® incluse in questa brochure

- Alcune qualità di Strenx® possono essere ordinate nelle versioni D, E o F. Per queste qualità, le raccomandazioni in questa brochure sono correlate ai requisiti di tenacità per le qualità Strenx® E. Le qualità E hanno i requisiti di tenactà per il metallo di base non interessato a -40 °C, la temperatura di prova più comune.

  Per raccomandazioni di saldatura per le qualità di Strenx® con tenacità corrispondente alle qualità F, Strenx® P700 e Strenx® 700 OME, contattare SSAB per ulteriori informazioni.

Il manuale contiene riferimenti a:

- I nostri documenti dell'assistenza tecnica che forniscono ulteriori informazioni su un determinato argomento. Ogni documento dell'assistenza tecnica affronta una determinata area, come ad esempio le misure per evitare le discontinuità e gli esempi di marchi adatti per i materiali d'apporto.

- Il software WeldCalc ™ permette agli utenti di ottimizzare le loro prestazioni di saldatura in base alle specifiche condizioni e ai requisiti della loro struttura saldata.

I documenti dell'assistenza tecnica si possono trovare e scaricare alla pagina www.ssab.com/it-it/download-center. Registrandosi alla stessa pagina web, si può ottenere una licenza per l'utilizzo del WeldCalc™. I documenti dell'assistenza tecnica e una licenza d'uso per WeldCalc™ sono entrambi gratuiti.

Le informazioni contenute in questa brochure sono fornite solo come linee generali. SSAB AB declina qualsiasi responsabilità per l'idoneità o adeguatezza per qualsiasi applicazione specifica. Pertanto, l'utente è responsabile per eventuali adattamenti necessari e/o modifiche necessarie ad applicazioni specifiche.

FATTORI IMPORTANTI NELLA SALDATURA

Prima di iniziare a saldare, è fondamentale pulire l'area di saldatura per rimuovere umidità, olio, corrosione o eventuali impurità. Oltre a una scrupolosa pulizia di saldatura è anche importante considerare i seguenti aspetti:

- Temperature di preriscaldo e di interpass per evitare cricche da idrogeno
- Apporto termico
- Materiali d'apporto per la saldatura
- Gas di protezione
- Sequenza di saldatura e dimensioni dell'intervallo nel giunto

METODI PER LA PREPARAZIONE DEI GIUNTI

Per la preparazione dei giunti possono essere utilizzati tutti i metodi convenzionali con questi acciai. I metodi più comuni sono la lavorazione meccanica e il taglio termico. La preparazione delle lamiere con spessore fino a circa 10 mm può essere effettuata anche con cesoiatura e punzonatura.

Per la saldatura ad arco ordinaria delle lamiere con spessore fino a circa 4 mm, i requisiti sui bordi non sono molto rigidi. Per qualsiasi tipo di lamiera e spessore, i giunti a sovrapposizione e giunti ad angolo non richiedono particolari requisiti sui bordi. La fresatura e il taglio termico (ossitaglio, plasma o taglio laser) sono i metodi più comuni utilizzati per la preparazione dei giunti. La preparazione dei giunti in Strenx® è facile da eseguire come per gli acciai dolci.

Durante il taglio termico può formarsi uno strato sottile di ossido sulla superficie del giunto. Si consiglia di rimuovere questo strato prima della saldatura. In caso di taglio al plasma, si consiglia l'utilizzo di ossigeno come gas plasma. L'azoto può causare porosità nel metallo di saldatura. Se viene usato l'azoto, si consiglia di asportare uno spessore approssimativo minimo di 0,2 mm prima della saldatura. Per le lamiere da treno sottili è possibile preparare i giunti tramite cesoiatura.

APPORTO TERMICO

Una saldatura eseguita con l'apporto termico consigliato permette di ottenere buone proprietà meccaniche del giunto.

L'apporto termico (Q) della saldatura dipende dall'amperaggio, dalla tensione e dalla velocità di avanzamento. Q è il rapporto energia introdotta/lunghezza del giunto. Il suo valore influisce sulle proprietà meccaniche del giunto saldato. Durante la saldatura vi è una perdita di energia nell'arco. L'efficienza termica (k) è il rapporto dell'apporto termico derivante dal processo di saldatura che viene trasferito al giunto. I vari metodi di saldatura possono avere una diversa efficienza termica. Vedere la tabella sottostante per i valori approssimativi di k.
La maggior parte delle procedure di saldatura è effettuata con saldatura a corrente continua o alternata. Per la saldatura a corrente continua e a corrente alternata, l'apporto termico viene calcolato secondo la seguente formula:

$$Q = \frac{k \times U \times I \times 60}{v \times 1000} \quad [kJ/mm]$$

L'apporto termico per la saldatura ad arco pulsato può essere stabilito applicando una delle due formule seguenti:

$$Q = \frac{k \times IE}{L \times 1000} \quad [kJ/mm]$$

oppure

$$Q = \frac{k \times IP \times 60}{v \times 1000} \quad [kJ/mm]$$

Efficienza termica	k [adimensionale]
MMA	0,8
MAG, tutti i tipi	0,8
SAW	1,0
TIG	0,6

Q = apporto termico [kJ/mm]
k = efficienza termica [adimensionale]
U = tensione [V]
I = corrente [A]
v = velocità di traslazione [mm/min]
L = lunghezza di una passata di saldatura [mm]
IE = energia istantanea [J]
IP = potenza istantanea [W]

Effetti generali dell'apporto termico sui giunti saldati

- Migliore tenacità
- Ottimizzazione della resistenza
- Meno deformazioni
- Meno sollecitazioni interne
- ZTA più circoscritta

Apporto termico ridotto → Apporto termico aumentato

- Maggiore produttività per i metodi di saldatura convenzionali

EVITARE LE CRICCHE DA IDROGENO

Grazie al basso carbonio equivalente, Strenx® ha un'alta resistenza alla formazione di cricche da idrogeno. Seguendo le nostre indicazioni, si può ridurre al minimo il rischio di formazione di cricche da idrogeno.

