

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



	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Stress Analysis ciclo termico	PAG. II/42	



Sistema Qualità Certificato



UNI EN ISO 9001 (ISO 9001)
Certificato n° FS 587971





CODICE DESCRITTIVO: ITV240FMRC743.00			N° ALLEGATO: D.13		
0	01/01/2016	EMISSIONE	silenzi	martino	martino
1					
2					
3					
4					
<i>revisione</i>	<i>data</i>	<i>descrizione</i>	<i>redatto</i>	<i>controllato</i>	<i>approvato</i>

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Stress Analysis ciclo termico	PAG. III/42	

INDICE



1. CONTENUTI DELLA RELAZIONE	4
2. INTRODUZIONE	5
2.1 PARTE INTRODUTTIVA	6
2.2 SUPPORT SUMMARY	6
2.3 SYSTEM DEFLECTION	6
2.4 FORCES AND MOMENTS ACTING ON RESTRAINTS.....	6
2.5 SYSTEM MAXIMA	6
3. CONCLUSIONI	7
4. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	8
5. ATI DI CALCOLO	9
5.1 GENERALE	9
5.2 AZIONE DEL SISMA	10
5.3 AZIONE DEL VENTO.....	10
6. DATI DI INGRESSO E RISULTATI DEI CALCOLI ESEGUITI.....	11
7. ALLEGATI	12

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Stress Analysis ciclo termico	PAG. 4/42	

1. CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Il presente Progetto esecutivo è stato elaborato ai sensi del d.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 –“Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE». (G.U. n. 288 del 10 dicembre 2010)

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



	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Stress Analysis ciclo termico	PAG. 5/42	

2. INTRODUZIONE

Per verificare lo stato di sollecitazione e gli sforzi trasmessi alle apparecchiature collegate e ai relativi supporti, la tubazione di vapore principale dell'impianto Macomer, è stata sottoposta alle verifiche statiche richieste dai codici di progetto applicabili e comunque ritenute necessarie per questo tipo di impianto.

I carichi principali considerati nelle verifiche statiche delle tubazioni sono quelli derivanti dagli effetti dovuti alla variazione di temperatura, alla pressione interna esercitata dal fluido, al peso proprio della tubazione ed al fluido contenuto, agli eventuali spostamenti che l'apparecchiatura trasmette alle tubazioni ad essa collegate ed ai carichi occasionali.

I calcoli sono stati eseguiti usando il programma di calcolo PIPE PLUS della ALGOR che è ampiamente referenziato ed impiegato per questo tipo di calcolo.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Stress Analysis ciclo termico	PAG. 6/42	

2.GENERALE

Per l'esecuzione delle verifiche necessarie, oltre al percorso ed alle caratteristiche proprie delle tubazioni in esame, come diametro, spessore, materiale, caratteristiche della coibentazione, sono indispensabili almeno la posizione ed il tipo dei supporti, le condizioni di pressione e temperatura a cui verificare le tubazioni e gli eventuali spostamenti imposti alle tubazioni dalla apparecchiature collegate.

I calcoli di verifica porteranno alla determinazione dei seguenti parametri principali:

- Rapporto fra la sollecitazione risultante e quella ammissibile, che per definizione, dovrà essere non superiore ad 1;
- Forze e momenti agenti sui supporti previsti;
- Forze e momenti agenti sulle apparecchiature collegate;
- Spostamenti dei vari punti della tubazione

Nei paragrafi che seguono, vengono elencati i dati usati per le verifiche e le assunzioni fatte.

I calcoli sono stati eseguiti considerando un unico sistema di riferimento globale secondo la seguente convenzione (regola della mano destra):

- Asse X**: nel piano orizzontale, parallelo all'asse Nord-Sud, positivo verso Nord;
- Asse Y**: nel piano verticale, positivo verso l'alto;
- Asse Z**: normale all'asse X, secondo la regola della mano destra.

Viene qui di seguito riportata la descrizione dei tabulati output del programma PIPEPLUS allegati al capitolo 7 di questa relazione.

2.1 PARTE INTRODUTTIVA

Descrizione della geometria della linea secondo il sistema di coordinate globali, indicazione delle dimensioni del tubo adottato, del materiale, delle condizioni di carico a cui è sottoposta la linea (sia nel suo insieme che localmente), di tutti i carichi concentrati provocati da valvole, flange, ecc.

Descrizione dei vincoli rigidi, elastici o non lineari, degli ancoraggi, delle guide ecc.

2.2 SUPPORT SUMMARY

Riassunto delle reazioni sui supporti e vincoli introdotti nella linea, ricavate considerando separatamente le condizioni di carico considerati nell'analisi.

Le reazioni così suddivise vengono poi combinate secondo le norme di calcolo applicabili.

2.3 SYSTEM DEFLECTION

Questa parte del tabulato che viene ripetuta per ogni combinazione di carico studiata, fornisce i valori degli spostamenti dei punti discreti (nodi) nei quali è suddivisa la linea nel suo insieme.



2.4 FORCES AND MOMENTS ACTING ON RESTRAINTS

Questa parte del tabulato che viene ripetuta per ogni condizione di carico analizzata, fornisce le forze e i momenti agenti sui vincoli nel sistema di riferimento globale adottato

2.5 SYSTEM MAXIMA

Questa parte del tabulato viene ripetuta per ogni combinazioni di carico studiata e riassume i valori massimi riscontrati nelle parti precedenti.

L'ultima riga di questa parte mostra il rapporto tra la sollecitazione calcolata e quella ammissibile; il rapporto si deve ovviamente mantenere ≤ 1 .

	<p>REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIO</p>	REV. 0	
	Stress Analysis ciclo termico	PAG. 7/42	



3. CONCLUSIONI

I valori di sollecitazione che si verificano nelle tubazioni sono ampiamente al di sotto di quelli ammessi dai codici di progetto applicati.

Il livello di forze e momenti trasmesso ai supporti delle tubazioni è tale da non richiedere strutture di supporto particolari.

I valori delle forze e dei momenti trasmessi sulle connessioni delle apparecchiature collegate sono nei limiti consentiti dalle apparecchiature.

Si conclude quindi che le tubazioni di vapore principale, sottoposta alle necessarie verifiche statiche, alle condizioni di pressione e temperatura previste, soddisfano le esigenze richieste dai codici di progetto applicati e trasmettono sforzi sulle apparecchiature collegate entro i limiti ammessi.



	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIO	REV. 0	
	Stress Analysis ciclo termico	PAG. 8/42	

4. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

I calcoli di verifica delle tubazioni e degli sforzi trasmessi sulle apparecchiature collegate, sono stati eseguiti sulla base dei seguenti documenti.

-Codice di progetto :ASME B 31.1-EN13480
-Planimetria tubazioni : ITV240FMDM251.00

La data di validità della edizione/revisione della documentazione sopra è quella in vigore alla data di emissione/revisione del presente rapporto.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Stress Analysis ciclo termico	PAG. 9/42	

5. ATI DI CALCOLO

5.1 GENERALE

I calcoli sono basati sui seguenti dati ed assunzioni.

