EMERGENZA GAS

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

FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE PASSERELLE – STATICA E SISMICA

Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data
B	Emissione per Approvazione - Revisione per commenti Rina	K.Caldera	J. Albagli	M. Raimondi	18/03/2024
A	Emissione per Approvazione	K.Caldera	J. Albagli	M. Raimondi	10/01/2024

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 6
1.1 Generalità 6
1.2 Scopo del Documento 7
2 DEFINIZIONI ED ABBREVIAZIONI 7
2.1 Definizioni 7
2.2 Abbreviazioni 7
3 RIFERIMENTI 8
3.1 Documenti Di Progetto 8
3.2 Documenti Di Riferimento 8
3.3 Normative Di Riferimento 8
3.4 Software 9
4 CONCLUSIONI 10
5 DESCRIZIONE STRUTTURA PASSERELLE 11
6 CRITERI DI PROGETTAZIONE 13
6.1 Materiali 13
6.2 Criteri di Progettazione 15
6.2.1 Generalità 15
6.2.2 Combinazione delle azioni e fattori di azione parziale per le analisi in servizio 15
6.2.3 Fattori di resistenza parziali per sezioni tubolari 16
6.2.4 Fattori di resistenza parziali per sezioni tubolari 16
6.2.5 Resistenza minima nodi tubolari 17
6.2.6 Fattore di resistenza parziale per sezioni non tubolari 17
6.2.7 Deformazioni 18
6.3 Criteri di Accettazione 19
7 DATI DI PROGETTO AMBIENTALI 20
7.1 Vento 20
8 MODELLO DI CALCOLO 21
8.1 Unità di Misura 21
8.2 Sistema di Riferimento 21
8.3 Programma di Calcolo 21
8.4 Modello di Calcolo 21

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

8.4.1 Criteri di Modellazione 22

9 CARICHI E COMBINAZIONI DI CARICO 24

9.1 Carichi Permanenti 25

9.1.1 Peso Proprio Strutturale - DEAZ 25

9.1.2 Pesi Strutture non modellate 25

9.1.3 Piping 26

9.1.4 Reazione punto fisso 26

9.1.5 Deformazione termica del tubo 27

9.2 Carichi Variabili 27

9.2.1 Carico Variabile distribuito 27

9.3 Carichi Ambientali 27

9.3.1 Carichi di Vento 27

9.4 Carichi di blast 28

9.5 Azione sismica 29

9.6 Risultanti dei Carichi 30

9.7 Combinazioni di Carico 31

9.7.1 Combinazioni base 31

9.7.2 Combinazioni Operative SLE 31

9.7.3 Combinazioni Operative DEF 32

9.7.4 Combinazioni Operative SLU 32

9.7.5 Combinazioni Sismiche 32

9.7.6 Combinazioni Eccezionali - blast 33

10 RISULTATI DELL'ANALISI 35

10.1 Verifiche strutturali della passerella 35

10.1.1 Passerella tipica 35

10.1.2 Passerella punto fisso 37

10.2 Verifica a deformazione 39

10.3 Reazioni vincolari 40

10.3.1 Passerella tipica 40

10.3.2 Passerella punto fisso 42

11 APPENDICE A – SCHEMI UNIFILARI 44

12 APPENDICE B – PROPRIETA' GRUPPI 45

12.1 Proprietà gruppi 45

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

12.2 Proprietà Sezioni 45

13 APPENDICE A – CALCOLO DEL PERIODO DEI PALI DI FONDAZIONE 47

13.1 ANALISI DINAMICA 47

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 6-1: Proprietà acciaio 13
Tabella 6-2: Gradi di acciaio secondo standard per classi di design 13
Tabella 6-3: Proprietà dell'acciaio relative allo spessore (secondo EN 10025-2 & 4) 14
Tabella 6-4: Fattori di azione parziale per l'analisi in servizio 15
Tabella 6-5: Fattori di resistenza parziali per sezioni tubolari 16
Tabella 6-6: Fattori di resistenza parziali per sezioni tubolari 17
Tabella 6-7: Fattori di resistenza parziale per i nodi tubolari 17
Tabella 6-8: Fattori di resistenza parziale per sezioni non tubolari 18
Tabella 6-9: Valore massimo per la deformazione dei componenti strutturali 18
Tabella 7-1: Dati Vento 20
Tabella 9-1: Coefficienti parziali azioni per condizioni in servizio 24
Tabella 9-2: Strutture non modellate 25
Tabella 9-3: Carichi accidentali - LOADCN LIVZ 27
Tabella 9-4: Risultanti condizioni di carico elementari – passerella tipica 30
Tabella 9-5: Risultanti condizioni di carico elementari – passerella punto fisso 30
Tabella 9-6: Combinazioni Base 31
Tabella 9-7: Combinazioni SLE – passerella tipica 31
Tabella 9-8: Combinazioni SLE – passerella punto fisso 31
Tabella 9-9: Combinazioni DEF 32
Tabella 9-10: Combinazioni SLU Operative - passerella tipica 32
Tabella 9-11: Combinazioni SLU Operative - passerella punto fisso 32
Tabella 9-12: Combinazioni Sismiche - passerella tipica 33
Tabella 9-13: Combinazioni Sismiche - passerella punto fisso 33
Tabella 9-14: Combinazioni SLU Eccezionali 33
Tabella 9-15: Risultanti combinazioni di carico – passerella tipica 34
Tabella 9-16: Risultanti combinazioni di carico – passerella punto fisso 34
Tabella 10-1: Verifiche elementi strutturali UC > 0.40 36
Tabella 10-2: Verifiche e max UC per gruppi 36

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

Tabella 10-3: Verifiche elementi strutturali UC > 0.40 38
Tabella 10-4: Verifiche e max UC per gruppi 38
Tabella 10-5: Verifica a deformazione passerella 40
Tabella 13-1: Estratto SACS masse e primi 5 periodi 49

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.

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

1.2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento illustra le verifiche strutturali in servizio e sismica delle passerelle di collegamento delle briccole, secondo i dati di progetto (Rif. [A2]) e i criteri definiti dalle basi di progettazione strutturale (Rif. [A7], [A9]).
La presente relazione presenta la verifica delle seguenti tipologie:

- Tipica Da PAS-C-20 a PAS -C-27
  analizzata la passerella PAS-C-24 Luce=25m

- Passerella L=25m con punto fisso della tubazione 14" (PAS-C-23)

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-017384 Assieme passerella Tipo 5

[A12] 0001-CD-B-017385 Assieme passerella Tipo 6

[A13] 0001-CD-B-017386 Assieme passerella Tipo 7

[A14] 0001-CD-B-017387 Assieme passerella Tipo 8

[A15] 0001-CD-B-017388 Assieme passerella Tipo 9

[A16] 0001-CD-B-017389 Assieme passerella Tipo 10

[A17] 0001-ZX-E-014382 Relazione di calcolo per analisi stress tubazioni con CAESAR II – Antincendio

[A18] 0001-CI-E-017030 Passerelle di sostegno tubo Gas 26 in – Statica in servizio

[A19] 0001-CI-E-017033 Passerelle di sostegno tubo Gas 26 in - Analisi Sismica

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

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

[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

[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 statica in servizio e sismica delle passerelle di collegamento delle briccole.

Tra le diverse tipologie è stata scelta la passerella tipo 9 ritenuta la più rappresentativa per le seguenti ragioni:

- Luce massima in semplice appoggio: trave tipica con schema di semplice appoggio con luce massima di 25 m;
- Massimo carico piping: passerella con schema di semplice appoggio su luce di 25 m che supporta il peso delle due tubazioni antincendio 14" e 6".
- Al fine di massimizzare le sollecitazioni nella trave longitudinale il punto fisso è stato ubicato in mezzeria della trave.

Le analisi in configurazione statica in servizio e in condizioni sismiche hanno dimostrato che le passerelle sono in grado di resistere alle condizioni operative ed estreme di progetto, in termini di carichi gravitazionali, ambientali (azione del vento) e eccezionale di blast, secondo quanto prescritto dalle normative di riferimento ISO 19902 Rif.[B4] (per le sezioni circolari), EN 1993 Rif.[B5] (per le sezioni I /H), ed secondo NTC2018 Rif. [B1].

Il periodo delle passerelle corrisponde al periodo dei pali a sbalzo di supporto delle passerelle stesse. L periodo dei pali a sbalzo è stato calcolato mediante l'ausilio del programma SACs come descritto all'Appendice C, che ha portato ai risultati riassunti in tabella.

ANALISI DINAMICA DEI PALI			
SCHEMA PALO	**Massa in testa palo**	**Massa partec.**	**Periodo [sec]**
Mensola	30 ton	0.820	2.45

Le passerelle sono state analizzate per le condizioni sismiche considerando un fattore di struttura q = 1.33.

Considerando il periodo di 2.45sec (al fine di massimizzare le forze sismiche) è stata determinata un'accelerazione SLV a = 0.15 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) risulta:

- Passerella tipica L = 25m: UC = 0.74 < 1.0 OK
- Passerella punto fisso UC = 0.91 < 1.0 OK

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

(* 0.91 è l'UC massimo in corrispondenza del nodo con il supporto del punto fisso che verrà irrigidito con dei piatti).

La verifica dei supporti piping non è oggetto della presente relazione di calcolo.

La verifica di controllo delle deformazioni ha dato il seguente risultato:

- Passerella L = 25m $\Delta max = L/219 < L/200$ OK
  $\Delta 0 = L/544 < L/300$ OK

5 DESCRIZIONE STRUTTURA PASSERELLE

In Figura 5-1 è rappresentata la planimetria generale del pontile con evidenziate le passerelle oggetto di verifica. Le passerelle presentano uno schema cerniera-carrello in semplice appoggio sui pali OD1500 mm.

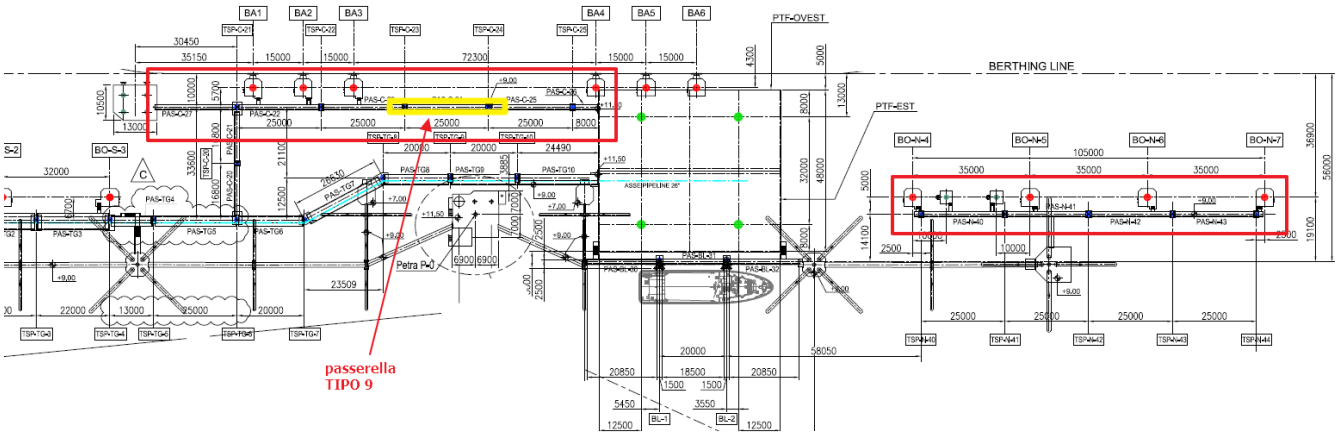


Figura 5-1: Planimetria generale del pontile – individuazione passerelle analizzate

La struttura tipica della passerella è costituita da due travi longitudinali controventate HEA600 con lunghezza variabile da 8 m a 25 m. Il piano di calpestio è in grigliato maglia 30x50 con piatto portante 30x3.