Per evitare le cricche da idrogeno ci sono due regole fondamentali:

1. Minimizzare la presenza di idrogeno all'interno e intorno al giunto
- Usare la temperatura di preriscaldo e di interpass appropriata
- Selezionare materiali d'apporto per la saldatura a basso contenuto di idrogeno
- Pulire la zona di saldatura da tutte le impurità

2. Minimizzare le sollecitazioni interne del giunto saldato
- Non usare materiali d'apporto per la saldatura con resistenza superiore al necessario
- Pianificare la sequenza di saldatura in modo da ridurre al minimo le sollecitazioni interne
- Impostare lo spazio all'interno del giunto a un massimo di 3 mm

TEMPERATURA MINIMA DI PRERISCALDO E INTERPASS

Seguendo le nostre istruzioni, tutti gli acciai Strenx® possono essere saldati senza il rischio di formazione di cricche da idrogeno. Se il preriscaldo non è indicato, è sottinteso che le temperature dell'ambiente e del giunto siano di almeno 5 °C. Se la temperatura ambiente è inferiore a 5 °C, è richiesto il preriscaldo del giunto a min. 60 °C.

Per i giunti a più passate, quelle successive hanno gli stessi requisiti di preriscaldo della prima passata di saldatura.

Lamiere da coils laminate a freddo e a caldo Strenx®

Le temperature minime di preriscaldo/di interpass, a causa delle proprietà dell'acciaio, non sono necessarie per alcuno spessore per le lamiere da coils laminate a caldo e a freddo Strenx®, tra cui qualità MC, Plus, MC Plus, CR, MH, MLH, QLH e profilati.

La saldatura delle qualità di Strenx® con snervamento minimo di 700 MPa potrebbe rendere necessario il preriscaldo a causa delle proprietà del materiale d'apporto applicato. Ulteriori informazioni al riguardo sono riportate nel capitolo "Temperatura di preriscaldo/di interpass a causa del materiale d'apporto" a pagina 9.

Lamiere da treno Strenx®

Le lamiere da treno Strenx® sono disponibili con spessori di lamiera più grandi rispetto alle lamiere da coils laminate a caldo e a freddo Strenx®. L'elevato livello di resistenza meccanica, combinato ai più ampi spessori della lamiera, può rendere necessario il preriscaldo di determinati spessori della lamiera e qualità di acciaio. Le nostre raccomandazioni sono illustrate a pagina 8. La saldatura delle qualità di Strenx® con snervamento di 900 MPa o superiore viene normalmente eseguita con materiali d'apporto altoresistenziali che possono regolare la temperatura minima di preriscaldo anche se non ci sono requisiti dovuti all'acciaio stesso.

Influenza degli elementi di lega sulla scelta delle temperature di preriscaldo e di interpass

Una combinazione unica di elementi di lega ottimizza le proprietà meccaniche di Strenx®.

Questa combinazione determina la temperatura di preriscaldo e interpass dell'acciaio durante la saldatura e può essere utilizzata per calcolare il valore di carbonio equivalente.

Il valore del carbonio equivalente viene espresso solitamente dalla sigla CEV o CET, in accordo con le formule sottostanti.

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Mo+Cr+V)}{5} + \frac{(Ni+Cu)}{15} \quad [\%]$$

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

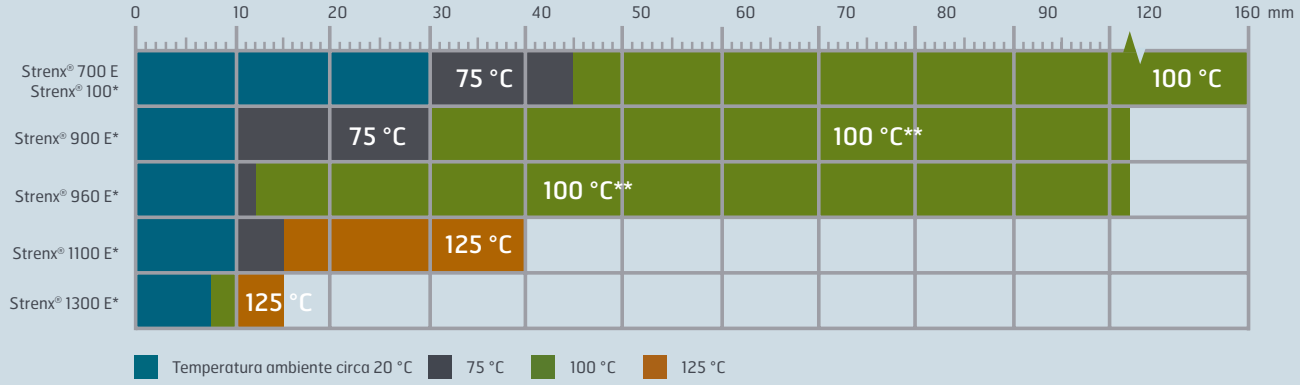
Gli elementi di lega sono specificati nel certificato dell'acciaieria e in queste formule sono espressi come percentuale rispetto al peso.
Un tenore di carbonio equivalente più elevato richiede, solitamente, una maggiore temperatura di preriscaldo e interpass del giunto.
Il valore tipico di carbonio equivalente è dichiarato nelle schede tecniche dei prodotti SSAB.

TEMPERATURE DI PRERISCALDO E DI INTERPASS PER LE LAMIERE DA TRENO STRENX®

Il diagramma mostra le temperature minime di preriscaldo ed interpass. Se non diversamente specificato, questi valori si applicano a saldature con materiali d'apporto per la saldatura non legati o a bassa lega. Per spessori non rappresentati nel grafico, si prega di contattare SSAB per ulteriore assistenza.

- Quando si saldano lamiere da treno della stessa qualità ma di diverso spessore, la lamiera da treno più spessa determina la temperatura di preriscaldo e di interpass minime necessarie.
- Quando si devono saldare lamiere di acciaio diverso, la necessità di preriscaldo viene determinata dal tipo di lamiera che ha le esigenze più elevate in termini di temperatura di preriscaldo e di interpass.

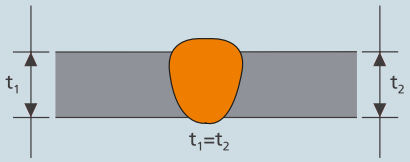
Temperature minime di preriscaldo e di interpass [°C] per lamiere da treno Strenx®



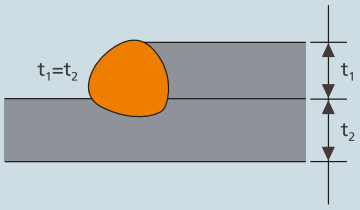
*La tabella è applicabile a singoli spessori della lamiera quando si salda con un apporto termico di almeno 1,7 kJ/mm. Per spessori di lamiera non rappresentati nel diagramma, contattare SSAB per ulteriori informazioni.

