EMERGENZA GAS

INCREMENTO DI CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17.05.2022 , N. 50)

FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI

PASSERELLE DI SOSTEGNO TUBO GAS 26 in – ANALISI SISMICA

Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data
1	Emissione Finale - Revisione per commenti Rina	K.Caldera	J. Albagli	M. Raimondi	18/03/2024
0	Emissione Finale	K.Caldera	J. Albagli	M. Raimondi	14/02/2024
A	Emesso per Approvazione	K.Caldera	J. Albagli	M. Raimondi	04/01/2024

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

INDICE

PAGINA

1 INTRODUZIONE 5
1.1 Generalità 5
1.2 Scopo del Documento 5
2 DEFINIZIONI ED ABBREVIAZIONI 6
2.1 Definizioni 6
2.2 Abbreviazioni 6
3 RIFERIMENTI 7
3.1 Documenti Di Progetto 7
3.2 Documenti Di Riferimento 7
3.3 Normative Di Riferimento 7
3.4 Software 8
4 CONCLUSIONI 9
5 DESCRIZIONE STRUTTURA PASSERELLE 10
6 CRITERI DI PROGETTAZIONE 12
6.1 Materiali 12
6.2 Criteri di Progettazione 14
6.2.1 Generalità 14
6.2.2 Combinazione delle azioni e fattori di azione parziale per le analisi in servizio 14
6.2.3 Fattori di resistenza parziali per sezioni tubolari 15
6.2.4 Resistenza minima nodi tubolari 15
6.2.5 Fattore di resistenza parziale per sezioni non tubolari 16
6.3 Criteri di Accettazione 16
7 MODELLO DI CALCOLO 18
8 CARICHI E COMBINAZIONI DI CARICO 18
8.1 Carichi Permanenti 19
8.1.1 Peso Proprio Strutturale 19
8.1.2 Pesi Strutture non modellate 19
8.1.3 Piping 20
8.2 Carichi Variabili 20
8.3 AZIONE SISMICA 20
8.4 Risultanti dei Carichi 21

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

8.5 Combinazioni di Carico 23
8.5.1 Combinazioni base 23
8.5.2 Combinazioni Sismiche 23
9 RISULTATI DELL'ANALISI 25
9.1 Verifiche strutturali della passerella 25
9.1.1 Passerella TG2 25
9.1.2 Passerella TG3 26
9.1.3 Passerella TG5 28
9.1.4 Passerella TG7 29
10 APPENDICE A – CALCOLO DEL PERIODO DEI PALI DI FONDAZIONE 31
10.1 ANALISI DINAMICA 31
10.1.1 Analisi telaio longitudinale 32
10.1.2 Analisi palo a sbalzo 34

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 6-1: Proprietà acciaio 12
Tabella 6-2: Gradi di acciaio secondo standard per classi di design 12
Tabella 6-3: Proprietà dell'acciaio relative allo spessore (secondo EN 10025-2 & 4) 13
Tabella 6-4: Fattori di azione parziale per l'analisi in servizio 14
Tabella 6-5: Fattori di resistenza parziali per sezioni tubolari 15
Tabella 6-6: Fattori di resistenza parziale per i nodi tubolari 15
Tabella 6-7: Fattori di resistenza parziale per sezioni non tubolari 16
Tabella 8-1: Coefficienti parziali azioni per condizioni in servizio 18
Tabella 8-2: Risultanti condizioni di carico applicate- PAS TG2 22
Tabella 8-3: Risultanti condizioni di carico applicate- PAS TG3 22
Tabella 8-4: Risultanti condizioni di carico applicate- PAS TG5 22
Tabella 8-5: Risultanti condizioni di carico applicate- PAS TG7 23
Tabella 8-6: Combinazioni Base 23
Tabella 8-7: Combinazioni SLU 23
Tabella 8-8: Risultanti combinazioni di carico- PAS TG2 24
Tabella 8-9: Risultanti combinazioni di carico- PAS TG3 24
Tabella 8-10: Risultanti combinazioni di carico- PAS TG5 24
Tabella 8-11: Risultanti combinazioni di carico- PAS TG7 24

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Tabella 9-1: Verifiche elementi strutturali UC > 0.40 – PAS TG2 25
Tabella 9-2: Verifiche e max UC per gruppi - PAS TG2 26
Tabella 9-3: Verifiche elementi strutturali UC > 0.40 – PAS TG3 27
Tabella 9-4: Verifiche e max UC per gruppi - PAS TG3 27
Tabella 9-5: Verifiche elementi strutturali UC > 0.40 – PAS TG5 28
Tabella 9-6: Verifiche e max UC per gruppi - PAS TG5 28
Tabella 9-7: Verifiche elementi strutturali UC > 0.40 – PAS TG7 29
Tabella 9-8: Verifiche e max UC per gruppi - PAS TG7 29
Tabella 10-1: Estratto SACS masse e primi 7 periodi 34
Tabella 10-2: Estratto SACS masse e primi 5 periodi 35

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

1 INTRODUZIONE

1.1 GENERALITÀ

Nell'ambito delle iniziative legate alla realizzazione di nuove capacità di rigassificazione regolate dall'art.5 del DL n.50 del 17/5/2022 e mirate a diversificare le fonti di approvvigionamento di gas ai fini della sicurezza energetica nazionale, la Società Snam FSRU Italia, controllata al 100% da Snam S.p.A ("Snam"), ha ottenuto in data 07.11.2022 l'Autorizzazione Unica rilasciata dal Commissario straordinario di Governo, per realizzare le opere a mare ed a terra necessarie all'ormeggio di un mezzo navale tipo FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) in corrispondenza della piattaforma offshore esistente denominata Petra posta a circa 8,5 km a largo di Punta Marina (Ravenna) e il trasferimento del gas naturale fino al punto di collegamento con la Rete Nazionale Gasdotti in corrispondenza dell'impianto Nodo di Ravenna di Snam Rete.

L'FSRU sarà in grado di stoccare fino a 170 mila metri cubi di Gas Naturale Liquefatto (GNL).

Le opere previste nel Progetto FSRU Ravenna sono le seguenti:

1. Adeguamento e ampliamento della esistente piattaforma Petra inclusiva di tutte le opere impiantistiche necessarie allo scarico del gas naturale ed il suo convogliamento, tramite pipeline DN 650 (26'') – DP 100 barg, nella condotta sottomarina (c.d. sealine).

2. Posa di una nuova condotta sottomarina (c.d. sealine) DN 650 (26'') – DP 100 barg lunga circa 8,5 km, per collegare la piattaforma Petra ed il punto di arrivo a terra posto in corrispondenza dell'area impianto denominata ex-SAROM situata a Punta Marina a ridosso della linea di costa, inclusiva della realizzazione del microtunnel costiero e della posa del cavo a fibra ottica.

3. Posa del tratto di condotta a terra DN 650 (26'') – DP 100 barg lunga circa 2,5 km tra l'area ex-SAROM e l'impianto trappole previsto all'interno dell'area impianto PDE a Punta Marina.

4. Posa del tratto di condotta a terra DN 900 (36'') – DP 75 barg lunga circa 31,5 km tra l'impianto trappole previsto all'interno dell'area impianto PDE e l'area del Nodo di Ravenna di Snam Rete Gas. Il tratto include anche la realizzazione dell'impianto di correzione dell'Indice di Wobbe, dell'impianto di filtraggio, misura e regolazione PDE di Punta Marina e dell'impianto trappole e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti denominato Nodo di Ravenna.

E' prevista l'installazione di un sistema di diga frangiflutti (break water) in prossimità del terminale, posta a circa 300m ad est della piattaforma di ormeggio Petra.

con riferimento ai lavori relativi all'adeguamento e ampliamento della esistente piattaforma Petra inclusiva di tutte le opere impiantistiche necessarie allo scarico del gas naturale ed il suo convogliamento nella condotta sottomarina.

1.2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento illustra le verifiche strutturali delle passerelle di supporto della tubazione gas da 26" per le condizioni sismiche, secondo i dati di progetto (Rif. [A2]) e i criteri definiti dalle basi di progettazione strutturale (Rif. [A7], [A9]).

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

2 DEFINIZIONI ED ABBREVIAZIONI

2.1 DEFINIZIONI

Termine	Definizione
Committente	Snam Rete Gas S.p.A.
Appaltatore	Il Raggruppamento Temporaneo di Imprese (RTI) costituito da: Saipem S.p.A. (Mandataria) Micoperi S.r.l. (Mandante) Rosetti Marino S.p.A. (Mandante)
Direzione dei Lavori	Enereco S.p.A. (abbreviato DL)
Contratto	L'accordo Contrattuale concordato e firmato tra la COMMITTENTE e l'APPALTATORE
Progetto	ALLACCIAMENTO FSRU DI RAVENNA (Tratto a Mare) DN 650 (26") DP 100 bar

2.2 ABBREVIAZIONI

SLU	Stato Limite Ultimo
UC	Unity Check

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

3 RIFERIMENTI

3.1 DOCUMENTI DI PROGETTO

L'elenco dei documenti di Progetto suddiviso per categoria è riportato nel documento seguente:

[A1] 123A40-PML-PM-LIS-10004 Elenco Documenti

3.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

[A2] NQR22199/L02-0001-LF-E-05400- Dati Generali di Progetto

[A3] NQR22199/L02-0001-LF-E-05000 Dati di Base Meteomarini di Progetto

[A4] 0001-CI-E-012800 Studio Meteomarino per Analisi a Fatica

[A5] 000-ZA-E-17075 Studio Meteo-Marino (De Girolamo)

[A6] 000-ZX-E-17101 Relazione Geotecnica

[A7] 0001-LF-E-05400 Dati di progetto

[A8] Codice di Rete SNAM RETE GAS. Ai sensi dell'art.24, com.5, DL 23/05/2000, n.164/00

[A9] 0001-CI-E-017000 Basi di Progettazione Strutturale

[A10] 0001-CB-B-017001 Layout generale del pontile

[A11] 0001-CD-B-017038 Passerella tubo gas 26 - Tipo 1 – Assieme

[A12] 0001-CD-B-017046 Passerella tubo gas 26 - Tipo 5 – Assieme

[A13] 0001-ZX-E-014381 Relazione di calcolo per analisi stress tubazioni con CAESAR II

[A14] 0001-CI-E-017030 Passerelle di sostegno tubo Gas 26 in - Analisi Statica in servizio

3.3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

[B1] DM 17/01/2018 Norme Tecniche per le Costruzioni

[B2] ISO 19900 General requirements for offshore structures

[B3] ISO 19901 Part 1 to 8: Specific requirements for offshore structures

[B4] ISO 19902 Fixed Steel Offshore

[B5] EN 1993 Progettazione delle strutture in acciaio

[B6] BS 6349: Part 1 Code of practice for general criteria

[B7] BS 6349: Part 2 Design of quay walls jetties and dolphins

[B8] BS 6349: Part 4 Code of Practice for design of fendering and mooring system

[B9] BS 6349-1-1 Code of practice for planning and design for operations

[B10] BS 6349-1-2 General - Code of practice for assessment of actions

[B11] PIANC WG33 Guidelines for the design of fender system 2002

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

[B12] PIANC WG121 Harbour Approach Channels – Design Guidelines

[B13] OCMIF (MEG4) Mooring Equipment Guidelines

[B14] DNVGL-OTG-18 Guidance for long-term nearshore mooring systems

[B15] DNVGL-ST-N001 Marine operations and marine warranty

[B16] DNV-RP-C203 Fatigue design of offshore steel structures

[B17] DNV-RP-C204 Structural design against accidental loads

[B18] DNV-RP-C205 Environmental conditions and environmental loads

[B19] API RP-2A Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms

3.4 SOFTWARE

[B20] SACS Structural Analysis Computer System by Engineering Dynamics,Inc.

[B21] LPILE Analysis for Laterally loaded piles by Ensoft (Lymon C. Reese)

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

4 CONCLUSIONI

La presente relazione presenta la verifica sismica di quattro tipologie di passerelle ritenute le più significative per:

- Massimo carico piping: passerella PAS-TG3 con schema di semplice appoggio su luce di 21 m che supporta il peso di quattro valvole (8 ton/cad);
- Tipica per lo schema di semplice appoggio: passerella PAS-TG2 con luce di 21 m (copre la verifica anche della passerella TG1);
- Luce massima in semplice appoggio: passerella PAS-TG5 rappresenta la trave tipica con schema di semplice appoggio con luce massima di 24 m;
- Luce massima con schema di trave continua: passerella PAS-TG7 rappresenta la trave tipologica con schema di incastro alle estremità (per il collegamento longitudinale delle passerelle a nord del giunto al palo TG-6) con luce di 24 m.