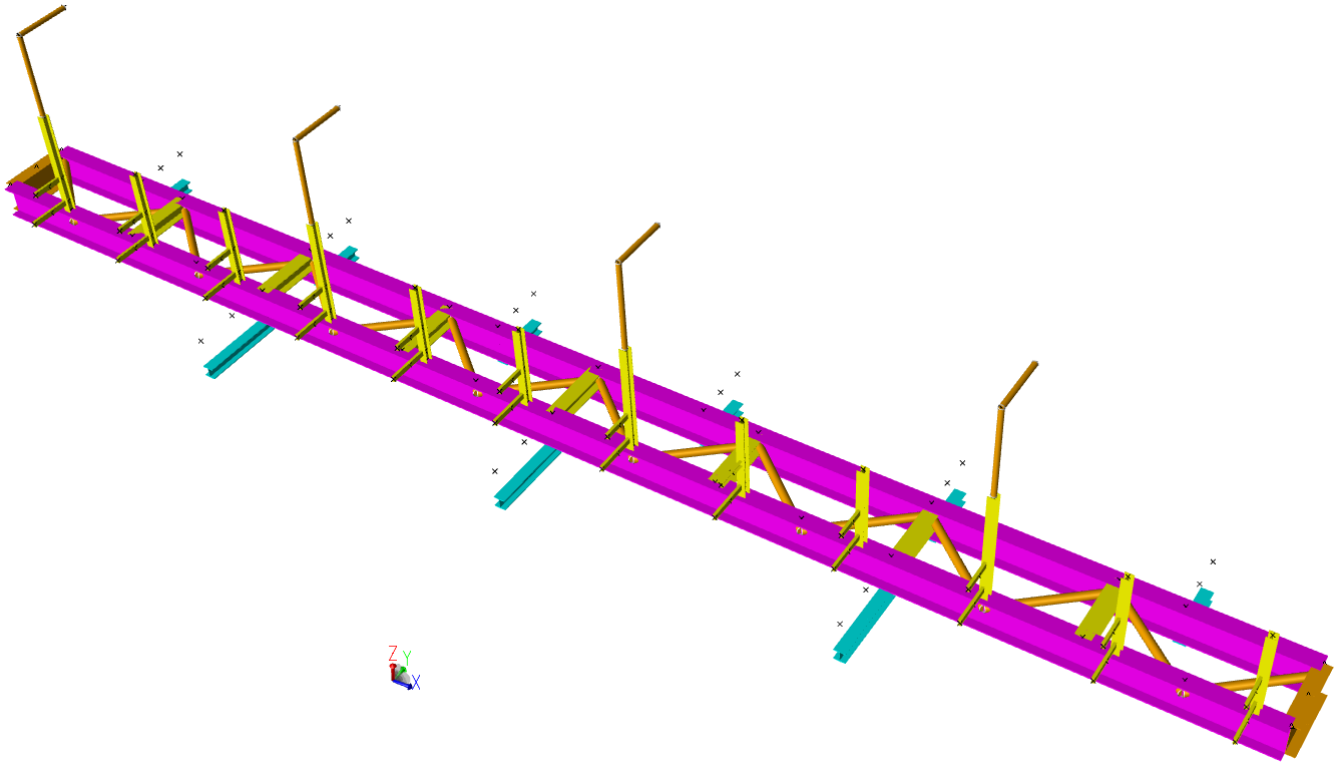


Figura 5-2: Struttura passerella tipo 9– tipica

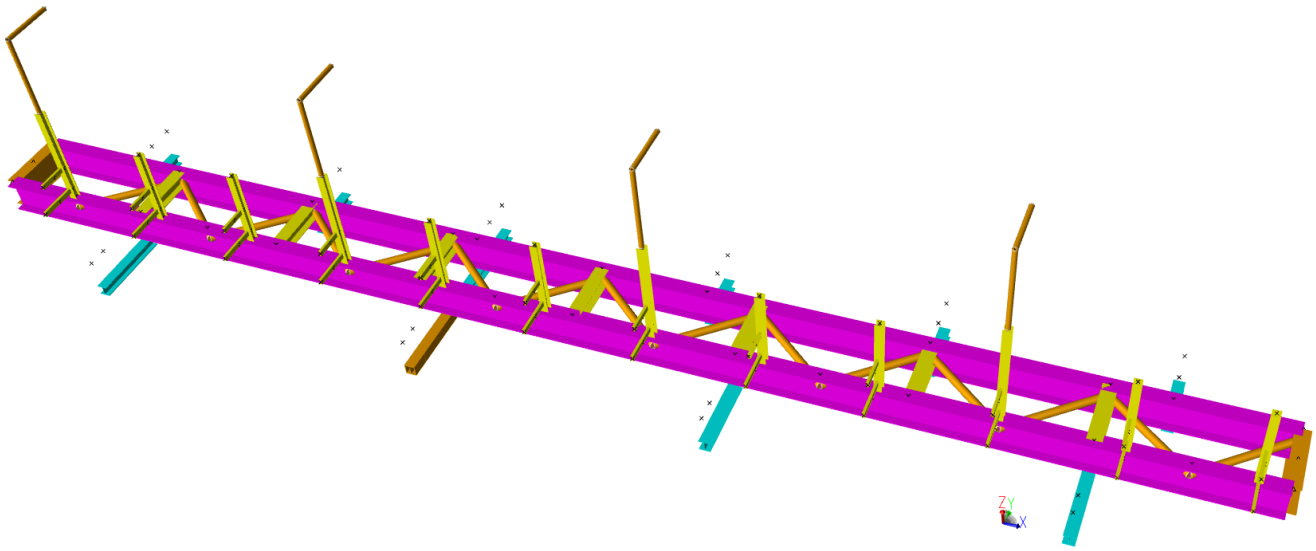


Figura 5-3: Struttura passerella con punto fisso

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.

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

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 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].

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

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 6-6: Fattori di resistenza parziali per sezioni tubolari

6.2.5 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 6-7: Fattori di resistenza parziale per i nodi tubolari

6.2.6 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.

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

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 6-8: Fattori di resistenza parziale per sezioni non tubolari

6.2.7 Deformazioni

Le deformazioni nei sistemi strutturali e negli elementi strutturali per le combinazioni di carico di servizio non deve compromettere la funzionalità della struttura. Per il controllo delle deflessioni consentite, viene considerato il fattore di carico parziale unitario.

Considerando:

Δ_{Max} = deformazione massima per Permanenti + Variabili

Δ_0 = deformazione massima per solo azioni variabili

Componente strutturale	Massima deformazione	
	Δmax	Δ_0
Travi su appoggi	L/200	L/300
Travi a sbalzo	L/100	L/150

Tabella 6-9: Valore massimo per la deformazione dei componenti strutturali

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

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 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 DATI DI PROGETTO AMBIENTALI

7.1 VENTO

Vengono di seguiti tabulati i dati di vento caratterizzanti il sito di interesse, in termini di velocità del vento, direzione di provenienza, per differenti tempi di ritorno (1, 10, 100, 1000, 10000 anni) e mediati su tempi differenti (3'',1',10',1h).

SRG - FSRU - DHI data - Jan. 1979 - Dec. 2021 - Punta Marina - 44.460 N, 12.389 E

Whole Year extreme wind speed - 10 m above sea level

Return period		1 Year				10 Year				100 Year				1000 Year				10000 Year			
Wind incoming Direction	(°N)	Ws-3'' (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3'' (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3'' (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3'' (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3'' (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)
	0.0	20.6	18.6	17.1	15.9	27.2	24.4	22.2	20.5	33.9	30.1	27.1	24.9	40.5	35.7	32.0	29.1	47.3	41.4	36.8	33.2
	30.0	25.7	23.1	21.1	19.5	31.5	28.0	25.4	23.3	36.8	32.6	29.3	26.8	41.9	36.9	33.0	30.0	46.8	40.9	36.4	32.9
	60.0	25.3	22.7	20.7	19.2	29.4	26.2	23.8	21.9	32.9	29.3	26.5	24.3	36.2	32.0	28.8	26.4	39.1	34.5	31.0	28.2
	90.0	22.3	20.1	18.4	17.1	28.3	25.3	23.0	21.2	34.2	30.4	27.4	25.1	39.9	35.2	31.6	28.7	45.6	40.0	35.6	32.2
	120.0	19.4	17.5	16.1	15.0	24.2	21.8	19.9	18.5	28.9	25.9	23.5	21.7	33.6	29.8	26.9	24.7	38.2	33.7	30.3	27.6
	150.0	19.8	17.9	16.4	15.3	23.8	21.4	19.5	18.1	27.4	24.6	22.4	20.6	30.9	27.6	25.0	23.0	34.3	30.4	27.4	25.1
	180.0	16.2	14.7	13.6	12.7	20.1	18.2	16.7	15.6	23.9	21.5	19.6	18.2	27.4	24.5	22.3	20.6	30.8	27.5	24.9	22.9
	210.0	15.1	13.8	12.8	12.0	19.2	17.4	16.0	15.0	23.1	20.8	19.1	17.7	26.9	24.1	21.9	20.3	30.5	27.2	24.7	22.7
	240.0	17.7	16.0	14.8	13.8	21.9	19.8	18.1	16.8	25.9	23.2	21.2	19.6	29.7	26.5	24.1	22.2	33.4	29.7	26.8	24.6
	270.0	16.4	14.9	13.8	12.9	20.2	18.2	16.8	15.6	23.8	21.4	19.6	18.2	27.4	24.6	22.4	20.6	31.0	27.6	25.0	23.0
	300.0	19.1	17.3	15.9	14.9	23.6	21.3	19.4	18.0	28.1	25.1	22.8	21.1	32.5	28.9	26.1	24.0	36.8	32.6	29.3	26.8
	330.0	18.0	16.3	15.0	14.0	23.4	21.0	19.3	17.9	28.8	25.8	23.4	21.6	34.4	30.5	27.5	25.2	40.0	35.2	31.6	28.8
	Omnidir	27.6	24.7	22.5	20.8	32.9	29.3	26.5	24.3	38.2	33.7	30.3	27.6	43.3	38.0	34.0	30.8	48.4	42.2	37.5	33.9

Tabella 7-1: Dati Vento

Valori di progetto assunti:

- Condizioni di Storm: Profilo API con 38.2m/s a 10 m dal livello del mare

Per il progetto delle passerelle la condizione di vento storm agente sulla tubazione (implicito nelle reazioni dei supporti dedotti dall'analisi di stress della tubazione) e sulla struttura è stata trattata a favore di sicurezza come una condizione operativa.

8 MODELLO DI CALCOLO

8.1 UNITÀ DI MISURA

Il sistema mi misura internazionale (SI) è utilizzato per tutti i calcoli effettuati.

8.2 SISTEMA DI RIFERIMENTO

Il sistema di riferimento ha origine sul livello medio del mare (l.m.m.), con le seguenti caratteristiche (vedi Figura 8-1):

- L'asse X positivo è rivolto in direzione del lato Nord della piattaforma;
- Lasse Y positivo è rivolto in direzione del lato Ovest della piattaforma;
- L'asse Z positivo è rivolto verso l'alto.

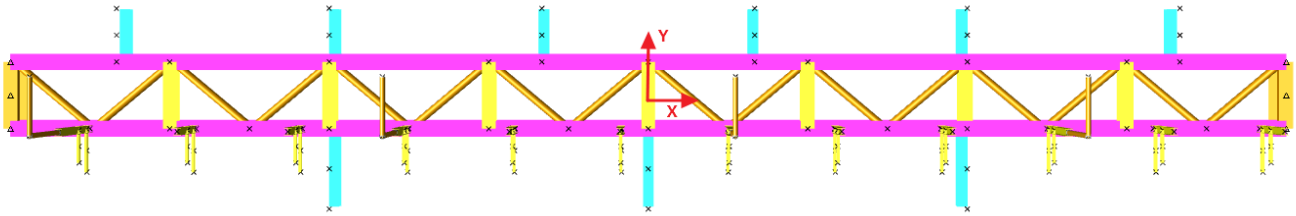


Figura 8-1: Sistema di riferimento del modello

8.3 PROGRAMMA DI CALCOLO

Il software utilizzato per l'analisi in oggetto è il SACS v.15.0 (Rif. [B20]).

8.4 MODELLO DI CALCOLO

È stato prodotto un modello di calcolo tridimensionale della passerella, in ambiente SACS (Rif. [B20]), che riproduce la passerella in tutti i suoi elementi principali.

Sono stati modellati:

- La struttura principale della passerella (travi longitudinali e controventi)
- Supporti piping
- La supportazione delle canaline elettriche

Il modello 3D della passerella tipica è rappresentato in Figura 8-2.

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

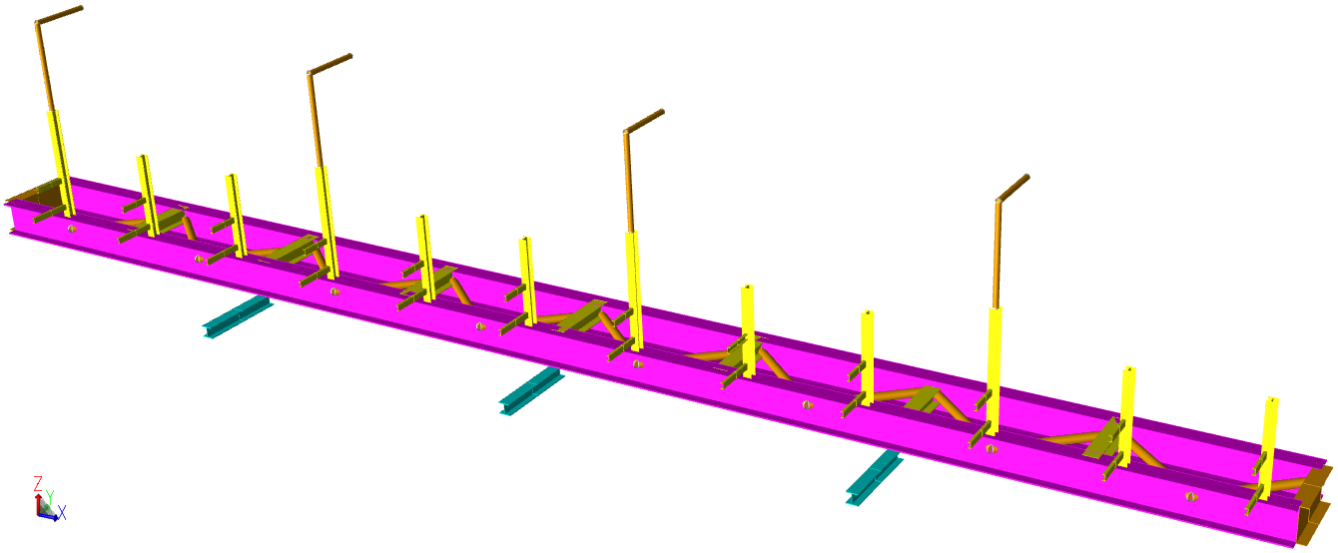


Figura 8-2: Modello SACS della passerella

Le strutture secondarie quali golfari, piatti e grigliati sono inserite a modello come carichi.

8.4.1 Criteri di Modellazione

Di seguito sono illustrati i criteri di modellazione utilizzati:

- Gli elementi trave (beam) sono modellati da punto a punto; i profili tubolari sono modellati lungo il proprio asse, mentre i profilati sono modellati sul bordo superiore, per impostare la quota in maniera corretta. Gli assi locali di ogni trave sono x (assiale), y e z. La connessione fra travi avviene ai nodi di estremità.
- Ogni elemento è associato ad un gruppo (Member Group), che è caratterizzato da specifiche proprietà sezionali e materiali. La corrispondenza fra elemento del modello e gruppo, la lista dei gruppi utilizzati e le relative proprietà sono elencate in APPENDICE A – SCHEMI UNIFILARI e APPENDICE B – PROPRIETA' GRUPPI.
- Le travi vengono caratterizzate dalla loro sezione, materiale (densità γ, snervamento F_y), e dalle lunghezze di libera inflessione (L_y, L_z) e di sbandamento laterale (L_b)
- Le piastre vengono modellate a partire dai punti delle travi, sulla superficie media, a cui vengono assegnati materiale (densità γ, snervamento F_y) e spessore.
- Alle travi vengono assegnati eventuali "release" agli estremi, ovvero vengono svincolate alle estremità in accordo alla loro connessione reale. L'assegnazione di un release avviene settando il valore del corrispondente grado di libertà interno in quella direzione in "1", lasciando "0" quando si vuole mantenere il vincolo. Ogni estremità possiede 6 gradi di libertà, in accordo al sistema di riferimento locale: primi tre gradi di libertà sono le traslazioni del nodo di estremità lungo le tre direzioni locali, gli altri tre sono le rotazioni attorno agli stessi assi. I *release* interni assegnati sono mostrati in Figura 8-4.
- Ai punti vengono assegnati dei vincoli esterni, vengono vincolati i gradi di libertà di un punto (6 totali) andando a settare il valore di "1" a quel grado di libertà, lasciando il valore di "0" se

vuole mantenersi lo sposamento lungo quella direzione. I primi tre gradi di libertà sono le traslazioni del punto lungo le tre direzioni globali, gli altri tre sono le rotazioni attorno agli stessi assi.