** 100 °C coprono i seguenti intervalli di spessore della lamiera (Pt)
- Strenx® 900 E: Pt tra 30,1 e 120,0 mm
- Strenx® 960 E: Pt tra 12,1 e 120,0 mm

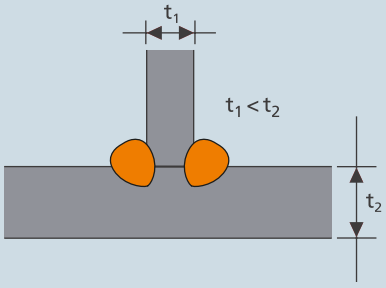
Spessore della singola lamiera [mm]



$t_1 = t_2$ (dimensioni in mm) Lo spessore della singola lamiera nella tabella è t_1 o t_2, purché si usi lo stesso tipo di acciaio.



$t_1 = t_2$ (dimensioni in mm) Lo spessore della singola lamiera nella tabella è t_1 o t_2, purché si usi lo stesso tipo di acciaio.



$t_1 < t_2$ (dimensioni in mm) In questo caso, lo spessore della singola lamiera è t_2, purché si usi lo stesso tipo di acciaio.

Aumentare la temperatura minima di preriscaldo di 25 °C rispetto alla tabella sopra riportata per ciascuno dei seguenti casi:

1. Se l'umidità è alta o la temperatura dell'ambiente è inferiore a 5 °C
2. Giunti molto vincolati
3. Per apporti termici compresi tra 1,0 e 1,6 kJ/mm

La temperatura minima di preriscaldo e massima di interpass indicate nel grafico a pagina 8 sono valide in caso di apporti termici superiori a 1,7 kJ/mm. Per apporti termici inferiori a 1,0 kJ/mm, la temperatura minima di preriscaldo può essere calcolata con WeldCalcc™.

Le informazioni presuppongono che il giunto saldato sia lasciato raffreddare a temperatura ambiente. Queste indicazioni si applicano anche a saldature per punti e passate di fondo. In generale i punti di saldatura devono essere lunghi almeno 50 mm ciascuno. Tuttavia, per giunti con spessori di lamiera fino a 8 mm è consentito utilizzare lunghezze di puntatura più corte.

Le massime temperature di preriscaldo consentono di ottenere proprietà ottimali per tutta la struttura saldata. Vedi pagina 14 per maggiori informazioni. La distanza fra i tratti di saldatura in puntatura può variare a seconda delle esigenze. Nei seguenti casi, si prega di contattare SSAB:

- Si verifica più di un caso 1-3 a pagina 8 allo stesso tempo
- La lunghezza del punto di saldatura inferiore a 50 mm è richiesta nei giunti costituiti da lamiere da treno con spessori superiori a 8 mm.

Temperature di preriscaldo/interpass in base alle proprietà del materiale d'apporto

Per la saldatura con materiali d'apporto con snervamento ($R_{p0,2}$) fino a 700 MPa, le proprietà del materiale d'apporto di norma non influiscono sulla temperatura minima di preriscaldo del giunto. La ragione è che il carbonio equivalente, CET, delle lamiere solitamente supera quello del filo di almeno 0,03 unità percentuale. Per i materiali d'apporto con snervamento pari a 700 MPa e superiore, il valore CET dei materiali d'apporto rispetto al valore CET per Strenx® solitamente è così alto che occorre considerare la temperatura minima di preriscaldo sia dell'acciaio che del materiale d'apporto.

In questo caso, dovrebbe essere utilizzato il valore più alto tra la temperatura minima di preriscaldo del materiale d'apporto e quella delle lamiere. Il software WeldCalc™ è in grado di semplificare questi calcoli.

Come per tutti i tipi di materiali d'apporto bassolegati, il contenuto di idrogeno massimo consentito è di 5 ml/100 g.

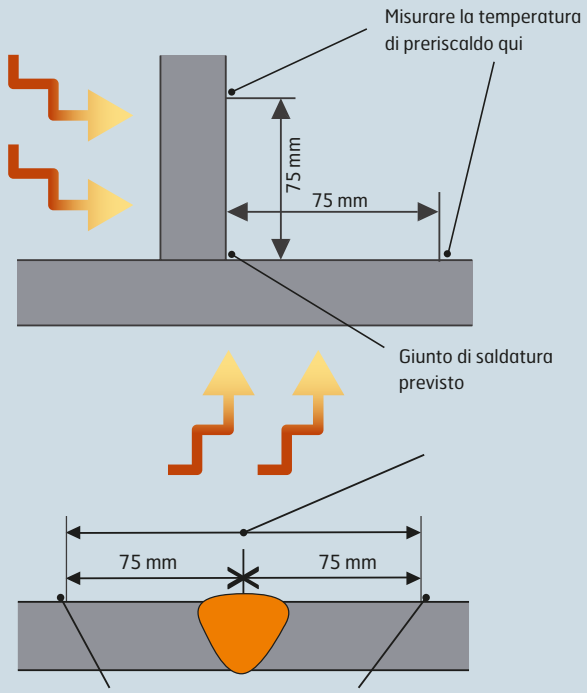
Raggiungimento e misurazione della temperatura di preriscaldo e interpass

La temperatura di preriscaldo può essere raggiunta in vari modi. Le coperte di preriscaldo attorno al giunto preparato sono spesso il metodo migliore, in quanto forniscono un riscaldamento uniforme della superficie. La temperatura di saldatura può essere misurata, ad esempio, con termometri a contatto.

Uso delle coperte elettriche di preriscaldo

Spessore della singola lamiera

La temperatura va misurata sulla lamiera più spessa. Si dovrebbe prevedere un tempo di attesa minimo di 2 min/25 mm di spessore prima di misurare la temperatura di preriscaldo. La temperatura minima di preriscaldo si dovrebbe ottenere in un'area di 75 +75 mm intorno al giunto saldato previsto.



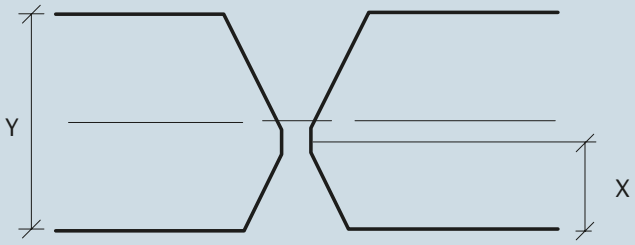
SALDATURA DI LAMIERE SPESSE

Per la saldatura delle lamiere con spessori superiori ai 25 mm, si raccomandano giunti asimmetrici.

Questo consentirà una maggiore resistenza alle cricche da idrogeno. Il motivo è che la parte centrale delle lamiere spesse può avere un alto tenore di elementi chimici che potrebbe favorire la formazione di cricche da idrogeno. I giunti di lamiere con spessore inferiore a 25 mm possono essere impostati in modo simmetrico o asimmetrico.