Le analisi sismiche svolte hanno dimostrato che le passerelle sono in grado di resistere all'azione sismica in accordo alle norme NTC2018 Rif. [B1].

Le verifiche per le condizioni statiche in servizio sono riportate nella relazione di calcolo Rif. [A14].

Il periodo delle passerelle corrisponde al periodo dei pali di supporto delle passerelle stesse che sono collegati con schema a telaio nella direzione longitudinale mentre hanno un comportamento a mensola nella direzione trasversale. Il calcolo del periodo per i due schemi statici è stato condotto mediante l'ausilio del programma SACs come descritto all'Appendice A, che ha portato ai risultati riassunti in tabella.

ANALISI DINAMICA DEI PALI		
SCHEMA PALO	**Massa partec.**	**Periodo [sec]**
Telaio longit.	0.906	1.71
Mensola trasv.	0.820	2.74

Le passerelle sono state analizzate per le condizioni sismiche considerando un fattore di struttura q = 1.50.

Considerando il periodo di 1.70 sec (al fine di massimizzare le forze sismiche) è stata determinata un'accelerazione SLV a = 0.20 g.

Per la verifica di stress della tubazione gas verrà assunta, a favore di sicurezza, un'accelerazione pari a 0.25g.

Per le condizioni analizzate, i massimi valori di UC (unity check, rapporto fra la sollecitazione agente e la capacità resistente dell'elemento) per le singole tipologie:

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

- PAS-TG3: UC = 0.85 < 1.0 OK

  (riferito alla trave trasversale di collegamento al PIN, la verifica è conservativa in quanto non è stato tenuto in conto della presenza dei piatti di irrigidimento)

- PAS-TG2: UC = 0.55 < 1.0 OK
- PAS-TG5: UC = 0.61 < 1.0 OK
- PAS-TG7: UC = 0.40 < 1.0 OK

5 DESCRIZIONE STRUTTURA PASSERELLE

In Figura 5-2 è rappresentato la planimetria generale del pontile con evidenziate le passerelle di supporto della tubazione gas che sono oggetto di verifica. Le passerelle a sud, le prime cinque passerelle dal palo di supporto riser TG-1 al palo TG-6 sono in semplice appoggio sui capitelli mentre a nord del giunto (al palo TG-6) le passerelle sono collegate longitudinalmente.

Schema cerniera carrello: PAS TG1/TG2/TG3/TG4/TG5

Schema trave continua: PAS TG6/TG7/TG8/TG9/TG10

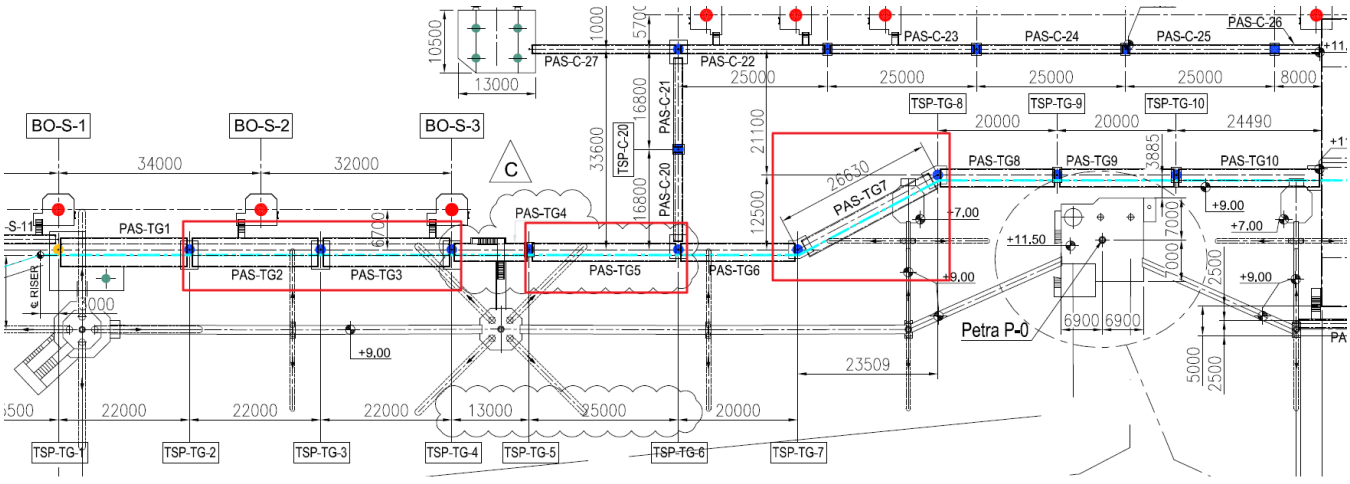


Figura 5-1: Planimetria generale del pontile – individuazione passerelle analizzate

La struttura tipica della passerella è costituita da due travi longitudinali controventate HEB600 con lunghezza variabile da 12 m a 24 m, salvo le prime tre passerelle (da TG1 a TG3) che in corrispondenza dei supporti della linea hanno un raddoppio della trave longitudinale (2HEB600). Il piano di calpestio è in grigliato maglia 30x50 con piatto portante 40x4.

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

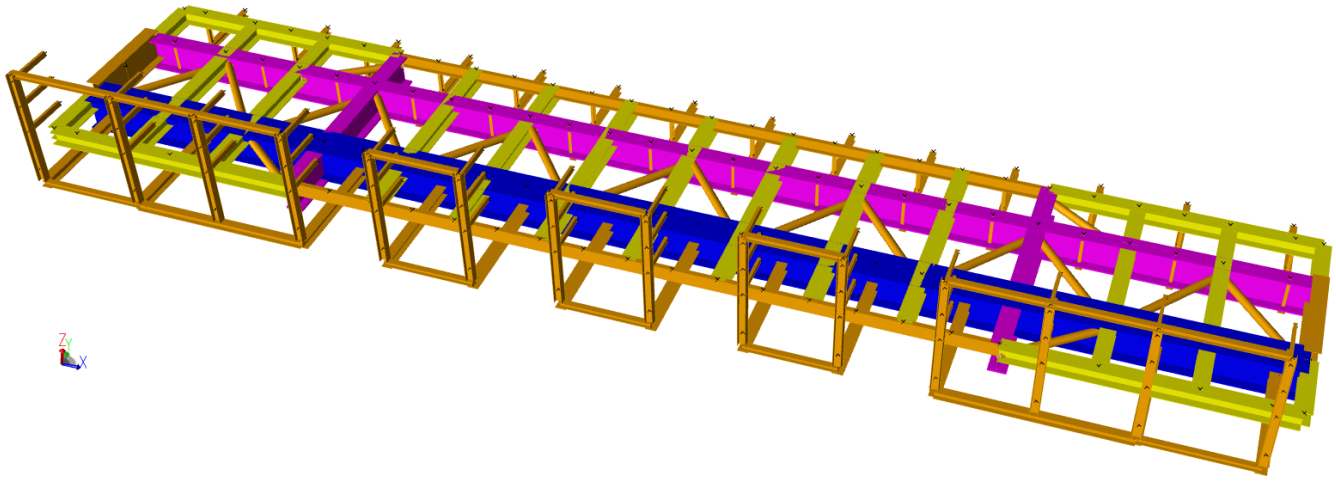


Figura 5-2: Struttura passerella tipo 1 (TG2 e TG3)

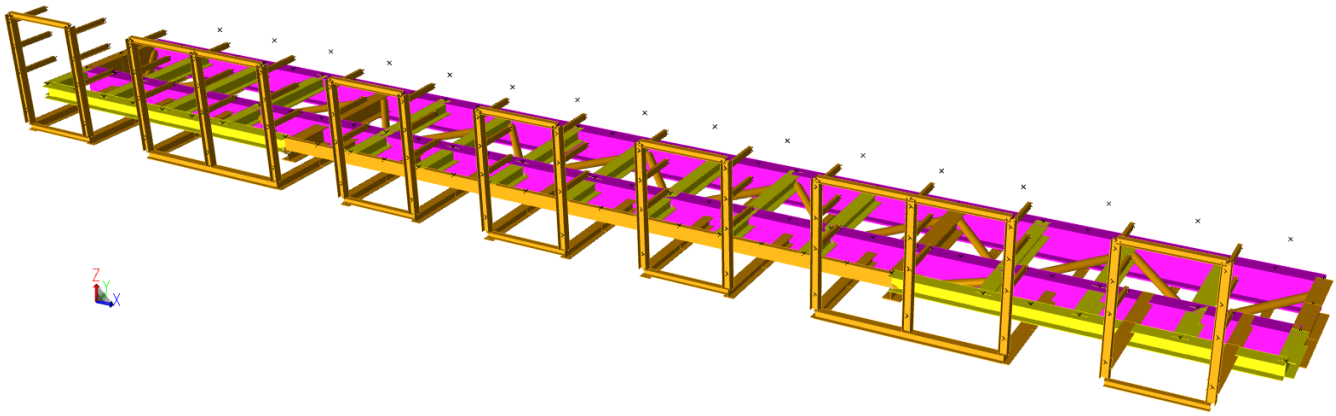


Figura 5-3: Struttura passerella tipo 5 (TG5 e TG7)

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

6 CRITERI DI PROGETTAZIONE

6.1 MATERIALI

I parametri ingegneristici riguardanti l'acciaio utilizzato per la costruzione della piattaforma di scarico, secondo EN1993 Rif. [B5], sono riportati in

Proprietà	Valore
Densità	7850 kg/m^3
Modulo di Young	210000 MPa
Modulo di Taglio	81000 MPa
Coefficiente di Poisson	0.30
Coefficiente di espansione termica	1.2x10^{-5}/°C

Tabella 6-1: Proprietà acciaio

I gradi di acciaio da utilizzare sono riportati in

Classe di Design	Sigla Materiale	Standard Materiale		
		Piatti/Lamiere (anche per tubi saldati)	Sezioni Laminate	Sezioni cave a parete sottile (e tubolari)
DC1	S420 or S355	EN 10225 S420 G2+M + option 18	N/A	N/A
		EN 10225 S355 G10+M + option 18	N/A	N/A
DC2	S420 or S355	EN 10225 S420 G2+M	N/A	N/A
		EN 10225 S355 G10+M	EN 10225 S355 G12+M	EN 10225 S355 G15
DC3	S420 or S355	EN 10025-4 S420M	N/A	
		EN 10025-4 S355M	EN 10025-4 S355M	EN 10025-4 S355M
DC4	S355 or S275 or S235	EN 10025-3 S355N		EN 10210-1 S355NH
		EN 10025-3 S275N		EN 10210-1 S275NH
		EN 10025-2 S235 J0		EN 10210-1 S275J0H

Tabella 6-2: Gradi di acciaio secondo standard per classi di design

La tensione di snervamento minima dell'acciaio in funzione dello spessore della lamiera è riportato in Tabella 6-3.

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Acciaio	Spessore t [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]
S235	t ≤ 16	235	340
	16 < t ≤ 40	225	340
	40 < t ≤ 63	215	340
	63 < t ≤ 100	215	340
	100 < t ≤ 150	215	340
S355	t ≤ 16	355	470
	16 < t ≤ 40	345	470
	40 < t ≤ 63	335	470
	63 < t ≤ 80	325	470
	800 < t ≤ 100	315	470
	100 < t ≤ 150	295	450
S420	t ≤ 16	420	520
	16 < t ≤ 40	400	520
	40 < t ≤ 63	390	500
	63 < t ≤ 80	380	480
	80 < t ≤ 100	370	470
	100 < t ≤ 150	365	460
S460	t ≤ 16	460	540
	16 < t ≤ 40	440	540
	40 < t ≤ 63	430	530
	63 < t ≤ 80	410	510
	80 < t ≤ 100	400	500
	100 < t ≤ 150	385	490

Tabella 6-3: Proprietà dell'acciaio relative allo spessore (secondo EN 10025-2 & 4)

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

6.2 CRITERI DI PROGETTAZIONE

6.2.1 Generalità

I criteri di progettazione sono conformi ai metodi stati limite degli standard ISO 19900 Rif.[B1] ISO 19901 Rif.[B3] ISO 19902 Rif.[B4] ed EN 1993 Rif.[B5] (per le sezioni I /H) che sono generalmente considerati lo standard applicabile per la progettazione della struttura.