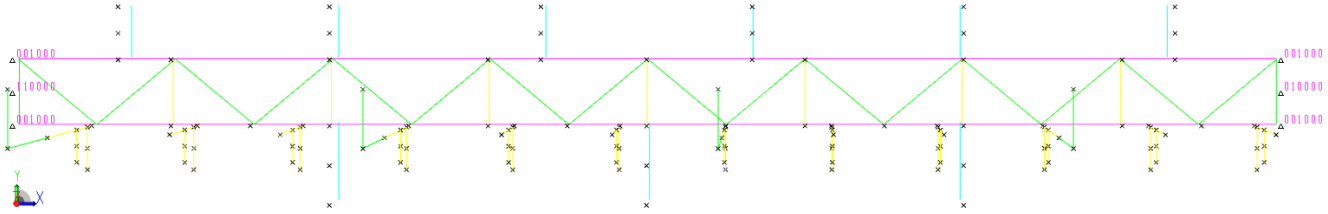


Figura 8-3: Modello SACS - Vincoli di estremità passerella in semplice appoggio

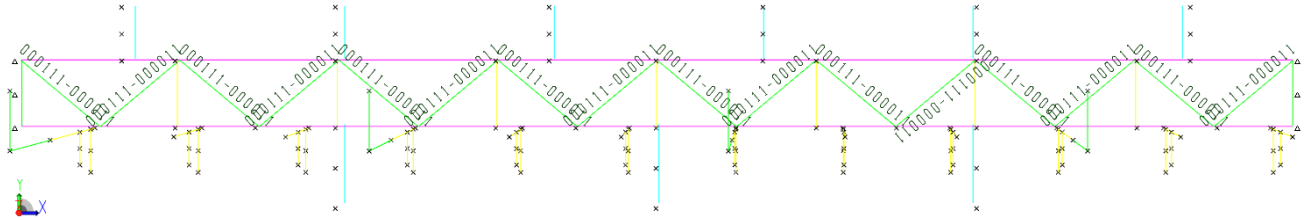


Figura 8-4: Modello SACS - *releases* interni

9 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 9-1: 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)

Fra le azioni ambientali rientrano:

- Vento (sulla tubazione e sulla struttura)
- Attrito delle tubazioni (dedotta dalle reazioni vincolari dell'analisi di stress)

Fra le azioni variabili rientrano:

- Carico accidentale sulle zone di passaggio

Fra le azioni eccezionali rientrano:

- Blasting
- Sismica

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

9.1 CARICHI PERMANENTI

9.1.1 Peso Proprio Strutturale - DEAZ

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

9.1.2 Pesi Strutture non modellate

Tali strutture sono elencate in Tabella 9-2.

Loadcn	Descrizione	PAS-TIPO 9 Fz [kN]
PGRZ	Grigliati 28.2 kg/m^2	10.6
CABZ	Peso canalette elettriche (20 kg/m /CAD x n°2 canalette = 40 kg/m)	14.0
PFPZ	Fireproofing (12 kg/m^2)	19.2
PCOZ	Corrimani, piastre e strutture a completamento	12.2
TOTALE		**56.0**

Tabella 9-2: 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

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

- PCOZ peso elementi secondari in direzione verticale -Z
- PCOX peso elementi secondari in direzione long. X
- PCOY peso elementi secondari in direzione trasv. Y

9.1.3 Piping

Sulle passerelle PAS-C corrono le tubazioni antincendio costituite da un tubo da 14" in appoggio su mensole fissate alla trave longitudinale EST e un 6" sulle mensole lato Ovest.

Il peso delle tubazioni contenenti acqua è pari a:

- Tubo 14" STD (9.52mm thk) 170.22 kg/m distanza supporti 6 m
- Tubo 6" STD (7.11mm thk) 46.90 kg/m distanza supporti 4 m

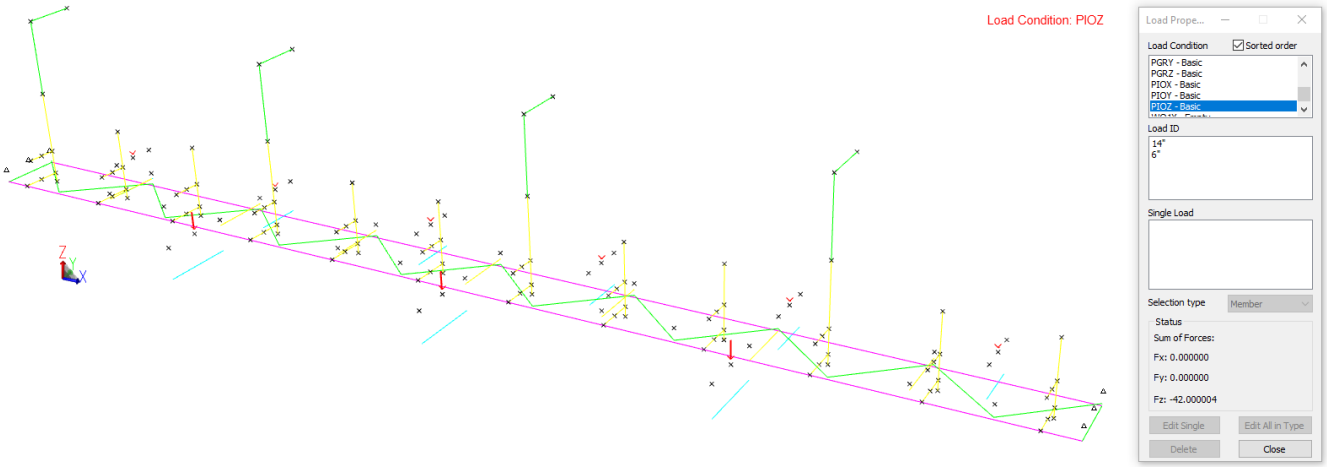


Figura 9-1: Peso piping

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

- PIOX: peso piping in direzione longitudinale
- PIOY: peso piping in direzione trasversale
- PIOZ: peso piping

9.1.4 Reazione punto fisso

Dalla relazione di stress delle tubazioni è stata ricavata la reazione del punto fisso pari a:

Fx = 50 kN max reazione punto fisso, come da analisi stress

Le condizioni di carico associate sono le seguenti:

- LIMO forza longitudinale condizioni operative
- LIMS forza longitudinale condizioni sismiche

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

9.1.5 Deformazione termica del tubo

La reazione d'attrito indotta dalla deformazione termica dei tubi è una forza longitudinale ottenuta fattorizzando nelle combinazioni di carico la condizione di carico PIOX (peso longitudinale) per il coefficiente d'attrito pari a 0.3.

9.2 CARICHI VARIABILI

9.2.1 Carico Variabile distribuito

Viene assegnato in tutte le zone libere il seguente carico variabile:

Loadcn	Descrizione	Fz [kN]
LIVZ	4.0 kN/m^2	150.0

Tabella 9-3: Carichi accidentali - LOADCN LIVZ

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

9.3 CARICHI AMBIENTALI

9.3.1 Carichi di Vento

I carichi del vento sono automaticamente generati dal software SACS sulla base di input quali la velocità e l'altezza di riferimento, secondo un profilo prestabilito che in questo caso è quello API.

- Condizioni di Storm: Profilo API con 38 m/s a 10 m dal livello del mare

Le forze sono generate su tutta la struttura modellata investita dal profilo di vento e sull'area assegnata corrispondente ad una superficie di altezza 1.5m su tutta la lunghezza della passerella.

La condizione di carico assegnata è:

- WO1Y vento trasversale in direzione Y sulla struttura

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

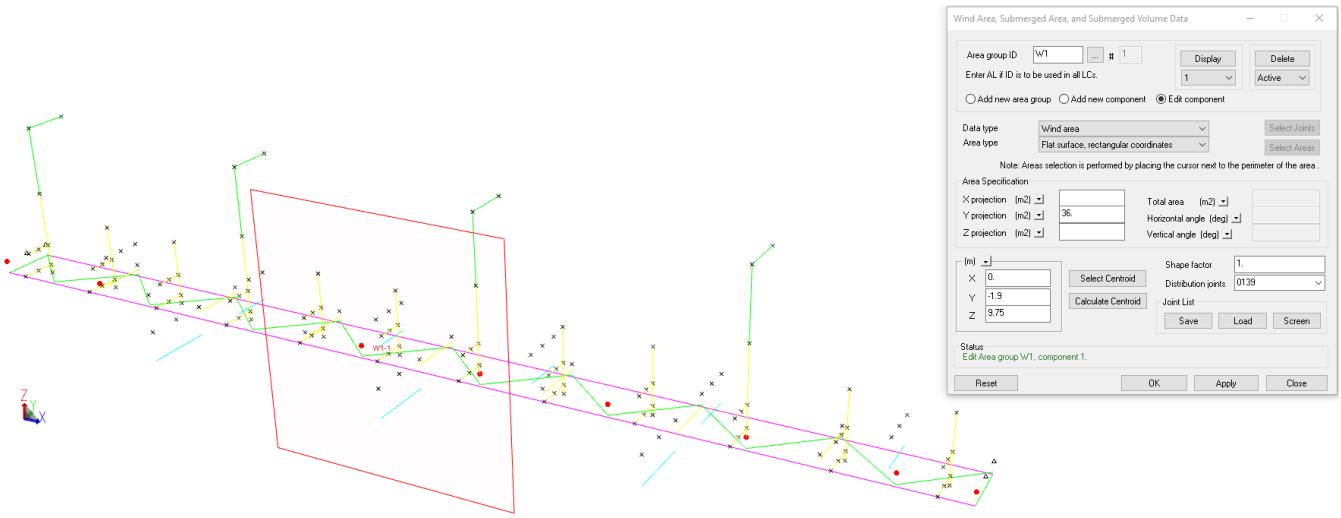


Figura 9-2: Area esposta al vento

9.4 CARICHI DI BLAST

L'azione di blasting corrisponde ad:

- Blast Overpressure di 0.1 barg,
- Cd = 1 (fattore di forma in caso di blast)
- DAF = 1.5 (Dynamic Load factor) definite nella combinazione di carico

10 kN/m^2 x 0.6 = 6kN/m applicato su tutta la lunghezza della trave HEA600

Le condizioni di carico assegnate sono:

BLY+/- carico blast in direzione trasversale +Y/ - Y

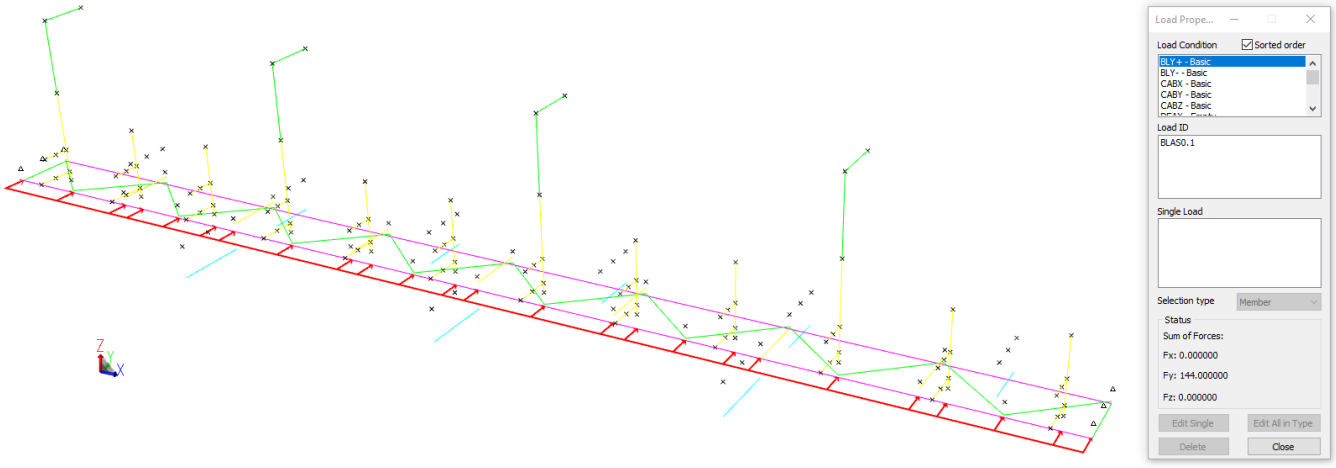


Figura 9-3: Carico blast in direzione Y+

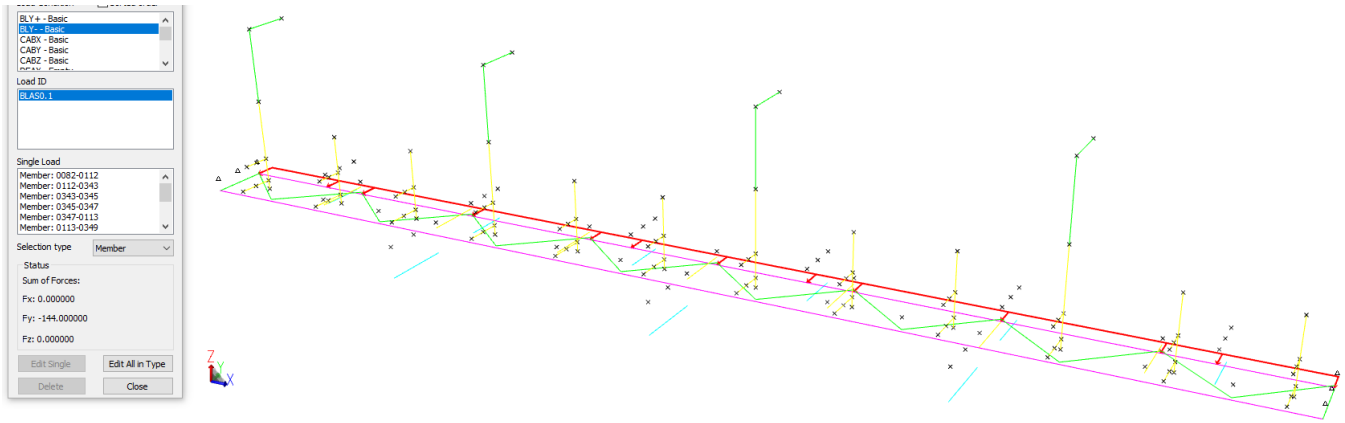


Figura 9-4: Carico blast in direzione Y- - PAS-TG5/TG7

9.5 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.