Giunti di lamiera con spessore superiore a 25 mm

Giunto asimmetrico: il centro del giunto deve essere impostato preferibilmente a circa 5 mm dal punto medio dello spessore della lamiera

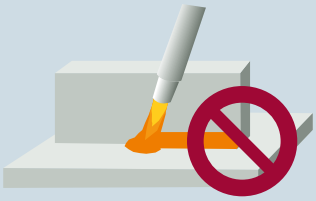


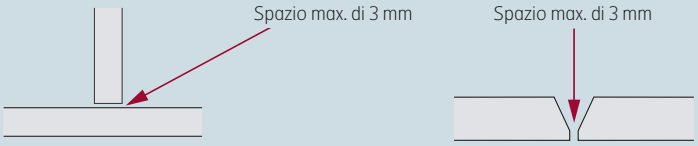
Y: Spessore lamiera X: (Spessore lamiera /2)-5 mm

Sequenze di saldatura e spaziatura

Per evitare cricche da idrogeno nel giunto

- Le sequenze di avvio e di arresto non devono essere effettuate negli angoli. Se possibile, le procedure di inizio e fine devono eseguirsi ad almeno 50-100 mm da un angolo.
- Lo spazio nel giunto di saldatura deve essere al massimo di 3 mm.





PROPRIETÀ MECCANICHE NELLE SALDATURE

Prodotti Strenx® laminati a freddo

L'apporto termico deve essere sufficientemente basso, al fine di evitare bruciature e mantenere bassi livelli di distorsioni nel giunto. Una saldatura eseguita con l'apporto termico consigliato permette di ottenere buone proprietà meccaniche del giunto.

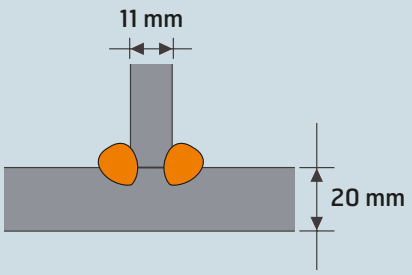
Ogni saldatura è da considerarsi unica nel suo genere. Di conseguenza, SSAB non definisce i requisiti massimi per l'apporto termico. La resistenza del giunto sarà in qualche misura inferiore rispetto alle proprietà del materiale di base. In generale, un basso apporto termico favorisce l'alta resistenza nel giunto. Per valori più precisi consultare il documento dell'assistenza tecnica 60.

Lamiere da coils laminate a caldo e a freddo Strenx®

Le nostre istruzioni relative all'acciaio altoresistenziale Strenx® servono per ottenere valori tipici di resilienza nella ZTA di almeno 27 J a -40 °C. Inoltre, il basso apporto termico favorisce resistenze statiche elevate dei giunti. Per spessori della lamiera singola non rappresentati nel grafico, contattare SSAB per ricevere ulteriore assistenza.

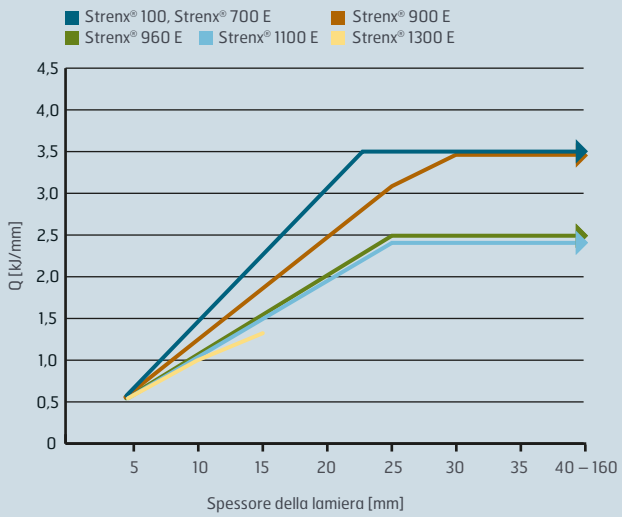
Spessore della lamiera da treno e della lamiera

In caso di saldatura di un giunto con spessore della lamiera da treno e della lamiera diversi, l'apporto termico consigliato è basato sulla lamiera da treno più sottile nel giunto.



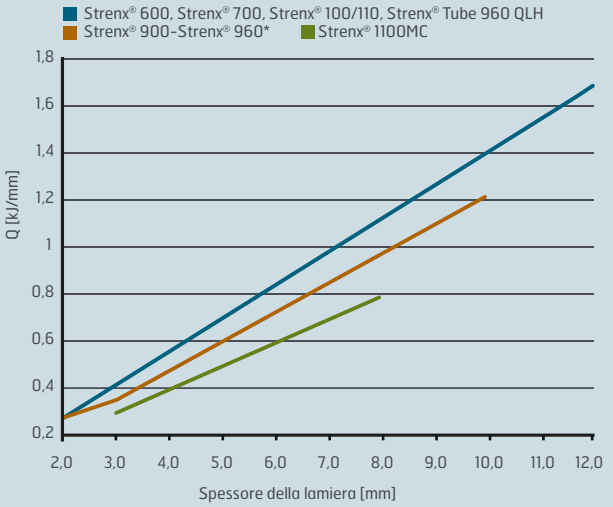
In questo caso, l'apporto termico ammissibile si basa sullo spessore di 11 mm.

Apporto termico massimo consigliato per lamiera da treno Strenx® in base alla temperatura di preriscaldo minima usata



Apporto termico massimo consigliato per lamiere da coils laminate a caldo Strenx® in base alla temperatura di preriscaldo minima usata

