

Nell'impianto denominato "TUL/2" sono prodotti tubi SAW Longitudinale, aventi diametro da 30" a 56" e lunghezza massima 17.5 metri, mediante l'utilizzo di lamiera.

Il ciclo di produzione si compone delle seguenti fasi :

- Magazzino lamiera
- Ribaltamento lamiera
- Preparazione dei bordi longitudinali
- Formatura
- Formatura ad "U"
- Formatura ad "O"
- Lavaggio ed asciugatura
- Saldatura ed ispezioni preliminari
- Saldatura delle piastrine
- Completamento dell'imbastitura
- Saldatura interna
- Pulizia tubo
- Ispezione visiva interna
- Saldatura esterna
- Gestione di fili e flussi di saldatura
- Rimozione delle piastrine
- Rimozione del cordone di saldatura interno
- Ispezione visiva esterna (preliminare)
- Controllo radiografico del cordone di saldatura (bunker E)
- Taglio delle zone difettose (cut/off\_1)
- Interventi per la rimozione dei difetti (se necessari)
- Espansione meccanica
- Prova idraulica
- Lavaggio ed asciugatura
- Ispezione visiva
- Ispezione dimensionale
- US automatico su saldatura (US/2 e US/3)
- Raggi X sulle testate (Bunker M - N)
- Raggi X sulle indicazioni dell'US automatico
- US manuale sulle indicazioni US automatico non confermate dai raggi X (se non diversamente indicato nelle Specifiche NDT)
- Taglio di aree difettose e talloni di prova
- Cianfrinatura
- Ispezioni delle testate tubi e con polveri magnetiche
- Molatura (se necessario)
- Rimozione del cordone di saldatura esterno (quando richiesto)
- Pesatura, misura lunghezza e marcatura tubo
- US manuale sui tratti finali della saldatura (se richiesto)
- Immagazzinamento

**MAGAZZINO LAMIERE**

Le lamiere, parcate in pile in accordo alla relativa conferma/lotto, sono prelevate dalla campata lamiera ed immesse in linea. I riferimenti di lamiera e colata sono verificati attraverso il Sistema Informativo e il numero di tubo interno è marcato in automatico sulla superficie della lamiera.

**RIBALTAMENTO LAMIERE**

Le lamiere vengono ribaltate per poter essere ispezionate su ambedue le superfici.

**PREPARAZIONE DEI BORDI LONGITUDINALI**

Il cianfrino longitudinale è ottenuto mediante lavorazione ad utensile, con una cianfrinatrice bordi. Le dimensioni del cianfrino e le tolleranze dimensionali sono definite dalle specifiche di saldatura. Dopo la cianfrinatura, i trucioli vengono rimossi mediante spazzolatura.

**FORMATURA**

I bordi della lamiera vengono sottoposti a flessione per garantire la curvatura locale del prodotto finito.

**FORMATURA AD "U"**

La lamiera è formata ad "U", mediante pressa ad "U"

**FORMATURA AD "O"**

La canna viene deformata per l'ottenimento di una forma tubolare, mediante due presse ad "O" con:

- Pressa DEMAG: forza max: 47000 ton e lunghezza max: 18 m
- Pressa SIEMPELKAMPF: forza max: 55000 ton e lunghezza max: 14 m

Una leggera compressione viene indotta nello spessore del tubo (circa 0.2%) per garantire uno stato di deformazione uniforme.

**LAVAGGIO ED ASCIUGATURA**

Il tubo viene lavato, mediante getti d'acqua alla pressione 170 kg/cm<sup>2</sup> ed asciugato, mediante il passaggio in un apposito forno, alimentato a metano, avente una temperatura d'esercizio di circa 500 °C.

**SALDATURA ED ISPEZIONI PRELIMINARI**

L'imbastitura continua del tubo è eseguita mediante tecnica GMAW automatica sotto protezione di gas (CO<sub>2</sub> e Argon), mediante due linee di saldatura automatica GMAW.

Il controllo dei parametri di saldatura è del tipo automatico in retroazione. L'allineamento dei bordi è garantito mediante una serie di rulli posizionati radialmente. La testa di saldatura è guidata da un fascio laser.

**SALDATURA DELLE PIASTRINE**

Le piastrine vengono saldate su ciascuna testata tubo, con tecnica GMAW semiautomatica con gas di protezione: CO<sub>2</sub> e Argon.

