

Regione autonoma della Sardegna  
(Provincia di Nuoro)



Comune di Macomer

CONSORZIO PER LA ZONA INDUSTRIALE DI MACOMER

PROGETTO ESECUTIVO  
PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA  
DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO

ATI: AREA IMPIANTI - MONSUD S.p.A.





Progettista incaricato:



PROGETTO ESECUTIVO



	<b>GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO</b>	REV. 0	
	Calcolo del sovrappessore di corrosione dei tubi di caldaia	PAG. II/4	

Sistema Qualità Certificato





UNI EN ISO 9001 (ISO 9001)

Certificato n° FS 587971





CODICE DESCRITTIVO: <b>ITV240FMRR742.00</b>			N° ALLEGATO: <b>D.12</b>		
0	01/01/2016	EMISSIONE	lumachi	martino	martino
1					
2					
3					
4					
<i>revisione</i>	<i>data</i>	<i>descrizione</i>	<i>redatto</i>	<i>controllato</i>	<i>approvato</i>

	<b>REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO</b>	REV. 0	
	Calcolo del sovrappessore di corrosione dei tubi di caldaia	PAG. 3/4	


## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
-----------	----------------------	----------

	<b>REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO</b>	REV. 0	
	Calcolo del sovrappessore di corrosione dei tubi di caldaia	PAG. 4/4	

## 1.PREMESSA


Il presente elaborato è redatto in conformità a quanto previsto nel Capitolato Speciale d'Appalto alla parte Terza capitolo 7, pag. 18.

	AREA IMPIANTI S.P.A.		
	VERIFICA DI STABILITA' A PRESSIONE SECONDO VSG+PED		foglio 1 di 17
Project <b>15102</b>	Customer	Order n°	
Item <b>GENERATORE DI VAPORE SH</b>	Drawing n°.		

INDICE

PAG.	1	TITOLO
	2	CALCOLO PRESSIONE DI PROVA IDRAULICA
	3-17	VERIFICA SOVRASPESSORE DI CORROSIONE

REV.	DATA	DESCRIZIONE	PREP.	CONTR.	APPR.	CLIENTE	ENTE NOTIF.
0	06/02/2016	emissione	Lumachi				
1							
2							
3							
4							

	AREA IMPIANTI S.P.A.	
	VERIFICA DI STABILITA' A PRESSIONE SECONDO VSG+PED	foglio 2 di 17
Project <b>15102</b>	Customer	Order n°
Item <b>GEN.DI VAPORE SH</b>	Drawing n°.	

<u>DATI DI PROGETTO</u>		
Pressione di progetto (max amm)	barg	65
Temperatura massima EVAPORATORI E PARETI	°C	310,8
Temperatura massima SURRISCALDATORI	°C	450

<u>Materiali utilizzati</u>		
ASTM A106 B		
Sigma a 20°C	MPa	241
Sigma a Tmax	MPa	186,11
1,294933		
ASTM A335 P11		
Sigma a 20°C	MPa	207
Sigma a Tmax	MPa	145,6
1,421703		

<u>Determinazione della pressione di prova idraulica zona evaporativa</u>					
Formula 1,43*Pmax				barg	93,0
Formula 1,25*Pmax*sigmaM/sigmam				barg	105,2
<b>VALORE SCELTO PER PROVA IDRAULICA</b>				<b>BARG</b>	<b>105,2</b>

<u>Determinazione della pressione di prova idraulica surriscaldatori</u>					
Formula 1,43*Pmax				barg	93,0
Formula 1,25*Pmax*sigmaM/sigmam				barg	115,5
<b>VALORE SCELTO PER PROVA IDRAULICA</b>				<b>BARG</b>	<b>115,5</b>

==== Software by SANT'AMBROGIO S.I. srl - Milano, Italy - VSG2 04592====  
 VERIFICA TUBI :tubi pareti  
 =====(VSG-95.1.N Rel. 5.00)=====

Temperatura di progetto T = 310.80 C  
 \* MATERIALE: (Record Nr 76) SA 106 Gr.B  
 \* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO f = 124.08 MPa  
 \* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fi = 229.52 MPa

Spessore minimo secondo VSG.1.N.3 smin+c = 3.400 mm  
 Diametro esterno De = 60.300 mm  
 Sovraspessore di corrosione interna ci = 0.000 mm  
 Sovraspessore di corrosione esterna ce = 1.000 mm  
 Tolleranza t = 0.630 mm  
 efficienza di saldatura z = 1.00  
 Spessore adottato s = 5.000 mm

----- VERIFICA A PRESSIONE INTERNA -----

Pressione di progetto p = 6.50 MPa  
 $s_0 = p \cdot (De - 2ce) / (2 \cdot f \cdot z + p) + ce + ci + t = 3.118 \text{ mm}$   
 $Di = De - 2 \cdot (s - ci - t) = 51.56 \text{ mm}$   
 $c = ci + ce$   
 $f \cdot \text{estradosso} = .5P \cdot (1 + .5 \cdot Di / (s - c - t) \cdot (4R + Di) / (2R + Di + (s - c - t))) = 50.264 \text{ MPa}$   
 $f \cdot \text{intradosso} = .5P \cdot (1 + .5 \cdot Di / (s - c - t) \cdot (4R - Di) / (2R - Di - (s - c - t))) = 56.384 \text{ MPa}$