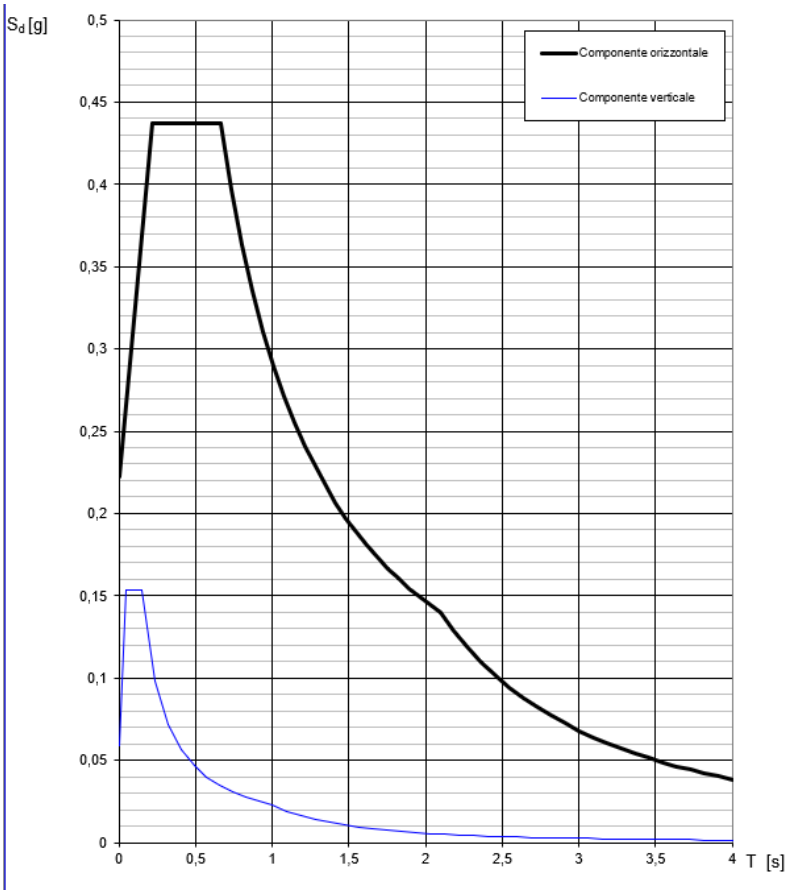


Figura 5 – Spettro di risposta SLV - q = 1.33

Al periodo di 2.4 sec (come da calcolo in allegato) corrisponde un'accelerazione orizzontale di 0.1 g (assunto 0.15g), che è stata implementata in termine di fattore di carico nelle combinazioni definite alla sezione 9.7.

Accelerazione verticale è pari a 0.01g.

9.6 RISULTANTI DEI CARICHI

Si riportano le risultanti delle condizioni di carico 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	BLY+	0.00				144.00	0.00	-0.63	8.70	0.00			
2	BLY-	0.00				-144.00	0.00	0.63	8.71	0.00			
3	DEAZ	0.00				0.00				-112.26	0.01	-0.04	8.79
4	DEAX	112.26	0.01	-0.04	8.79	0.00				0.00			
5	DEAY	0.00				112.26	0.01	-0.04	8.79	0.00			
6	WO1Y	COUPLE				49.74	0.00	-1.21	9.41	0.00			
7	PCOZ	0.00				0.00				-12.24	0.00	0.00	8.70
8	PCOX	12.24	0.00	0.00	8.70	0.00				0.00			
9	PCOY	0.00				12.24	0.00	0.00	8.70	0.00			
10	PFPZ	0.00				0.00				-19.20	0.00	0.00	8.71
11	PFPX	19.20	0.00	0.00	8.71	0.00				0.00			
12	PFPY	0.00				19.20	0.00	0.00	8.71	0.00			
13	PGRZ	0.00				0.00				-10.56	0.00	0.00	8.70
14	PGRX	10.56	0.00	0.00	8.70	0.00				0.00			
15	PGRY	0.00				10.56	0.00	0.00	8.70	0.00			
16	LIVZ	0.00				0.00				-150.00	0.00	0.00	8.71
17	LIVX	150.00	0.00	0.00	8.71	0.00				0.00			
18	LIVY	0.00				150.00	0.00	0.00	8.71	0.00			
19	CABZ	0.00				0.00				-14.00	0.81	-0.99	9.36
20	CABY	0.00				14.00	0.81	-0.99	9.36	0.00			
21	CABX	14.00	0.81	-0.99	9.36	0.00				0.00			
22	PIOZ	0.00				0.00				-42.00	0.00	-0.95	9.00
23	PIOX	42.00	0.00	-0.95	9.00	0.00				0.00			
24	PIOY	0.00				42.00	0.00	-0.95	9.00	0.00			

Tabella 9-4: Risultanti condizioni di carico elementari – passerella tipica

********** 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	BLY+	0.00				144.00	0.00	-0.63	8.70	0.00			
2	BLY-	0.00				-144.00	0.00	0.63	8.71	0.00			
3	DEAZ	0.00				0.00				-114.48	-0.02	-0.06	8.78
4	DEAX	114.48	-0.02	-0.06	8.78	0.00				0.00			
5	DEAY	0.00				114.48	-0.02	-0.06	8.78	0.00			
6	WO1Y	COUPLE				49.74	0.00	-1.21	9.41	0.00			
7	PCOZ	0.00				0.00				-12.24	0.00	0.00	8.70
8	PCOX	12.24	0.00	0.00	8.70	0.00				0.00			
9	PCOY	0.00				12.24	0.00	0.00	8.70	0.00			
10	PFPZ	0.00				0.00				-19.20	0.00	0.00	8.71
11	PFPX	19.20	0.00	0.00	8.71	0.00				0.00			
12	PFPY	0.00				19.20	0.00	0.00	8.71	0.00			
13	PGRZ	0.00				0.00				-10.56	0.00	0.00	8.70
14	PGRX	10.56	0.00	0.00	8.70	0.00				0.00			
15	PGRY	0.00				10.56	0.00	0.00	8.70	0.00			
16	LIVZ	0.00				0.00				-150.00	0.00	0.00	8.71
17	LIVX	150.00	0.00	0.00	8.71	0.00				0.00			
18	LIVY	0.00				150.00	0.00	0.00	8.71	0.00			
19	CABZ	0.00				0.00				-14.00	0.81	-0.99	9.36
20	CABY	0.00				14.00	0.81	-0.99	9.36	0.00			
21	CABX	14.00	0.81	-0.99	9.36	0.00				0.00			
22	PIOZ	0.00				0.00				-52.00	0.08	-1.11	9.00
23	PIOX	42.00	0.69	-0.95	9.00	0.00				0.00			
24	PIOY	0.00				52.00	0.08	-1.11	9.00	0.00			
25	LIMO	-50.00	-2.50	-1.77	9.00	0.00				0.00			
26	LIMS	-50.00	-2.50	-1.77	9.00	0.00				0.00			

Tabella 9-5: Risultanti condizioni di carico elementari – passerella punto fisso

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

9.7 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).

9.7.1 Combinazioni base

Le combinazioni base sono riportate in tabella.

LOAD COMB	LOAD CASES																			
	PGRZ	PCOZ	PFPZ	DEAZ	CABZ	PIOZ	LIVZ	PIOX	PGRX	PCOX	PFPX	DEAX	CABX	LIVX	PGRY	PCOY	PFPY	DEAY	CABY	PIOY	LIVY
VERT	1,050	1,050	1,100	1,150	1,050																
FORZ	1,050	1,050	1,100	1,150	1,050	1,100	0,500														
FORX								1,000	1,050	1,050	1,100	1,100	1,050	0,500							
FORY															1,050	1,050	1,100	1,100	1,050	1,000	0,500

Tabella 9-6: Combinazioni Base

9.7.2 Combinazioni Operative SLE

Le combinazioni di carico operative SLE utilizzate per il calcolo delle reazioni vincolari sono riportate in Tabella 9-10.

Dove 0.3 è il coefficiente d'attrito per il calcolo friction delle tubazioni.

LOAD COMB	LOAD CASES				
	VERT	PIOZ	LIVZ	PIOX	WO1Y
SLE1	1,000	1,100	1,000	0,300	
SLE2	1,000	1,100	1,000	-0,300	
SLE3	1,000	1,100	1,000	0,300	1,000
SLE4	1,000	1,100	1,000	-0,300	1,000
SLE5	1,000	1,100	1,000	-0,300	-1,000

Tabella 9-7: Combinazioni SLE – passerella tipica

LOAD COMB	LOAD CASES					
	VERT	PIOZ	LIVZ	PIOX	WO1Y	LIMO
SLE1	1,000	1,100	1,000	0,300		
SLE2	1,000	1,100	1,000	-0,300		
SLE3	1,000	1,100	1,000	0,300	1,000	-1,000
SLE4	1,000	1,100	1,000	-0,300	1,000	1,000
SLE5	1,000	1,100	1,000	-0,300	-1,000	1,000

Tabella 9-8: Combinazioni SLE – passerella punto fisso

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

9.7.3 Combinazioni Operative DEF

Le combinazioni di carico operative DEF utilizzate per la verifica della freccia in mezzeria sono riportate in Tabella 9-10.

LOAD COMB	LOAD CASES		
	VERT	PIOZ	LIVZ
VERT			
DEF1	1,000	1,100	
DEF2	1,000	1,100	1,000
DEF3			1,000

Tabella 9-9: Combinazioni DEF

9.7.4 Combinazioni Operative SLU

Le combinazioni di carico operative SLU utilizzate per le verifiche strutturali sono riportate in Tabella 9-10.

LOAD COMB	LOAD CASES					
	CABZ	VERT	PIOZ	LIVZ	PIOX	WO1Y
SLU1		1,300	1,650	1,500	0,450	
SLU2		1,300	1,650	1,500	-0,450	
SLU3		1,300	1,650	1,500	0,450	1,500
SLU4		1,300	1,650	1,500	-0,450	1,500
SLU5		1,300	1,650	1,500	-0,450	-1,500

Tabella 9-10: Combinazioni SLU Operative - passerella tipica

LOAD COMB	LOAD CASES					
	VERT	PIOZ	LIVZ	PIOX	WO1Y	LIMO
SLU1	1,300	1,650	1,500	0,450		-1,500
SLU2	1,300	1,650	1,500	-0,450		1,500
SLU3	1,300	1,650	1,500	0,450	1,500	-1,500
SLU4	1,300	1,650	1,500	-0,450	1,500	1,500
SLU5	1,300	1,650	1,500	-0,450	-1,500	-1,500

Tabella 9-11: Combinazioni SLU Operative - passerella punto fisso

9.7.5 Combinazioni Sismiche

Le combinazioni di carico sismiche utilizzate per le verifiche strutturali sono riportate in Tabella 9-10.

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

LOAD COMB	FORX	FORY	FORZ	SISX	SISY
SISX	0,150				
SISY		0,150			
SIS1			1,015	1,000	0,300
SIS2			1,015	0,300	1,000

Tabella 9-12: Combinazioni Sismiche - passerella tipica

LOAD COMB	LOAD CASES					
	FORX	FORY	FORZ	SISX	SISY	LIMS
SISX	0,150					
SISY		0,150				
SIS1			1,015	1,000	0,300	1,000
SIS2			1,015	-1,000	0,300	-1,000
SIS3			1,015	1,000	-0,300	1,000
SIS4			1,015	-1,000	-0,300	-1,000
SIS5			1,015	0,300	1,000	0,300
SIS6			1,015	-0,300	1,000	-0,300
SIS7			1,015	0,300	-1,000	0,300
SIS8			1,015	-0,300	-1,000	-0,300

Tabella 9-13: Combinazioni Sismiche - passerella punto fisso

9.7.6 Combinazioni Eccezionali - blast

Le combinazioni di carico estreme SLU utilizzate per le verifiche strutturali sono riportate in Tabella 9-14.

Dove 1.5 è il DAF.

LOAD COMB	LOAD CASES			
	VERT	PIOZ	BLY+	BLY-
BLA1	1,000	1,100	1,500	
BLA2	1,000	1,100		1,500

Tabella 9-14: Combinazioni SLU Eccezionali

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)
25	VERT	0.00				0.00				-188.86	0.07	-0.11	8.81
26	DEF1	0.00				0.00				-235.06	0.05	-0.27	8.85
27	DEF2	0.00				0.00				-385.06	0.03	-0.17	8.79
28	DEF3	0.00				0.00				-150.00	0.00	0.00	8.71
29	SLE1	12.60	0.00	-0.95	9.00	0.00				-385.06	0.03	-0.17	8.79
30	SLE2	-12.60	0.00	-0.95	9.00	0.00				-385.06	0.03	-0.17	8.79
31	SLE3	12.60	-0.07	-0.95	9.00	49.74	0.00	-1.21	9.41	-385.06	0.03	-0.17	8.79
32	SLE4	-12.60	0.07	-0.95	9.00	49.74	0.00	-1.21	9.41	-385.06	0.03	-0.17	8.79
33	SLE5	-12.60	-0.07	-0.95	9.00	-49.74	0.00	-1.21	9.41	-385.06	0.03	-0.17	8.79
34	SLU1	18.90	0.00	-0.95	9.00	0.00				-539.82	0.03	-0.17	8.79
35	SLU2	-18.90	0.00	-0.95	9.00	0.00				-539.82	0.03	-0.17	8.79
36	SLU3	18.90	-0.07	-0.95	9.00	74.61	0.00	-1.21	9.41	-539.82	0.03	-0.17	8.79
37	SLU4	-18.90	0.07	-0.95	9.00	74.61	0.00	-1.21	9.41	-539.82	0.03	-0.17	8.79
38	SLU5	-18.90	-0.07	-0.95	9.00	-74.61	0.00	-1.21	9.41	-539.82	0.03	-0.17	8.79
39	BLA1	0.00				216.00	0.00	-0.62	8.70	-235.06	0.05	-0.27	8.85
40	BLA2	0.00				-216.00	0.00	0.63	8.71	-235.06	0.05	-0.27	8.85
41	FORZ	0.00				0.00				-310.06	0.04	-0.21	8.81
42	FORX	300.25	0.04	-0.20	8.81	0.00				0.00			
43	FORY	0.00				300.25	0.04	-0.20	8.81	0.00			
44	SISX	45.04	0.04	-0.20	8.81	0.00				0.00			
45	SISY	0.00				45.04	0.04	-0.20	8.81	0.00			
46	SIS1	45.04	0.04	-0.20	8.81	13.51	0.04	-0.20	8.81	-314.71	0.04	-0.21	8.81
47	SIS2	-45.04	0.04	-0.20	8.81	13.51	0.04	-0.20	8.81	-314.71	0.04	-0.21	8.81
48	SIS3	45.04	0.04	-0.20	8.81	-13.51	0.04	-0.20	8.81	-314.71	0.04	-0.21	8.81
49	SIS4	-45.04	0.04	-0.20	8.81	-13.51	0.04	-0.20	8.81	-314.71	0.04	-0.21	8.81
50	SIS5	13.51	0.04	-0.20	8.81	45.04	0.04	-0.20	8.81	-314.71	0.04	-0.21	8.81
51	SIS6	-13.51	0.04	-0.20	8.81	45.04	0.04	-0.20	8.81	-314.71	0.04	-0.21	8.81
52	SIS7	13.51	0.04	-0.20	8.81	-45.04	0.04	-0.20	8.81	-314.71	0.04	-0.21	8.81
53	SIS8	-13.51	0.04	-0.20	8.81	-45.04	0.04	-0.20	8.81	-314.71	0.04	-0.21	8.81