6.2.2 Combinazione delle azioni e fattori di azione parziale per le analisi in servizio

La combinazione delle azioni agli SLU secondo NTC2018 (Rif. [B1]) è la seguente:

$$F_d = \gamma_{f,G1}\, G1 + \gamma_{f,G2}\, G2 + \gamma_{f,Q1}\, Q1 + \gamma_{f,Q2}\, Q2 + \gamma_{f,E}(E + \gamma_{f,D} D)$$

Dove:

- E (E_o E_e o E_a) sono rispettivamente le azioni Operative Ambientali Estreme Ambientali o Eccezionali
- D (D_o D_e o D_a), sono rispettivamente l'azione quasi-statica che rappresenta la risposta dinamica causata da condizioni di ambientali E_o E_e o E_a.

I fattori di azione parziale per le condizioni di analisi in servizio sono riportati nella tabella seguente.

Combinazioni		Permanenti		Variabili		Operativi Ambientali		Estremi Ambientali		Eccezionali	
		G1	G2	Q1	Q2	Eo	Do	Ee	De	Ea	Da
Operative Gravità		1.3	1.3	1.5	1.5	-	-	-	-	-	-
Operative Ambientali		1.3	1.3	1.5	1.5	1.215	1.25	-	-	-	-
Estreme Ambientali	Max Compress	1.1	1.1	1.1	-	-	-	1.35	1.25	-	-
	Max Trazione	0.9	0.9	-	-	-	-	1.35	1.25	-	-
Eccezionali		1.0	1.0	1.0	-	-	-	-	-	1.0	1.25

Tabella 6-4: Fattori di azione parziale per l'analisi in servizio

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

6.2.3 Fattori di resistenza parziali per sezioni tubolari

I fattori di resistenza mostrati di seguito sono applicabili a tutte le analisi, vale a dire condizioni di servizio e pre-servizio.

Nota: tutti i fattori di resistenza parziale per l'azione ambientale Eccezionale hanno valore 1,0.

I fattori di resistenza parziale per le sezioni tubolari sono riportati nella seguente tabella ISO 19902 Rif.[B4].

Fattore di resistenza	Valore	Definizione
$\gamma_{R,t}$	1.05	Fattore di resistenza parziale per resistenza alla trazione
$\gamma_{R,c}$	1.18	Fattore di resistenza parziale per resistenza assiale alla compressione
$\gamma_{R,b}$	1.05	Fattore di resistenza parziale per la resistenza alla flessione
$\gamma_{R,v}$	1.05	Fattore di resistenza parziale per la resistenza al taglio
$\gamma_{R,h}$	1.25	Fattore di resistenza parziale per la resistenza all'instabilità

Tabella 6-5: Fattori di resistenza parziali per sezioni tubolari

6.2.4 Resistenza minima nodi tubolari

Tutti i nodi tubolari saranno dimensionati per soddisfare i requisiti minimi di resistenza in accordo con ISO 19902 Rif.[B4] Clausola 14.2.3. I fattori di resistenza parziale sono riportati nella tabella seguente.

Fattore di resistenza	Valore	Definizione
$\gamma_{R,j}$	1.05	Fattore di resistenza parziale per articolazioni
$\gamma_{R,z}$	1.17	Fattore di resistenza parziale supplementare per i membri a fallire prima del rendimento congiunto

Tabella 6-6: Fattori di resistenza parziale per i nodi tubolari

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

6.2.5 Fattore di resistenza parziale per sezioni non tubolari

I fattori di resistenza parziale per le sezioni non tubolari in accordo con EN 1993 Rif.[B5] e per i giunti non tubulari sono riportati nelle seguenti tabelle.

Resistenza Fattore	Valore	Definizione
$\gamma_{M,0}$	1.00	Resistenza delle sezioni a snervamento e instabilità locale
$\gamma_{M,1}$	1.00	Resistenza delle aste a instabilità
$\gamma_{M,2}$	1.25	Resistenza a rottura delle sezioni soggette a trazione, resistenza dei collegamenti

Tabella 6-7: Fattori di resistenza parziale per sezioni non tubolari

6.3 CRITERI DI ACCETTAZIONE

Il progetto della passerella è stato redatto in accordo alle normative di riferimento, in particolare in accordo alle ISO 19902 Rif.[B4] (per le sezioni circolari) ed EN 1993 Rif.[B5] (per le sezioni I /H).

La verifica sismica è stata svolta in accordo alla normativa italiana NTC [B1].

La verifica è condotta nel rispetto del metodo agli stati limite ultimi. In questo metodo, la sicurezza strutturale nei confronti degli stati limite ultimi deve essere verificata confrontando la capacità di progetto R_d, in termini di resistenza, duttilità e/o spostamento della struttura o membratura strutturale, con il corrispondente valore di progetto della domanda E_d.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU) è espressa dall'equazione formale:

$$Rd \geq Ed$$

La resistenza di progetto delle membrature Rd si pone nella forma

$$Rd = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

Dove:

- R_D = Resistenza di progetto
- E_D = Azione di progetto (fattorizzata agli SLU)
- R_k = Resistenza caratteristica
- γ_M= fattore parziale di resistenza

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

7 MODELLO DI CALCOLO

L'analisi sismica delle passerella è stata condotta mediante un'analisi statica equivalente utilizzando gli stessi modelli di calcolo dell'analisi statica in servizio, come da relazione di calcolo [A14].

Nell'analisi statica equivalente, la forza sismica nelle due direzioni di piano è definita moltiplicando la massa totale della passerella (i pesi verticali sono stati convertiti come forze nelle due direzioni X e Y) per il valore massimo di accelerazione pari a 0.2g.

Le azioni sismiche nelle due direzioni sono state tra loro linearmente combinate in accordo alla norma:

$$E_x"+"0.3E_y"+"0.3E_z$$

$$0.3E_x"+"E_y"+"0.3E_z$$

8 CARICHI E COMBINAZIONI DI CARICO

Secondo le ISO 19902 (Rif. [B4]) e le NTC2018 (Rif. [B1]) i carichi sono divisi nelle seguenti categorie:

- Azioni Permanenti (G_1, G_2);
- Azioni Variabili (Q_1, Q_2);
- Azioni Ambientali (E_0, D_0);
- Azioni Accidentale (E_e, D_e);

I coefficienti parziali delle azioni per la condizione in servizio sono riportati nella tabella seguente:

IN SERVIZIO	Coefficienti Parziali delle Azioni	
Caso Base	Gravità G	Cond. Operative ULS1
G_1	1.3	1.3
G_2	1.3	1.3
Q_1	1.5	1.5
Q_2	1.5	1.5
E_o	-	1.5
E_e	1.0	1.0

Tabella 8-1: Coefficienti parziali azioni per condizioni in servizio

Fra le azioni permanenti rientrano:

- Peso proprio delle strutture
- Peso dei corrimani, grigliati, dei cavi elettrici e il rivestimento antincendio
- Peso proprio di piping ed equipaggiamenti (dedotti dalle reazioni sui supporti associata alla condizione sustain, operativa e blasting)

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Fra le azioni variabili rientrano:

- Carico accidentale sulle zone di passaggio

Fra le azioni eccezionali rientrano:

- Blasting
- Sismica

8.1 CARICHI PERMANENTI

8.1.1 Peso Proprio Strutturale

Il peso proprio della struttura modellata (struttura passerella e supporti canalette elettriche) viene automaticamente calcolato dal software SACS, utilizzando le proprietà sezionali, la lunghezza e la densità dei vari elementi. Le seguenti densità sono utilizzate:

- Carpenteria Metallica: 7.85 t/m^3

Le condizioni di carico definite sono:

- DEAZ peso struttura in direzione verticale -Z
- DEAX peso struttura in direzione longitudinale X
- DEAY peso struttura in direzione trasversale Y

8.1.2 Pesi Strutture non modellate

Con riferimento alla definizione dei carichi dell'analisi in servizio sono state definite le seguenti condizioni di carico:

- PGRZ peso grigliati in direzione verticale -Z
- PGRX peso grigliati in direzione long. X
- PGRY peso grigliati in direzione trasv. Y
- CABZ peso canaline elettriche in direzione verticale -Z
- CABX peso canaline elettriche in direzione long. X
- CABY peso canaline elettriche in direzione trasv. Y
- PFPZ peso fireproofing in direzione verticale -Z
- PFPX peso fireproofing in direzione long. X
- PFPY peso fireproofing in direzione trasv. Y
- PCOZ peso elementi secondari in direzione verticale -Z
- PCOX peso elementi secondari in direzione long. X
- PCOY peso elementi secondari in direzione trasv. Y

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

8.1.3 Piping

Il peso della tubazione gas 26", comprensivo delle valvole è stato dedotto dall'analisi di stress come da tabelle riassuntive riportate nell'analisi in servizio. A favore di sicurezza sono state considerate le reazioni dei supporti massime per le condizioni operative.

Le condizioni di carico associate ai carichi piping sono le seguenti:

- PISX peso piping il direzione long. X
- PISY peso piping il direzione trasv. Y
- PISZ peso piping il direzione vert. Z

8.2 CARICHI VARIABILI

Viene assegnato in tutte le zone libere un carico uniforme pari a 4.0 kN/m^2 per le condizioni elementari seguenti:

- LIVX peso piping il direzione long. X
- LIVY peso piping il direzione trasv. Y
- LIVZ peso piping il direzione vert. Z

8.3 AZIONE SISMICA

In conformità all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274 del 2003, la provincia di Ravenna era definita ricadere in un'area caratterizzata da una bassa sismicità, "zona 3".

I dati di dettaglio inerenti la sismicità riportati nel documento [A9].

Si considera per i pali di supporto delle passerelle un coefficiente di struttura q = 1.33.

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

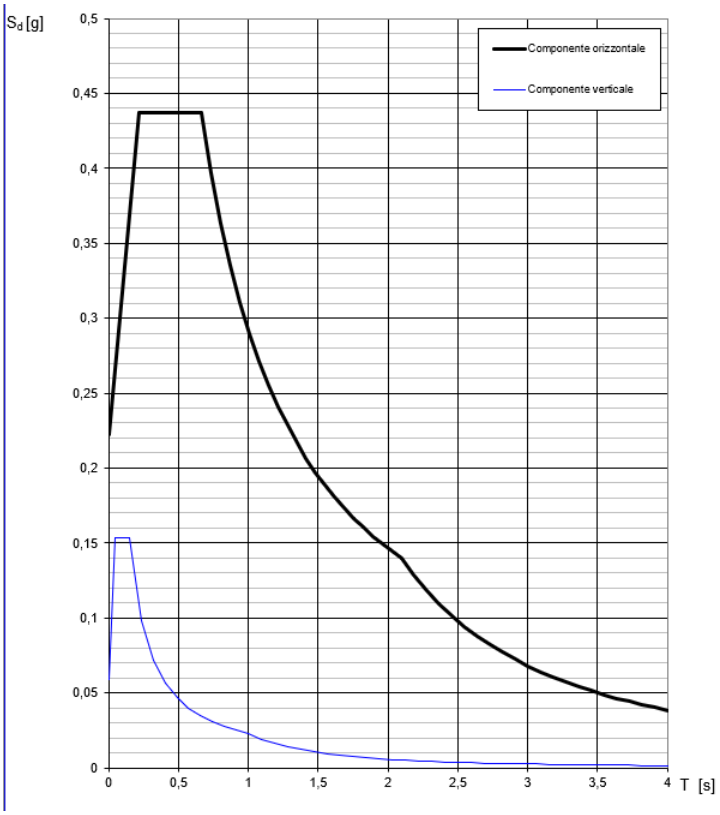


Figura 4 – Spettro di risposta SLV - q = 1.33

Per il periodo di 1.70 sec (come da calcolo in allegato) si ottiene un'accelerazione orizzontale di 0.17 g (assunto 0.2g), che è stata implementata in termine di fattore di carico nelle combinazioni definite alla sezione 8.5.2.