- | | |
|---|--|
| • Temperatura di montaggio | 20°C |
| • Coefficiente di attrito tubo/supporto | 0,3 (se non diversamente specificato) |
| • Diametri e spessori | quelli nominali |
| • Corrosione | 0,5mm |
| • Materiale | in accordo alla specifica di linea applicabile |
| • Sollecitazioni ammissibili | in accordo alla tabella A della ASME B31.1 |
| • Connessioni apparecchiature | considerate come ancoraggi |
| • Spostamenti connessioni | quelli indicati dal fornitore dell'apparecchiatura |
| • Coefficiente sismico | 0,238 (vedi paragrafo 5.2) |

Unità di misura

Tranne dove espressamente indicato, le unità di misura sono le seguenti:

-lunghezze	:mm
-forze	:N
-momenti	:Nxm
-temperature	:°C
-pressioni	:bar
-sollecitazioni	:KPa
-peso	:kG

-Casi di carico considerati

Le combinazioni di carico analizzate per le tubazioni sono le seguenti:

1) Analisi combinata

In questa condizione di carico sono combinati i casi di carico considerati ai punti 2 e 3 sotto e cioè Peso proprio+ Pressione +Variazione termica: si evidenzia che l'effetto della variazione termica considerata nell'analisi combinata è la differenza fra massima temperatura assunta per il calcolo e la temperatura di montaggio (20°C).

Il risultato di questo calcolo è utilizzato principalmente per la determinazione dei carichi sui supporti e sui bocchelli delle apparecchiature collegate.

2) Peso proprio + pressione

In questa combinazione di carico agiscono la pressione del fluido circolante nella tubazione, il peso proprio (con incluso anche il peso del fluido circolante e la coibentazione) ed eventuali carichi concentrati.

3) Variazione termica

Per questo tipo di carico si considera il valore della differenza della variazione termica fra la temperatura operativa e la minima temperatura ambiente. In questa condizione di carico sono considerati anche gli spostamenti imposti alle tubazioni dalle apparecchiature collegate.

4) Peso proprio, pressione e terremoto in direzione X

In questa combinazione di carico si somma al caso di carico 2 l'effetto del terremoto in direzione X

5) Peso proprio, pressione e terremoto in direzione Y

In questa combinazione di carico si somma al caso di carico 2 l'effetto del terremoto in direzione Y.

6) Peso proprio, pressione e terremoto in direzione Z



In questa combinazione di carico si somma al caso di carico 2 l'effetto del terremoto in direzione Z.

7) Peso proprio, pressione e vento in direzione X

In questa combinazione di carico si somma al caso di carico 2 l'effetto del vento in direzione X

8) Peso proprio, pressione e vento in direzione Z

In questa combinazione di carico si somma al caso di carico 2 l'effetto del vento in direzione Z.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Stress Analysis ciclo termico	PAG. 10/42	

5.2 AZIONE DEL SISMA

L'azione del sisma è valutata come componente orizzontale secondo le norme NTC 2008, par. 3.2, 7.2.3, 7.2.4.

Dato che le tubazioni componenti l'impianto in oggetto sono supportate da strutture aventi caratteristiche differenti fra loro (fabbricato turbina, strutture metalliche), viene analizzato l'insieme della tubazione col metodo dell'analisi statica equivalente applicando una forza orizzontale calcolata assumendo il valore della accelerazione massima al sito incrementata di un fattore K pari ad 1,5 come suggerito dalla EN 13480 parte 3 Appendix A.

Il valore dell'accelerazione massima considerata è pari a 0,1g.

5.3 AZIONE DEL VENTO

L'azione del vento è valutata come componente orizzontale considerando la velocità del vento di base pari a 28 m/sec a 10mt di altezza.

6. DATI DI INGRESSO E RISULTATI DEI CALCOLI ESEGUITI

La descrizione del tipo di supporto riportato nelle tabelle che seguono è la seguente:

- Appoggio: consente lo spostamento nel piano orizzontale;
 - Guida: consente: lo spostamento lungo l'asse di tubo;
 - Vincolo assiale: impedisce lo spostamento lungo l'asse del tubo
 - Vincolo laterale: impedisce lo spostamento laterale lungo l'asse normale a quello del tubo;
 - Ancoraggio: impedisce gli spostamenti e le rotazioni;
 - Supporto a molla: sostiene il peso proprio consentendo lo spostamento del tubo
-
- File di calcolo Linea vapore principale
 - Posizione supporti : come da descrizione del file di calcolo allegato
 - Valori di pressione e temperatura : 60 bar/485°C

In tabella 6.1. vengono riportati i valori del rapporto (SR) fra la sollecitazione massima risultante nelle tubazioni alle varie condizioni di carico considerate ed il valore della sollecitazione ammissibile definita in accordo al codice di progetto, ed il nodo della tubazione dove si ha il valore massimo di SR.

Tabella 6.1		
Caso di carico	Valore di SR	Riferimento
1	0,55	6
2	0,49	9
3	0,64	6
4	0,48	6
5	0,48	12
6	0,55	16
7	0,41	6
8	0,61	16

La tabella 6.2 elenca il tipo dei supporti tubazioni considerati nei calcoli

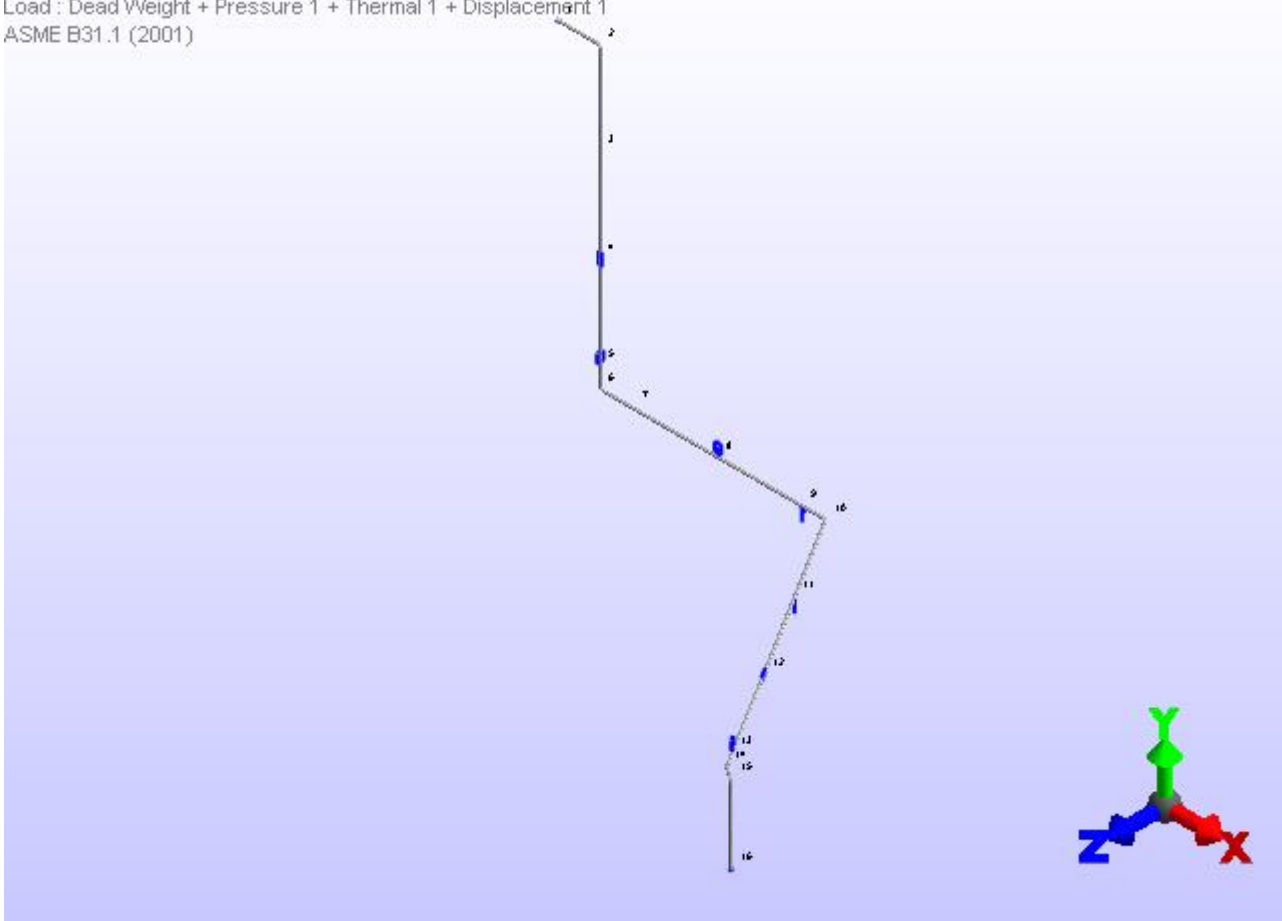
Tabella 6.2	
Riferimento	Tipo di supporto
4	Guida
5	Supporto a molla
8	Supporto a molla
9	Appoggio
11	Appoggio
12	Guida
13	Supporto a molla