Tabella 9-15: Risultanti combinazioni di carico – passerella tipica

********** 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)
27	VERT	0.00				0.00				-191.41	0.05	-0.12	8.81
28	DEF1	0.00				0.00				-248.61	0.05	-0.35	8.85
29	DEF2	0.00				0.00				-398.61	0.03	-0.22	8.80
30	DEF3	0.00				0.00				-150.00	0.00	0.00	8.71
31	SLE1	12.60	0.69	-0.95	9.00	0.00				-398.61	0.03	-0.22	8.80
32	SLE2	-12.60	0.69	-0.95	9.00	0.00				-398.61	0.03	-0.22	8.80
33	SLE3	62.60	-1.87	-1.61	9.00	49.74	0.00	-1.21	9.41	-398.61	0.03	-0.22	8.80
34	SLE4	-62.60	-1.84	-1.61	9.00	49.74	0.00	-1.21	9.41	-398.61	0.03	-0.22	8.80
35	SLE5	-62.60	-1.87	-1.61	9.00	-49.74	0.00	-1.21	9.41	-398.61	0.03	-0.22	8.80
36	SLU1	18.90	0.69	-0.95	9.00	0.00				-559.64	0.03	-0.22	8.80
37	SLU2	-168.90	-2.14	-1.68	9.00	0.00				-559.64	0.03	-0.22	8.80
38	SLU3	93.90	-1.87	-1.61	9.00	74.61	0.00	-1.21	9.41	-559.64	0.03	-0.22	8.80
39	SLU4	-93.90	-1.84	-1.61	9.00	74.61	0.00	-1.21	9.41	-559.64	0.03	-0.22	8.80
40	SLU5	56.10	-3.55	-2.05	9.00	-74.61	0.00	-1.21	9.41	-559.64	0.03	-0.22	8.80
41	BLA1	0.00				216.00	0.00	-0.62	8.70	-248.61	0.05	-0.35	8.85
42	BLA2	0.00				-216.00	0.00	0.63	8.71	-248.61	0.05	-0.35	8.85
43	FORZ	0.00				0.00				-323.61	0.04	-0.27	8.82
44	FORX	302.69	0.13	-0.20	8.81	0.00				0.00			
45	FORY	0.00				312.69	0.04	-0.25	8.81	0.00			
46	SISX	45.40	0.13	-0.20	8.81	0.00				0.00			
47	SISY	0.00				46.90	0.04	-0.25	8.81	0.00			
48	SIS1	-4.60	-28.44	-17.29	10.89	14.07	0.04	-0.25	8.81	-328.47	0.04	-0.27	8.82
49	SIS2	4.60	-28.44	-17.29	10.89	14.07	0.04	-0.25	8.81	-328.47	0.04	-0.27	8.82
50	SIS3	-4.60	-28.44	-17.29	10.89	-14.07	0.04	-0.25	8.81	-328.47	0.04	-0.27	8.82
51	SIS4	4.60	-28.44	-17.29	10.89	-14.07	0.04	-0.25	8.81	-328.47	0.04	-0.27	8.82
52	SIS5	COUPLE				46.90	0.04	-0.25	8.81	-328.47	0.04	-0.27	8.82
53	SIS6	COUPLE				46.90	0.04	-0.25	8.81	-328.47	0.04	-0.27	8.82
54	SIS7	COUPLE				-46.90	0.04	-0.25	8.81	-328.47	0.04	-0.27	8.82
55	SIS8	COUPLE				-46.90	0.04	-0.25	8.81	-328.47	0.04	-0.27	8.82

Tabella 9-16: Risultanti combinazioni di carico – passerella punto fisso

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

10 RISULTATI DELL'ANALISI

I risultati dell'analisi statica in servizio sono riportati in questo paragrafo.

Questi consistono in:

- Verifiche strutturali degli elementi della passerella
- Verifica della freccia massima in campata
- Reazioni vincoli agli appoggi

10.1 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

Le verifiche mostrano che la struttura della passerella è adeguata a sopportare i carichi imposti della configurazione in servizio, sia nel caso di condizioni operative che estreme.

10.1.1 Passerella tipica

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
0361-0362	H01	0.669	SLU5	1.5	5.59	220.56	5.27	0.70	51.74	12.0	42.5	0.612	SLU2	0.610	SLU4
0364-0366	H01	0.744	SLU5	0.0	6.65	241.83	7.71	-9.83	-16.84	12.0	42.5	0.706	SLU3	0.697	SLU4
0366-0367	H01	0.744	SLU5	0.0	6.62	234.56	-12.65	8.31	-33.24	12.0	42.5	0.652	SLU4	0.651	SLU3
0369-0370	H01	0.563	SLU3	0.0	-4.24	157.29	-36.83	27.63	-98.08	12.0	42.5	0.554	SLU5	0.551	SLU4
0370-0371	H01	0.503	SLU5	0.0	3.60	144.66	-16.04	8.11	-132.56	12.0	42.5	0.413	SLU1	0.413	SLU2
0000-0361	H01	0.623	SLU5	1.5	5.31	202.41	3.15	10.37	68.14	12.0	42.5	0.572	SLU1	0.572	SLU2
0345-0347	H01	0.406	SLU3	3.0	5.77	129.77	-0.85	1.99	33.05	12.0	42.5	0.406	SLU4	0.363	SLU2
0353-0355	H01	0.424	SLU4	0.0	6.45	132.56	-4.13	1.61	-31.74	12.0	42.5	0.423	SLU3	0.363	SLU2
0013-0359	H01	0.444	SLU5	1.0	3.41	142.64	3.68	9.88	128.71	12.0	42.5	0.407	SLU2	0.405	SLU1
0359-0027	H01	0.511	SLU5	1.0	3.83	168.42	0.99	-2.26	119.57	12.0	42.5	0.475	SLU2	0.468	SLU1
0027-0000	H01	0.535	SLU5	0.5	3.83	180.44	-0.70	-2.67	112.91	12.0	42.5	0.505	SLU2	0.499	SLU4

0362-0052 H01	0.686	SLU5	0.5	6.14	225.16	-6.07	-3.37	46.54	12.0	42.5	0.626	SLU2	0.625	SLU1
0052-0363 H01	0.727	SLU5	1.0	6.14	233.49	-11.09	-4.02	35.63	12.0	42.5	0.653	SLU4	0.648	SLU3
0363-0053 H01	0.718	SLU5	0.0	6.40	233.44	-11.09	7.17	35.01	12.0	42.5	0.663	SLU4	0.663	SLU2
0053-0364 H01	0.724	SLU5	0.5	6.40	242.16	2.37	6.27	19.84	12.0	42.5	0.698	SLU4	0.683	SLU2
0367-0054 H01	0.686	SLU5	0.0	6.07	222.62	14.13	-13.64	-48.62	12.0	42.5	0.622	SLU4	0.621	SLU3
0054-0368 H01	0.651	SLU5	0.0	6.07	217.32	4.97	-14.05	-55.28	12.0	42.5	0.592	SLU1	0.592	SLU2
0368-0074 H01	0.650	SLU5	0.0	4.32	205.26	-14.05	17.08	-64.42	12.0	42.5	0.562	SLU4	0.560	SLU2
0074-0369 H01	0.589	SLU5	0.0	4.32	190.91	8.36	16.43	-75.33	12.0	42.5	0.520	SLU1	0.516	SLU2
0113-0349 H01	0.432	SLU3	2.0	7.26	137.35	-3.36	1.35	-2.04	12.0	42.5	0.432	SLU4	0.372	SLU2
0347-0113 H01	0.425	SLU3	1.0	7.30	134.59	-6.25	0.38	19.19	12.0	42.5	0.424	SLU4	0.362	SLU2
0349-0114 H01	0.438	SLU3	2.0	7.56	136.14	-6.95	-1.28	-11.15	12.0	42.5	0.437	SLU4	0.374	SLU2
0114-0353 H01	0.432	SLU4	0.0	7.09	136.71	-7.03	-0.90	-15.45	12.0	42.5	0.430	SLU3	0.366	SLU2

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 10-1: Verifiche elementi strutturali UC > 0.40

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	KLZ M	CM * VALUES * Y	Z
D01	C117-0343	BLA2	0.17	1.0	-47.5	1.3	0.0	276.8	1236.8	450.7	450.7	ACBI	1.95	1.95	0.85	0.85
H02	0343-0358	SLU5	0.30	1.2	1.2	-6.3	-80.1	322.7	5603.6	322.7	322.7	BN+AX	1.25	1.25	0.00	0.00
H05	0139-0138	BLA1	0.29	0.0	-2.3	-1.5	83.8	.3E+03	.2E+05	.3E+03	.3E+03	BN+AX	0.62	0.62	0.51	0.63
H01	0366-0367	SLU5	0.74	0.0	6.6	234.6	-12.7	322.7	1146.1	349.6	493.0	BN+AX	3.00	3.00	0.00	0.00
C0M	0370-0065	SIS3	0.03	0.0	-0.7	-3.6	5.5	.3E+03	.6E+05	.3E+03	.5E+03	BN+AX	0.20	0.20	0.99	0.91
P01	0066-0072	SLU3	0.01	0.0	-0.3	6.3	0.0	300.8	707.1	457.5	457.5	ACBI	1.60	1.60	0.85	0.85
C0S	0107-0065	SIS2	0.03	0.4	-0.0	-9.2	-6.6	297.1	2811.5	388.2	682.2	BN+COM	0.40	0.40	0.61	0.61
SUP	0118-0000	SLU1	0.32	1.1	0.0	-35.1	-25.8	322.7	4021.1	351.3	488.8	BN+AX	1.15	1.15	0.00	0.00

Tabella 10-2: Verifiche e max UC per gruppi

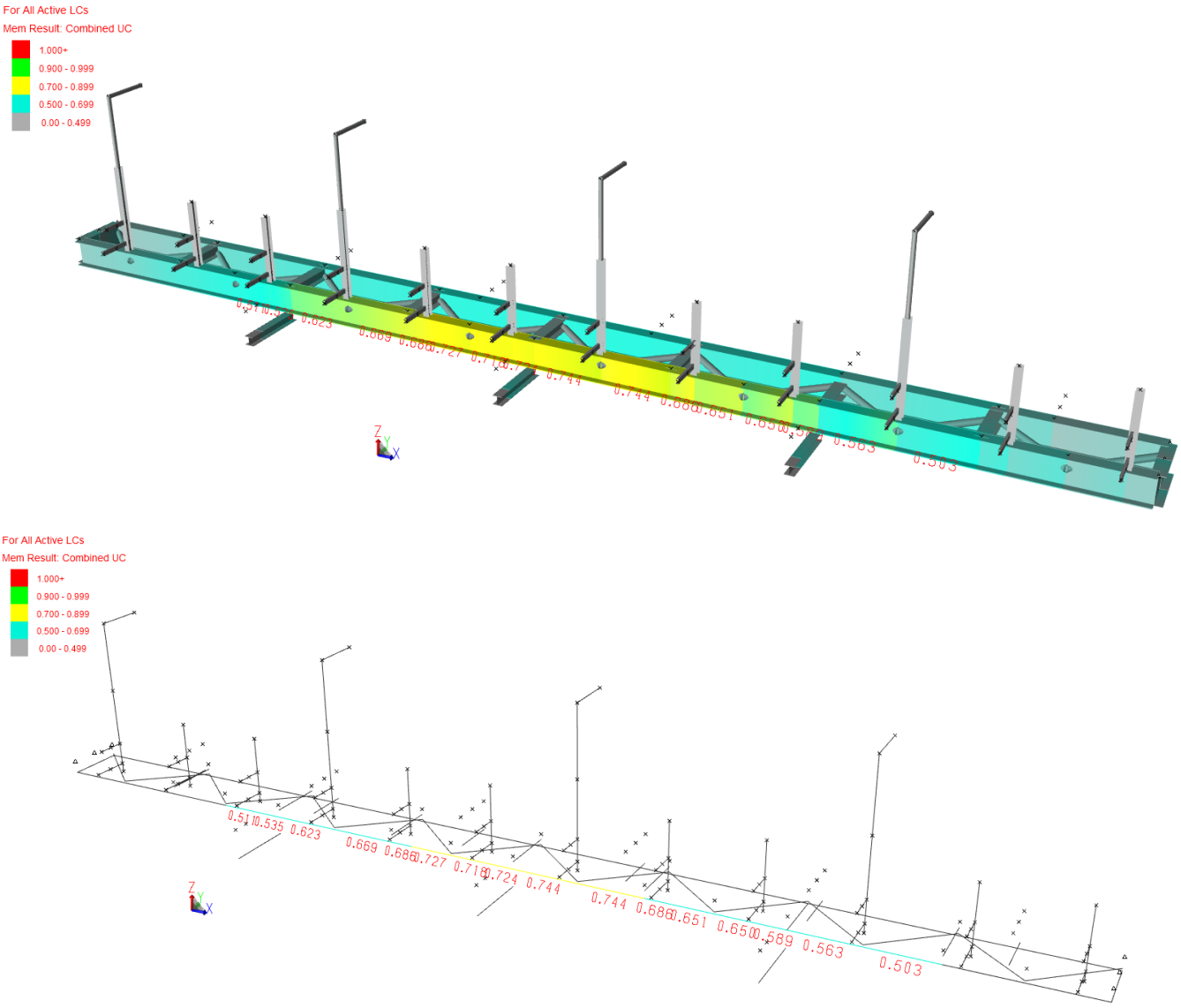


Figura 10-1: Massimi UC > 0.40 – Inviluppo SLU

10.1.2 Passerella punto fisso

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
0343-0358	H02	0.410	SLU5	1.2	1.47	-29.55	-91.56	-38.12	-19.36	11.4	19.2	0.277	SLU2	0.269	SLE5
0134-0082	H05	0.736	SLU2	0.0	-1.20	-0.73	120.76	-57.30	7.98	2.5	10.0	0.447	SLU3	0.420	SLU4
0135-0134	H05	0.774	SLU2	0.0	-2.33	-1.55	-135.49	111.60	8.74	2.5	10.0	0.503	SLU4	0.437	SLU3
0361-0362	H01	0.757	SLU2	1.5	-5.95	225.53	-43.27	-24.46	63.50	12.0	42.5	0.717	SLU5	0.700	SLU4
0364-0366	H01	0.746	SLU5	1.5	4.04	241.32	-13.10	-10.61	-13.42	12.0	42.5	0.704	SLU3	0.692	SLU4
0366-0367	H01	0.758	SLU5	0.0	4.64	241.20	-13.10	5.11	-17.05	12.0	42.5	0.680	SLU2	0.675	SLU3