Accelerazione verticale è stata assunta pari a 0.01g.

8.4 RISULTANTI DEI CARICHI

Si riportano le risultanti delle condizioni di carico applicate su tutte le passerelle, come da paragrafi precedenti, nel seguente estratto di SACS.

********** SEASTATE LOAD CASE CENTER REPORT **********
RELATIVE TO STRUCTURAL ORIGIN

LOAD CASE	LOAD LABEL	********* X - DIRECTION ********* FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	********* Y - DIRECTION ********* FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	********* Z - DIRECTION ********* FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)
1	PGRZ	0.00				0.00				-46.22	0.00	-0.07	8.85
2	PCOZ	0.00				0.00				-13.02	0.00	0.00	8.70
3	PSCZ	0.00				0.00				-4.01	8.25	1.90	8.88
4	PFPZ	0.00				0.00				-37.00	0.00	0.00	8.70
5	DEAZ	0.00				0.00				-239.93	0.00	-0.39	8.81
6	CABZ	0.00				0.00				-25.98	-0.40	-1.13	9.71
7	PISX	222.00	0.24	-0.90	9.00	0.00				0.00			
8	PISZ	0.00				0.00				-222.00	0.24	-0.90	9.00
9	PISY	0.00				222.00	0.24	-0.90	9.00	0.00			
10	LIVZ	0.00				0.00				-84.00	0.00	1.40	8.85
11	LIVX	84.00	0.00	1.40	8.85	0.00				0.00			
12	LIVY	0.00				84.00	0.00	1.40	8.85	0.00			
13	PGRX	46.22	0.00	-0.07	8.85	0.00				0.00			
14	PGRY	0.00				46.22	0.00	-0.07	8.85	0.00			
15	PCOX	13.02	0.00	0.00	8.70	0.00				0.00			
16	PCOY	0.00				13.02	0.00	0.00	8.70	0.00			
17	PFPX	37.00	0.00	0.00	8.70	0.00				0.00			
18	PFPY	0.00				37.00	0.00	0.00	8.70	0.00			
19	DEAX	239.93	0.00	-0.39	8.81	0.00				0.00			
20	DEAY	0.00				239.93	0.00	-0.39	8.81	0.00			

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

21	CABX	25.98	-0.40	-1.13	9.71	0.00				0.00
22	CABY	0.00				25.98	-0.40	-1.13	9.71	0.00

Tabella 8-2: Risultanti condizioni di carico applicate- PAS TG2

********** SEASTATE LOAD CASE CENTER REPORT **********
RELATIVE TO STRUCTURAL ORIGIN

LOAD CASE	LOAD LABEL	********* X - DIRECTION ********* FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	********* Y - DIRECTION ********* FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	********* Z - DIRECTION ********* FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)
1	PGRZ	0.00				0.00				-46.22	0.00	-0.07	8.85
2	PGRX	46.22	0.00	-0.07	8.85	0.00				0.00			
3	PGRY	0.00				46.22	0.00	-0.07	8.85	0.00			
4	PCOZ	0.00				0.00				-13.02	0.00	0.00	8.70
5	PSCZ	0.00				0.00				-4.01	8.25	1.90	8.88
6	PCOX	13.02	0.00	0.00	8.70	0.00				0.00			
7	PSCX	4.01	8.25	1.90	8.88	0.00				0.00			
8	PCOY	0.00				13.02	0.00	0.00	8.70	0.00			
9	PSCY	0.00				4.01	8.25	1.90	8.88	0.00			
10	PFPZ	0.00				0.00				-37.00	0.00	0.00	8.70
11	PFPX	37.00	0.00	0.00	8.70	0.00				0.00			
12	PFPY	0.00				37.00	0.00	0.00	8.70	0.00			
13	DEAZ	0.00				0.00				-239.93	0.00	-0.39	8.81
14	DEAX	239.93	0.00	-0.39	8.81	0.00				0.00			
15	DEAY	0.00				239.93	0.00	-0.39	8.81	0.00			
16	CABZ	0.00				0.00				-25.98	-0.40	-1.13	9.71
17	CABX	25.98	-0.40	-1.13	9.71	0.00				0.00			
18	CABY	0.00				25.98	-0.40	-1.13	9.71	0.00			
19	PISZ	0.00				0.00				-644.00	1.67	-0.90	9.00
20	PISY	0.00				644.00	1.67	-0.90	9.00	0.00			
21	PISX	644.00	1.67	-0.90	9.00	0.00				0.00			
22	LIVZ	0.00				0.00				-84.00	0.00	1.40	8.85
23	LIVX	84.00	0.00	1.40	8.85	0.00				0.00			
24	LIVY	0.00				84.00	0.00	1.40	8.85	0.00			

Tabella 8-3: Risultanti condizioni di carico applicate- PAS TG3

********** SEASTATE LOAD CASE CENTER REPORT **********
RELATIVE TO STRUCTURAL ORIGIN

LOAD CASE	LOAD LABEL	********* X - DIRECTION ********* FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	********* Y - DIRECTION ********* FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	********* Z - DIRECTION ********* FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)
1	CABZ	0.00				0.00				-28.80	0.00	-1.65	9.88
2	DEAZ	0.00				0.00				-192.38	-0.01	-0.56	8.83
3	PCOZ	0.00				0.00				-11.86	0.00	0.00	8.70
4	PFPZ	0.00				0.00				-28.03	0.00	0.00	8.70
5	PGRZ	0.00				0.00				-37.97	0.00	-0.50	8.85
6	PISX	137.00	-1.64	-0.90	9.00	0.00				0.00			
7	PISY	0.00				137.00	-1.64	-0.90	9.00	0.00			
8	PISZ	0.00				0.00				-137.00	-1.64	-0.90	9.00
9	CABX	28.80	0.00	-1.65	9.88	0.00				0.00			
10	CABY	0.00				28.80	0.00	-1.65	9.88	0.00			
11	DEAX	192.38	-0.01	-0.56	8.83	0.00				0.00			
12	DEAY	0.00				192.38	-0.01	-0.56	8.83	0.00			
13	PCOX	11.86	0.00	0.00	8.70	0.00				0.00			
14	PCOY	0.00				11.86	0.00	0.00	8.70	0.00			
15	PFPX	27.59	-0.11	0.01	8.70	0.00				0.00			
16	PFPY	0.00				27.59	-0.11	0.01	8.70	0.00			
17	PGRX	37.97	0.00	-0.50	8.85	0.00				0.00			
18	PGRY	0.00				37.97	0.00	-0.50	8.85	0.00			
19	LIVX	96.60	0.00	0.40	8.84	0.00				0.00			
20	LIVZ	0.00				0.00				-96.60	0.00	0.40	8.84
21	LIVY	0.00				96.60	0.00	0.40	8.84	0.00			

Tabella 8-4: Risultanti condizioni di carico applicate- PAS TG5

********** SEASTATE LOAD CASE CENTER REPORT **********
RELATIVE TO STRUCTURAL ORIGIN

LOAD CASE	LOAD LABEL	********* X - DIRECTION ********* FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	********* Y - DIRECTION ********* FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	********* Z - DIRECTION ********* FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)
1	CABZ	0.00				0.00				-28.80	0.00	-1.65	9.88
2	DEAZ	0.00				0.00				-192.38	-0.01	-0.56	8.83
3	PCOZ	0.00				0.00				-11.86	0.00	0.00	8.70
4	PFPZ	0.00				0.00				-28.03	0.00	0.00	8.70
5	PGRZ	0.00				0.00				-37.97	0.00	-0.50	8.85
6	CABX	28.80	0.00	-1.65	9.88	0.00				0.00			
7	CABY	0.00				28.80	0.00	-1.65	9.88	0.00			
8	DEAX	192.38	-0.01	-0.56	8.83	0.00				0.00			
9	DEAY	0.00				192.38	-0.01	-0.56	8.83	0.00			
10	PCOX	11.86	0.00	0.00	8.70	0.00				0.00			
11	PCOY	0.00				11.86	0.00	0.00	8.70	0.00			
12	PFPX	28.03	0.00	0.00	8.70	0.00				0.00			
13	PFPY	0.00				28.03	0.00	0.00	8.70	0.00			
14	PGRX	37.97	0.00	-0.50	8.85	0.00				0.00			
15	PGRY	0.00				37.97	0.00	-0.50	8.85	0.00			
16	PISX	97.00	-2.57	-0.90	9.00	0.00				0.00			

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

17	PISY	0.00				97.00	-2.57	-0.90	9.00	0.00					
18	PISZ	0.00				0.00				-97.00	-2.57	-0.90	9.00		
19	LIVZ	0.00				0.00				-96.60	0.00	0.40	8.84		
20	LIVX	96.60	0.00	0.40	8.84	0.00				0.00					
21	LIVY	0.00				96.60	0.00	0.40	8.84	0.00					

Tabella 8-5: Risultanti condizioni di carico applicate- PAS TG7

8.5 COMBINAZIONI DI CARICO

Sono state generate le combinazioni di carico corrispondenti alle condizioni critiche tenendo conto della probabilità di simultanea occorrenza dei vari carichi.

Le combinazioni di carico allo SLU sono state generate secondo le ISO 19902 (Rif.[B4]) e le NTC2018 (Rif. [B1]) secondo quanto esposto al Par. 6.2.2.

Gli effetti dei carichi sulle strutture vengono poi utilizzati per eseguire le verifiche strutturali secondo le ISO 19902 Rif.[B4] (per le sezioni circolari) ed EN 1993 Rif.[B5] (per le sezioni I /H).

8.5.1 Combinazioni base

La somma dei carichi verticali è definita con la combinazione denominata VERT come da tabella

LOAD COMB	LOAD CASES																							
	PGRZ	PCOZ	PSCZ	PFPZ	DEAZ	CABZ	PISZ	LIVZ	PGRX	PCOX	PSCX	PFPX	DEAX	CABX	PISX	LIVX	PGRY	PCOY	PSCY	PFPY	DEAY	CABY	PISY	LIVY
VERT	1,050	1,050	1,100	1,100	1,100	1,050	1,000	0,500																
FORX									1,050	1,050	1,100	1,100	1,100	1,050	1,000	0,500								
FORY																	1,050	1,050	1,100	1,100	1,100	1,050	1,000	0,500

Tabella 8-6: Combinazioni Base

8.5.2 Combinazioni Sismiche

Le combinazioni di carico sismiche SLU sono riportate in tabella.

LOAD COMB	LOAD CASES				
	FORX	FORY	VERT	SISX	SISY
SISX	0,200				
SISY		0,200			
SIS1			1,015	1,000	0,300
SIS2			1,015	0,300	1,000
SIS3			1,015	-1,000	0,300
SIS4			1,015	-1,000	-0,300
SIS5			1,015	-0,300	1,000
SIS6			1,015	-0,300	-1,000
SIS7			1,015	1,000	-0,300
SIS8			1,015	0,300	-1,000

Tabella 8-7: Combinazioni SLU

Nel seguente estratto SACS sono riportate le risultanti delle combinazioni estreme sopraelencate:

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

********** SEASTATE LOAD CASE CENTER REPORT **********
RELATIVE TO STRUCTURAL ORIGIN

LOAD CASE	LOAD LABEL	X - DIRECTION FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	Y - DIRECTION FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	Z - DIRECTION FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)
26	SISX	131.62	0.06	-0.42	8.91	0.00				0.00			
27	SISY	0.00				131.62	0.06	-0.42	8.91	0.00			
28	SIS1	131.62	0.06	-0.42	8.91	39.49	0.06	-0.42	8.91	-667.97	0.06	-0.42	8.91
29	SIS2	39.49	0.06	-0.42	8.91	131.62	0.06	-0.42	8.91	-667.97	0.06	-0.42	8.91
30	SIS3	-131.62	0.06	-0.42	8.91	39.49	0.06	-0.42	8.91	-667.97	0.06	-0.42	8.91
31	SIS4	-131.62	0.06	-0.42	8.91	-39.49	0.06	-0.42	8.91	-667.97	0.06	-0.42	8.91
32	SIS5	-39.49	0.06	-0.42	8.91	131.62	0.06	-0.42	8.91	-667.97	0.06	-0.42	8.91
33	SIS6	-39.49	0.06	-0.42	8.91	-131.62	0.06	-0.42	8.91	-667.97	0.06	-0.42	8.91
34	SIS7	131.62	0.06	-0.42	8.91	-39.49	0.06	-0.42	8.91	-667.97	0.06	-0.42	8.91
35	SIS8	39.49	0.06	-0.42	8.91	-131.62	0.06	-0.42	8.91	-667.97	0.06	-0.42	8.91