Pressione di prova pi = 10.52 MPa  
 $s_0 = pi \cdot De / (2 \cdot fi \cdot z + pi) + t = 1.981 \text{ mm}$   
 $Di = De - 2 \cdot (s - t) = 51.56 \text{ mm}$   
 $f \cdot \text{estradosso} = .5Pi \cdot (1 + .5 \cdot Di / (s - t) \cdot (4R + Di) / (2R + Di + (s - t))) = 63.829 \text{ MPa}$   
 $f \cdot \text{intradosso} = .5Pi \cdot (1 + .5 \cdot Di / (s - t) \cdot (4R - Di) / (2R - Di - (s - t))) = 71.733 \text{ MPa}$

----- VERIFICA A PRESSIONE ESTERNA -----

Pressione di progetto p = 0.00 MPa  
 $s_0 = p \cdot (De - 2ce) / (1.6 \cdot f \cdot z + p) + ce + ci + t = 1.630 \text{ mm}$   
 Pressione di prova pi = 0.00 MPa  
 $s_0 = pi \cdot De / (1.6 \cdot fi \cdot z + pi) + t = 0.630 \text{ mm}$

==== Software by SANT'AMBROGIO S.I. srl - Milano, Italy - VSG2 04592====

Verifica fasciame:collett.pareti

===== (VSG-95 Rel 5.00) =====

\* Temperatura di progetto T = 310.8 °C  
 \* MATERIALE: (Record Nr 76) SA 106 Gr.B  
 \* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO f = 124.08 MPa  
 \* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fi = 229.52 MPa  
 Spessore minimo secondo VSG.1.N.3 smin+c = 5.000 mm

Pressione interna di progetto p = 6.50 Mpa  
 Pressione interna di prova pi = 10.52 Mpa  
 Diametro interno fasciame Di = 131.78 mm  
 Efficienza di saldatura z = 1.00  
 Sovraspessore di corrosione c = 1.00 mm  
 Tolleranza di fabbricazione t = 2.28 mm  
 Spessore adottato s = 18.26 mm  
 p/fz = 0.05239  
 pi/fiz = 0.04583

\* STIRAMENTO:  $50*s / (Di/2+0.5*s)$  = 12.170 %  
 \* PROGETTO:  $s0 = p * (Di+2c+2t) / (2*f*z-p) + c+t$  = 7.001 mm  
 \* PROVA:  $s0 = pi * (Di+2t) / (2*fi*z-pi) + t$  = 5.478 mm



==== Software by SANT'AMBROGIO S.I. srl - Milano, Italy - VSG2 04592====  
Verifica forature allineate regolari:collett.pareti

===== (VSG-95 Rel 5.00) =====

\* Temperatura di progetto T = 310.8 °C  
\* MATERIALE: (Record Nr 76) SA 106 Gr.B  
\* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO f = 124.08 MPa  
\* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fi = 229.52 MPa  
Pressione interna di progetto p = 6.50 Mpa  
Pressione interna di prova pi = 10.52 Mpa  
Diametro interno fasciame Di = 131.78 mm  
Efficienza di saldatura z = 1.00  
Sovraspessore di corrosione c = 1.00 mm  
Tolleranza di fabbricazione t = 2.28 mm  
Spessore adottato s = 18.26 mm

EFFICIENZA FORATURE ALLINEATE:

\* MATERIALE TRONCHETTO: (Record Nr 76) SA 106 Gr.B  
\* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO ft = 124.08 MPa  
\* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fti = 229.52 MPa  
tipo tronchetto: SET - ON  
Diametro esterno tronchetto de = 60.30 mm  
Spessore tronchetto s3 = 5.00 mm  
Corrosione tronch. ct = 1.00 mm Tolleranza tronch. tt = 0.63 mm  
lunghezza utile sul tronchetto l0 = SQR(de(s3-ct-tt)) l0 = 14.27 mm  
lunghezza disponibile sull'esterno tronchetto le = 150.00 mm  
l = min(l0,le) = 14.27 mm l' = min(l0,li) = 0.00 mm  
st0 = p\*de/(2f+p) = 1.54 mm s3ct = s3-ct-tt = 3.38 mm  
st0' = pi\*de/(2fi+pi) = 1.35 mm s3t = s3-tt = 4.38 mm  
A = 2(l(s3ct-st0))ft/f = 52 mm<sup>2</sup>  
A' = 2(l(s3t-st0'))fti/fi = 86 mm<sup>2</sup>

Diametro equivalente fori allineati:

d = (de-2(s3-ct-tt))-A/(s-c-t) = 50.05 mm  
d' = (de-2(s3-tt))-A'/(s-t) = 46.15 mm