Qualità MC, PLUS, MC Plus, Section, Tube MH, Tube MLH, Tube QLH, XF



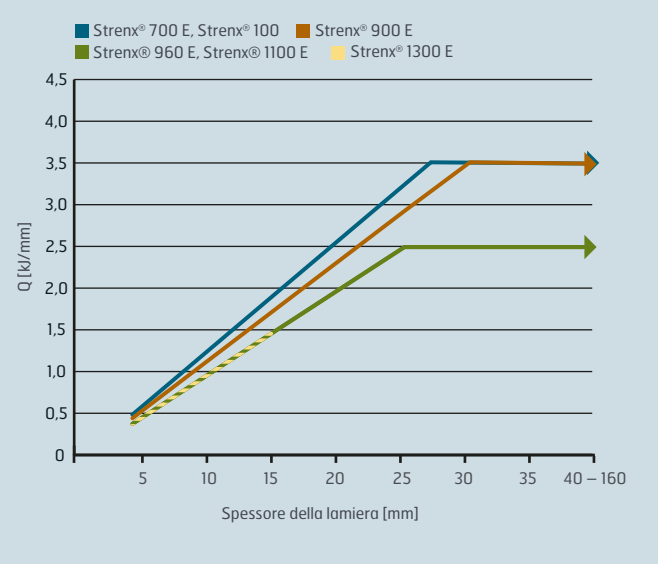
* Eccetto Strenx® 960 QLH

Saldatura ad elevate temperature di preriscaldo e interpass

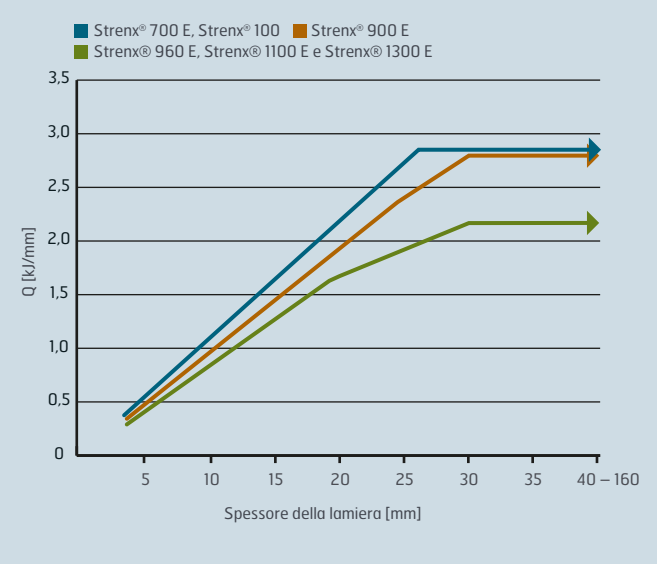
Le elevate temperature che possono verificarsi, per esempio in saldature a passate multiple, influiscono sulla scelta dell'apporto termico.

I grafici sottostanti mostrano gli apporti termici consigliati per temperatura del giunto da saldare di 100 °C e 175 °C.

Massimo apporto termico consigliato per la temperatura di giunzione delle lamiere da treno di 100 °C



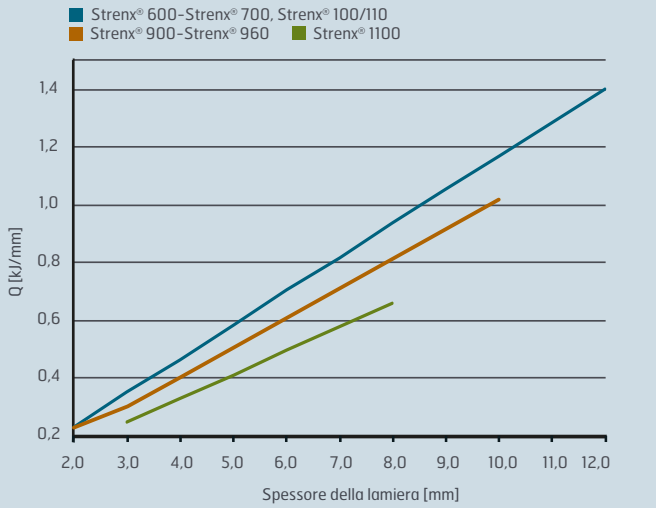
Ingresso massimo raccomandato perla temperatura di giunzione dei prodotti in piastra di 175 °C*



*Altre qualità Strenx® non sono menzionate a causa dello spessore più sottile della lamiera da treno. In queste situazioni non si raggiungono tipicamente temperature di interpass pari a 175 °C.

Massimo apporto termico consigliato per la temperatura di giunzione di 100 °C

MC, PLUS, MC Plus, Tube MH, Tube MLH, Tube QLH, profilato e qualità XF

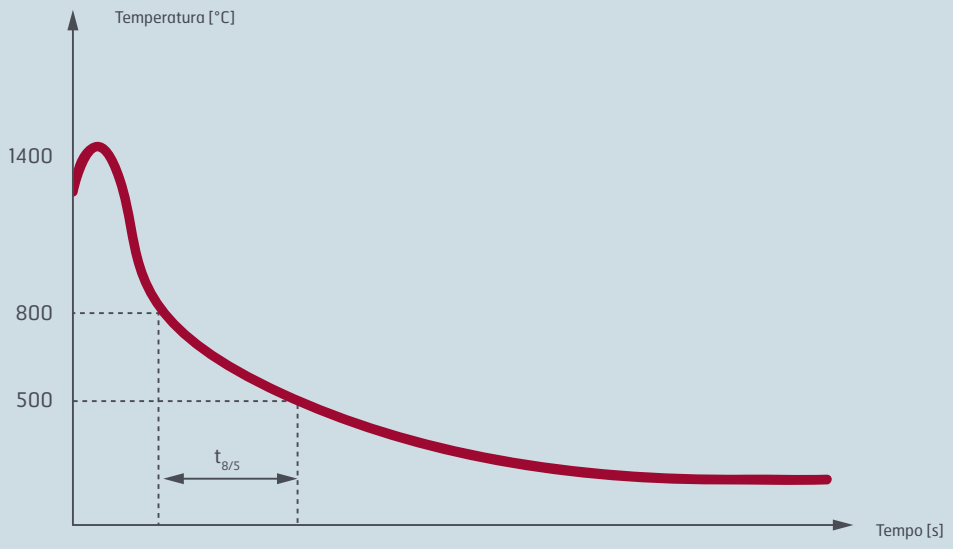


Il valore $t_{8/5}$

Il ciclo termico di saldatura può essere definito dal tempo di raffreddamento della ZTA tra 800° C e 500°C. Questo parametro è chiamato valore $t_{8/5}$ ed è illustrato nel grafico in basso.

Il valore è approssimativamente costante lungo le diverse parti di un giunto finché la temperatura di picco oltrepassa i 900 °C.

La definizione $t_{8/5}$



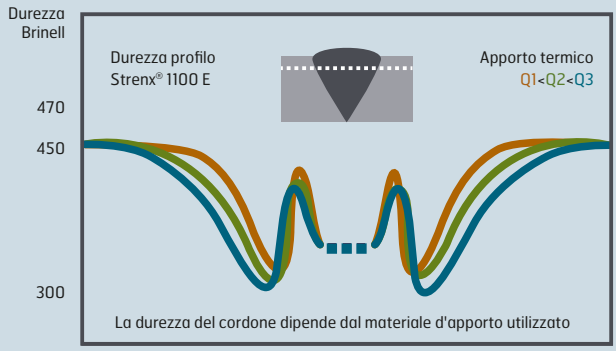
Non è necessario calcolare il valore $t_{8/5}$ ma fornisce una buona comprensione del processo di saldatura. Ogni qualità Strenx® ha uno specifico intervallo $t_{8/5}$ consigliato. È possibile calcolare il valore $t_{8/5}$ tramite il WeldCalc™ dove sono indicati gli intervalli ammissibili per ogni qualità di acciaio.