Tabella 8-8: Risultanti combinazioni di carico- PAS TG2

********** SEASTATE LOAD CASE CENTER REPORT **********
RELATIVE TO STRUCTURAL ORIGIN

LOAD CASE	LOAD LABEL	X - DIRECTION FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	Y - DIRECTION FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	Z - DIRECTION FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)
26	SISX	131.62	0.06	-0.42	8.91	0.00				0.00			
27	SISY	0.00				131.62	0.06	-0.42	8.91	0.00			
28	SIS1	131.62	0.06	-0.42	8.91	39.49	0.06	-0.42	8.91	-667.97	0.06	-0.42	8.91
29	SIS2	39.49	0.06	-0.42	8.91	131.62	0.06	-0.42	8.91	-667.97	0.06	-0.42	8.91
30	SIS3	-131.62	0.06	-0.42	8.91	39.49	0.06	-0.42	8.91	-667.97	0.06	-0.42	8.91
31	SIS4	-131.62	0.06	-0.42	8.91	-39.49	0.06	-0.42	8.91	-667.97	0.06	-0.42	8.91
32	SIS5	-39.49	0.06	-0.42	8.91	131.62	0.06	-0.42	8.91	-667.97	0.06	-0.42	8.91
33	SIS6	-39.49	0.06	-0.42	8.91	-131.62	0.06	-0.42	8.91	-667.97	0.06	-0.42	8.91
36	SIS7	216.80	1.02	-0.60	8.94	-65.04	1.02	-0.60	8.94	-1100.24	1.02	-0.60	8.94
37	SIS8	65.04	1.02	-0.60	8.94	-216.80	1.02	-0.60	8.94	-1100.24	1.02	-0.60	8.94

Tabella 8-9: Risultanti combinazioni di carico- PAS TG3

********** SEASTATE LOAD CASE CENTER REPORT **********
RELATIVE TO STRUCTURAL ORIGIN

LOAD CASE	LOAD LABEL	X - DIRECTION FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	Y - DIRECTION FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	Z - DIRECTION FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)
28	SISX	216.80	1.02	-0.60	8.94	0.00				0.00			
29	SISY	0.00				216.80	1.02	-0.60	8.94	0.00			
30	SIS1	216.80	1.02	-0.60	8.94	65.04	1.02	-0.60	8.94	-1100.24	1.02	-0.60	8.94
31	SIS2	65.04	1.02	-0.60	8.94	216.80	1.02	-0.60	8.94	-1100.24	1.02	-0.60	8.94
32	SIS3	-216.80	1.02	-0.60	8.94	65.04	1.02	-0.60	8.94	-1100.24	1.02	-0.60	8.94
33	SIS4	-216.80	1.02	-0.60	8.94	-65.04	1.02	-0.60	8.94	-1100.24	1.02	-0.60	8.94
34	SIS5	-65.04	1.02	-0.60	8.94	216.80	1.02	-0.60	8.94	-1100.24	1.02	-0.60	8.94
35	SIS6	-65.04	1.02	-0.60	8.94	-216.80	1.02	-0.60	8.94	-1100.24	1.02	-0.60	8.94
33	SIS7	101.97	-0.45	-0.57	8.93	-30.59	-0.45	-0.57	8.93	-517.96	-0.45	-0.57	8.93
34	SIS8	30.59	-0.45	-0.57	8.93	-101.97	-0.45	-0.57	8.93	-517.96	-0.45	-0.57	8.93

Tabella 8-10: Risultanti combinazioni di carico- PAS TG5

********** SEASTATE LOAD CASE CENTER REPORT **********
RELATIVE TO STRUCTURAL ORIGIN

LOAD CASE	LOAD LABEL	X - DIRECTION FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	Y - DIRECTION FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	Z - DIRECTION FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)
25	SISX	94.06	-0.53	-0.54	8.92	0.00				0.00			
26	SISY	0.00				94.06	-0.53	-0.54	8.92	0.00			
27	SIS1	94.06	-0.53	-0.54	8.92	28.22	-0.53	-0.54	8.92	-477.36	-0.53	-0.54	8.92
28	SIS2	28.22	-0.53	-0.54	8.92	94.06	-0.53	-0.54	8.92	-477.36	-0.53	-0.54	8.92
29	SIS3	-94.06	-0.53	-0.54	8.92	28.22	-0.53	-0.54	8.92	-477.36	-0.53	-0.54	8.92
30	SIS4	-94.06	-0.53	-0.54	8.92	-28.22	-0.53	-0.54	8.92	-477.36	-0.53	-0.54	8.92
31	SIS5	-28.22	-0.53	-0.54	8.92	94.06	-0.53	-0.54	8.92	-477.36	-0.53	-0.54	8.92
32	SIS6	-28.22	-0.53	-0.54	8.92	-94.06	-0.53	-0.54	8.92	-477.36	-0.53	-0.54	8.92
33	SIS7	94.06	-0.53	-0.54	8.92	-28.22	-0.53	-0.54	8.92	-477.36	-0.53	-0.54	8.92
34	SIS8	28.22	-0.53	-0.54	8.92	-94.06	-0.53	-0.54	8.92	-477.36	-0.53	-0.54	8.92

Tabella 8-11: Risultanti combinazioni di carico- PAS TG7

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

9 RISULTATI DELL'ANALISI

I risultati dell'analisi sismica sono riportati in questo paragrafo.

Questi consistono in:

- Verifiche strutturali degli elementi della passerella
- Reazioni vincoli agli appoggi

9.1 VERIFICHE STRUTTURALI DELLA PASSERELLA

Vengono riportate le verifiche di resistenza degli elementi presenti nel modello SACS.

Le verifiche sono superate se gli elementi soddisfano i criteri previsti dalle ISO 19902 Rif.[B4] (per le sezioni circolari) ed EN 1993 Rif.[B5] (per le sezioni I /H).

Le verifiche vengono eseguite dal post-processore di SACS che tiene in considerazione:

- Le proprietà sezionali e del materiale dell'elemento
- Le proprietà di snellezza/stabilità dell'elemento
- I coefficienti parziali di resistenza secondo le normative

I risultati vengono espressi in termini di Unity Check (UC), ovvero il rapporto fra l'azione agente sull'elemento e la sua resistenza: UC = S_d/R_d

9.1.1 Passerella TG2

Di seguito vengono riportati i risultati delle verifiche che presentano UC > 0.40.

SACS-IV MEMBER UNITY CHECK RANGE SUMMARY

GROUP II - UNITY CHECKS GREATER THAN 0.40 AND LESS THAN 0.90

MEMBER	GROUP ID	MAXIMUM COMBINED UNITY CK	LOAD COND NO.	DIST FROM END	AXIAL STRESS N/MM2	BENDING STRESS Y N/MM2	BENDING STRESS Z N/MM2	SHEAR FORCE FY KN	SHEAR FORCE FZ KN	KLY/RY	KLZ/RZ	SECOND-HIGHEST UNITY CHECK	SECOND-HIGHEST LOAD COND	THIRD-HIGHEST UNITY CHECK	THIRD-HIGHEST LOAD COND
C117-0035	H05	0.550	SIS3	0.0	-4.96	21.31	-107.02	71.82	23.80	3.6	14.1	0.540	SIS4	0.539	SIS1
0035-C115	H05	0.535	SIS3	0.0	-2.97	13.59	107.35	-59.48	22.18	3.6	14.1	0.532	SIS4	0.523	SIS1

SACS-IV MEMBER UNITY CHECK RANGE SUMMARY

GROUP III - UNITY CHECKS GREATER THAN 0.90 AND LESS THAN 999.00

** NO UNITY CHECKS IN THIS GROUP **

Tabella 9-1: Verifiche elementi strutturali UC > 0.40 – PAS TG2

I valori massimi degli UC per ogni gruppo di elementi sono invece specificati nel seguito.

* * * M E M B E R G R O U P S U M M A R Y * * *
ISO 19902:2007 / EC3:2005
(EN 1993-1-1:2005/NA NONE)

GRUP ID	CRITICAL MEMBER	LOAD COND	MAX. UNITY CHECK	DIST FROM END M	* APPLIED STRESSES * AXIAL N/MM2	BEND-Y N/MM2	BEND-Z N/MM2	*** ALLOWABLE STRESSES *** AXIAL N/MM2	EULER N/MM2	BEND-Y N/MM2	BEND-Z N/MM2	CRIT COND	EFFECTIVE LENGTHS KLY M	EFFECTIVE LENGTHS KLZ M	CM * VALUES * Y	CM * VALUES * Z
H03	0364-0159	SIS6	0.31	0.0	5.9	105.3	2.4	322.7	129.8	363.6	525.7	BN+AX	21.00	21.00	0.00	0.00
H02	000Q-0034	SIS2	0.25	0.0	-1.3	-18.1	61.2	322.7	6620.5	322.7	322.7	BN+AX	1.15	1.15	0.59	0.40

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

H01	0349-0066	SIS5	0.30	0.0	8.8	95.9	-2.9	322.7	23.6	354.4	494.6	BN+AX	21.00	21.00	0.00	0.00
D01	0359-0021	SIS5	0.13	0.9	-36.6	1.2	-0.1	278.4	1319.9	450.7	450.7	ACBI	1.89	1.89	0.85	0.85
H05	C117-0035	SIS3	0.55	0.0	-5.0	21.3	-107.0	.3E+03	.1E+05	.3E+03	.3E+03	BN+AX	0.90	0.90	0.83	0.40
CH1	0173-0164	SIS2	0.09	0.0	-1.3	-8.9	30.0	322.7	3202.2	341.7	487.8	BN+AX	1.15	1.15	0.58	0.60
CH2	0210-0211	SIS5	0.07	1.5	-0.4	11.2	-19.3	322.7	580.4	347.8	488.4	BN+AX	1.50	1.50	0.40	0.63
CV1	0152-0180	SIS5	0.11	0.0	-1.1	8.6	36.2	322.7	160.5	346.2	488.5	BN+AX	2.00	4.00	0.67	0.85
H04	0167-0025	SIS5	0.30	0.0	-49.2	45.1	-7.4	288.7	2160.3	388.1	676.9	BN+COM	0.75	0.75	0.96	0.40
CH4	0094-0107	SIS4	0.03	0.0	-0.0	-5.3	-2.9	322.7	1888.9	345.3	488.2	BN+AX	1.00	1.00	0.42	0.42
CV2	0094-0075	SIS1	0.06	0.4	1.8	0.3	25.5	322.7	1929.5	354.9	501.4	BN+AX	0.41	0.41	0.00	0.00
CH3	0203-0255	SIS4	0.04	0.0	-0.0	-8.4	-8.0	231.7	702.9	276.6	682.0	LATBUC	0.80	0.80	0.40	0.40

Tabella 9-2: Verifiche e max UC per gruppi - PAS TG2

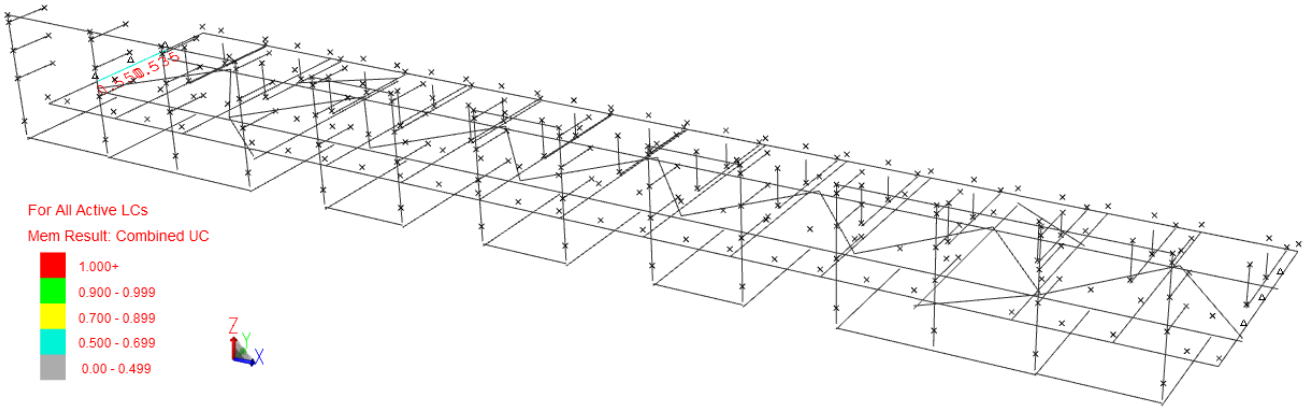


Figura 9-1: Massimi UC > 0.40 -PAS-TG2 – Inviluppo SLU

9.1.2 Passerella TG3

Di seguito vengono riportati i risultati delle verifiche che presentano UC > 0.40.