Distanza longitudinale fori allineati e = 78.00 mm

Distanza circonferenziale fori allineati h = 0.00 mm

	Progetto	Prova
Sollec. assiale da forze esterne SigE =	1.00 Mpa	1.00 MPa
Sollec. circonferenziale. SigT = p(Re-.5*s)/s =	33.26 Mpa	50.14 MPa
Sollec. assiale totale SigA = SigT/2 + SigE =	17.63 Mpa	26.07 MPa
m = SigA / SigT =	0.530	0.520

	Longitudinale	Circonferenziale
Efficienze di foratura progetto	z = (e-d)/e = 0.358	z = 2*(h-d)/h = 1.000
prova	z = (e-d')/e = 0.408	z = 2*(h-d')/h = 1.000
a1 + a2 + L1 + L2 sulla generatrice		= 164.98 mm

z min.progetto = 0.358 z min.prova = 0.408  
p/f = 0.05239 (p/f lim = 0.31129) ; pi/fi = 0.04583 (pi/fi lim = 0.04673)

\* PROGETTO: s0 = p\*(Di+2t+2c)/(2\*fz-p)+c+t = 14.191 mm  
\* PROVA: s0 = pi\*(Di+2t)/(2\*fi\*z-pi)+t = 10.387 mm

==== Software by SANT'AMBROGIO S.I. srl - Milano, Italy - VSG2 04592====  
 VERIFICA TUBI :Tubi EVA  
 =====(VSG-95.1.N Rel. 5.00)=====

Temperatura di progetto T = 310.80 C  
 \* MATERIALE: (Record Nr 76) SA 106 Gr.B  
 \* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO f = 124.08 MPa  
 \* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fi = 229.52 MPa

Spessore minimo secondo VSG.1.N.3 smin+c = 3.150 mm  
 Diametro esterno De = 48.300 mm  
 Sovraspessore di corrosione interna ci = 0.000 mm  
 Sovraspessore di corrosione esterna ce = 1.000 mm  
 Tolleranza t = 0.635 mm  
 efficienza di saldatura z = 1.00  
 Spessore adottato s = 5.080 mm

----- VERIFICA A PRESSIONE INTERNA -----

Pressione di progetto p = 6.50 MPa  
 $s_0 = p \cdot (De - 2ce) / (2 \cdot f \cdot z + p) + ce + ci + t = 2.817 \text{ mm}$   
 $Di = De - 2 \cdot (s - ci - t) = 39.41 \text{ mm}$   
 $c = ci + ce$   
 $f \cdot \text{estradosso} = .5P \cdot (1 + .5 \cdot Di / (s - c - t) \cdot (4R + Di) / (2R + Di + (s - c - t))) = 35.144 \text{ MPa}$   
 $f \cdot \text{intradosso} = .5P \cdot (1 + .5 \cdot Di / (s - c - t) \cdot (4R - Di) / (2R - Di - (s - c - t))) = 51.586 \text{ MPa}$

Pressione di prova pi = 10.52 MPa  
 $s_0 = pi \cdot De / (2 \cdot fi \cdot z + pi) + t = 1.717 \text{ mm}$   
 $Di = De - 2 \cdot (s - t) = 39.41 \text{ mm}$   
 $f \cdot \text{estradosso} = .5Pi \cdot (1 + .5 \cdot Di / (s - t) \cdot (4R + Di) / (2R + Di + (s - t))) = 45.022 \text{ MPa}$   
 $f \cdot \text{intradosso} = .5Pi \cdot (1 + .5 \cdot Di / (s - t) \cdot (4R - Di) / (2R - Di - (s - t))) = 66.687 \text{ MPa}$

----- VERIFICA A PRESSIONE ESTERNA -----

Pressione di progetto p = 0.00 MPa  
 $s_0 = p \cdot (De - 2ce) / (1.6 \cdot f \cdot z + p) + ce + ci + t = 1.635 \text{ mm}$   
 Pressione di prova pi = 0.00 MPa  
 $s_0 = pi \cdot De / (1.6 \cdot fi \cdot z + pi) + t = 0.635 \text{ mm}$

==== Software by SANT'AMBROGIO S.I. srl - Milano, Italy - VSG2 04592====

Verifica fasciame:coll.EVA SUP

===== (VSG-95 Rel 5.00) =====

\* Temperatura di progetto T = 310.8 °C  
 \* MATERIALE: (Record Nr 76) SA 106 Gr.B  
 \* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO f = 124.08 MPa  
 \* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fi = 229.52 MPa  
 Spessore minimo secondo VSG.1.N.3 smin+c = 4.500 mm

Pressione interna di progetto p = 6.50 Mpa  
 Pressione interna di prova pi = 10.52 Mpa  
 Diametro interno fasciame Di = 87.32 mm  
 Efficienza di saldatura z = 1.00  
 Sovraspessore di corrosione c = 1.00 mm  
 Tolleranza di fabbricazione t = 1.69 mm  
 Spessore adottato s = 13.49 mm  
 p/fz = 0.05239  
 pi/fiz = 0.04583