7. ALLEGATI

Sono allegati l'isometrico di calcolo ed il tabulato dati in/out di calcolo

FileName: Linea vapore principale.db5

Load : Dead Weight + Pressure 1 + Thermal 1 + Displacement 1
ASME B31.1 (2001)



PipePlus version 8.08 EM
Macomer

2/15/2016 09:51 Page 001
File: Linea vapore principale

File Name Linea vapore principale
Project Macomer
Department
Contract Number
Description Linea vapore principale
Prepared by MM
Checked by CR

ASME code ASME B31.1
Input unit SI
Output unit SI
Output columns 80
Base temperature 20.
F factor 1.0
E factor 1.33

Number of dynamic modes.. 8
Cut-off frequency 33 Hz
Max no. of iterations ... 12
Convergence tolerance ... 3
Force tolerance 5 Newton

PipePlus version 8.08 EM
Macomer

2/15/2016 09:51 Page 002
File: Linea vapore principale

Frm /To name	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	Radius (mm)	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
F 1					0.000	0.000	0.000
2	2500			Long	2500.000	0.000	0.000
3		-5500			2500.000	-5500.000	0.000
4		-5500			2500.000	-11000.000	0.000
5		-5500			2500.000	-16500.000	0.000
6		-1200		Long	2500.000	-17700.000	0.000
7	2000				4500.000	-17700.000	0.000
8	5000				9500.000	-17700.000	0.000
9	5000				14500.000	-17700.000	0.000
10	1400			Long	15900.000	-17700.000	0.000
11	3070		4920		18970.000	-17700.000	4920.000
12	3070		4920		22040.000	-17700.000	9840.000
13	3070		4920		25110.000	-17700.000	14760.000
14	590		930	Long	25700.000	-17700.000	15690.000
15	680		420	Long	26380.000	-17700.000	16110.000
16		-4700			26380.000	-22400.000	16110.000

PipePlus version 8.08
Macomer

EM

2/15/2016 09:51 Page 003
File: Linea vapore principale

Point	Data	Description																																																																		
1	Pipe	Pipe data identifier = 6 Nominal diameter = 6 Pipe schedule = 80 Actual pipe O. D. = 168.275 mm Wall thickness = 10.973 mm Bend schedule = 80 Bend wall thickness = 10.973 mm Corrosion allowance = 1.5 mm Insulation thickness = 100 mm Insulation density = 100 Kg/cu.m Content S. G. = 0 Wind area O.D. = Insulation O.D.																																																																		
	Material	data identifier = 1 ASTM A335 P11 Density = 7850.1504727 Kg/cu.m <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tempera. (deg.C)</th> <th>Modulus (MPa)</th> <th>Thermal Strain (mm/mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>-73.33</td><td>201316.88</td><td>-0.000950</td></tr> <tr><td>21.11</td><td>204764.09</td><td>0.000000</td></tr> <tr><td>93.33</td><td>199938.00</td><td>0.000820</td></tr> <tr><td>148.89</td><td>196490.79</td><td>0.001520</td></tr> <tr><td>204.44</td><td>192354.15</td><td>0.002250</td></tr> <tr><td>260.00</td><td>189596.38</td><td>0.003020</td></tr> <tr><td>315.56</td><td>185459.73</td><td>0.003830</td></tr> <tr><td>371.11</td><td>181323.08</td><td>0.004690</td></tr> <tr><td>426.67</td><td>175807.55</td><td>0.005580</td></tr> <tr><td>482.22</td><td>170981.46</td><td>0.006510</td></tr> <tr><td>537.78</td><td>164776.49</td><td>0.007410</td></tr> <tr><td>593.33</td><td>158571.52</td><td>0.008370</td></tr> <tr><td>648.89</td><td>150298.22</td><td>0.009250</td></tr> <tr><td>704.44</td><td>141335.48</td><td>0.010180</td></tr> <tr><td>760.00</td><td>130304.42</td><td>0.011110</td></tr> </tbody> </table> Allowable stress code = P11 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Temperature (deg.C)</th> <th>Allowable stresses (KPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>-28.89</td><td>103416.21</td></tr> <tr><td>371.11</td><td>103416.21</td></tr> <tr><td>398.89</td><td>102037.33</td></tr> <tr><td>426.67</td><td>99279.56</td></tr> <tr><td>454.44</td><td>96521.80</td></tr> <tr><td>482.22</td><td>93764.03</td></tr> <tr><td>510.00</td><td>64118.05</td></tr> <tr><td>537.78</td><td>43434.81</td></tr> </tbody> </table>	Tempera. (deg.C)	Modulus (MPa)	Thermal Strain (mm/mm)	-73.33	201316.88	-0.000950	21.11	204764.09	0.000000	93.33	199938.00	0.000820	148.89	196490.79	0.001520	204.44	192354.15	0.002250	260.00	189596.38	0.003020	315.56	185459.73	0.003830	371.11	181323.08	0.004690	426.67	175807.55	0.005580	482.22	170981.46	0.006510	537.78	164776.49	0.007410	593.33	158571.52	0.008370	648.89	150298.22	0.009250	704.44	141335.48	0.010180	760.00	130304.42	0.011110	Temperature (deg.C)	Allowable stresses (KPa)	-28.89	103416.21	371.11	103416.21	398.89	102037.33	426.67	99279.56	454.44	96521.80	482.22	93764.03	510.00	64118.05	537.78	43434.81
Tempera. (deg.C)	Modulus (MPa)	Thermal Strain (mm/mm)																																																																		
-73.33	201316.88	-0.000950																																																																		
21.11	204764.09	0.000000																																																																		
93.33	199938.00	0.000820																																																																		
148.89	196490.79	0.001520																																																																		
204.44	192354.15	0.002250																																																																		
260.00	189596.38	0.003020																																																																		
315.56	185459.73	0.003830																																																																		
371.11	181323.08	0.004690																																																																		
426.67	175807.55	0.005580																																																																		
482.22	170981.46	0.006510																																																																		
537.78	164776.49	0.007410																																																																		
593.33	158571.52	0.008370																																																																		
648.89	150298.22	0.009250																																																																		
704.44	141335.48	0.010180																																																																		
760.00	130304.42	0.011110																																																																		
Temperature (deg.C)	Allowable stresses (KPa)																																																																			
-28.89	103416.21																																																																			
371.11	103416.21																																																																			
398.89	102037.33																																																																			
426.67	99279.56																																																																			
454.44	96521.80																																																																			
482.22	93764.03																																																																			
510.00	64118.05																																																																			
537.78	43434.81																																																																			
	Load	Load data identifier = 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Case No.</th> <th>Temperature (deg.C)</th> <th>Pressure (bar)</th> <th>Expansion (mm/mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>485.000</td> <td>60.000</td> <td>0.006555</td> </tr> </tbody> </table>	Case No.	Temperature (deg.C)	Pressure (bar)	Expansion (mm/mm)	1	485.000	60.000	0.006555																																																										
Case No.	Temperature (deg.C)	Pressure (bar)	Expansion (mm/mm)																																																																	
1	485.000	60.000	0.006555																																																																	
	Anchor	Rigid in all directions Initial displacement (mm,degree) : Case 1, translational X = 13 mm Case 1, translational Y = 45 mm Case 1, translational Z = -52 mm																																																																		
2																																																																				
3																																																																				
4	Guide	Spring Constant = Rigid Newton/mm																																																																		
5		Undesigned																																																																		
6																																																																				
7																																																																				
8		Undesigned																																																																		
9		One way restraint																																																																		
		Can not move in negative Y direction																																																																		
		Friction coefficient = 0.3																																																																		