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

0369-0370 H01	0.566	SLU3	0.0	-5.01	158.03	-35.97	27.75	-82.12	12.0	42.5	0.555	SLU4	0.542	SLU5
0370-0371 H01	0.516	SLU5	0.0	2.83	150.46	-14.69	4.09	-116.07	12.0	42.5	0.436	SLU2	0.433	SLU1
0000-0361 H01	0.638	SLU5	1.5	8.15	206.28	0.31	9.51	85.99	12.0	42.5	0.630	SLU2	0.588	SLU1
0345-0347 H01	0.405	SLU4	3.0	4.97	127.95	-3.11	1.84	25.12	12.0	42.5	0.396	SLU3	0.360	SLU2
0353-0355 H01	0.417	SLU3	0.0	8.19	127.50	-4.14	1.60	-23.88	12.0	42.5	0.411	SLU4	0.366	SLU2
0013-0359 H01	0.460	SLU5	1.0	6.16	145.72	3.23	9.98	112.85	12.0	42.5	0.450	SLU2	0.423	SLU1
0359-0027 H01	0.529	SLU5	1.0	6.81	168.14	5.27	1.29	103.71	12.0	42.5	0.510	SLU2	0.481	SLU4
0027-0000 H01	0.550	SLU5	0.5	6.81	178.50	5.94	0.88	97.05	12.0	42.5	0.531	SLU2	0.506	SLU4
0052-0363 H01	0.869	SLU2	0.0	1.36	220.43	113.09	-75.59	22.37	12.0	42.5	0.762	SLU5	0.735	SLU4
0363-0053 H01	0.733	SLU5	0.0	4.09	240.19	-13.16	10.59	17.71	12.0	42.5	0.687	SLU2	0.671	SLU4
0053-0364 H01	0.729	SLU5	0.5	4.09	243.49	7.15	9.70	2.54	12.0	42.5	0.695	SLU2	0.688	SLU3
0367-0054 H01	0.709	SLU5	0.0	4.37	233.99	12.35	-12.32	-65.83	12.0	42.5	0.676	SLU3	0.650	SLU1
0054-0368 H01	0.672	SLU5	0.0	4.37	226.89	4.06	-12.73	-72.49	12.0	42.5	0.633	SLU3	0.627	SLU1
0368-0074 H01	0.662	SLU5	0.0	3.05	211.14	-13.21	18.30	-81.62	12.0	42.5	0.583	SLU2	0.583	SLU3
0074-0369 H01	0.597	SLU5	0.0	3.05	193.20	10.82	17.64	-92.54	12.0	42.5	0.528	SLU2	0.525	SLU1
0113-0349 H01	0.444	SLU3	2.5	9.81	137.33	-8.39	-3.36	4.94	12.0	42.5	0.422	SLU4	0.390	SLU2
0347-0113 H01	0.438	SLU3	0.5	8.18	125.99	-24.93	-24.14	18.27	12.0	42.5	0.422	SLU4	0.404	SLU2
0349-0114 H01	0.447	SLU3	0.0	9.36	137.43	-6.95	-1.03	-1.85	12.0	42.5	0.429	SLU4	0.394	SLU2
0114-0353 H01	0.430	SLU3	0.0	9.32	133.15	-7.81	-0.06	-23.08	12.0	42.5	0.421	SLU4	0.376	SLU2
0126-0052 PFX	0.765	SLU2	1.1	0.00	-30.49	270.61	150.00	-18.69	15.8	16.2	0.421	SLU3	0.421	SLU4
0052-0113 SUP	0.516	SLU5	0.0	-4.64	-17.12	-215.16	64.53	17.32	14.6	24.7	0.327	SLU3	0.317	SLU1
0362-0052 H01	0.919	SLU2	0.5	-4.74	230.69	-118.67	-72.42	56.87	12.0	42.5	0.775	SLU4	0.770	SLU5

Tabella 10-3: Verifiche elementi strutturali UC > 0.40

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
D01	C117-0343	BLA2	0.18	1.0	-48.3	1.3	0.0	276.8	1236.8	450.7	450.7	ACBI	1.95	1.95	0.85	0.85
H02	0343-0358	SLU5	0.41	1.2	1.5	-29.5	-91.6	322.7	5603.6	322.7	322.7	BN+AX	1.25	1.25	0.00	0.00
H05	0135-0134	SLU2	0.77	0.0	-2.3	-1.6	-135.5	.3E+03	.2E+05	.3E+03	.3E+03	BN+AX	0.62	0.62	0.40	0.40
H01	0362-0052	SLU2	0.92	0.5	-4.7	230.7	-118.7	322.7	1146.1	349.6	493.0	BN+AX	3.00	3.00	0.95	0.40
C0M	0366-0040	SLU5	0.03	0.0	-1.0	-7.4	0.0	210.7	160.5	353.2	803.6	BN+COM	4.00	4.00	0.98	1.00
P01	0066-0072	SLU3	0.01	0.0	-0.3	6.3	0.0	300.8	707.1	457.5	457.5	ACBI	1.60	1.60	0.85	0.85
C0S	0107-0065	SIS2	0.03	0.4	-0.0	-9.2	-6.6	297.1	2811.5	388.2	682.2	BN+COM	0.40	0.40	0.61	0.61
SUP	0052-0113	SLU5	0.52	0.0	-4.6	-17.1	-215.2	322.7	3403.4	351.3	488.8	BN+AX	1.25	1.25	0.40	0.40
PFX	0126-0052	SLU2	0.77	1.1	0.0	-30.5	270.6	322.7	7856.9	401.1	392.7	BN+AX	1.15	1.15	0.00	0.00

Tabella 10-4: Verifiche e max UC per gruppi

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

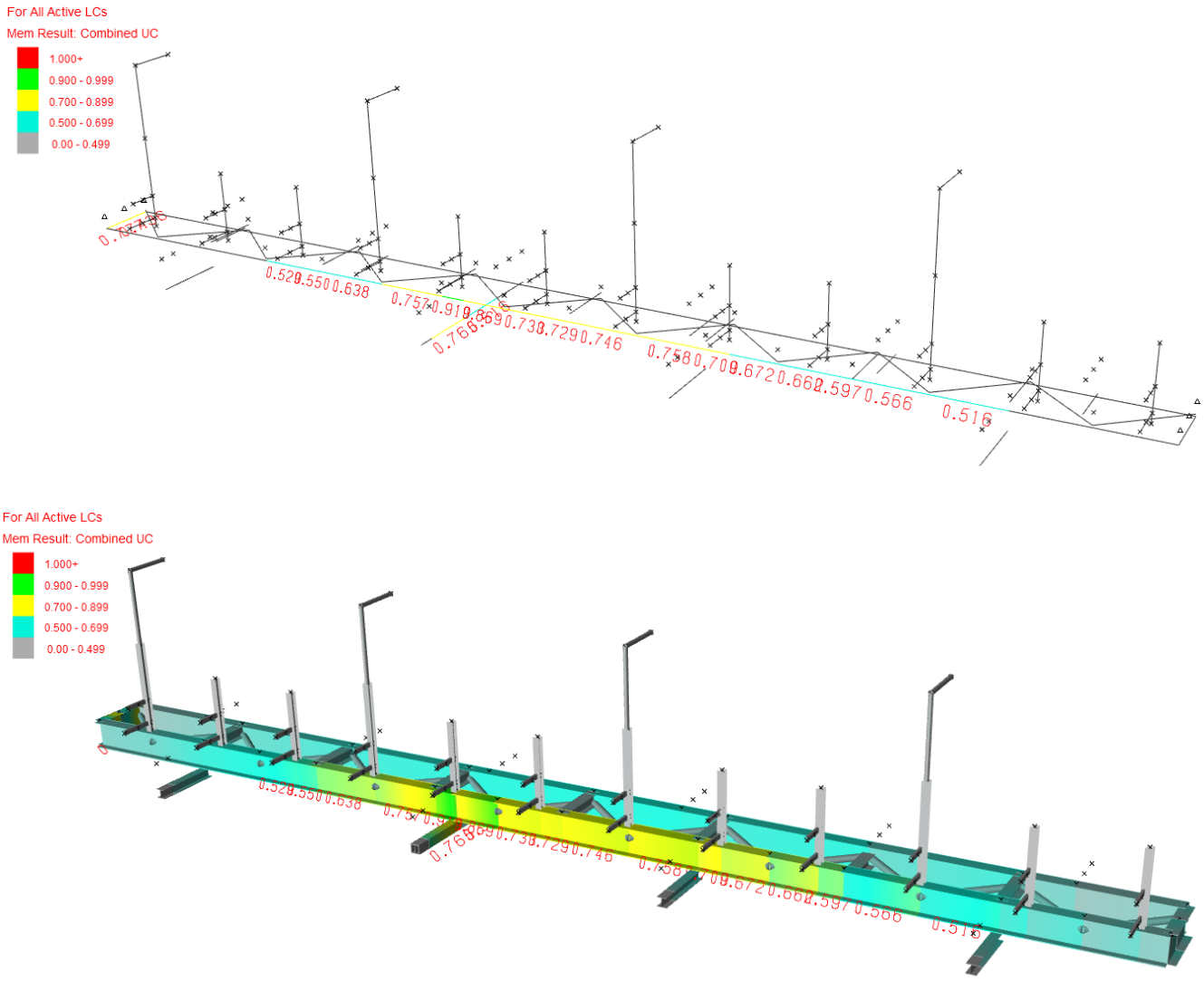


Figura 10-2: Massimi UC > 0.40 – Inviluppo SLU

10.2 VERIFICA A DEFORMAZIONE

Di seguito la verifica di controllo della freccia in mezzeria delle travi longitudinali per le combinazioni di carico SLE:

- DEF1: soli carichi permanenti
- DEF2: permanenti + variabili $\Delta max < L/200$
- DEF3: solo variabili (condizione LIVE) $\Delta max < L/300$

Di seguito l'estratto del programma Sacs con i risultati del calcolo della freccia massima in corrispondenza della singola trave longitudinale, la freccia della passerella corrisponde al valore medio.

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

SPAN ID	CANT	BEGIN JOINT	END JOINT	SPAN LENGTH M	LOAD CASE	LOCAL Y DIRECTION MAXIMUM DEFL. CM	LOCAL Y DIRECTION DISTANCE ALONG SPAN M	LOCAL Y DIRECTION DEFL/SPAN RATIO	LOCAL Y DIRECTION SPAN/DEFL RATIO	LOCAL Z DIRECTION MAXIMUM DEFL. CM	LOCAL Z DIRECTION DISTANCE ALONG SPAN M	LOCAL Z DIRECTION DEFL/SPAN RATIO	LOCAL Z DIRECTION SPAN/DEFL RATIO
B01	NO	0135	0083	23.50	DEF1	0.372	11.96	0.0002	6322.6	9.744	11.84	0.0041	241.2
					DEF2	0.373	11.98	0.0002	6293.9	14.176	11.84	0.0060	165.8
					DEF3	0.002	12.00	0.0000	1378847.1	4.432	11.83	0.0019	530.2
B02	NO	0082	0115	22.00	DEF1	0.336	11.18	0.0002	6539.7	4.152	11.26	0.0019	529.8
					DEF2	0.338	11.18	0.0002	6503.0	8.102	11.28	0.0037	271.6
					DEF3	0.002	11.14	0.0000	1158511.8	3.949	11.28	0.0018	557.1

Tabella 10-5: Verifica a deformazione passerella

Freccia media per carichi totali risulta:	L/ 219 < L/200	verificata
Freccia media per carichi variabili:	L/ 544 < L/300	verificata

10.3 REAZIONI VINCOLARI

Di seguito lo schema di appoggio delle passerelle con le reazioni vincolari per le combinazioni analizzate.

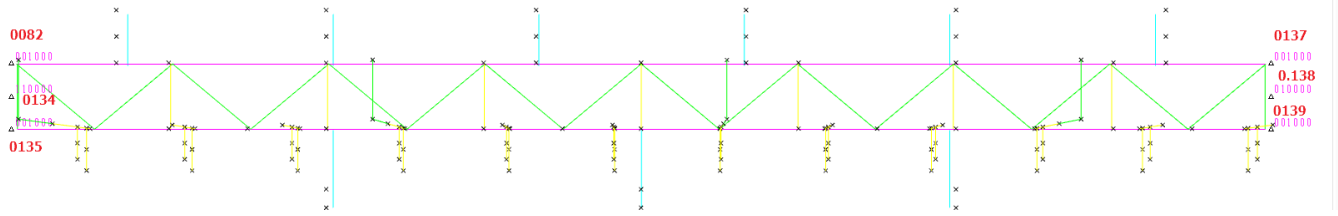


Figura 10-3: Codifica nodi

10.3.1 Passerella tipica

SACS-IV SYSTEM FIXED JOINTS REACTION FORCES AND MOMENTS

JOINT NUMBER	LOAD CASE	FORCE(X) KN	FORCE(Y) KN	FORCE(Z) KN	MOMENT(X) KN-M	MOMENT(Y) KN-M	MOMENT(Z) KN-M
0082	DEF1	0.000	0.000	33.341	0.000	0.000	0.000
	DEF2	0.000	0.000	70.841	0.000	0.000	0.000
	DEF3	0.000	0.000	37.500	0.000	0.000	0.000
	SLE1	0.000	0.000	70.984	0.000	0.000	0.000
	SLE2	0.000	0.000	70.698	0.000	0.000	0.000
	SLE3	0.000	0.000	77.922	0.000	0.000	0.000
	SLE4	0.000	0.000	77.636	0.000	0.000	0.000
	SLE5	0.000	0.000	63.760	0.000	0.000	0.000
	SLU1	0.000	0.000	98.621	0.000	0.000	0.000
	SLU2	0.000	0.000	98.192	0.000	0.000	0.000
	SLU3	0.000	0.000	109.028	0.000	0.000	0.000
	SLU4	0.000	0.000	108.600	0.000	0.000	0.000
	SLU5	0.000	0.000	87.785	0.000	0.000	0.000
	BLA1	0.000	0.000	7.927	0.000	0.000	0.000
	BLA2	0.000	0.000	58.754	0.000	0.000	0.000
	SIS1	0.000	0.000	52.206	0.000	0.000	0.000
	SIS2	0.000	0.000	51.523	0.000	0.000	0.000
	SIS3	0.000	0.000	54.222	0.000	0.000	0.000
	SIS4	0.000	0.000	53.539	0.000	0.000	0.000
	SIS5	0.000	0.000	49.616	0.000	0.000	0.000
	SIS6	0.000	0.000	49.411	0.000	0.000	0.000
	SIS7	0.000	0.000	56.334	0.000	0.000	0.000
	SIS8	0.000	0.000	56.129	0.000	0.000	0.000
0134	DEF1	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	DEF2	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	DEF3	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE1	-12.600	0.497	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE2	12.600	-0.497	0.000	0.000	0.000	0.000