Le piastrine in uscita (testata sud) sono lavorate di macchina, per riprodurre lo stesso cianfrino a "V" presente sulla parte interna del tubo.

Dimensioni della piastrina: circa 250 mm di lunghezza, 150 mm di larghezza, spessore pari a quello del tubo.

Le emissioni che si generano nell'operazione sono aspirate e convogliate ad un sistema di abbattimento a tessuto assoluto, l'aria in uscita viene emessa all'interno del capannone. (Ex E782)

### **COMPLETAMENTO DELL'IMBASTITURA**

L'imbastitura è completata su ciascuna testata tubo, mediante tecnica GMAW semiautomatica, con gas di protezione: CO<sub>2</sub> e Argon.

L'intero cordone di saldatura è ispezionato visivamente e, quando necessario, la saldatura di imbastitura è riparata mediante tecnica GMAW semiautomatica oppure molatura.

Le emissioni che si generano nell'operazione sono aspirate e convogliate ad un sistema di abbattimento a tessuto. L'effluente depolverato in uscita viene immesso in atmosfera attraverso il camino di cui al codice emissione E780.

### **SALDATURA INTERNA**

Il tubo è saldato internamente, mediante quattro linee SAW automatiche, fino a 4 fili, con connessione elettrica di terra, realizzata mediante nove spazzole per lato. Il controllo dei parametri di saldatura è del tipo automatico in retroazione. La testa di saldatura è guidata da due ruote che seguono il cianfrino a "V".

### **PULIZIA TUBO**

Per la pulizia interna del tubo, viene effettuata l'aspirazione delle polveri/scorie.

Le emissioni che si generano nell'operazione sono aspirate e convogliate ad un sistema di abbattimento a tessuto assoluto. L'aria in uscita viene emessa all'interno del capannone. (Ex E779)

### **ISPEZIONE VISIVA INTERNA**

L'intero cordone di saldatura è ispezionato mediante video-camera (interna al tubo) per il rilievo dei difetti di saldatura. Da tale ispezione possono derivare degli interventi per la rimozione dei difetti: riparazione o ri-saldatura, taglio o scarto.

### **SALDATURA ESTERNA**

Il tubo è saldato esternamente mediante quattro linee SAW automatiche fino a 5 fili con connessione elettrica di terra, realizzata mediante nove spazzole per lato. Il controllo dei parametri di saldatura è del tipo automatico in retroazione. La testa di saldatura è guidata da un fascio laser.

Le emissioni che si generano nell'operazione sono aspirate e convogliate ad un sistema di abbattimento a tessuto assoluto. L'aria in uscita viene emessa all'interno del capannone. (Ex E781)

### **GESTIONE DI FILI E FLUSSI DI SALDATURA**

Il flusso di saldatura viene riciclato dopo la separazione della scoria, la rimozione della polvere e la separazione magnetica.

### **RIMOZIONE DELLE PIASTRINE**

Le piastrine vengono rimosse mediante taglio di fiamma.

### **RIMOZIONE DEL CORDONE DI SALDATURA INTERNO**

L'ultimo tratto di sovra-metallo del cordone interno (min 100 mm oppure secondo quanto riportato sul Pipe Mill Data Sheet) è rimosso mediante fresatrici automatiche e, se necessario, successiva molatura manuale. Deve essere una transizione graduale tra

cordone di saldatura e tubo. In caso di taglio della testata tubo, la rimozione del cordone di saldatura interno deve essere ripetuta.

**ISPEZIONE VISIVA ESTERNA (preliminare)**

L'ispezione preliminare esterna consiste nell'effettuare i seguenti controlli:

- difetti di saldatura,
- aspetto della saldatura,
- forma del cordone di saldatura,
- altezza del sovra-metallo,
- difetti di formatura,
- bruciature d'arco.

Interventi per la rimozione dei difetti: riparazione o ri-saldatura, il taglio o lo scarto.

**CONTROLLO RADIOGRAFICO DEL CORDONE DI SALDATURA (bunker E)**

Questo controllo è eseguito sulle zone di saldatura, identificate dall'ispezione visiva, prima e dopo le saldature di riparazione.

Ciascuna pellicola viene identificata con: Numero tubo, Posizione e Data.

Essa viene effettuata mediante le macchine:

GILARDONI TRIMEGAGIL : 350 kV - 11 mA – DC

GILARDONI CHF 400 : 400 kV - 20 mA – DC

Distanza tra sorgente e pellicola: circa 700 mm.