- 10
- 11 One way restraint
Can not move in negative Y direction
Friction coefficient = 0.3
- 12 Guide Spring Constant = Rigid Newton/mm
- 13 Undesigned

PipePlus version 8.08 EM 2/15/2016 09:51 Page 004
Macomer File: Linea vapore principale

Point	Data	Description
16	Anchor	Rigid in all directions

PipePlus version 8.08 EM 2/15/2016 09:51 Page 005
Macomer File: Linea vapore principale

Case number	Combination
1	D.W. + Pres1 + Ther1 + Displ
2	D.W. + Pres1
3	Ther1 + Displ
4	D.W. + Pres1 + Quake1
5	D.W. + Pres1 + Quake2
6	D.W. + Pres1 + Quake3
7	D.W. + Pres1 + Wind1
8	D.W. + Pres1 + Wind2

PipePlus version 8.08 EM 2/15/2016 09:51 Page 006
Macomer File: Linea vapore principale

Earthquake Load Factors

Case number	X factor	Y factor	Z factor
1	0.15		
2		0.15	
3			0.15

Wind load direction

Case number	Delta X	Delta Y	Delta Z
1	1.		
2			1.

Wind Effective Velocity Pressure

Region number	Height (mm)	Pressure (bar)
1	0	0.003351
2	9144	0.005745
3	15240	0.006703
4	30480	0.007660
5	45720	0.008139
6	60960	0.008618
7	76200	0.009097
8	91440	0.009576
9	106680	0.010054
10	121920	0.010054
11	137160	0.010533
12	152400	0.010533
13	167640	0.011012
14	182880	0.011012
15	198120	0.011491
16	213360	0.011491
17	228600	0.011969
18	243840	0.011969

PipePlus version 8.08 EM
Macomer

2/15/2016 09:51 Page 007
File: Linea vapore principale

*** Hanger Selection Report ***

Point Name	Free Thermal Displacement (mm)	Restrained Weight Load (Newton)	Hanger Selected
-----	-----	-----	-----
5	-62.034	-10875	Constant spring hanger selected Installation load = 10875 Newton
8	-46.554	-3071	Inoflex long range spring Spring size = 8 Number of spring(s) = 1 Spring stiffness = 13 Newton/mm Installation load = 2458 Newton Operation load = 3071 Newton
13	24.430	-2456	Inoflex long range spring Spring size = 7 Number of spring(s) = 1 Spring stiffness = 10 Newton/mm Installation load = 2689 Newton Operation load = 2456 Newton

*** NOTE ***

Selection Criteria Used :
Rigid Hanger Selection Criteria = 2.540 mm
Permissible Load Variation = 0.250

PipePlus version 8.08
Macomer

EM

2/15/2016 09:51 Page 008
File: Linea vapore principale

*** Support Summary ***

Point Name	Global Direction	Forces (Newton) or Moments (Newton-m)						
		Sustain	Expansion		Occasional		Total	
			Max	Min	Max	Min	Max	Min
1	Fx	-26	511	0	398	-398	882	-424
	Fy	-1030	1139	0	2021	-2021	2130	-3052
	Fz	5	855	0	252	-252	1112	-246
	Mx	-11	0	-3738	855	-855	844	-4604
	My	-24	0	-237	387	-387	364	-648
	Mz	-1005	2565	0	3714	-3714	5274	-4719
4	Fx	305	0	-2806	2244	-2244	2549	-4746
	Fz	-0	0	-1660	3009	-3009	3008	-4669
5	Fy	-10875	0	0	0	0	-10875	-10875
8	Fy	-2505	0	-559	437	-437	-2069	-3501
9	Fx	-298	21	0	0	0	-277	-298
	Fy	-3454	0	-862	0	0	-3454	-4316
	Fz	-40	0	-255	0	0	-40	-296
11	Fx	41	4	0	0	0	45	41
	Fy	-3251	0	-283	0	0	-3251	-3533
	Fz	89	0	-79	0	0	89	9
12	Fx	18	1791	0	1215	-1215	3024	-1197
	Fy	-2841	1725	0	1831	-1831	715	-4672
	Fz	-11	0	-1117	758	-758	747	-1887
13	Fy	-2688	231	0	33	-33	-2424	-2720
16	Fx	-40	479	0	1315	-1315	1754	-1355
	Fy	-2001	0	-1391	347	-347	-1654	-3739
	Fz	-42	2257	0	2296	-2296	4511	-2338
	Mx	-123	6913	0	6663	-6663	13453	-6786
	My	18	443	0	350	-350	811	-332
	Mz	-21	1493	0	4944	-4944	6415	-4965

PipePlus version 8.08 EM 2/15/2016 09:51 Page 009
 Macomer File: Linea vapore principale
 Load : Dead Weight + Pressure 1 + Thermal 1 + Displacement 1