\* STIRAMENTO:  $50*s / (Di/2+0.5*s)$  = 13.382 %  
 \* PROGETTO:  $s0 = p * (Di+2c+2t) / (2*f*z-p) + c+t$  = 5.179 mm  
 \* PROVA:  $s0 = pi * (Di+2t) / (2*fi*z-pi) + t$  = 3.813 mm

==== Software by SANT'AMBROGIO S.I. srl - Milano, Italy - VSG2 04592====  
Verifica forature allineate regolari:coll.EVA SUP

===== (VSG-95 Rel 5.00) =====

\* Temperatura di progetto T = 310.8 °C

\* MATERIALE: (Record Nr 76) SA 106 Gr.B

\* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO f = 124.08 MPa

\* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fi = 229.52 MPa

Pressione interna di progetto p = 6.50 Mpa

Pressione interna di prova pi = 10.52 Mpa

Diametro interno fasciame Di = 87.32 mm

Efficienza di saldatura z = 1.00

Sovraspessore di corrosione c = 1.00 mm

Tolleranza di fabbricazione t = 1.69 mm

Spessore adottato s = 13.49 mm

EFFICIENZA FORATURE ALLINEATE:

\* MATERIALE TRONCHETTO: (Record Nr 76) SA 106 Gr.B

\* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO ft = 124.08 MPa

\* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fti = 229.52 MPa

tipo tronchetto: SET - ON

Diametro esterno tronchetto de = 48.30 mm

Spessore tronchetto s3 = 5.08 mm

Corrosione tronch. ct = 1.00 mm Tolleranza tronch. tt = 0.63 mm

lunghezza utile sul tronchetto  $l0 = \text{SQR}(de(s3-ct-tt))$  l0 = 12.90 mm

lunghezza disponibile sull'esterno tronchetto le = 150.00 mm

$l = \min(l0, le) = 12.90$  mm  $l' = \min(l0, li) = 0.00$  mm

$st0 = p*de/(2f+p) = 1.23$  mm  $s3ct = s3-ct-tt = 3.44$  mm

$st0' = pi*de/(2fi+pi) = 1.08$  mm  $s3t = s3-tt = 4.44$  mm

$A = 2(l(s3ct-st0))ft/f = 57$  mm<sup>2</sup>

$A' = 2(l(s3t-st0'))fti/fi = 87$  mm<sup>2</sup>

Diametro equivalente fori allineati:

$d = (de-2(s3-ct-tt))-A/(s-c-t) = 36.13$  mm

$d' = (de-2(s3-tt))-A'/(s-t) = 32.06$  mm

Distanza longitudinale fori allineati e = 120.00 mm

Distanza circonferenziale fori allineati h = 0.00 mm

Progetto Prova

Sollec. assiale da forze esterne SigE = 1.00 Mpa 1.00 MPa

Sollec. circonferenziale. SigT =  $p(Re-.5*s)/s = 31.13$  Mpa 45.67 MPa

Sollec. assiale totale SigA = SigT/2+SigE = 16.57 Mpa 23.84 MPa

m = SigA / SigT = 0.532 0.522

Efficienze di foratura Longitudinale Circonferenziale

progetto  $z = (e-d)/e = 0.699$   $z = 2*(h-d)/h = 1.000$

prova  $z = (e-d')/e = 0.733$   $z = 2*(h-d')/h = 1.000$

a1 + a2 + L1 + L2 sulla generatrice = 122.05 mm

z min.progetto = 0.699 z min.prova = 0.733

$p/f = 0.05239$  ( $p/f$  lim = 0.41280) ;  $pi/fi = 0.04583$  ( $pi/fi$  lim = 0.04889)

\* PROGETTO:  $s0 = p*(Di+2t+2c)/(2*fz-p)+c+t = 6.295$  mm

\* PROVA:  $s0 = pi*(Di+2t)/(2*fi*z-pi)+t = 4.614$  mm

==== Software by SANT'AMBROGIO S.I. srl - Milano, Italy - VSG2 04592====

Verifica fasciame:Coll.EVA inf.

===== (VSG-95 Rel 5.00) =====

\* Temperatura di progetto T = 310.8 °C

\* MATERIALE: (Record Nr 76) SA 106 Gr.B

\* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO f = 124.08 MPa

\* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fi = 229.52 MPa

Spessore minimo secondo VSG.1.N.3 smin+c = 4.050 mm

Pressione interna di progetto p = 6.50 Mpa

Pressione interna di prova pi = 10.52 Mpa

Diametro interno fasciame Di = 73.66 mm

Efficienza di saldatura z = 1.00

Sovraspessore di corrosione c = 1.00 mm

Tolleranza di fabbricazione t = 0.95 mm

Spessore adottato s = 7.62 mm

p/fz = 0.05239

pi/fiz = 0.04583

\* STIRAMENTO:  $50*s / (Di/2+0.5*s)$  = 9.375 %

\* PROGETTO:  $s0 = p * (Di+2c+2t) / (2*f*z-p) + c+t$  = 4.036 mm

\* PROVA:  $s0 = pi * (Di+2t) / (2*fi*z-pi) + t$  = 2.722 mm

==== Software by SANT'AMBROGIO S.I. srl - Milano, Italy - VSG2 04592====  
 VERIFICA TUBI :TUBI SH  
 =====(VSG-95.1.N Rel. 5.00)=====