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

	SLE3	-12.600	-24.375	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE4	12.600	-25.369	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE5	12.600	24.375	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU1	-18.900	0.745	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU2	18.900	-0.745	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU3	-18.900	-36.563	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU4	18.900	-38.053	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU5	18.900	36.563	0.000	0.000	0.000	0.000
	BLA1	0.000	-108.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	BLA2	0.000	108.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS1	-45.037	-6.358	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS2	45.037	-7.105	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS3	-45.037	7.105	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS4	45.037	6.359	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS5	-13.511	-22.328	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS6	13.511	-22.552	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS7	-13.511	22.552	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS8	13.511	22.328	0.000	0.000	0.000	0.000
0135	DEF1	0.000	0.000	83.660	0.000	0.000	0.000
	DEF2	0.000	0.000	121.160	0.000	0.000	0.000
	DEF3	0.000	0.000	37.500	0.000	0.000	0.000
	SLE1	0.000	0.000	121.017	0.000	0.000	0.000
	SLE2	0.000	0.000	121.303	0.000	0.000	0.000
	SLE3	0.000	0.000	114.079	0.000	0.000	0.000
	SLE4	0.000	0.000	114.365	0.000	0.000	0.000
	SLE5	0.000	0.000	128.241	0.000	0.000	0.000
	SLU1	0.000	0.000	170.603	0.000	0.000	0.000
	SLU2	0.000	0.000	171.032	0.000	0.000	0.000
	SLU3	0.000	0.000	160.196	0.000	0.000	0.000
	SLU4	0.000	0.000	160.624	0.000	0.000	0.000
	SLU5	0.000	0.000	181.439	0.000	0.000	0.000
	BLA1	0.000	0.000	109.074	0.000	0.000	0.000
	BLA2	0.000	0.000	58.247	0.000	0.000	0.000
	SIS1	0.000	0.000	104.964	0.000	0.000	0.000
	SIS2	0.000	0.000	104.944	0.000	0.000	0.000
	SIS3	0.000	0.000	102.949	0.000	0.000	0.000
	SIS4	0.000	0.000	102.928	0.000	0.000	0.000
	SIS5	0.000	0.000	107.308	0.000	0.000	0.000
	SIS6	0.000	0.000	107.302	0.000	0.000	0.000
	SIS7	0.000	0.000	100.590	0.000	0.000	0.000
	SIS8	0.000	0.000	100.584	0.000	0.000	0.000
0137	DEF1	0.000	0.000	33.017	0.000	0.000	0.000
	DEF2	0.000	0.000	70.517	0.000	0.000	0.000
	DEF3	0.000	0.000	37.500	0.000	0.000	0.000
	SLE1	0.000	0.000	70.374	0.000	0.000	0.000
	SLE2	0.000	0.000	70.660	0.000	0.000	0.000
	SLE3	0.000	0.000	79.853	0.000	0.000	0.000
	SLE4	0.000	0.000	80.139	0.000	0.000	0.000
	SLE5	0.000	0.000	61.181	0.000	0.000	0.000
	SLU1	0.000	0.000	97.771	0.000	0.000	0.000
	SLU2	0.000	0.000	98.199	0.000	0.000	0.000
	SLU3	0.000	0.000	111.989	0.000	0.000	0.000
	SLU4	0.000	0.000	112.417	0.000	0.000	0.000
	SLU5	0.000	0.000	83.981	0.000	0.000	0.000
	BLA1	0.000	0.000	7.455	0.000	0.000	0.000
	BLA2	0.000	0.000	58.580	0.000	0.000	0.000
	SIS1	0.000	0.000	51.182	0.000	0.000	0.000
	SIS2	0.000	0.000	51.866	0.000	0.000	0.000
	SIS3	0.000	0.000	53.221	0.000	0.000	0.000
	SIS4	0.000	0.000	53.904	0.000	0.000	0.000
	SIS5	0.000	0.000	49.043	0.000	0.000	0.000
	SIS6	0.000	0.000	49.248	0.000	0.000	0.000
	SIS7	0.000	0.000	55.839	0.000	0.000	0.000
	SIS8	0.000	0.000	56.044	0.000	0.000	0.000
0138	DEF1	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	DEF2	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	DEF3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE1	0.000	-0.497	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE2	0.000	0.497	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE3	0.000	-25.366	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE4	0.000	-24.372	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE5	0.000	25.366	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU1	0.000	-0.745	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU2	0.000	0.745	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU3	0.000	-38.048	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU4	0.000	-36.558	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU5	0.000	38.048	0.000	0.000	0.000	0.000
	BLA1	0.000	-108.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	BLA2	0.000	108.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS1	0.000	-7.153	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS2	0.000	-6.406	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS3	0.000	6.406	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS4	0.000	7.153	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS5	0.000	-22.709	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS6	0.000	-22.485	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS7	0.000	22.485	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS8	0.000	22.710	0.000	0.000	0.000	0.000

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

0139	DEF1	0.000	0.000	85.039	0.000	0.000	0.000
	DEF2	0.000	0.000	122.539	0.000	0.000	0.000
	DEF3	0.000	0.000	37.500	0.000	0.000	0.000
	SLE1	0.000	0.000	122.682	0.000	0.000	0.000
	SLE2	0.000	0.000	122.396	0.000	0.000	0.000
	SLE3	0.000	0.000	113.203	0.000	0.000	0.000
	SLE4	0.000	0.000	112.917	0.000	0.000	0.000
	SLE5	0.000	0.000	131.875	0.000	0.000	0.000
	SLU1	0.000	0.000	172.824	0.000	0.000	0.000
	SLU2	0.000	0.000	172.396	0.000	0.000	0.000
	SLU3	0.000	0.000	158.606	0.000	0.000	0.000
	SLU4	0.000	0.000	158.178	0.000	0.000	0.000
	SLU5	0.000	0.000	186.614	0.000	0.000	0.000
	BLA1	0.000	0.000	110.601	0.000	0.000	0.000
	BLA2	0.000	0.000	59.476	0.000	0.000	0.000
	SIS1	0.000	0.000	106.355	0.000	0.000	0.000
	SIS2	0.000	0.000	106.375	0.000	0.000	0.000
	SIS3	0.000	0.000	104.316	0.000	0.000	0.000
	SIS4	0.000	0.000	104.337	0.000	0.000	0.000
	SIS5	0.000	0.000	108.741	0.000	0.000	0.000
	SIS6	0.000	0.000	108.747	0.000	0.000	0.000
	SIS7	0.000	0.000	101.945	0.000	0.000	0.000
	SIS8	0.000	0.000	101.951	0.000	0.000	0.000

10.3.2 Passerella punto fisso

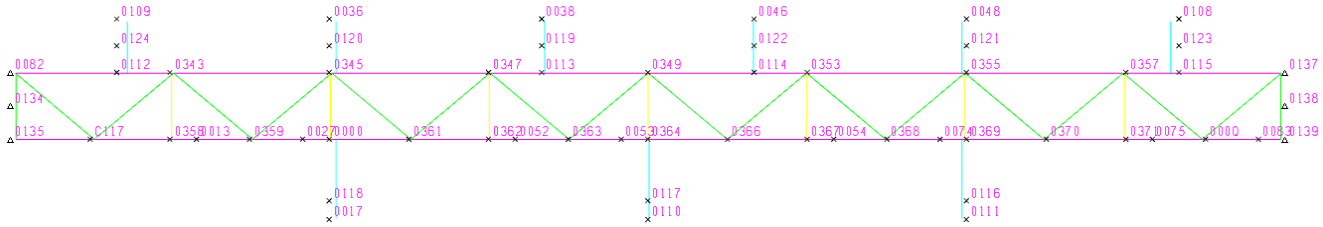
SACS-IV SYSTEM FIXED JOINTS REACTION FORCES AND MOMENTS

JOINT NUMBER	LOAD CASE	FORCE(X) (KN)	FORCE(Y) (KN)	FORCE(Z) (KN)	MOMENT(X) (KN-M)	MOMENT(Y) (KN-M)	MOMENT(Z) (KN-M)
0082	DEF1	0.000	0.000	27.753	0.000	0.000	0.000
	DEF2	0.000	0.000	65.258	0.000	0.000	0.000
	DEF3	0.000	0.000	37.505	0.000	0.000	0.000
	SLE1	0.000	0.000	65.410	0.000	0.000	0.000
	SLE2	0.000	0.000	65.106	0.000	0.000	0.000
	SLE3	0.000	0.000	73.449	0.000	0.000	0.000
	SLE4	0.000	0.000	71.305	0.000	0.000	0.000
	SLE5	0.000	0.000	57.066	0.000	0.000	0.000
	SLU1	0.000	0.000	90.338	0.000	0.000	0.000
	SLU2	0.000	0.000	87.122	0.000	0.000	0.000
	SLU3	0.000	0.000	102.397	0.000	0.000	0.000
	SLU4	0.000	0.000	99.181	0.000	0.000	0.000
	SLU5	0.000	0.000	80.583	0.000	0.000	0.000
	BLA1	0.000	0.000	2.173	0.000	0.000	0.000
	BLA2	0.000	0.000	53.340	0.000	0.000	0.000
	SIS1	0.000	0.000	45.591	0.000	0.000	0.000
	SIS2	0.000	0.000	46.728	0.000	0.000	0.000
0134	DEF1	-0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	DEF2	-0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	DEF3	-0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE1	-12.600	0.497	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE2	12.600	-0.497	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE3	-62.600	-20.677	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE4	62.600	-29.067	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE5	62.600	20.677	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU1	-18.900	0.745	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU2	168.900	-11.839	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU3	-93.900	-31.016	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU4	93.900	-43.600	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU5	-56.100	42.110	0.000	0.000	0.000	0.000
	BLA1	-0.000	-108.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	BLA2	-0.000	108.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS1	4.597	-10.321	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS2	-4.597	-3.700	0.000	0.000	0.000	0.000
0135	DEF1	0.000	0.000	95.992	0.000	0.000	0.000
	DEF2	0.000	0.000	133.487	0.000	0.000	0.000
	DEF3	0.000	0.000	37.495	0.000	0.000	0.000
	SLE1	0.000	0.000	133.335	0.000	0.000	0.000
	SLE2	0.000	0.000	133.639	0.000	0.000	0.000
	SLE3	0.000	0.000	125.295	0.000	0.000	0.000
	SLE4	0.000	0.000	127.439	0.000	0.000	0.000
	SLE5	0.000	0.000	141.679	0.000	0.000	0.000
	SLU1	0.000	0.000	188.716	0.000	0.000	0.000
	SLU2	0.000	0.000	191.932	0.000	0.000	0.000
	SLU3	0.000	0.000	176.657	0.000	0.000	0.000
	SLU4	0.000	0.000	179.873	0.000	0.000	0.000
	SLU5	0.000	0.000	198.471	0.000	0.000	0.000
	BLA1	0.000	0.000	121.572	0.000	0.000	0.000
	BLA2	0.000	0.000	70.405	0.000	0.000	0.000
	SIS1	0.000	0.000	118.435	0.000	0.000	0.000
	SIS2	0.000	0.000	116.573	0.000	0.000	0.000
0137	DEF1	0.000	0.000	27.904	0.000	0.000	0.000
	DEF2	0.000	0.000	65.399	0.000	0.000	0.000
	DEF3	0.000	0.000	37.495	0.000	0.000	0.000
	SLE1	0.000	0.000	65.247	0.000	0.000	0.000

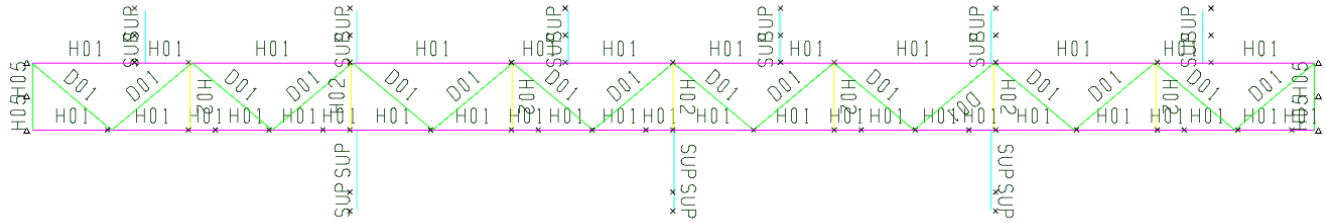
	SLE2	0.000	0.000	65.551	0.000	0.000	0.000
	SLE3	0.000	0.000	73.624	0.000	0.000	0.000
	SLE4	0.000	0.000	75.768	0.000	0.000	0.000
	SLE5	0.000	0.000	57.174	0.000	0.000	0.000
	SLU1	0.000	0.000	90.119	0.000	0.000	0.000
	SLU2	0.000	0.000	93.335	0.000	0.000	0.000
	SLU3	0.000	0.000	102.684	0.000	0.000	0.000
	SLU4	0.000	0.000	105.900	0.000	0.000	0.000
	SLU5	0.000	0.000	75.248	0.000	0.000	0.000
	BLA1	0.000	0.000	2.508	0.000	0.000	0.000
	BLA2	0.000	0.000	53.293	0.000	0.000	0.000
	SIS1	0.000	0.000	46.875	0.000	0.000	0.000
	SIS2	0.000	0.000	45.738	0.000	0.000	0.000
0138	DEF1	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	DEF2	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	DEF3	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE1	0.000	-0.497	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE2	0.000	0.497	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE3	0.000	-29.063	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE4	0.000	-20.674	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLE5	0.000	29.063	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU1	0.000	-0.745	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU2	0.000	11.839	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU3	0.000	-43.595	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU4	0.000	-31.011	0.000	0.000	0.000	0.000
	SLU5	0.000	32.501	0.000	0.000	0.000	0.000
	BLA1	0.000	-108.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	BLA2	0.000	108.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS1	0.000	-3.750	0.000	0.000	0.000	0.000
	SIS2	0.000	-10.371	0.000	0.000	0.000	0.000
0139	DEF1	0.000	0.000	96.961	0.000	0.000	0.000
	DEF2	0.000	0.000	134.465	0.000	0.000	0.000
	DEF3	0.000	0.000	37.505	0.000	0.000	0.000
	SLE1	0.000	0.000	134.617	0.000	0.000	0.000
	SLE2	0.000	0.000	134.314	0.000	0.000	0.000
	SLE3	0.000	0.000	126.240	0.000	0.000	0.000
	SLE4	0.000	0.000	124.096	0.000	0.000	0.000
	SLE5	0.000	0.000	142.691	0.000	0.000	0.000
	SLU1	0.000	0.000	190.464	0.000	0.000	0.000
	SLU2	0.000	0.000	187.248	0.000	0.000	0.000
	SLU3	0.000	0.000	177.899	0.000	0.000	0.000
	SLU4	0.000	0.000	174.683	0.000	0.000	0.000
	SLU5	0.000	0.000	205.335	0.000	0.000	0.000
	BLA1	0.000	0.000	122.357	0.000	0.000	0.000
	BLA2	0.000	0.000	71.572	0.000	0.000	0.000
	SIS1	0.000	0.000	117.563	0.000	0.000	0.000
	SIS2	0.000	0.000	119.424	0.000	0.000	0.000