SACS-IV MEMBER UNITY CHECK RANGE SUMMARY

GROUP II - UNITY CHECKS GREATER THAN 0.40 AND LESS THAN 0.90

MEMBER	GROUP ID	MAXIMUM COMBINED UNITY CK	LOAD COND NO.	DIST FROM END	AXIAL STRESS N/MM2	BENDING STRESS Y N/MM2	BENDING STRESS Z N/MM2	SHEAR FORCE FY KN	SHEAR FORCE FZ KN	KLY/RY	KLZ/RZ	SECOND-HIGHEST UNITY CHECK	SECOND-HIGHEST LOAD COND	THIRD-HIGHEST UNITY CHECK	THIRD-HIGHEST LOAD COND
0366-0160	H03	0.558	SIS6	0.0	10.68	188.22	3.61	-0.01	-72.59	83.5	126.3	0.543	SIS4	0.538	SIS3
0160-0367	H03	0.544	SIS6	0.0	10.69	183.17	3.54	-0.00	-74.90	83.5	126.3	0.529	SIS4	0.524	SIS3
0367-0161	H03	0.529	SIS6	0.0	10.59	178.02	3.28	3.84	-127.16	83.5	126.3	0.514	SIS4	0.511	SIS3
0161-0368	H03	0.506	SIS6	0.0	10.56	169.29	3.80	4.51	-130.13	83.5	126.3	0.492	SIS4	0.484	SIS3
0368-0162	H03	0.478	SIS6	0.0	9.02	160.79	4.35	3.19	-204.38	83.5	126.3	0.467	SIS4	0.458	SIS3
0162-0369	H03	0.441	SIS6	0.0	9.03	146.85	4.77	3.95	-203.26	83.5	126.3	0.432	SIS4	0.423	SIS3
0022-0165	H04	0.504	SIS5	0.7	-85.02	69.46	20.09	-2.96	4.51	8.1	31.0	0.494	SIS2	0.476	SIS3
0165-0023	H04	0.540	SIS5	0.7	-85.62	67.29	46.71	-4.11	-0.25	8.1	31.0	0.530	SIS2	0.512	SIS3
0023-0166	H04	0.535	SIS5	0.7	-88.59	75.63	21.74	-2.85	3.32	8.1	31.0	0.528	SIS2	0.508	SIS3
0166-0024	H04	0.550	SIS5	0.7	-88.74	74.70	33.10	-3.08	-0.37	8.1	31.0	0.545	SIS2	0.521	SIS3
0024-0167	H04	0.534	SIS5	0.7	-90.62	82.80	4.59	-1.02	3.18	8.1	31.0	0.526	SIS2	0.509	SIS3
0167-0025	H04	0.542	SIS5	0.0	-91.00	81.56	-10.95	-1.45	-1.43	8.1	31.0	0.531	SIS2	0.526	SIS3

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

0025-0168 H04	0.534	SIS5	0.7	-91.68	81.75	3.41	-0.35	1.53	8.1	31.0	0.528	SIS2	0.508	SIS3
0168-0028 H04	0.539	SIS5	0.0	-91.39	82.73	-5.97	-0.38	-1.95	8.1	31.0	0.538	SIS2	0.516	SIS3
0028-0169 H04	0.547	SIS5	0.7	-90.71	80.61	-16.61	1.86	1.08	8.1	31.0	0.539	SIS2	0.530	SIS3
0169-0029 H04	0.537	SIS5	0.0	-90.67	80.63	9.76	1.35	-3.50	8.1	31.0	0.534	SIS2	0.507	SIS3
0029-0170 H04	0.537	SIS5	0.0	-88.85	71.74	29.83	2.56	0.63	8.1	31.0	0.537	SIS2	0.503	SIS1
0170-0030 H04	0.514	SIS5	0.0	-88.26	74.82	10.08	1.73	-2.99	8.1	31.0	0.514	SIS2	0.478	SIS3
0030-0171 H04	0.566	SIS5	0.7	-85.55	77.56	-46.25	5.21	3.97	8.1	31.0	0.562	SIS2	0.553	SIS3
0171-0031 H04	0.529	SIS5	0.0	-85.65	77.07	22.13	3.07	-7.46	8.1	31.0	0.528	SIS2	0.505	SIS3

Tabella 9-3: Verifiche elementi strutturali UC > 0.40 – PAS TG3

I valori massimi degli UC per ogni gruppo di elementi sono invece specificati nel seguito.

* * * M E M B E R G R O U P S U M M A R Y * * *
ISO 19902:2007 / EC3:2005
(EN 1993-1-1:2005/NA NONE)

GRUP ID	CRITICAL MEMBER	LOAD COND	MAX. UNITY CHECK	DIST FROM END M	* APPLIED STRESSES * AXIAL N/MM2	BEND-Y N/MM2	BEND-Z N/MM2	*** ALLOWABLE STRESSES *** AXIAL N/MM2	EULER N/MM2	BEND-Y N/MM2	BEND-Z N/MM2	CRIT COND	EFFECTIVE LENGTHS KLY M	KLZ M	CM * VALUES * Y	Z
H03	0364-0159	SIS6	0.56	0.4	11.0	188.6	3.5	322.7	129.8	363.6	525.7	BN+AX	21.00	21.00	0.00	0.00
H02	000Q-0034	SIS2	0.46	0.0	-2.6	-29.1	116.0	322.7	6620.5	322.7	322.7	BN+AX	1.15	1.15	0.59	0.40
H01	0349-0066	SIS5	0.51	0.5	14.5	163.3	-2.9	322.7	23.6	354.4	494.6	BN+AX	21.00	21.00	0.00	0.00
D01	0370-0031	SIS5	0.25	0.9	-70.1	1.2	0.2	278.4	1319.9	450.7	450.7	ACBI	1.89	1.89	0.85	0.85
H05	C117-0035	SIS1	0.85	0.0	-1.9	55.8	147.7	.3E+03	.1E+05	.3E+03	.3E+03	BN+AX	0.75	0.75	0.82	0.40
CH1	0173-0164	SIS2	0.17	0.0	-1.5	-15.8	59.3	322.7	3202.2	341.7	487.8	BN+AX	1.15	1.15	0.59	0.60
CH2	0154-0155	SIS6	0.12	1.8	2.6	-30.6	-9.8	322.7	403.1	347.8	488.4	BN+AX	1.80	1.80	0.00	0.00
CV1	0152-0180	SIS5	0.13	0.0	-1.3	13.0	38.7	322.7	160.5	346.2	488.5	BN+AX	2.00	4.00	0.67	0.85
H04	0030-0171	SIS5	0.57	0.7	-85.6	77.6	-46.2	288.7	2160.3	387.2	665.7	BN+COM	0.75	0.75	0.95	0.40
CH4	0094-0107	SIS4	0.03	0.0	-0.0	-5.3	-2.9	322.7	1888.9	345.3	488.2	BN+AX	1.00	1.00	0.42	0.42
CV2	0094-0075	SIS1	0.06	0.4	1.8	0.4	25.5	322.7	1929.5	354.9	501.4	BN+AX	0.41	0.41	0.00	0.00
CH3	0203-0255	SIS4	0.04	0.0	-0.0	-8.4	-8.0	231.7	702.9	276.6	682.0	LATBUC	0.80	0.80	0.40	0.40

Tabella 9-4: Verifiche e max UC per gruppi - PAS TG3

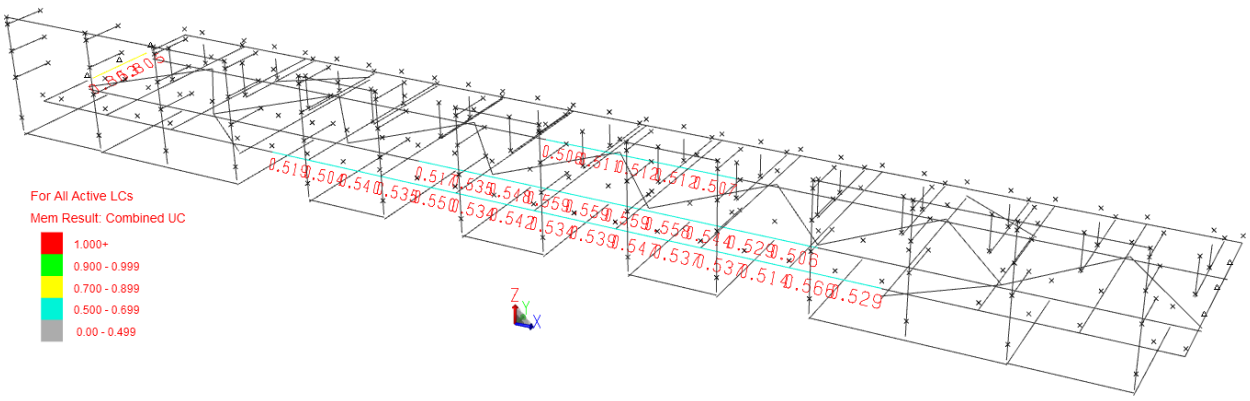


Figura 9-2: Massimi UC > 0.50 -PAS-TG3 – Inviluppo SLU

9.1.3 Passerella TG5

Di seguito vengono riportati i risultati delle verifiche che presentano UC > 0.40.

SACS-IV MEMBER UNITY CHECK RANGE SUMMARY

GROUP II - UNITY CHECKS GREATER THAN 0.40 AND LESS THAN 0.90

MEMBER	GROUP ID	MAXIMUM COMBINED UNITY CK	LOAD COND NO.	DIST FROM END	AXIAL STRESS N/MM2	BENDING STRESS Y N/MM2	BENDING STRESS Z N/MM2	SHEAR FORCE FY KN	SHEAR FORCE FZ KN	KLY/RY	KLZ/RZ	SECOND-HIGHEST UNITY CHECK	SECOND-HIGHEST LOAD COND	THIRD-HIGHEST UNITY CHECK	THIRD-HIGHEST LOAD COND
C117-0035	H05	0.550	SIS3	0.0	-4.96	21.31	-107.02	71.82	23.80	3.6	14.1	0.540	SIS4	0.539	SIS1
0035-C115	H05	0.535	SIS3	0.0	-2.97	13.59	107.35	-59.48	22.18	3.6	14.1	0.532	SIS4	0.523	SIS1

SACS-IV MEMBER UNITY CHECK RANGE SUMMARY

GROUP III - UNITY CHECKS GREATER THAN 0.90 AND LESS THAN 999.00

** NO UNITY CHECKS IN THIS GROUP **

Tabella 9-5: Verifiche elementi strutturali UC > 0.40 – PAS TG5

I valori massimi degli UC per ogni gruppo di elementi sono invece specificati nel seguito.