Temperatura di progetto T = 450.00 C  
 \* MATERIALE: (Record Nr 81) SA 335 P 11  
 \* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO f = 97.06 MPa  
 \* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fi = 197.14 MPa

Spessore minimo secondo VSG.1.N.3 smin+c = 2.550 mm  
 Diametro esterno De = 44.500 mm  
 Sovraspessore di corrosione interna ci = 0.000 mm  
 Sovraspessore di corrosione esterna ce = 1.000 mm  
 Tolleranza t = 0.560 mm  
 efficienza di saldatura z = 1.00  
 Spessore adottato s = 4.500 mm

----- VERIFICA A PRESSIONE INTERNA -----

Pressione di progetto p = 6.50 MPa  
 $s_0 = p \cdot (De - 2ce) / (2 \cdot f \cdot z + p) + ce + ci + t = 2.937 \text{ mm}$   
 $Di = De - 2 \cdot (s - ci - t) = 36.62 \text{ mm}$   
 $c = ci + ce$   
 $f \cdot \text{estradosso} = .5P \cdot (1 + .5 \cdot Di / (s - c - t) \cdot (4R + Di) / (2R + Di + (s - c - t))) = 38.340 \text{ MPa}$   
 $f \cdot \text{intradosso} = .5P \cdot (1 + .5 \cdot Di / (s - c - t) \cdot (4R - Di) / (2R - Di - (s - c - t))) = 54.425 \text{ MPa}$

Pressione di prova pi = 11.15 MPa  
 $s_0 = pi \cdot De / (2 \cdot fi \cdot z + pi) + t = 1.784 \text{ mm}$   
 $Di = De - 2 \cdot (s - t) = 36.62 \text{ mm}$   
 $f \cdot \text{estradosso} = .5Pi \cdot (1 + .5 \cdot Di / (s - t) \cdot (4R + Di) / (2R + Di + (s - t))) = 50.211 \text{ MPa}$   
 $f \cdot \text{intradosso} = .5Pi \cdot (1 + .5 \cdot Di / (s - t) \cdot (4R - Di) / (2R - Di - (s - t))) = 71.904 \text{ MPa}$

----- VERIFICA A PRESSIONE ESTERNA -----

Pressione di progetto p = 0.00 MPa  
 $s_0 = p \cdot (De - 2ce) / (1.6 \cdot f \cdot z + p) + ce + ci + t = 1.560 \text{ mm}$   
 Pressione di prova pi = 0.00 MPa  
 $s_0 = pi \cdot De / (1.6 \cdot fi \cdot z + pi) + t = 0.560 \text{ mm}$

```

==== Software by SANT'AMBROGIO S.I. srl - Milano, Italy - VSG2 04592====
              Verifica fasciame:Coll.inf.SH
===== (VSG-95          Rel 5.00) =====
* Temperatura di progetto                      T =    410.0  °C
* MATERIALE:                                (Record Nr  81) SA 335 P 11
* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO              f =    100.95 MPa
* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA      fi=    197.14 MPa
Spessore minimo secondo VSG.1.N.3            smin+c=    3.990  mm

Pressione interna di progetto                  p =     6.50 Mpa
Pressione interna di prova                    pi=    11.55 Mpa
Diametro interno fasciame                    Di=    193.70  mm
Efficienza di saldatura                       z =     1.00
Sovraspessore di corrosione                   c =     1.00  mm
Tolleranza di fabbricazione                   t =     1.59  mm
Spessore adottato                             s =    12.70  mm
p/fz                                           =    0.06439
pi/fiz                                         =    0.05859

* STIRAMENTO:                                50*s/(Di/2+0.5*s)    =    6.153  %
* PROGETTO:      s0 = p*(Di+2c+2t)/(2*f*z-p)+c+t    =    9.202  mm

* PROVA:      s0=(Di+2t)/2(SQR(fiz/(fiz-1.905pi))-1)+t    =    7.587  mm

```

==== Software by SANT'AMBROGIO S.I. srl - Milano, Italy - VSG2 04592====  
Verifica forature allineate regolari:Coll.inf.SH

===== (VSG-95 Rel 5.00) =====

\* Temperatura di progetto T = 410.0 °C

\* MATERIALE: (Record Nr 81) SA 335 P 11

\* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO f = 100.95 MPa

\* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fi = 197.14 MPa

Pressione interna di progetto p = 6.50 Mpa

Pressione interna di prova pi = 11.55 Mpa

Diametro interno fasciame Di = 193.70 mm

Efficienza di saldatura z = 1.00

Sovraspessore di corrosione c = 1.00 mm

Tolleranza di fabbricazione t = 1.59 mm

Spessore adottato s = 12.70 mm

EFFICIENZA FORATURE ALLINEATE:

\* MATERIALE TRONCHETTO: (Record Nr 81) SA 335 P 11

\* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO ft = 100.95 MPa

\* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fti = 197.14 MPa

tipo tronchetto: SET - ON

Diametro esterno tronchetto de = 44.50 mm

Spessore tronchetto s3 = 4.50 mm

Corrosione tronch. ct = 1.00 mm Tolleranza tronch. tt = 0.56 mm

lunghezza utile sul tronchetto  $l_0 = \text{SQR}(de(s3-ct-tt))$   $l_0 = 11.43$  mm

lunghezza disponibile sull'esterno tronchetto le = 150.00 mm

$l = \min(l_0, le) = 11.43$  mm  $l' = \min(l_0, li) = 0.00$  mm

$st_0 = p \cdot de / (2f + p) = 1.39$  mm  $s3ct = s3 - ct - tt = 2.94$  mm

$st_0' = pi \cdot de / (2fi + pi) = 1.27$  mm  $s3t = s3 - tt = 3.94$  mm

$A = 2(l(s3ct - st_0))ft/f = 35$  mm<sup>2</sup>

$A' = 2(l(s3t - st_0'))fti/fi = 61$  mm<sup>2</sup>

Diametro equivalente fori allineati:

$d = (de - 2(s3 - ct - tt)) - A / (s - c - t) = 35.12$  mm

$d' = (de - 2(s3 - tt)) - A' / (s - t) = 31.13$  mm

Distanza longitudinale fori allineati e = 120.00 mm

Distanza circonferenziale fori allineati h = 0.00 mm

Efficienze di foratura Longitudinale Circonferenziale

progetto  $z = (e - d) / e = 0.707$   $z = 2 \cdot (h - d) / h = 1.000$

prova  $z = (e - d') / e = 0.741$   $z = 2 \cdot (h - d') / h = 1.000$

a1 + a2 + L1 + L2 sulla generatrice = 146.90 mm

z min.progetto = 0.707 z min.prova = 0.741

p/f = 0.06439 (p/f lim = 0.41425) ; pi/fi = 0.05859 (pi/fi lim = 0.04891)

\* PROGETTO:  $s_0 = p \cdot (Di + 2t + 2c) / (2 \cdot fz - p) + c + t = 12.070$  mm

\* PROVA:  $s_0 = (Di + 2c + 2t) / 2 \cdot (\text{SQR}((fiz + .952pi(1 - z)) / (fiz - .952pi(1 + z)))) - 1 + t = 9.778$  mm



```

==== Software by SANT'AMBROGIO S.I. srl - Milano, Italy - VSG2 04592====
              Verifica fasciame:Coll.inf.SH
===== (VSG-95          Rel 5.00) =====
* Temperatura di progetto                T = 450.0 °C
* MATERIALE:                            (Record Nr 81) SA 335 P 11
* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO        f = 97.06 MPa
* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fi= 197.14 MPa
Spessore minimo secondo VSG.1.N.3      smin+c= 2.920 mm

Pressione interna di progetto           p = 6.50 Mpa
Pressione interna di prova              pi= 11.55 Mpa
Diametro interno fasciame              Di= 73.66 mm
Efficienza di saldatura                 z = 1.00
Sovraspessore di corrosione             c = 1.00 mm
Tolleranza di fabbricazione            t = 0.95 mm
Spessore adottato                       s = 7.62 mm
p/fz                                    = 0.06697
pi/fiz                                   = 0.05859

* STIRAMENTO:                           50*s / (Di/2+0.5*s) = 9.375 %
* PROGETTO:                              s0 = p * (Di+2c+2t) / (2*f*z-p)+c+t = 4.639 mm
* PROVA:                                  s0=(Di+2t) / 2 (SQR(fiz / (fiz-1.905pi)) -1) +t = 3.255 mm

```

==== Software by SANT'AMBROGIO S.I. srl - Milano, Italy - VSG2 04592====  
Verifica forature allineate regolari:Coll.inf.SH

===== (VSG-95 Rel 5.00) =====

\* Temperatura di progetto T = 450.0 °C  
\* MATERIALE: (Record Nr 81) SA 335 P 11  
\* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO f = 97.06 MPa  
\* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fi = 197.14 MPa  
Pressione interna di progetto p = 6.50 Mpa  
Pressione interna di prova pi = 11.55 Mpa  
Diametro interno fasciame Di = 73.66 mm  
Efficienza di saldatura z = 1.00  
Sovraspessore di corrosione c = 1.00 mm  
Tolleranza di fabbricazione t = 0.95 mm  
Spessore adottato s = 7.62 mm

EFFICIENZA FORATURE ALLINEATE:

\* MATERIALE TRONCHETTO: (Record Nr 81) SA 335 P 11  
\* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO ft = 97.06 MPa  
\* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fti = 197.14 MPa  
tipo tronchetto: SET - ON  
Diametro esterno tronchetto de = 44.50 mm  
Spessore tronchetto s3 = 4.50 mm  
Corrosione tronch. ct = 1.00 mm Tolleranza tronch. tt = 0.56 mm  
lunghezza utile sul tronchetto  $l_0 = \text{SQR}(de(s3-ct-tt))$  l0 = 11.43 mm  
lunghezza disponibile sull'esterno tronchetto le = 150.00 mm  
 $l = \min(l_0, le) = 11.43$  mm  $l' = \min(l_0, li) = 0.00$  mm  
 $st_0 = p \cdot de / (2f + p) = 1.44$  mm  $s3ct = s3 - ct - tt = 2.94$  mm  
 $st_0' = pi \cdot de / (2fi + pi) = 1.27$  mm  $s3t = s3 - tt = 3.94$  mm  
 $A = 2(l(s3ct - st_0))ft/f = 34$  mm<sup>2</sup>  
 $A' = 2(l(s3t - st_0'))fti/fi = 61$  mm<sup>2</sup>

Diametro equivalente fori allineati:

$d = (de - 2(s3 - ct - tt)) - A / (s - c - t) = 32.59$  mm  
 $d' = (de - 2(s3 - tt)) - A' / (s - t) = 27.46$  mm  
Distanza longitudinale fori allineati e = 120.00 mm  
Distanza circonferenziale fori allineati h = 58.00 mm

Efficienze di foratura Longitudinale Circonferenziale  
progetto  $z = (e - d) / e = 0.728$   $z = 2 \cdot (h - d) / h = 0.876$   
prova  $z = (e - d') / e = 0.771$   $z = 2 \cdot (h - d') / h = 1.053$   
a1 + a2 + L1 + L2 sulla generatrice = 94.27 mm  
a1 + a2 + L1 + L2 sul circolo direttore = 96.86 mm  
z min.progetto = 0.728 z min.prova = 0.771  
p/f = 0.06697 (p/f lim = 0.41777) ; pi/fi = 0.05859 (pi/fi lim = 0.04899)

\* PROGETTO:  $s_0 = p \cdot (Di + 2t + 2c) / (2 \cdot fz - p) + c + t = 5.689$  mm

\* PROVA:  $s_0 = (Di + 2c + 2t) / 2 \cdot (\text{SQR}((fiz + .952pi(1 - z)) / (fiz - .952pi(1 + z))) - 1) + t = 3.966$  mm

==== Software by SANT'AMBROGIO S.I. srl - Milano, Italy - VSG2 04592====  
 VERIFICA TUBI :TUBI ECO  
 =====(VSG-95.1.N Rel. 5.00)=====

Temperatura di progetto T = 310.80 C  
 \* MATERIALE: (Record Nr 76) SA 106 Gr.B  
 \* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO f = 124.08 MPa  
 \* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fi = 229.52 MPa

Spessore minimo secondo VSG.1.N.3 smin+c = 3.250 mm  
 Diametro esterno De = 38.000 mm  
 Sovraspessore di corrosione interna ci = 0.000 mm  
 Sovraspessore di corrosione esterna ce = 1.000 mm  
 Tolleranza t = 0.500 mm  
 efficienza di saldatura z = 1.00  
 Spessore adottato s = 4.000 mm

----- VERIFICA A PRESSIONE INTERNA -----

Pressione di progetto p = 6.50 MPa  
 $s_0 = p \cdot (De - 2ce) / (2 \cdot f \cdot z + p) + ce + ci + t = 2.419 \text{ mm}$   
 $Di = De - 2 \cdot (s - ci - t) = 31.00 \text{ mm}$   
 $c = ci + ce$   
 $f.estradosso = .5P \cdot (1 + .5 \cdot Di / (s - c - t) \cdot (4R + Di) / (2R + Di + (s - c - t))) = 39.639 \text{ MPa}$   
 $f.intradosso = .5P \cdot (1 + .5 \cdot Di / (s - c - t) \cdot (4R - Di) / (2R - Di - (s - c - t))) = 49.672 \text{ MPa}$

Pressione di prova pi = 10.52 MPa  
 $s_0 = pi \cdot De / (2 \cdot fi \cdot z + pi) + t = 1.351 \text{ mm}$   
 $Di = De - 2 \cdot (s - t) = 31.00 \text{ mm}$   
 $f.estradosso = .5Pi \cdot (1 + .5 \cdot Di / (s - t) \cdot (4R + Di) / (2R + Di + (s - t))) = 47.102 \text{ MPa}$   
 $f.intradosso = .5Pi \cdot (1 + .5 \cdot Di / (s - t) \cdot (4R - Di) / (2R - Di - (s - t))) = 59.382 \text{ MPa}$

----- VERIFICA A PRESSIONE ESTERNA -----

Pressione di progetto p = 0.00 MPa  
 $s_0 = p \cdot (De - 2ce) / (1.6 \cdot f \cdot z + p) + ce + ci + t = 1.500 \text{ mm}$   
 Pressione di prova pi = 0.00 MPa  
 $s_0 = pi \cdot De / (1.6 \cdot fi \cdot z + pi) + t = 0.500 \text{ mm}$