Valori $t_{8/5}$, min. 27 J a -40 °C	
Strenx® 960 E, Strenx® 1100 E, Strenx® 1300 E	5-15 s
Strenx® 1100MC	1-10 s
Strenx® 900MC, Strenx® 900 Plus, profilato Strenx® 900MC, Strenx® Tube 900MH, Strenx® 960MC, Strenx® Tube 960MH Strenx® 960 Plus	1-15 s
Strenx® 100, Strenx® 700 E, Strenx® 900 E, Strenx® Tube 960QLH	5-20 s
Strenx® 100 XF, Strenx® 110 XF Strenx® 650MC, profilato Strenx® 650MC, Strenx® 600MC Strenx® 700MC, Strenx® 700MC Plus, profilato Strenx® 700MC, Strenx® Tube 700MH, Strenx® Tube 700MLH	1-20 s
Strenx® Tube 700 QLH	5-25 s

DUREZZA ATTRAVERSO IL GIUNTO

I valori di durezza attraverso la ZTA dipendono dalla qualità di acciaio, dallo spessore delle lamiere da treno e dall'apporto termico. La durezza nella saldatura è determinata dalla sua resistenza. Maggiore è la resistenza nel giunto, maggiori sono i valori di durezza.

Apporto termico rispetto al rinvenimento della ZTA



MASSIMA TEMPERATURA DI PRERISCALDO/ INTERPASS CONSIGLIATA DURANTE LA SALDATURA E IL TAGLIO TERMICO

Le massime temperature di preriscaldo/interpass sono indicate per evitare la perdita delle proprietà meccaniche. Le massime temperature sono da considerarsi valide solo in caso di saldatura con preriscaldo. Dal momento che l'acciaio Strenx® Cr può essere saldato solo con una tecnica a passate, le temperature massime di preriscaldo non sono indicate.

Temperatura massima di preriscaldo/interpass [°C]

Denominazione dell'acciaio	Massima temperatura di preriscaldo/ interpass [°C]	Denominazione dell'acciaio	Massima temperatura di preriscaldo/ interpass [°C]
Strenx® 100	300	Strenx® 900 E*	300
Strenx® 100 XF	100	Strenx® 900 Plus	150
Strenx® 110 XF	100	Strenx® 900MC	100
Strenx® 600MC	100	Profilato Strenx® 900MC	100
Strenx® 650MC	100	Strenx® Tube 900MH	100
Profilato Strenx® 650	100	Strenx® 960 E*	300
Strenx® 700 E*	300	Strenx® 960 Plus	150
Strenx® 700MC	100	Strenx® 960MC	100
Strenx® 700MC Plus	100	Strenx® Tube 960MH	100
Profilato Strenx® 700MC	100	Strenx® Tube 960QLH	300
Strenx® Tube 700MH	100	Strenx® 1100 E*	20,0
Strenx® Tube 700MLH	100	Strenx® 1100MC	100
Strenx® Tube 700QLH	300	Strenx® 1300 E*	200

* In alcune situazioni possono essere applicate temperature di interpass fino a 400 °C.

MATERIALI D'APPORTO

I materiali d'apporto non legati, a bassa lega e inossidabili sono i più comuni per la saldatura Strenx®.

Resistenza dei materiali d'apporto per la saldatura non legati e a bassa lega

La resistenza del materiale di apporto viene selezionata come descritto nei grafici a pagina seguente. L'uso di materiali d'apporto bassolegati permette diversi vantaggi, quali:

- Elevata tenacità del metallo di saldatura
- Maggiore resistenza alle cricche da idrogeno
- Meno sollecitazioni interne nel giunto

Nelle saldature a passate multiple di acciaio Strenx®, che richiede il preriscaldo, è vantaggioso saldare con materiale d'apporto di varie resistenze. Si consiglia di saldare le puntature e le prime passate con materiale d'apporto con resistenza inferiore. Per le rimanenti passate si utilizzano materiali d'apporto altoresistenziali. Questa tecnica può aumentare sia la tenacità che la resistenza alle cricche da idrogeno nel giunto.

Contenuto di idrogeno dei materiali d'apporto non legati e bassolegati

Il contenuto di idrogeno dovrebbe essere inferiore o uguale a 5 ml di idrogeno per 100 g di materiale d'apporto. Il filo pieno che si usa nella saldatura MAG/GMA e TIG/ GTA può dare bassi contenuti di idrogeno nel metallo di saldatura. Il contenuto di idrogeno di altri tipi di materiale d'apporto si può ottenere richiedendolo ai produttori.

Esempi di materiali d'apporto sono elencati nel documento dell'assistenza tecnica 60, pubblicato nel sito www.ssab.com/it-it. Se si conserva il materiale d'apporto come prescritto dal fabbricante, il contenuto di idrogeno si mantiene entro i livelli indicati. Ciò vale soprattutto per i materiali d'apporto rivestiti e i flussi.

Materiali d' apporto per la saldatura

Materiali d'apporto per la saldatura con maggiore resistenza

Materiali d'apporto per la saldatura con resistenza inferiore

Materiali d'apporto, classe EN

Rp0,2 [MPa]

Resistenza consigliata dei materiali d'apporto per giunti sottoposti a sollecitazioni elevate

Resistenza consigliata dei materiali d'apporto per altri giunti

Strenx® 600 MC | Strenx® 700*, 100, 100XF, 650** | Strenx® 110XF | Strenx® 900 – 1300***