Macchia focale: 4 x 4 mm

Posizione: verticale (sorgente / penetrametro / tubo / pellicola)

Pellicole: a grana fine con schermatura in piombo (su entrambi i lati della pellicola)

Interventi per la rimozione dei difetti: riparazione o ri-saldatura, il taglio o lo scarto.

**TAGLIO DELLE ZONE DIFETTOSE (Cut/off\_1)**

Le aree difettose vengono tagliate sotto forma di corone.

La lunghezza di taglio e le cause dello stesso vengono registrate a Sistema Informativo.

Nel caso in cui la lunghezza tubo, dopo il taglio, non consente l'esecuzione della prova idraulica, può essere eseguito un nuovo taglio.

Viene eseguito il prelievo dei talloni sui tubi non espansi, quando richiesto.

**INTERVENTI PER LA RIMOZIONE DEI DIFETTI (se necessari)**

Le aree difettose sono rilevate durante le ispezioni preliminari e registrate a Sistema Informativo.

Limitazioni: le saldature di riparazione possono essere eseguite solo prima della espansione meccanica. La rimozione del difetto mediante molatura o taglio possono essere eseguite prima e dopo l'espansione.

Gli interventi per la rimozione dei difetti includono:

- Ri-saldatura automatica SAW
- Riparazione degli arresti di saldatura
- Riparazione manuale SMAW
- Rimozione del difetto mediante molatura
- Taglio delle aree difettose (corone)
- Scarto

**ESPANSIONE MECCANICA**

Il tubo viene espanso a freddo con passi di avanzamento pari a  $305 \div 900$  mm, mediante due espansori meccanici (ciascuno agente su metà lunghezza tubo) con pressione idraulica: max 230 bar.

Percentuale di espansione: max 1.5 %.

Il cordone di saldatura longitudinale è posizionato all'interno di una scassa ricavata nel segmento superiore, per prevenire danneggiamenti al tubo.

Il controllo della percentuale di espansione è eseguito con una frequenza di 5/turno.

**PROVA IDRAULICA**

La prova idraulica viene effettuata mediante una pressa idraulica, avente una pressione massima di 350 bar, con dispositivo per la tenuta in testata e manometro di precisione  $\pm 1$  bar.

La pressione di prova, il numero del tubo e la durata della prova sono registrati su carta e archiviate a Sistema Informativo.

Il registratore della pressione è tarato mediante un manometro campione con la frequenza di una volta a turno. Il manometro campione è tarato mensilmente mediante l'utilizzo di una pompa a pesi certificata.

**LAVAGGIO ED ASCIUGATURA**

Il tubo è lavato (internamente ed esternamente) mediante getti di acqua a pressione di 15 bar ed asciugato mediante aria calda a temperatura 120 °C.

**ISPEZIONE VISIVA**

I bancali per l'ispezione finale sono dotati di rulli di posizionamento e livello di illuminamento incrementato. Ciascun tubo è ispezionato visivamente, internamente ed esternamente, su saldatura e corpo tubo.

Interventi per la rimozione dei difetti: molatura, taglio o scarto.

**ISPEZIONE DIMENSIONALE**

Sul bancale di ispezione finale, il tubo prodotto viene sottoposto ai seguenti controlli dimensionali:

- diametro interno ed esterno su ciascuna testata con nastro metallico,
- diametro esterno su corpo tubo,
- ovalizzazione in testata,
- ovalizzazione su corpo tubo (se richiesto),
- altezza del sovra-metallo di saldatura,
- rettilineità,
- ovalizzazione locale (se richiesto).

Interventi per la rimozione dei difetti:

- ri-espansione,
- calibrazione delle testate tubo,
- taglio delle zone difettose,
- molatura,
- scarto.

**US AUTOMATICO SU SALDATURA (US/2 e US/3)**

Il tubo è sottoposto al controllo automatico US con i seguenti apparati, per la ricerca e segnalazione di eventuali difetti:

US/2: - Apparato DAPCO RTS 300 da 6 a 16 sonde

- Mezzo di accoppiamento: acqua corrente
- Taratura automatica, elaborazione e registrazione segnale

US/3: - Apparato NDT SYSTEM VMUS-L16 da 4 a 12 sonde

- Mezzo di accoppiamento: acqua corrente
- Taratura automatica, elaborazione e registrazione segnale

Tecnica: trasmissione e riflessione (multi-ciclo).