*** System Deflections ***

Point Name	Displacements (mm)			Rotations (degree)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	13.000	45.000	-52.000	-0.000	-0.000	0.000
2.Near	27.916	46.619	-52.204	-0.170	0.021	0.068
2.Far	29.714	45.407	-51.535	-0.216	0.027	0.076
3	31.661	10.808	-23.555	-0.335	0.206	-0.091
4	-0.000	-25.277	-0.000	-0.094	0.393	-0.631
5	-74.181	-61.350	-6.681	0.183	0.580	-0.689
6.Near	-84.849	-67.729	-9.946	0.200	0.613	-0.561
6.Far	-85.252	-70.876	-13.288	0.220	0.641	-0.325
7	-73.625	-76.313	-33.593	0.246	0.667	-0.027
8	-40.807	-48.994	-89.619	0.318	0.575	0.534
9	-7.988	-0.000	-126.772	0.391	0.235	0.512
10.Near	0.369	10.609	-130.499	0.409	0.091	0.453
10.Far	1.657	11.323	-129.907	0.420	-0.036	0.431
11	-3.851	-0.000	-82.587	0.336	-0.446	0.356
12	-18.023	-0.000	-28.884	0.053	-0.277	0.403
13	-7.937	26.462	9.682	-0.037	0.004	0.330
14.Near	-3.985	29.340	15.326	0.041	0.029	0.258
14.Far	-3.464	29.576	15.755	0.074	0.037	0.226
15.Near	-0.377	30.713	17.226	0.124	0.042	0.190
15.Far	1.416	29.349	17.084	0.237	0.048	0.062
16	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000

PipePlus version 8.08 EM 2/15/2016 09:51 Page 010
 Macomer File: Linea vapore principale
 Load : Dead Weight + Pressure 1 + Thermal 1 + Displacement 1

*** Forces and Moments acting on Restraints ***

Point Name	Forces (Newton)			Moments (Newton-m)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	745	328	740	-3469	-277	2615
4	-3411	0	-1337	0	0	0
5	0	-10875	0	0	0	0
8	0	-3103	0	0	0	0
9	-83	-4574	-1314	0	0	0
11	-48	-3587	-1030	0	0	0
12	1046	-549	-653	0	0	0
13	0	-2436	0	0	0	0
16	1751	-3848	3594	11227	498	-3086

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Stress Analysis ciclo termico	PAG. 21/42	

PipePlus version 8.08 EM 2/15/2016 09:51 Page 011
Macomer File: Linea vapore principale
Load : Dead Weight + Pressure 1 + Thermal 1 + Displacement 1

*** System Maxima ***

Maximum X displacement = -85.252 mm at point 6.Far
Maximum Y displacement = -76.313 mm at point 7
Maximum Z displacement = -130.499 mm at point 10.Near

Maximum X rotation = 0.420 degree at point 10.Far
Maximum Y rotation = 0.667 degree at point 7
Maximum Z rotation = -0.689 degree at point 5

Maximum X force = 2797 Newton at point 11
Maximum Y force = 9780 Newton at point 5
Maximum Z force = 3594 Newton at point 12

Maximum X moment = -11227 Newton-m at point 16
Maximum Y moment = -8097 Newton-m at point 10.Far
Maximum Z moment = 10007 Newton-m at point 6.Far

Maximum hoop stress = 50891 KPa at point 1
Maximum longitudinal stress = 126073 KPa at point 6.Far
Maximum principal stress = 126120 KPa at point 6.Far
Maximum code stress = 132828 KPa at point 6.Near
Maximum stress ratio (code/allowable) = 0.55 at point 6.Near

PipePlus version 8.08 EM
 Macomer
 Load : Dead Weight + Pressure 1

2/15/2016 09:51 Page 012
 File: Linea vapore principale

*** System Deflections ***



Point Name	Displacements (mm)			Rotations (degree)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-0.000	-0.000	0.000	-0.000	-0.000	-0.000
2.Near	-0.000	-0.334	0.015	-0.001	-0.001	-0.010
2.Far	-0.038	-0.372	0.020	-0.001	-0.001	-0.009
3	-0.665	-0.365	0.091	-0.000	-0.002	-0.002
4	0.000	-0.343	-0.000	0.003	-0.003	0.018
5	0.829	-0.308	-0.511	0.008	-0.004	-0.024
6.Near	0.235	-0.310	-0.663	0.010	-0.005	-0.047
6.Far	-0.003	-0.587	-0.686	0.011	-0.004	-0.080
7	-0.003	-3.177	-0.548	0.014	-0.005	-0.075
8	-0.001	-3.552	-0.185	0.023	-0.003	0.042
9	-0.000	-0.000	-0.000	0.032	-0.000	0.015
10.Near	-0.000	-0.019	0.001	0.034	0.000	-0.009
10.Far	0.000	-0.121	0.000	0.034	0.000	-0.011
11	0.000	-0.000	0.000	-0.007	-0.000	0.007
12	0.000	-0.000	0.000	0.001	0.001	-0.005
13	0.216	0.152	-0.134	-0.011	0.003	-0.004
14.Near	0.254	0.142	-0.158	-0.002	0.002	-0.012
14.Far	0.256	0.128	-0.161	-0.001	0.002	-0.013
15.Near	0.266	0.032	-0.175	-0.000	0.002	-0.012
15.Far	0.230	-0.004	-0.175	-0.002	0.002	-0.008
16	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	-0.000

PipePlus version 8.08 EM
 Macomer
 Load : Dead Weight + Pressure 1

2/15/2016 09:51 Page 013
 File: Linea vapore principale

*** Forces and Moments acting on Restraints ***

Point Name	Forces (Newton)			Moments (Newton-m)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-26	-1030	5	-11	-24	-1005
4	305	0	-0	0	0	0
5	0	-10875	0	0	0	0
8	0	-2505	0	0	0	0
9	-298	-3454	-40	0	0	0
11	41	-3251	89	0	0	0
12	18	-2841	-11	0	0	0
13	0	-2688	0	0	0	0
16	-40	-2001	-42	-123	18	-21

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Stress Analysys ciclo termico	PAG. 24/42	

PipePlus version 8.08 EM
Macomer
Load : Dead Weight + Pressure 1

2/15/2016 09:51 Page 014
File: Linea vapore principale

*** System Maxima ***

Maximum X displacement = 0.829 mm at point 5
Maximum Y displacement = -3.552 mm at point 8
Maximum Z displacement = -0.686 mm at point 6.Far

Maximum X rotation = 0.034 degree at point 10.Far
Maximum Y rotation = -0.005 degree at point 6.Near
Maximum Z rotation = -0.080 degree at point 6.Far

Maximum X force = -278 Newton at point 4
Maximum Y force = 8422 Newton at point 5
Maximum Z force = -53 Newton at point 11

Maximum X moment = 1453 Newton-m at point 11
Maximum Y moment = 49 Newton-m at point 9
Maximum Z moment = -2222 Newton-m at point 9

Maximum hoop stress = 50891 KPa at point 1
Maximum longitudinal stress = 38200 KPa at point 6.Near
Maximum principal stress = 50894 KPa at point 9
Maximum code stress = 39162 KPa at point 9
Maximum stress ratio (code/allowable) = 0.43 at point 9