* * * MEMBER GROUP SUMMARY * * *
ISO 19902:2007 / EC3:2005
(EN 1993-1-1:2005/NA NONE)

GRUP ID	CRITICAL MEMBER	LOAD COND	MAX. UNITY CHECK	DIST FROM END M	* APPLIED STRESSES * AXIAL N/MM2	BEND-Y N/MM2	BEND-Z N/MM2	*** ALLOWABLE STRESSES *** AXIAL N/MM2	EULER N/MM2	BEND-Y N/MM2	BEND-Z N/MM2	CRIT COND	EFFECTIVE LENGTHS KLY M	EFFECTIVE LENGTHS KLZ M	CM * VALUES * Y	CM * VALUES * Z

SACS-IV MEMBER UNITY CHECK RANGE SUMMARY

GROUP II - UNITY CHECKS GREATER THAN 0.40 AND LESS THAN 0.90

MEMBER	GROUP ID	MAXIMUM COMBINED UNITY CK	LOAD COND NO.	DIST FROM END	AXIAL STRESS N/MM2	BENDING STRESS Y N/MM2	BENDING STRESS Z N/MM2	SHEAR FORCE FY KN	SHEAR FORCE FZ KN	KLY/RY	KLZ/RZ	SECOND-HIGHEST UNITY CHECK	SECOND-HIGHEST LOAD COND	THIRD-HIGHEST UNITY CHECK	THIRD-HIGHEST LOAD COND
CH1	0216-0217 SIS5	0.29	0.0	-2.7	-3.4	-131.4	322.7	4235.0	341.7	487.8	BN+AX	1.00	1.00	0.57	0.40
CH2	0218-0047 SIS4	0.09	1.5	0.4	5.7	-30.3	322.7	580.4	347.8	488.4	BN+AX	1.50	1.50	0.00	0.00
CH3	0202-0254 SIS4	0.05	0.0	-0.0	-9.1	-8.7	231.7	702.9	276.6	682.0	LATBUC	0.80	0.80	0.40	0.40
CH4	0078-0164 SIS2	0.12	0.0	-4.3	20.2	22.8	322.7	583.0	345.3	488.2	BN+AX	1.80	1.80	0.63	0.60
CV1	0038-0116 SIS2	0.11	0.0	-1.0	-4.9	40.0	322.7	160.5	346.2	488.5	BN+AX	2.00	4.00	0.67	0.85
D01	0355-0370 SIS6	0.15	1.2	-39.5	1.8	0.3	266.3	858.9	450.7	450.7	ACBI	2.34	2.34	0.85	0.85
H01	0001-0139 SIS1	0.61	0.7	-5.8	-198.5	16.9	322.7	4616.9	354.4	494.6	BN+AX	1.50	1.50	0.45	0.40
H02	0214-0139 SIS5	0.36	1.0	2.6	27.5	87.4	322.7	8755.6	322.7	322.7	BN+AX	1.00	1.00	0.00	0.00
H04	0112-0022 SIS1	0.36	0.0	-41.3	70.8	-22.9	288.7	2160.3	387.7	686.6	BN+COM	0.75	0.75	0.90	0.50
H05	0135-0134 SIS5	0.11	0.0	-3.4	7.6	-23.7	.3E+03	.1E+05	.3E+03	.3E+03	BN+AX	0.90	0.90	0.57	0.58
H06	0369-0031 SIS6	0.13	0.0	3.8	-2.2	54.7	.3E+03	.1E+05	.3E+03	.5E+03	BN+AX	1.00	1.00	0.00	0.00

Tabella 9-6: Verifiche e max UC per gruppi - PAS TG5

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

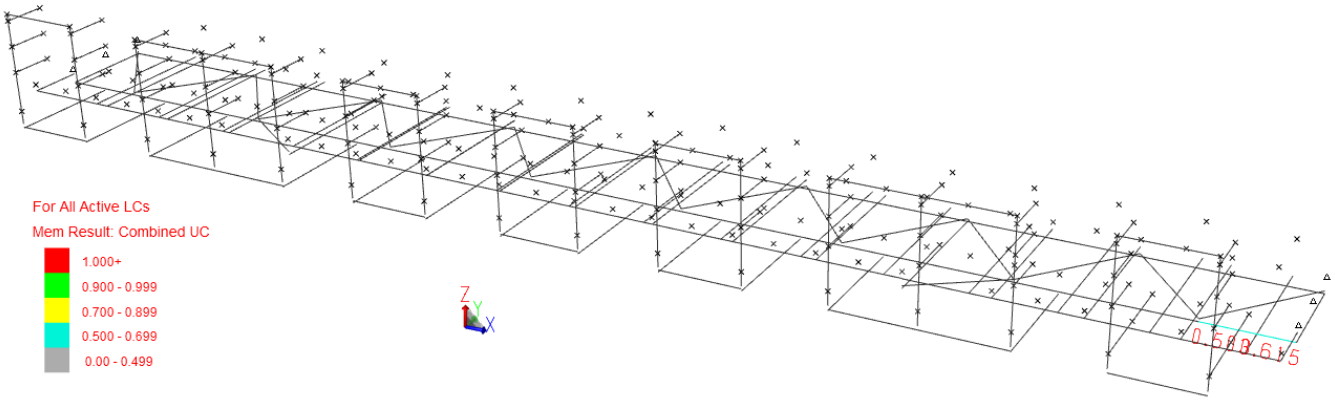


Figura 9-3: Massimi UC > 0.40 -PAS-TG5 – Inviluppo SLU

9.1.4 Passerella TG7

Di seguito vengono riportati i risultati delle verifiche che presentano UC > 0.40.

```
      SACS-IV   MEMBER UNITY CHECK RANGE SUMMARY

GROUP II  - UNITY CHECKS GREATER THAN    0.40 AND LESS THAN    0.90

   ** NO UNITY CHECKS IN THIS GROUP **


      SACS-IV   MEMBER UNITY CHECK RANGE SUMMARY

GROUP III - UNITY CHECKS GREATER THAN    0.90 AND LESS THAN  999.00

   ** NO UNITY CHECKS IN THIS GROUP **
```

Tabella 9-7: Verifiche elementi strutturali UC > 0.40 – PAS TG7

I valori massimi degli UC per ogni gruppo di elementi sono invece specificati nel seguito.

```
                    * * *  M E M B E R   G R O U P   S U M M A R Y  * * *
                                ISO 19902:2007 / EC3:2005
                              (EN 1993-1-1:2005/NA NONE)

                          MAX.  DIST                                                                    EFFECTIVE      CM
GRUP CRITICAL LOAD       UNITY  FROM   * APPLIED STRESSES *    *** ALLOWABLE STRESSES ***   CRIT       LENGTHS    * VALUES *
 ID   MEMBER  COND       CHECK  END     AXIAL BEND-Y BEND-Z    AXIAL  EULER BEND-Y BEND-Z   COND      KLY    KLZ     Y      Z
                                M       N/MM2  N/MM2  N/MM2    N/MM2  N/MM2  N/MM2  N/MM2             M      M
CH1 0000-0001 SIS6    0.11    0.0      -0.5   -9.7  -38.8    322.7 4235.0  341.7  487.8   BN+AX    1.00   1.00   0.96   0.40

CH2 0122-0123 SIS5    0.06    1.5      -0.2    6.1  -18.8    322.7  580.4  347.8  488.4   BN+AX    1.50   1.50   0.40   0.65

CH3 0202-0254 SIS4    0.05    0.0      -0.0   -9.1   -8.7    231.7  702.9  276.6  682.0   LATBUC   0.80   0.80   0.40   0.40

CH4 0009-0004 SIS5    0.08    0.0      -2.9   12.5  -14.2    322.7  583.0  345.3  488.2   BN+AX    1.80   1.80   0.65   0.60

CV1 0027-0114 SIS2    0.10    0.0      -1.0    2.9   43.1    322.7  160.5  346.2  488.5   BN+AX    2.00   4.00   0.70   0.85

D01 0355-0370 SIS6    0.09    1.2     -21.9    1.8    0.3    266.3  858.9  450.7  450.7   ACBI     2.34   2.34   0.85   0.85

H01 0135-0216 SIS5    0.40    0.0      -0.9 -123.9   21.5    322.7 4616.9  354.4  494.6   BN+AX    1.50   1.50   0.91   0.61

H02 0135-0136 SIS2    0.21    0.0       1.7   14.3   53.6    322.7 8755.6  322.7  322.7   BN+AX    1.00   1.00   0.00   0.00

H04 0025-0168 SIS1    0.17    0.7     -18.6   33.9  -15.9    288.7 2160.3  388.3  686.7   BN+COM   0.75   0.75   0.88   0.40

H05 0134-0082 SIS6    0.03    0.0      -3.3   -6.1   -0.1   .3E+03 .1E+05 .3E+03 .3E+03   BN+AX    0.90   0.90   0.69   0.40

H06 0369-0031 SIS6    0.08    0.0       2.1   -3.5   28.0   .3E+03 .1E+05 .3E+03 .5E+03   BN+AX    1.00   1.00   0.00   0.00
```

Tabella 9-8: Verifiche e max UC per gruppi - PAS TG7

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

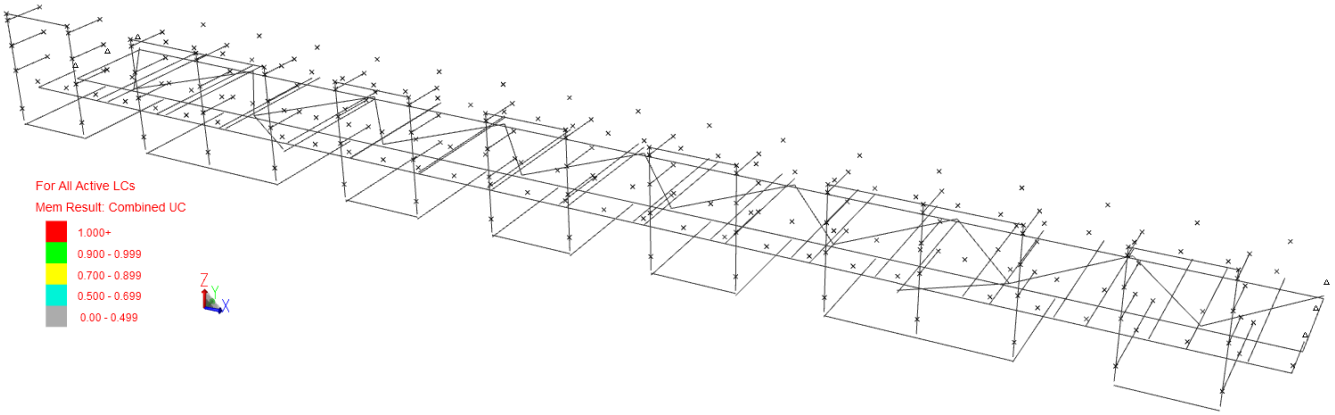


Figura 9-4: Massimi UC > 0.50 -PAS-TG7 – Inviluppo SLU

10 APPENDICE A – CALCOLO DEL PERIODO DEI PALI DI FONDAZIONE

10.1 ANALISI DINAMICA

I pali di fondazione di supporto delle passerelle tubo gas presentano uno schema statico a telaio nella direzione longitudinale mentre sono mensole a sbalzo nella direzione trasversale.

Per i due schemi è stato predisposto un modello in Sacs ed eseguita un'analisi dinamica con il calcolo del periodo.

Non potendo utilizzare il modulo psi per lo svolgimento dell'analisi dinamica, il palo di fondazione è stato modellato con un palo equivalente di lunghezza pari a 10diametri (15m per i pali da 1.5m, lunghezza che è stata verificata mediante un'analisi comparativa degli spostamenti con L-pile).

Un'analisi dinamica con il modulo Dyn è stata svolta per due modelli:

- Modello 1_ schema a telaio longitudinale: rappresentativo dei pali a Sud del giunto di dilatazione. Cinque pali collegati longitudinalmente dal tubo OD1320mm.
- Modello 2_ schema a mensola trasversale: palo a sbalzo OD1500mm.

In testa a ciascun palo è stata applicata la reazione di appoggio della passerella ai fini del calcolo delle masse, definite nella tabella seguente.

PESO TOTALE DELLE PASSERELLE					
Passerella	**Luce [m]**	**Condizione di carico (come da relazione [A14])**			**Peso [kN]**
		VERT (verticali portati)	LIVZ* (accidentale=0.5LIVZ)	PIOZ (piping)	
TG1	22.0	398	42	62	502
TG2	22.0	398	42	222	662
TG3	22.0	398	42	636	1076
TG4	13.0	235	25	50	310

Per l'analisi del palo a mensola, a favore di sicurezza per massimizzare il periodo, è stata applicata in testa palo la massa inferiore di 500 kN.

Nel calcolo è stata considerata la massa d'acqua intrappolata nel palo e la massa aggiunta.