==== Software by SANT'AMBROGIO S.I. srl - Milano, Italy - VSG2 04592====

Verifica fasciame:Coll.ECO

===== (VSG-95 Rel 5.00) =====

\* Temperatura di progetto T = 310.8 °C  
 \* MATERIALE: (Record Nr 76) SA 106 Gr.B  
 \* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO f = 124.08 MPa  
 \* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fi = 229.52 MPa  
 Spessore minimo secondo VSG.1.N.3 smin+c = 3.600 mm

Pressione interna di progetto p = 6.50 Mpa  
 Pressione interna di prova pi = 10.52 Mpa  
 Diametro interno fasciame Di = 58.98 mm  
 Efficienza di saldatura z = 1.00  
 Sovraspessore di corrosione c = 1.00 mm  
 Tolleranza di fabbricazione t = 0.88 mm  
 Spessore adottato s = 7.01 mm  
 p/fz = 0.05239  
 pi/fiz = 0.04583

\* STIRAMENTO:  $50*s / (Di/2+0.5*s)$  = 10.623 %  
 \* PROGETTO:  $s0 = p * (Di+2c+2t) / (2*f*z-p) + c+t$  = 3.563 mm  
 \* PROVA:  $s0 = pi * (Di+2t) / (2*fi*z-pi) + t$  = 2.300 mm

```

==== Software by SANT'AMBROGIO S.I. srl - Milano, Italy - VSG2 04592====
          Verifica forature allineate regolari:Coll.ECO
===== (VSG-95          Rel 5.00) =====
* Temperatura di progetto                T = 310.8 °C
* MATERIALE:                            (Record Nr 76) SA 106 Gr.B
* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO        f = 124.08 MPa
* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fi= 229.52 MPa
Pressione interna di progetto           p = 6.50 Mpa
Pressione interna di prova              pi= 10.52 Mpa
Diametro interno fasciame               Di= 58.98 mm
Efficienza di saldatura                  z = 1.00
Sovraspessore di corrosione             c = 1.00 mm
Tolleranza di fabbricazione             t = 0.88 mm
Spessore adottato                       s = 7.01 mm
EFFICIENZA FORATURE ALLINEATE:
* MATERIALE TRONCHETTO:                 (Record Nr 76) SA 106 Gr.B
* CARICO AMMISSIBILE IN PROGETTO        ft= 124.08 MPa
* CARICO AMMISSIBILE IN PROVA IDRAULICA fti= 229.52 MPa
  tipo tronchetto: SET - ON
Diametro esterno tronchetto             de= 38.00 mm
Spessore tronchetto                     s3= 4.00 mm
Corrosione tronch. ct= 1.00 mm Tolleranza tronch. tt= 0.50 mm
lunghezza utile sul tronchetto l0=SQR(de(s3-ct-tt)) l0= 9.75 mm
lunghezza disponibile sull'esterno tronchetto le= 150.00 mm
l = min(l0,le) = 9.75 mm l' = min(l0,li) = 0.00 mm
st0 =p*de/(2f+p) = 0.97 mm s3ct = s3-ct-tt = 2.50 mm
st0'=pi*de/(2fi+pi)= 0.85 mm s3t = s3-tt = 3.50 mm
A = 2(l(s3ct-st0))ft/f = 30 mm2
A' = 2(l(s3t-st0'))fti/fi = 52 mm2
Diametro equivalente fori allineati:
  d = (de-2(s3-ct-tt))-A/(s-c-t) = 27.19 mm
  d' = (de-2(s3-tt))-A'/(s-t) = 22.58 mm
Distanza longitudinale fori allineati e = 80.00 mm
Distanza circonferenziale fori allineati h = 0.00 mm
Progetto Prova
Sollec.assiale da forze esterne SigE= 1.00 Mpa 1.00 MPa
Sollec. circonferenziale.SigT=p(Re-.5*s)/s= 42.96 Mpa 57.34 MPa
Sollec. assiale totale SigA=SigT/2+SigE = 22.48 Mpa 29.67 MPa
m = SigA / SigT = 0.523 0.517
Efficienze di foratura Longitudinale Circonferenziale
progetto z=(e-d)/e = 0.660 z=2*(h-d)/h = 1.000
prova z=(e-d')/e= 0.718 z=2*(h-d')/h = 1.000
a1 + a2 + L1 + L2 sulla generatrice = 81.02 mm
z min.progetto = 0.660 z min.prova = 0.718
p/f = 0.05239 (p/f lim= 0.40561) ; pi/fi = 0.04583 (pi/fi lim= 0.04884)

* PROGETTO: s0 = p*(Di+2t+2c)/(2*fz-p)+c+t = 4.468 mm
* PROVA: s0 = pi*(Di+2t)/(2*fi*z-pi)+t = 2.879 mm

```