PipePlus version 8.08 EM
 Macomer
 Load : Thermal 1 + Displacement 1

2/15/2016 09:51 Page 015
 File: Linea vapore principale

*** System Deflections ***



Point Name	Displacements (mm)			Rotations (degree)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	13.000	45.000	-52.000	-0.000	-0.000	0.000
2.Near	27.915	46.285	-52.298	-0.183	0.028	0.048
2.Far	29.598	44.972	-51.605	-0.232	0.037	0.042
3	28.280	10.365	-22.022	-0.345	0.254	-0.111
4	-0.000	-25.744	-0.000	-0.042	0.479	-0.522
5	-57.592	-61.852	-14.370	0.274	0.705	-0.485
6.Near	-64.804	-68.230	-19.145	0.287	0.745	-0.359
6.Far	-64.416	-70.598	-23.356	0.303	0.776	-0.136
7	-52.788	-70.909	-47.907	0.313	0.805	0.105
8	-19.968	-42.540	-114.379	0.343	0.662	0.466
9	12.853	-0.000	-153.797	0.372	0.185	0.469
10.Near	21.210	10.117	-155.987	0.380	0.007	0.443
10.Far	22.320	10.873	-155.085	0.386	-0.136	0.429
11	4.909	-0.000	-100.331	0.334	-0.625	0.358
12	-23.533	0.000	-37.713	0.083	-0.383	0.410
13	-16.276	24.150	2.629	-0.028	0.009	0.374
14.Near	-12.250	27.764	8.228	0.012	0.032	0.329
14.Far	-11.727	28.142	8.655	0.033	0.038	0.309
15.Near	-8.639	30.199	10.127	0.064	0.041	0.283
15.Far	-6.382	29.354	10.329	0.139	0.043	0.190
16	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

PipePlus version 8.08 EM
 Macomer
 Load : Thermal 1 + Displacement 1

2/15/2016 09:51 Page 016
 File: Linea vapore principale

*** Forces and Moments acting on Restraints ***

Point Name	Forces (Newton)			Moments (Newton-m)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	511	1139	855	-3738	-237	2565
4	-2806	0	-1660	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
8	0	-559	0	0	0	0
9	21	-862	-255	0	0	0
11	4	-283	-79	0	0	0
12	1791	1725	-1117	0	0	0
13	0	231	0	0	0	0
16	479	-1391	2257	6913	443	1493

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Stress Analysis ciclo termico	PAG. 27/42	

PipePlus version 8.08 EM
Macomer
Load : Thermal 1 + Displacement 1

2/15/2016 09:51 Page 017
File: Linea vapore principale

*** System Maxima ***

Maximum X displacement = -64.804 mm at point 6.Near
Maximum Y displacement = -70.909 mm at point 7
Maximum Z displacement = -155.987 mm at point 10.Near

Maximum X rotation = 0.386 degree at point 10.Far
Maximum Y rotation = 0.805 degree at point 7
Maximum Z rotation = -0.522 degree at point 4

Maximum X force = 2295 Newton at point 4
Maximum Y force = -1391 Newton at point 13
Maximum Z force = 2257 Newton at point 12

Maximum X moment = -6913 Newton-m at point 16
Maximum Y moment = -9109 Newton-m at point 10.Near
Maximum Z moment = 9206 Newton-m at point 6.Far

Maximum hoop stress = 0 KPa at point
Maximum longitudinal stress = 97190 KPa at point 6.Far
Maximum principal stress = 97196 KPa at point 6.Far
Maximum code stress = 96746 KPa at point 6.Far
Maximum stress ratio (code/allowable) = 0.64 at point 6.Far

PipePlus version 8.08 EM

2/15/2016 09:51 Page 018

Macomer

File: Linea vapore principale

Load : Dead Weight + Pressure 1 + Earthquake 1

*** System Deflections ***

Point Name	Displacements (mm)			Rotations (degree)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.000	-0.000	0.000	-0.000	-0.000	-0.000
2.Near	0.000	-1.078	0.025	-0.013	0.000	-0.043
2.Far	-0.204	-1.268	0.079	-0.016	0.002	-0.055
3	-5.750	-1.262	1.691	-0.010	0.021	-0.042
4	0.000	-1.242	-0.000	0.055	0.042	0.221
5	30.921	-1.209	-8.710	0.115	0.063	0.303
6.Near	35.613	-1.211	-10.694	0.119	0.066	0.247
6.Far	36.457	-0.475	-11.445	0.122	0.070	0.150
7	36.459	2.938	-13.624	0.126	0.070	0.085
8	36.463	10.528	-18.572	0.139	0.034	0.084
9	36.465	15.699	-17.875	0.152	-0.059	0.017
10.Near	36.464	15.679	-16.200	0.156	-0.092	-0.011
10.Far	36.258	15.340	-15.847	0.157	-0.119	-0.014
11	20.585	5.522	-6.069	0.095	-0.233	0.008
12	3.042	-0.000	4.875	0.037	-0.118	0.027
13	1.341	0.753	5.932	0.014	0.034	0.025
14.Near	1.905	0.487	5.573	0.038	0.038	0.007
14.Far	1.953	0.438	5.524	0.045	0.039	0.000
15.Near	2.136	0.174	5.227	0.056	0.038	-0.006
15.Far	2.135	-0.005	4.829	0.076	0.036	-0.026
16	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000

PipePlus version 8.08 EM

2/15/2016 09:51 Page 019



Macomer

File: Linea vapore principale

Load : Dead Weight + Pressure 1 + Earthquake 1

*** Forces and Moments acting on Restraints ***

Point Name	Forces (Newton)			Moments (Newton-m)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	92	-1313	118	-265	-121	-2210
4	2549	0	-254	0	0	0
5	0	-10875	0	0	0	0
8	0	-2320	0	0	0	0
9	-298	-3454	-40	0	0	0
11	41	-3251	89	0	0	0
12	1233	-2413	-770	0	0	0
13	0	-2682	0	0	0	0
16	679	-2338	857	2938	368	-1620

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Stress Analysis ciclo termico	PAG. 30/42	

PipePlus version 8.08 EM

2/15/2016 09:51 Page 020

Macomer

File: Linea vapore principale

Load : Dead Weight + Pressure 1 + Earthquake 1

*** System Maxima ***

Maximum X displacement = 36.465 mm at point 9
Maximum Y displacement = 15.699 mm at point 9
Maximum Z displacement = -18.572 mm at point 8

Maximum X rotation = 0.157 degree at point 10.Far
Maximum Y rotation = -0.233 degree at point 11
Maximum Z rotation = 0.303 degree at point 5

Maximum X force = -1636 Newton at point 4
Maximum Y force = 8140 Newton at point 5
Maximum Z force = 857 Newton at point 12

Maximum X moment = -2938 Newton-m at point 16
Maximum Y moment = 3140 Newton-m at point 12
Maximum Z moment = 5012 Newton-m at point 4

Maximum hoop stress = 50891 KPa at point 1
Maximum longitudinal stress = 64101 KPa at point 6.Near
Maximum principal stress = 78320 KPa at point 6.Far
Maximum code stress = 57741 KPa at point 6.Near
Maximum stress ratio (code/allowable) = 0.48 at point 6.Near