Allarme automatico per la perdita di accoppiamento.

Difetti di riferimento: tubo campione (stesso diametro, spessore e proprietà acustiche della produzione da controllare) con:

- no 2 intagli N5 su DE (entrambi i lati della saldatura),
- no 2 intagli N5 su DI (entrambi i lati della saldatura),
- no 1 foro  $\varnothing$  1.6 mm,
- no 2 fori,  $\varnothing$  3 mm, posizionati a 5 mm dalla saldatura (per il controllo dell'ampiezza del gate)

Difetti di riferimento differenti possono essere stabiliti nelle Specifiche NDT.

Controllo della taratura: almeno 2/turno.

Livello di riferimento: - 100% dell'intaglio N5 (difetti longitudinali),

- 100% dell'eco proveniente dal foro da 1.6 mm (difetti trasversali)

Velocità di saldatura: max 18 m/min.

Limiti di accettazione: livello di riferimento come sopra riportato.

Interventi per la rimozione dei difetti: controllo mediante Raggi X e/o US manuale

**RAGGI X SULLE TESTATE (Bunker M - N)**

Ciascuna testata tubo è ispezionata mediante Raggi X (lunghezza minima: 203 mm, oppure secondo Pipe Mill Data Sheet)

In caso di taglio della testata tubo, l'ispezione viene ripetuta.

Ciascuna pellicola è marcata con Numero del tubo, Testata (Nord o Sud) e Data.

**RAGGI X SULLE INDICAZIONI DELL'US AUTOMATICO**

Limiti di accettazione: si vedano le Specifiche NDT.

Interventi per la rimozione dei difetti: taglio o scarto.

(le indicazioni US non confermate dai Raggi X sono sottoposte al controllo mediante US manuale).

**US MANUALE SULLE INDICAZIONI US AUTOMATICO NON CONFERMATE DAI RAGGI X (se non diversamente indicato nelle Specifiche NDT)**

Viene eseguita la ricerca dei difetti longitudinali e trasversali, mediante gli apparati GILARDONI RG20, MG15, MG15D.

Interventi per la rimozione dei difetti: taglio o scarto.

**TAGLIO DI AREE DIFETTOSE E TALLONI DI PROVA**

La lunghezza di taglio e la relativa causa sono registrati a Sistema Informativo.

In caso di taglio del tubo, la rimozione del cordone di saldatura interno, i Raggi X sulle testate tubo e le ispezioni sulle testate tubo, sono ripetuti.

**CIANFRINATURA**

Le testate tubo vengono cianfrinate, mediante due macchine con utensili rotanti.

**ISPEZIONI US DELLE TESTATE TUBI E CON POLVERI MAGNETICHE**

Le testate tubo vengono ispezionate attraverso macchine ultrasonore automatiche ed eventualmente con polveri magnetiche.

**MOLATURA (se necessario)**

Rimozione del sovra-metallo interno sulle testate tubo (dopo taglio) viene effettuato mediante molatura manuale.

**RIMOZIONE DEL CORDONE DI SALDATURA ESTERNO (quando richiesto)**

Il sovra-metallo dell'ultimo tratto del cordone di saldatura esterno (come specificato nel Pipe Mill Data Sheet) è rimosso mediante molatura manuale o fresatura automatica, se richiesto.

**PESATURA, MISURA LUNGHEZZA E MARCATURA TUBO**

Il tubo viene automaticamente pesato, misurato in lunghezza e marcato con il numero identificativo.

**US MANUALE SUI TRATTI FINALI DELLA SALDATURA (se richiesto)**

Le parti finali della saldatura (ovvero le zone morte non coperte dall'US automatico, se non rimosse dalla cianfrinatura) sono ispezionate mediante l'US manuale mediante l'apparecchiatura GILARDONI RG20, MG15, MG15D.

Procedura: ricerca dei difetti longitudinali, posizionando le sonde a distanza fissa dalla saldatura mediante l'uso di distanziatori, e ricerca dei difetti trasversali posizionando le sonde sul cordone di saldatura.

Interventi per la rimozione dei difetti: taglio o scarto.

**IMMAGAZZINAMENTO**

I tubi prodotti vengono immagazzinati presso apposite zone, prima di essere inviati ai clienti.