Rp0,2 [MPa]	MMA	SAW (combinazioni filo pieno/animato)	MAG (filo pieno)	MAG (tutti i tipi di fili animati tubolari)	TIG
900	EN ISO 18275 (-A) E 89X	EN ISO 26304 (-A) S 89X	EN ISO 16834 (-A) G 89X	EN ISO 18276 (-A) T 89X	EN ISO 16834 (-A) W 89X
800	EN ISO 18275 (-A) E 79X	EN ISO 26304 (-A) S 79X	EN ISO 16834 (-A) G 79X	EN ISO 18276 (-A) T 79X	EN ISO 16834 (-A) W 79X
700	EN ISO 18275 (-A) E 69X EN ISO 18275 (-A) E 62X	EN ISO 26304 (-A) S 69X EN ISO 26304 (-A) S 62X	EN ISO 16834 (-A) G 69X EN ISO 16834 (-A) G 62X	EN ISO 18276 (-A) T 69X EN ISO 18276 (-A) T 62X	EN ISO 16834 (-A) W 69X EN ISO 16834 (-A) W 62X
600	EN ISO 18275 (-A) E 55X EN ISO 2560 E 50X	EN ISO 26304 (-A) S 55 X EN ISO 14171 (-A) S 50X	EN ISO 16834 (-A) G 55 X EN ISO 14341 (-A) G 50X	EN ISO 18276 (-A) T 55X EN ISO 17632 (-A) T 50X	EN ISO 16834 (-A) W 55X EN ISO 636 (-A) W 50X
500	EN ISO 2560 E 46X EN ISO 2560 E 42X	EN ISO 14171 (-A) S 46X EN ISO 14171 (-A) S 42X	EN ISO 14341 (-A) G 46X EN ISO 14341 (-A) G 42X	EN ISO 17632 (-A) T 46X EN ISO 17632 (-A) T 42X	EN ISO 636 (-A) W 46X EN ISO 636 (-A) W 42X
400					

* incluse qualità MC, Plus, MC Plus, E, CR, MH, tubi e profilati

** incluse qualità MC e profilati

*** incluse qualità MC, Plus, CR, tubi e profilati

Materiali d'apporto, classe AWS

Rp0,2 [MPa]

Resistenza consigliata dei materiali d'apporto per giunti sottoposti a sollecitazioni elevate

Resistenza consigliata dei materiali d'apporto per altri giunti

Strenx® 600 MC | Strenx® 700*, 100, 100XF, 650** | Strenx® 110XF | Strenx® 900 – 1300***

Rp0,2 [MPa]	MMA	SAW (combinazioni filo pieno/animato)	MAG (filo pieno)	MAG (fili animati)	MAG (fili animati con polvere metallica)	TIG
900						
800	AWS A5.5 E120X	AWS A5.23 F12X	AWS A5.28 ER120S-X	AWS A5.29 E12XT-X	AWS A5.28 E120C-X	AWS A5.28 ER120X
700	AWS A5.5 E110X AWS A5.5 E100X	AWS A5.23 F11X AWS A5.23 F10X	AWS A5.28 ER110S-X AWS A5.28 ER100S-X	AWS A5.29 E11XT-X AWS A5.29 E10XT-X	AWS A5.28 E110C-X AWS A5.28 E100C-X	AWS A5.28 ER110X AWS A5.28 ER100X
600	AWS A5.5 E90X	AWS A5.23 F9X	AWS A5.28 ER90S-X	AWS A5.29 E9XT-X	AWS A5.28 E90C-X	AWS A5.28 ER90X
500	AWS A5.5 E80X AWS A5.5 E70X	AWS A5.23 F8X AWS A5.23 F7X	AWS A5.28 ER80S-X AWS A5.28 ER70S-X	AWS A5.29 E8XT-X AWS A5.29 E7XT-X	AWS A5.28 E80C-X AWS A5.28 E70C-X	AWS A5.28 ER80X AWS A5.28 ER70X
400						

* incluse qualità MC, Plus, MC Plus, E, CR, MH, tubi e profilati

** incluse qualità MC e profilati

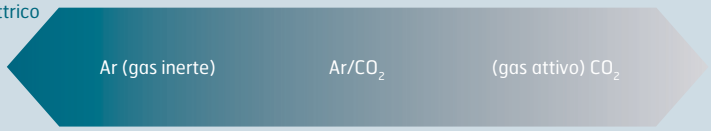
*** incluse qualità MC, Plus, CR, tubi e profilati

GAS DI PROTEZIONE

La scelta e la miscela di gas di protezione dipendono dalla saldatura. Le miscele di Ar e CO_2 sono le più comuni.

Effetti delle varie miscele di gas di protezione

- Facilita l'accensione dell'arco elettrico
- Riduce gli spruzzi
- Ridotta quantità di ossidi



- Arco stabile
- Bassa porosità
- Più spruzzi/ostruzione dell'ugello di saldatura
- Alta penetrazione del metallo di saldatura

Esempi di miscele di gas di protezione

Metodo di saldatura	Tipo di arco	Posizione	Gas di protezione
MAG, filo pieno	Arco corto	Tutte le posizioni	18-25% CO_2 rist. Ar
MAG, filo animato	Arco corto	Tutte le posizioni	18-25% CO_2 rist. Ar
MAG, filo pieno	Spray arc	Orizzontale (PA, PB, PC)	15-20% CO_2 rist. Ar
MAG, FCAW	Spray arc	Tutte le posizioni	15-20% CO_2 rist. Ar
MAG, MCAW	Spray arc	Orizzontale (PA, PB, PC)	15-20% CO_2 rist. Ar
MAG automatizzata e robotizzata	Spray arc	Orizzontale (PA, PB, PC)	8-18% CO_2 rist. Ar
TIG	Spray arc	Tutte le posizioni	100% puro Ar

In tutti i metodi di saldatura basati sul gas di protezione, l'uscita del gas dipende dalla situazione contingente. Una linea guida da adottare: l'uscita del gas, in l/min, deve essere uniformata allo stesso valore del diametro interno della bocca dell'ugello misurata in mm.

RACCOMANDAZIONI AGGIUNTIVE PER LA SALDATURA DI STRENX®

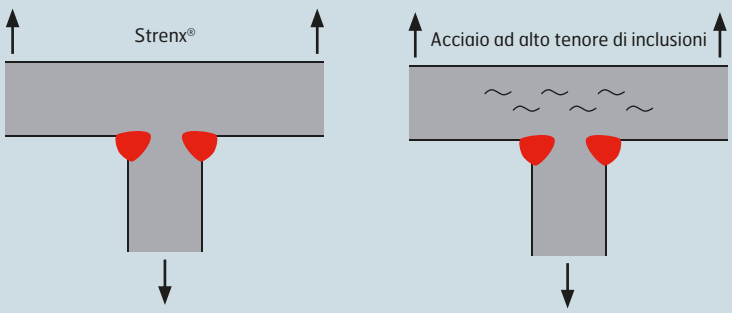
Resistenza a strappo lamellare e cricche a caldo

L'acciaio Strenx® viene prodotto con livelli molto bassi di contaminanti quali zolfo e fosforo. Di questo ne beneficiano le proprietà meccaniche della ZTA e del materiale di base inalterato. Inoltre, comporta anche una maggiore resistenza alla discontinuità di saldatura in termini di cricche a caldo e strappo lamellare.