PipePlus version 8.08 EM

2/15/2016 09:51 Page 021

Macomer

File: Linea vapore principale

Load : Dead Weight + Pressure 1 + Earthquake 2

*** System Deflections ***

Point Name	Displacements (mm)			Rotations (degree)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	0.000
2.Near	-0.000	1.343	0.168	-0.013	-0.007	0.046
2.Far	0.131	1.500	0.258	-0.017	-0.008	0.024
3	-0.377	1.516	1.880	-0.009	-0.010	-0.018
4	0.000	1.543	-0.000	0.058	-0.011	0.044
5	8.549	1.582	-10.104	0.150	-0.013	0.120
6.Near	10.636	1.581	-12.769	0.164	-0.013	0.125
6.Far	11.145	2.097	-13.412	0.179	-0.009	0.133
7	11.145	6.730	-13.134	0.213	-0.010	0.175
8	11.146	29.648	-11.880	0.309	-0.021	0.313
9	11.147	54.673	-9.172	0.406	-0.043	0.219
10.Near	11.147	58.881	-8.129	0.430	-0.051	0.167
10.Far	11.043	58.590	-7.946	0.442	-0.058	0.146
11	5.137	27.817	-4.262	0.422	-0.076	0.057
12	-0.475	-0.000	-0.761	0.225	-0.046	0.077
13	-2.608	-1.716	0.570	0.007	-0.009	0.110
14.Near	-2.731	-0.893	0.648	0.010	-0.007	0.089
14.Far	-2.738	-0.796	0.656	0.012	-0.006	0.085
15.Near	-2.764	-0.224	0.697	0.011	-0.005	0.078
15.Far	-2.503	-0.004	0.662	0.013	-0.006	0.062
16	-0.000	-0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000

PipePlus version 8.08 EM

2/15/2016 09:51 Page 022



Macomer

File: Linea vapore principale

Load : Dead Weight + Pressure 1 + Earthquake 2

*** Forces and Moments acting on Restraints ***

Point Name	Forces (Newton)			Moments (Newton-m)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-216	991	121	-259	-315	2709
4	377	0	-148	0	0	0
5	0	-10875	0	0	0	0
8	0	-2069	0	0	0	0
9	-298	-3454	-40	0	0	0
11	41	-3251	89	0	0	0
12	134	-1010	-84	0	0	0
13	0	-2705	0	0	0	0
16	-38	-1975	62	320	-63	921

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Stress Analysis ciclo termico	PAG. 33/42	

PipePlus version 8.08 EM

2/15/2016 09:51 Page 023

Macomer

File: Linea vapore principale

Load : Dead Weight + Pressure 1 + Earthquake 2

*** System Maxima ***

Maximum X displacement = 11.147 mm at point 9
Maximum Y displacement = 58.881 mm at point 10.Near
Maximum Z displacement = -13.412 mm at point 6.Far

Maximum X rotation = 0.442 degree at point 10.Far
Maximum Y rotation = -0.076 degree at point 11
Maximum Z rotation = 0.313 degree at point 8

Maximum X force = 216 Newton at point 1
Maximum Y force = 9025 Newton at point 5
Maximum Z force = -121 Newton at point 1

Maximum X moment = -2822 Newton-m at point 12
Maximum Y moment = 573 Newton-m at point 12
Maximum Z moment = -3490 Newton-m at point 9

Maximum hoop stress = 50891 KPa at point 1
Maximum longitudinal stress = 58141 KPa at point 6.Near
Maximum principal stress = 74971 KPa at point 12
Maximum code stress = 58335 KPa at point 12
Maximum stress ratio (code/allowable) = 0.48 at point 12

PipePlus version 8.08 EM

2/15/2016 09:51 Page 024

Macomer

File: Linea vapore principale

Load : Dead Weight + Pressure 1 + Earthquake 3

*** System Deflections ***

Point Name	Displacements (mm)			Rotations (degree)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.000	-0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000
2.Near	0.000	0.157	0.145	0.027	-0.006	0.013
2.Far	0.079	0.225	0.048	0.035	-0.006	0.023
3	2.486	0.233	-4.208	0.038	-0.022	0.015
4	-0.000	0.255	0.000	-0.181	-0.040	-0.082
5	-13.571	0.291	29.494	-0.366	-0.057	-0.189
6.Near	-16.872	0.289	35.683	-0.362	-0.060	-0.200
6.Far	-17.692	-0.545	37.347	-0.354	-0.058	-0.212
7	-17.692	-6.816	39.047	-0.330	-0.048	-0.183
8	-17.693	-14.952	39.027	-0.262	0.060	-0.038
9	-17.693	-18.279	28.818	-0.194	0.160	-0.062
10.Near	-17.694	-19.999	25.188	-0.177	0.165	-0.085
10.Far	-17.387	-19.967	24.633	-0.172	0.163	-0.088
11	-4.079	-8.369	16.323	-0.160	0.152	-0.052
12	6.185	-0.000	9.912	-0.103	0.065	-0.042
13	7.658	2.930	8.983	0.001	0.001	-0.062
14.Near	7.698	1.831	8.956	0.047	0.005	-0.082
14.Far	7.706	1.652	8.948	0.060	0.008	-0.093
15.Near	7.748	0.574	8.878	0.082	0.009	-0.099
15.Far	7.297	-0.005	8.411	0.123	0.015	-0.127
16	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000

PipePlus version 8.08 EM

2/15/2016 09:51 Page 025



Macomer

File: Linea vapore principale

Load : Dead Weight + Pressure 1 + Earthquake 3

*** Forces and Moments acting on Restraints ***

Point Name	Forces (Newton)			Moments (Newton-m)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	180	-893	143	544	-269	-246
4	-322	0	1863	0	0	0
5	0	-10875	0	0	0	0
8	0	-2655	0	0	0	0
9	-298	-3454	-40	0	0	0
11	41	-3251	89	0	0	0
12	-681	-2533	425	0	0	0
13	0	-2661	0	0	0	0
16	1080	-2323	1816	5473	156	-4120

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Stress Analysis ciclo termico	PAG. 36/42	

PipePlus version 8.08 EM

2/15/2016 09:51 Page 026

Macomer

File: Linea vapore principale

Load : Dead Weight + Pressure 1 + Earthquake 3

*** System Maxima ***

Maximum X displacement = -17.694 mm at point 10.Near
Maximum Y displacement = -19.999 mm at point 10.Near
Maximum Z displacement = 39.047 mm at point 7

Maximum X rotation = -0.366 degree at point 5
Maximum Y rotation = 0.165 degree at point 10.Near
Maximum Z rotation = -0.212 degree at point 6.Far

Maximum X force = 1080 Newton at point 12
Maximum Y force = 8559 Newton at point 5
Maximum Z force = -1816 Newton at point 16

Maximum X moment = -5473 Newton-m at point 16
Maximum Y moment = -1726 Newton-m at point 12
Maximum Z moment = 4120 Newton-m at point 16

Maximum hoop stress = 50891 KPa at point 1
Maximum longitudinal stress = 61622 KPa at point 16
Maximum principal stress = 90002 KPa at point 16
Maximum code stress = 66403 KPa at point 16
Maximum stress ratio (code/allowable) = 0.55 at point 16