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

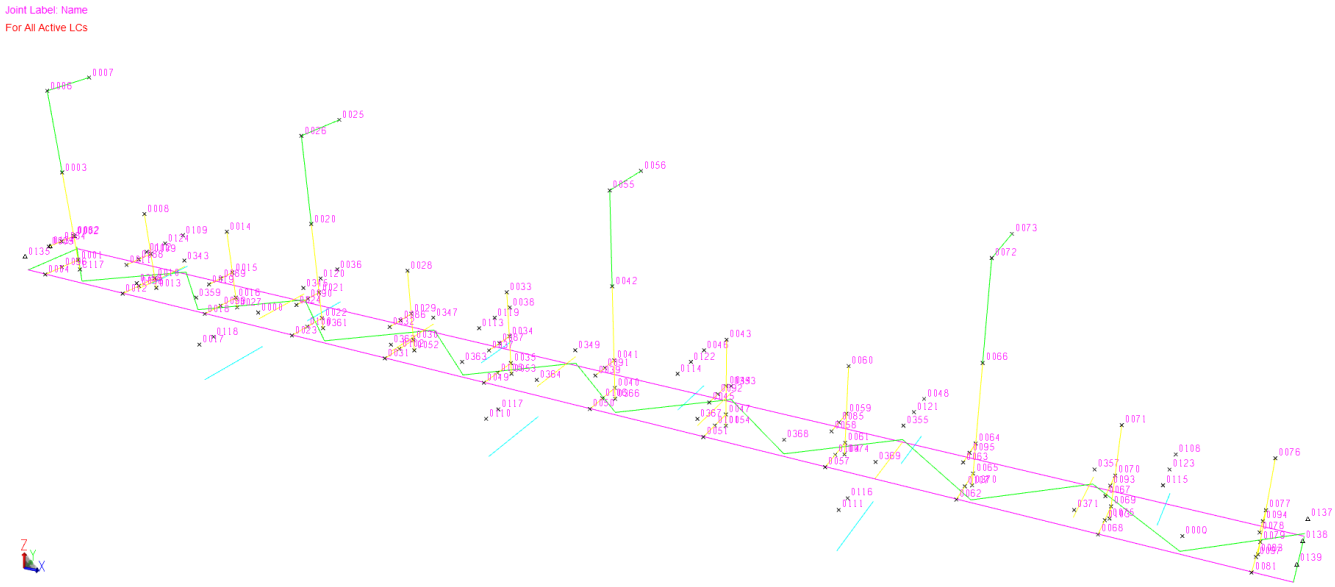
11 APPENDICE A – SCHEMI UNIFILARI



Pianta z=+9.0 m – numerazione nodi

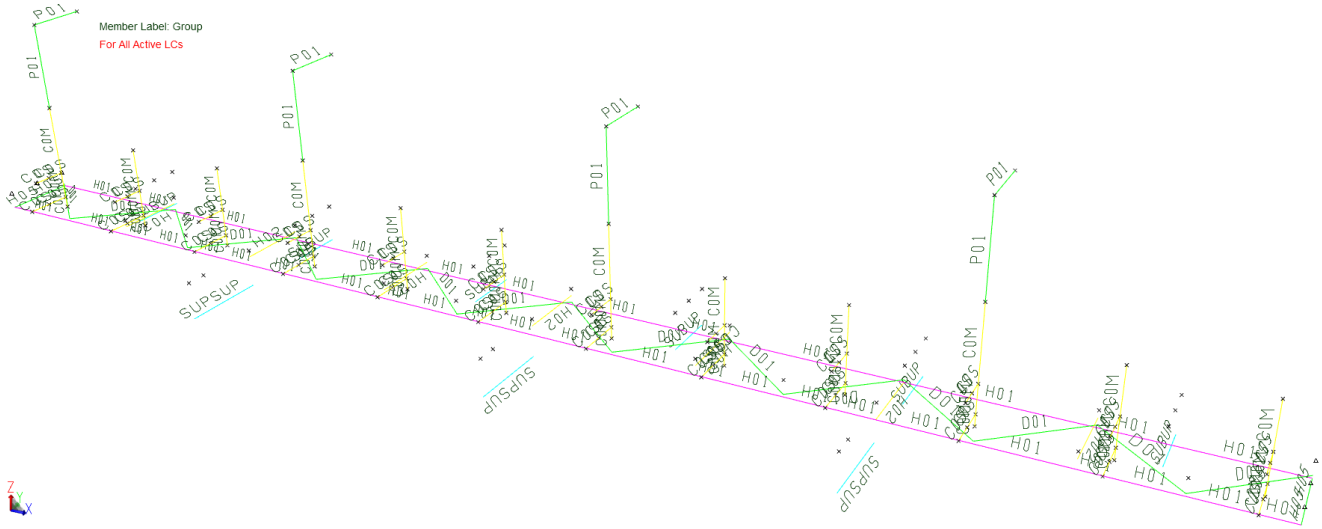


Pianta z=+9.0 m – gruppi



Vista 3D – numerazione nodi

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



Vista 3D – gruppi

12 APPENDICE B – PROPRIETA' GRUPPI

12.1 PROPRIETÀ GRUPPI

****** SEASTATE INITIAL GROUP DESCRIPTION ******

GROUP LABEL	SECTION LABEL	***** AREAS ***** (CM**2) CONST.	DISPL.	** DIAMETERS ** (CM) Y	Z	* SECTION * TYPE	* MATL. * LENGTH	* DENSITY (TONNE/M**3)	* JOINT * THICK (M.)	FLOOD	** DRAG AND INERTIA COEFFICIENTS ** CDY	CDZ	CMY	CMZ	CDT	CMT
D01		27.73	156.81	14.13	14.13	TUB		7.850	0.000	NO	0.61	0.61	1.39	1.39	0.00	0.00
P01		14.39	62.07	8.89	8.89	TUB		7.850	0.000	NO	0.61	0.61	1.39	1.39	0.00	0.00
H01	HE600A	226.45	226.45	59.00	30.00	WF		7.850	0.000		0.66	0.61	1.40	1.39	0.00	0.00
H02	HE260A	86.82	86.82	25.00	26.00	WF		7.850	0.000		0.61	0.61	1.39	1.39	0.00	0.00
H05	SUP	105.06	105.06	59.00	30.00	PGU		7.850	0.000		0.66	0.61	1.40	1.39	0.00	0.00
C0M	HE140A	31.42	31.42	13.30	14.00	WF		7.850	0.000		0.61	0.61	1.39	1.39	0.00	0.00
C0S	UPN100	13.50	13.50	10.00	5.00	CHL		7.850	0.000		0.61	0.61	1.39	1.39	0.00	0.00
SUP	HE200B	78.08	78.08	20.00	20.00	WF		7.850	0.000		0.61	0.61	1.39	1.39	0.00	0.00
PFX	BOX	110.15	400.00	20.00	20.00	PGB		7.850	0.000	NO	0.61	0.61	1.39	1.39	0.00	0.00

****** SEASTATE AREA DESCRIPTION ******

GROUP LABEL	GROUP LOADING TYPE	* PROJECTED AREAS ***** AREA OR VOLUME **** OR VOLUMES (M.**2) OR (M.**3) AX	AY	AZ	CENTROID (M.) X	Y	Z	SHAPE COEFF	AREA TYPE	****** DISTRIBUTION JOINTS ******
W1	WIND-DRAG	0.0	36.0	0.0	0.0	-1.9	9.8	1.00	F	0135 0358 0363 0366 0368 0370 000Q 0139

12.2 PROPRIETÀ SEZIONI

TUBULAR MEMBER PROPERTIES

GRP	M/S	JOINT THICK M	WALL THICK CM	OUTSIDE DIAM. CM	E 1000 KN/CM2	G 1000 KN/CM2	AXIAL AREA CM**2	***** MOMENTS OF INERTIA **** X-X CM**4	Y-Y CM**4	Z-Z CM**4	YIELD STRESS KN/CM2	KY	KZ	SHEAR AREA CM**2	RING SPACE M	SECT TAPER LENG M
D01	1	0.00	0.655	14.13	21.0	8.1	27.728	1261.7	630.83	630.83	35.5	1.0	1.0	13.86	0.00	0.00
P01	1	0.00	0.549	8.89	21.0	8.1	14.386	251.30	125.65	125.65	35.5	1.0	1.0	7.19	0.00	0.00

WIDE FLANGE/WIDE FLANGE COMPACT,MEMBER PROPERTIES

GRP	M/S	** FLANGE ** THICK CM	WIDTH CM	WEB THICK CM	FILET RAD. CM	DEPTH CM	E 1000 KN/CM2	G 1000 KN/CM2	AXIAL AREA CM**2	**** MOMENTS OF INERTIA **** X-X CM**4	Y-Y CM**4	Z-Z CM**4	YIELD STRESS KN/CM2	KY	KZ	FLANGE-BRC TOP M	BOT M	SECT TPR LEN M
H01	1	2.50	30.00	1.300	2.700	59.00	21.0	8.1	226.5	397.8	0.1412E+06	0.1127E+05	35.5	1.0	1.0	0.0	0.0	0.00
H02	1	1.25	26.00	0.750	2.400	25.00	21.0	8.1	86.82	52.38	0.1045E+05	3668.	35.5	1.0	1.0	0.0	0.0	0.00
C0M	1	0.85	14.00	0.550	1.200	13.30	21.0	8.1	31.42	8.130	1033.	389.3	35.5	1.0	1.0	0.0	0.0	0.00
SUP	1	1.50	20.00	0.900	1.800	20.00	21.0	8.1	78.08	59.28	5696.	2003.	35.5	1.0	1.0	0.0	0.0	0.00

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

CHANNEL MEMBER REPORT

GRP	M S	STIFN USAGE	HEIGHT CM	WIDTH CM	WEB THICK CM	FLANGE THICK CM	Y-BAR CM	E 1000 KN/CM2	G 1000 KN/CM2	AXIAL AREA CM**2	***** MOMENTS OF INERTIA ***** X-X CM**4	Y-Y CM**4	Z-Z CM**4	YIELD STRESS KN/CM2	KY	KZ	BRACE LEN. M	SECT LEN. M
C0S	1	NO	10.00	5.00	0.600	0.850	1.5	21.0	8.1	13.50	2.810	206.0	29.30	35.5	1.0	1.0	0.0	0.00

UNSYMMETRICAL PLATE GIRDER MEMBER PROPERTIES

GRUP	TOP FLANGE WIDTH CM	TOP FLANGE THICK CM	BOT FLANGE WIDTH CM	BOT FLANGE THICK CM	TOTAL HEIGHT CM	WEB THICK. CM	AXIS SHIFT Z CM	MATERIAL PROPERTIES EM 1000 KN/CM2	G 1000 KN/CM2	YIELD STRESS KN/CM2	******** SECTION PROPERTIES ******** AXIAL AREA CM**2	***** MOMENTS OF INERTIA ***** IXX CM**4	IYY CM**4	IZZ CM**4	EFF.LENGTH FACTORS KY	KZ	SECT LEN.
H05	26.0	1.250	30.0	1.000	59.0	0.750	0.60	21.00	8.10	35.50	105.06	34.91	0.6372E+05	4083.	1.00	1.00	0.00

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

13 APPENDICE A – CALCOLO DEL PERIODO DEI PALI DI FONDAZIONE

13.1 ANALISI DINAMICA

I pali di fondazione di supporto delle passerelle presentano uno schema statico a mensola.

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

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).

Geometria del modello:

- Quota testa palo +8.25 m
- Quota fondale -15.4 m
- Incastro equivalente a quota -31m

In testa 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**			**Peso [kN]**
		VERT (verticali portati)	LIVZ* (accidentale=0.5LIVZ)	PIOZ (piping)	
TIPO 9	25.0	188	75	42	305 Assunto 300

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.

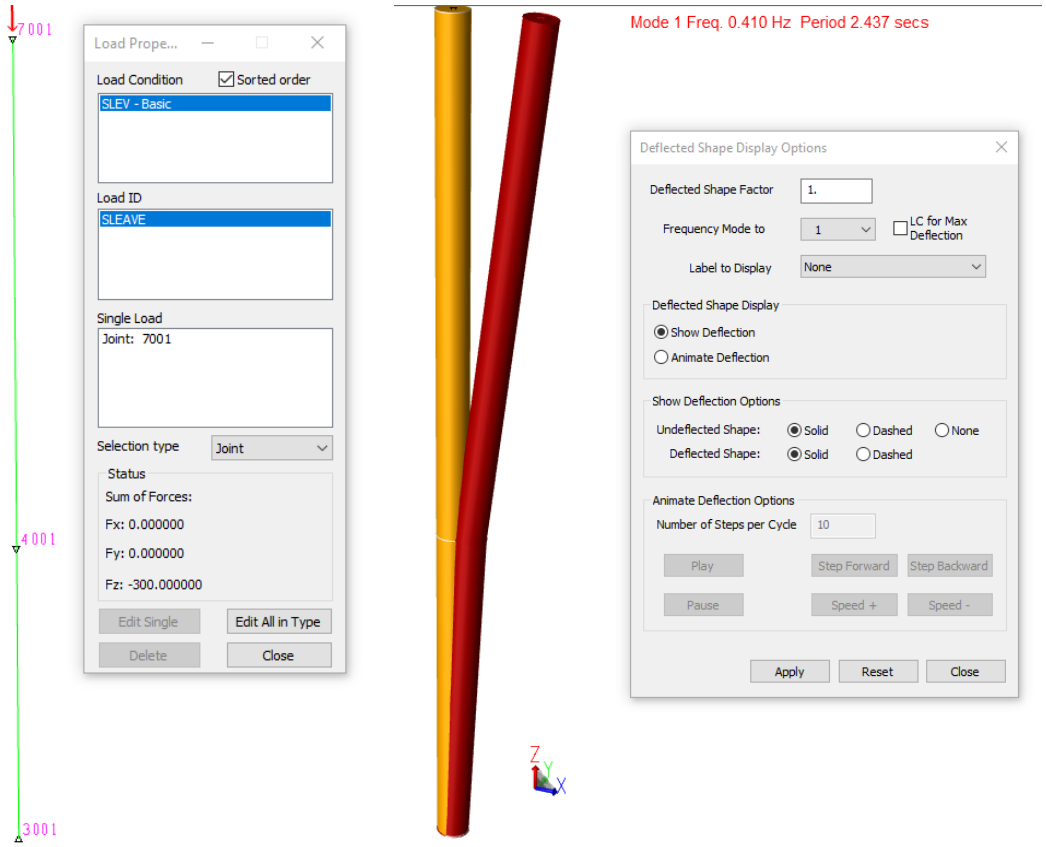


Figura 4 – Modello SACs e Primo modo T = 2.74sec

********** 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	300.000	300.000	300.000	0.000	0.000	8.250
********** TOTAL **********	1452.139	1452.139	1058.227	0.000	0.000	-0.223

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	0.410323	7.6788927E+01	1.5044856E-01	2.4371031
2	0.410341	7.6795430E+01	1.5043573E-01	2.4369991
3	3.217165	7.5573903E+01	2.4473360E-03	0.3108327
4	3.217398	7.5583888E+01	2.4469813E-03	0.3108102
5	18.376575	7.4194519E+01	7.5008608E-05	0.0544171

Tabella 13-1: 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.