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

10.1.1 Analisi telaio longitudinale

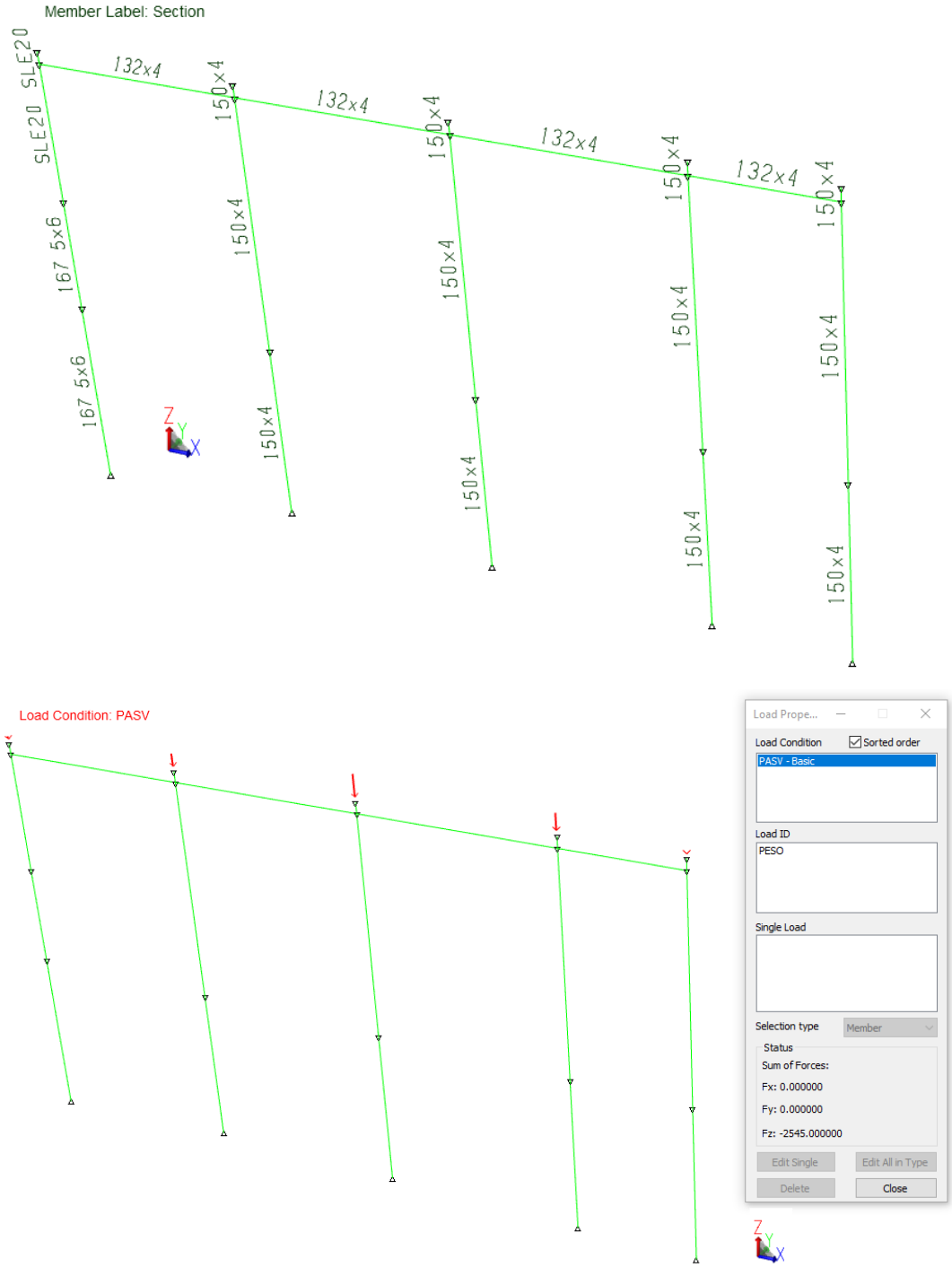


Figura 5 – Modello SACs – e condizione peso passerelle

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

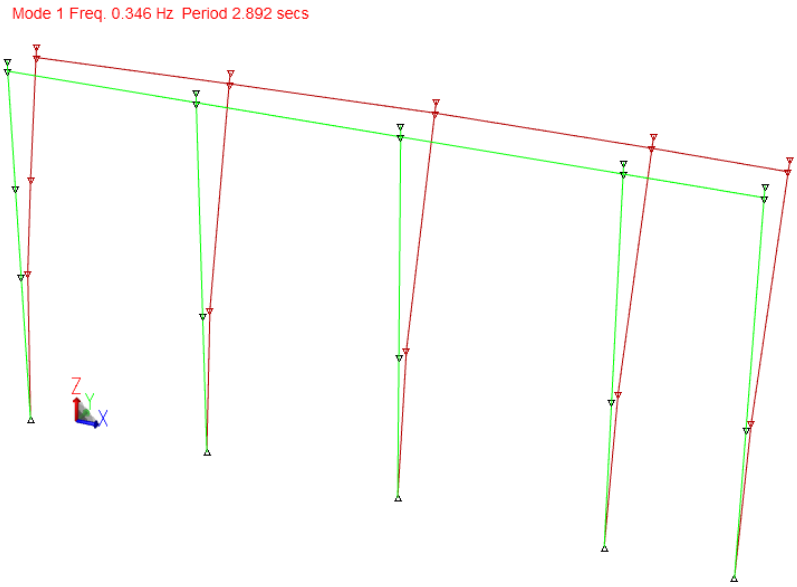


Figura 6 – Primo modo in direzione Y T = 2.89sec

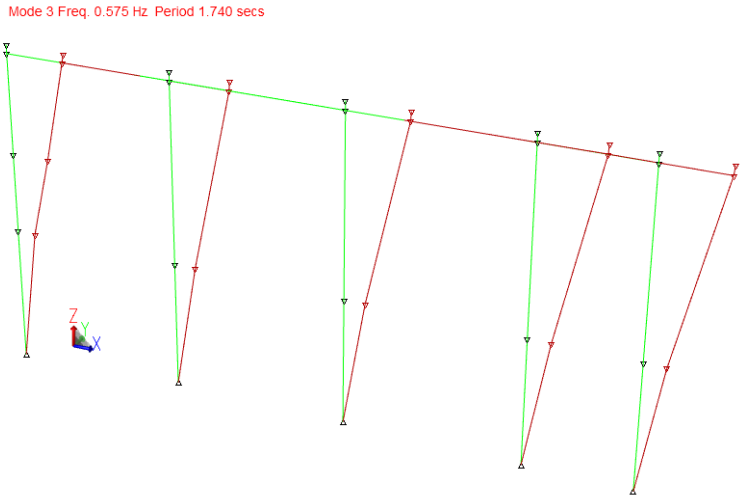


Figura 7 – Terzo modo in direzione X T = 1.74sec

********** WEIGHT AND CENTER OF GRAVITY SUMMARY **********

********** ITEM DESCRIPTION **********	********** WEIGHT ********** X KN	Y KN	Z KN	******** CENTER OF GRAVITY ******** X M	Y M	Z M
MEMBER ELEMENTS	4263.036	4263.036	4263.036	34.441	0.000	-0.788
MEMBER ELEMENT NORMAL ADDED MASS	2470.501	2470.501	0.000	33.642	0.000	0.000
FLOODED MEMBER ELEMENT ENTRAPPED FLUID	1274.566	1274.566	1274.566	40.582	0.000	-4.664
LOAD CASES CONVERTED TO WEIGHTS	2545.000	2545.000	2545.000	42.759	0.000	8.250
********** TOTAL **********	10553.103	10553.103	8082.602	37.002	0.000	1.447

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

SACS IV-FREQUENCIES AND GENERALIZED MASS

MODE	FREQ.(CPS)	GEN. MASS	EIGENVALUE	PERIOD(SECS)
1	0.345733	5.0168925E+02	2.1191392E-01	2.8924085
2	0.490845	2.9356599E+02	1.0513613E-01	2.0373041
3	0.574749	7.0240099E+02	7.6680291E-02	1.7398899
4	0.813111	3.1467439E+02	3.8312484E-02	1.2298440
5	1.493549	3.1030321E+02	1.1355377E-02	0.6695464
6	2.188244	4.5964563E+02	5.2899176E-03	0.4569875
7	2.919078	2.0098276E+02	2.9726853E-03	0.3425740

Tabella 10-1: Estratto SACS masse e primi 7 periodi

10.1.2 Analisi palo a sbalzo

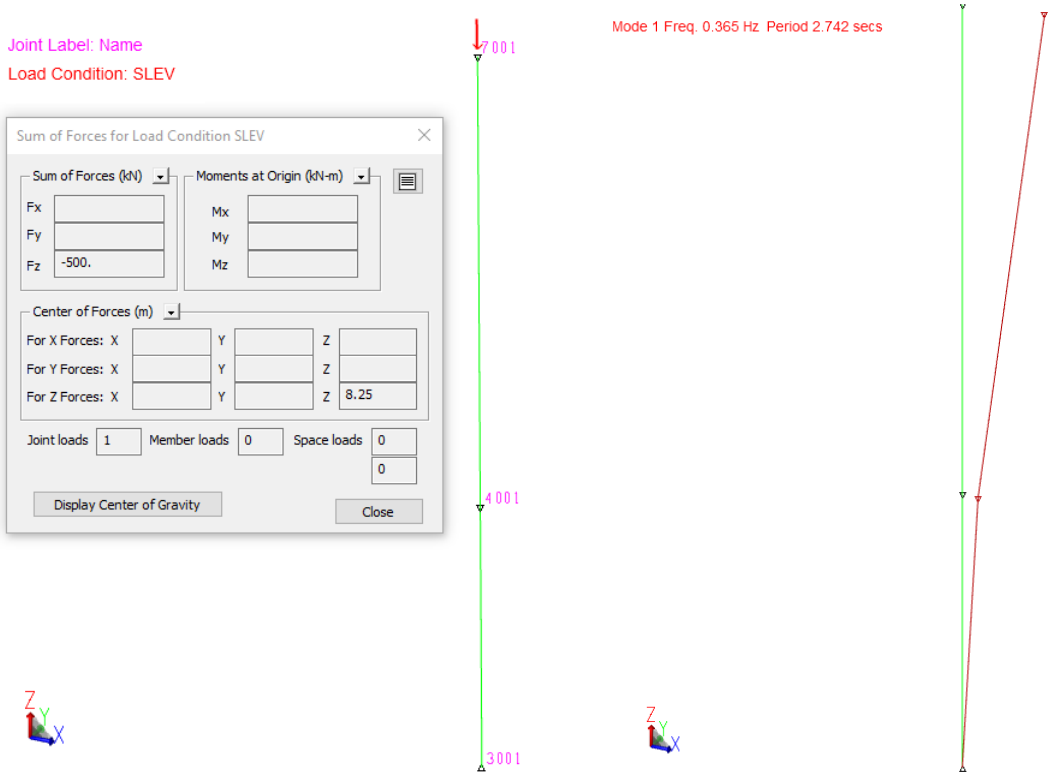


Figura 8 – Modello SACs e Primo modo T = 2.74sec

********** WEIGHT AND CENTER OF GRAVITY SUMMARY **********

********** ITEM DESCRIPTION **********	********** WEIGHT ********** X KN	Y KN	Z KN	******** CENTER OF GRAVITY ******** X M	Y M	Z M
MEMBER ELEMENTS	513.080	513.080	513.080	0.000	0.000	-3.575
MEMBER ELEMENT NORMAL ADDED MASS	393.912	393.912	0.000	0.000	0.000	0.000
FLOODED MEMBER ELEMENT ENTRAPPED FLUID	245.147	245.147	245.147	0.000	0.000	-3.575
LOAD CASES CONVERTED TO WEIGHTS	500.000	500.000	500.000	0.000	0.000	8.250
********** TOTAL **********	1652.139	1652.139	1258.227	0.000	0.000	1.124

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

SACS IV-FREQUENCIES AND GENERALIZED MASS

MODE	FREQ.(CPS)	GEN. MASS	EIGENVALUE	PERIOD(SECS)
1	0.364715	9.6933074E+01	1.9042858E-01	2.7418642
2	0.364732	9.6941612E+01	1.9041173E-01	2.7417429
3	3.080029	7.7695718E+01	2.6701190E-03	0.3246723
4	3.080234	7.7705274E+01	2.6697628E-03	0.3246506
5	16.265661	9.3621005E+01	9.5740742E-05	0.0614792

Tabella 10-2: Estratto SACS masse e primi 5 periodi

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.