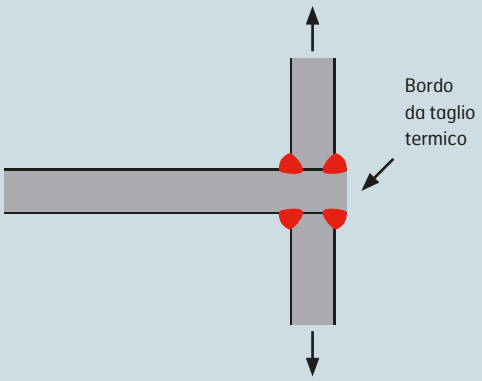
Lo strappo lamellare è il risultato di inclusioni disposte parallelamente alla superficie della lamiera in cui è presente un carico di trazione in direzione perpendicolare alla superficie della lamiera.

Per giunti caricati perpendicolarmente alla superficie della lamiera, posizionare i giunti lontano dal bordo della lamiera per evitare difetti.
Nel caso di giunti di lamiere sottili, il taglio termico produce un bordo con una qualità di superficie superiore a quella di cesoiatura e punzonatura.

Cricche a caldo
- Prima della saldatura, pulire il giunto libero da elementi come olio e grasso. Rimuovere queste sostanze in modo appropriato.



Strappo lamellare. Differenza tra un acciaio ad alto tenore di inclusioni e acciai Strenx®



In caso di saldature a T nelle vicinanze dei bordi si consiglia di eseguire il taglio termico

Come per qualsiasi tipo di saldatura, è opportuno prendere le normali precauzioni per evitare le discontinuità.
Per ulteriori informazioni, scaricare il documento dell'assistenza tecnica 47 da www.ssab.com/it-it.

Saldatura su Strenx® con primer

Le qualità Strenx® possono essere ordinate con un primer. In tal caso, la saldatura può essere effettuata direttamente sul primer, grazie al suo basso contenuto di zinco. Il primer può essere facilmente rimosso spazzolando o molando l'area attorno al giunto. Rimuovere il primer prima della saldatura può ridurre la porosità della saldatura e facilitare la saldatura in posizioni diverse da quella orizzontale. Lasciare il primer nell'area da saldare può favorire leggermente la porosità. I processi MMA e MAG con filo animato basico rilasciano la più bassa porosità nella saldatura. Come in ogni processo di saldatura, è importante garantire una buona ventilazione per evitare effetti nocivi sull'ambiente circostante. Per ulteriori informazioni, scaricare il documento dell'assistenza tecnica 25 dal sito www.ssab.com/it-it/download-center.

Saldatura di prodotti Strenx® laminati a freddo ordinati con una pellicola d'olio

Per evitare la corrosione, le lamiere vengono rivestite con un sottile strato d'olio. Questo strato d'olio è così sottile che non dà problemi di porosità. L'olio viene gassificato e scompare rapidamente durante la saldatura.

Trattamento termico dopo la saldatura

I prodotti Strenx® ad eccezione di Strenx® 1100 E, Strenx® 1300 E e Strenx® 1100MC possono essere alleggeriti dalle sollecitazioni con il trattamento termico post-saldatura, sebbene ciò sia raramente necessario. Non è consigliato un trattamento termico post-saldatura di ciascuna delle tre ultime qualità di acciaio menzionate, poiché questa misura potrebbe compromettere le proprietà meccaniche dell'intera struttura. Contattare SSAB per maggiori informazioni relative alle temperature adeguate e ai tempi di permanenza.

Il primer può essere rimosso per ottimizzare i risultati.

Stoccaggio

Se Strenx® viene tenuto in un ambiente in cui la sporcizia può accumularsi sulla superficie della lamiera, devono essere prese delle precauzioni. Per evitare difetti di saldatura, potrebbe rendersi necessaria qualche forma di pulizia della lamiera prima della saldatura.

Raggruppamento dei materiali secondo la Norma Europea EN 15608

Quando si eseguono le qualifiche del procedimento di saldatura secondo la Norma Europea, i raggruppamenti degli acciaio sono impostati su:

Raggruppamento dei materiali		
Acciaio	Spessore [mm]	Raggruppamento dei materiali secondo ISO/TR 15608
Strenx® 700 E	≤53,0	3,2
Strenx® 700 E	> 53,0	3,1
Strenx® 100 E	Tutti gli spessori	3,1
Strenx® 900 E, 960 E, 1100 E, 1300 E	Tutti gli spessori	3,2
Strenx® 100 XF, 110 XF, 700MC Plus, qualità Strenx® che terminano con MC, Tube MH, Tube MLH e tutte le qualità di profilati	Tutti gli spessori delle lamiere	2,2
Strenx® 900 Plus, 960 Plus, Tube 960 QLH	Tutti gli spessori delle lamiere	3,2

STRENX®
PERFORMANCE STEEL

SSAB è un'acciaieria con sede nei Paesi Nordici e negli Stati Uniti. SSAB offre prodotti e servizi a valore aggiunto sviluppati in stretta collaborazione con i propri clienti per creare un mondo più forte, più leggero e più sostenibile. SSAB ha dipendenti in oltre 50 Paesi. SSAB possiede stabilimenti di produzione in Svezia, Finlandia e Stati Uniti. SSAB è quotata al Nasdaq di Stoccolma e ha una quotazione secondaria al Nasdaq di Helsinki.

www.ssab.com/it-it

Seguici anche sui social media:
Facebook, Instagram, LinkedIn, Twitter e YouTube.

420-IT-Strenx®-Saldatura di Strenx® V3-2022-AplusM-Österbergs

SSAB
P.O. Box 70
SE-101 21 Stoccolma
SVEZIA

Indirizzo postale:
Klarabergsviadukten 70

Tel.: +46 8 45 45 700
E-mail: contact@ssab.com

www.ssab.com/it-it/marchi-e-prodotti/strenx

Strenx® è un marchio del gruppo SSAB. Le informazioni contenute in questa brochure sono fornite solo come linee generali. SSAB AB declina qualsiasi responsabilità in merito all'idoneità o all'adeguatezza di qualsiasi applicazione. È responsabilità dell'utente stabilire autonomamente l'idoneità di tutti i prodotti, e/o applicazioni, nonché testarli e verificarli. Le informazioni fornite qui di seguito da SSAB AB sono fornite "in base allo stato attuale delle cose" e con tutti i difetti, e l'intero rischio associato a tali informazioni è a carico dell'utente.

Copyright © 2021 SSAB AB. Tutti i diritti riservati.

SSAB