PipePlus version 8.08 EM

2/15/2016 09:51 Page 027

Macomer

File: Linea vapore principale

Load : Dead Weight + Pressure 1 + Wind 1

*** System Deflections ***

Point Name	Displacements (mm)			Rotations (degree)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.000	-0.000	0.000	-0.000	-0.000	-0.000
2.Near	0.001	-0.391	0.021	-0.004	-0.000	-0.011
2.Far	-0.031	-0.428	0.042	-0.006	-0.000	-0.007
3	-1.486	-0.421	0.600	-0.003	0.005	-0.026
4	0.000	-0.400	-0.000	0.019	0.010	0.112
5	16.633	-0.366	-3.125	0.043	0.015	0.145
6.Near	18.759	-0.368	-3.867	0.045	0.016	0.104
6.Far	19.071	-0.133	-4.117	0.047	0.017	0.035
7	19.072	0.237	-4.664	0.051	0.018	0.002
8	19.074	3.250	-5.851	0.062	0.007	0.053
9	19.077	6.477	-5.427	0.073	-0.019	0.001
10.Near	19.077	6.115	-4.893	0.076	-0.029	-0.026
10.Far	19.013	5.875	-4.782	0.077	-0.037	-0.029
11	12.636	1.729	-0.803	0.024	-0.115	-0.010
12	3.179	-0.000	5.095	-0.007	-0.057	-0.005
13	3.795	1.229	4.707	-0.008	0.035	-0.019
14.Near	4.342	0.861	4.359	0.017	0.035	-0.038
14.Far	4.387	0.783	4.314	0.024	0.035	-0.044
15.Near	4.552	0.279	4.045	0.035	0.034	-0.050
15.Far	4.370	-0.005	3.745	0.055	0.032	-0.069
16	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000

PipePlus version 8.08 EM

2/15/2016 09:51 Page 028



Macomer

File: Linea vapore principale

Load : Dead Weight + Pressure 1 + Wind 1

*** Forces and Moments acting on Restraints ***

Point Name	Forces (Newton)			Moments (Newton-m)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	371	-1177	41	-91	-58	-1191
4	2393	0	-79	0	0	0
5	0	-10875	0	0	0	0
8	0	-2416	0	0	0	0
9	-298	-3454	-40	0	0	0
11	41	-3251	89	0	0	0
12	1199	-2516	-748	0	0	0
13	0	-2677	0	0	0	0
16	1045	-2279	738	2387	333	-2855

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Stress Analysis ciclo termico	PAG. 39/42	

PipePlus version 8.08 EM

2/15/2016 09:51 Page 029

Macomer

File: Linea vapore principale

Load : Dead Weight + Pressure 1 + Wind 1

*** System Maxima ***

Maximum X displacement = 19.077 mm at point 10.Near
Maximum Y displacement = 6.477 mm at point 9
Maximum Z displacement = -5.851 mm at point 8

Maximum X rotation = 0.077 degree at point 10.Far
Maximum Y rotation = -0.115 degree at point 11
Maximum Z rotation = 0.145 degree at point 5

Maximum X force = -1404 Newton at point 4
Maximum Y force = 8276 Newton at point 5
Maximum Z force = 738 Newton at point 12

Maximum X moment = -2387 Newton-m at point 16
Maximum Y moment = 2333 Newton-m at point 12
Maximum Z moment = 3605 Newton-m at point 4

Maximum hoop stress = 50891 KPa at point 1
Maximum longitudinal stress = 52595 KPa at point 6.Near
Maximum principal stress = 72291 KPa at point 16
Maximum code stress = 49089 KPa at point 6.Near
Maximum stress ratio (code/allowable) = 0.41 at point 6.Near

PipePlus version 8.08 EM

2/15/2016 09:51 Page 030

Macomer

File: Linea vapore principale

Load : Dead Weight + Pressure 1 + Wind 2

*** System Deflections ***

Point Name	Displacements (mm)			Rotations (degree)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.000	-0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
2.Near	0.001	0.400	0.203	0.041	-0.008	0.024
2.Far	0.137	0.519	0.044	0.054	-0.006	0.039
3	4.027	0.528	-6.658	0.061	-0.024	0.024
4	-0.000	0.550	0.000	-0.289	-0.042	-0.131
5	-20.591	0.586	47.120	-0.585	-0.061	-0.269
6.Near	-25.206	0.584	57.018	-0.579	-0.064	-0.275
6.Far	-26.307	-0.519	59.552	-0.566	-0.060	-0.275
7	-26.308	-8.558	61.215	-0.529	-0.041	-0.234
8	-26.309	-20.387	58.116	-0.424	0.129	-0.075
9	-26.311	-27.041	39.478	-0.319	0.272	-0.100
10.Near	-26.312	-29.611	33.387	-0.292	0.272	-0.123
10.Far	-25.811	-29.496	32.478	-0.285	0.263	-0.128
11	-5.935	-11.851	20.068	-0.238	0.207	-0.086
12	7.346	-0.000	11.772	-0.146	0.082	-0.071
13	9.379	3.590	10.492	-0.003	0.001	-0.088
14.Near	9.417	2.244	10.466	0.050	0.005	-0.108
14.Far	9.425	2.025	10.457	0.066	0.008	-0.120
15.Near	9.468	0.699	10.385	0.093	0.010	-0.127
15.Far	8.902	-0.005	9.853	0.142	0.017	-0.157
16	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000

PipePlus version 8.08 EM

2/15/2016 09:51 Page 031



Macomer

File: Linea vapore principale

Load : Dead Weight + Pressure 1 + Wind 2

*** Forces and Moments acting on Restraints ***

Point Name	Forces (Newton)			Moments (Newton-m)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	281	-823	257	844	-411	130
4	-629	0	3008	0	0	0
5	0	-10875	0	0	0	0
8	0	-2726	0	0	0	0
9	-298	-3454	-40	0	0	0
11	41	-3251	89	0	0	0
12	-671	-2512	418	0	0	0
13	0	-2655	0	0	0	0
16	1276	-2348	2253	6540	176	-4965

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Stress Analysys ciclo termico	PAG. 42/42	

PipePlus version 8.08 EM

2/15/2016 09:51 Page 032

Macomer

File: Linea vapore principale

Load : Dead Weight + Pressure 1 + Wind 2

*** System Maxima ***

Maximum X displacement = -26.312 mm at point 10.Near
Maximum Y displacement = -29.611 mm at point 10.Near
Maximum Z displacement = 61.215 mm at point 7

Maximum X rotation = -0.585 degree at point 5
Maximum Y rotation = 0.272 degree at point 10.Near
Maximum Z rotation = -0.275 degree at point 6.Far

Maximum X force = 1276 Newton at point 12
Maximum Y force = 8629 Newton at point 5
Maximum Z force = -2253 Newton at point 16

Maximum X moment = -7055 Newton-m at point 4
Maximum Y moment = 2400 Newton-m at point 8
Maximum Z moment = 4965 Newton-m at point 16

Maximum hoop stress = 50891 KPa at point 1
Maximum longitudinal stress = 69279 KPa at point 16
Maximum principal stress = 97660 KPa at point 16
Maximum code stress = 74055 KPa at point 16
Maximum stress ratio (code/allowable) = 0.61 at point 16