

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 1 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

TERMINALE DI PORTOVESME

Relazione di verifica della banchina esistente per ormeggio della FSRU



01	Emissione per enti	L.Tassotti	L.Fantera	G.Monti	16/11/21
00	Emissione per commenti	L.Tassotti	L. Fantera	G.Monti	20/09/21
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 2 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003


INDICE

1	PREMESSA	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
2.1	Normativa di riferimento	6
2.2	Codici di calcolo	7
2.3	Documenti di riferimento	7
3	MATERIALI	8
3.1	Pontile esistente	8
3.2	Nuove strutture di rinforzo della banchina e di fondazione dei ganci	10
4	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	11
4.1	Schema stratigrafico	11
4.2	Modello geotecnico	13
5	DISPOSIZIONE DEGLI ARREDI NELLE POSIZIONI ATTUALI	14
5.1	Numerazione degli elementi strutturali	18
5.2	Analisi delle azioni trasmesse dall'ormeggio della FSRU	20
5.2.1	Valori di tiro	20
5.2.2	Valori di Urto	22
5.3	Condizioni elementari di carico	23
5.3.1	Peso proprio	23
5.3.2	Salto termico	23
5.3.3	Peso scaricatore	23
5.3.4	Sovraccarico	23
5.4	Combinazioni di carico	24
5.4.1	Tipologia delle combinazioni	24
5.4.2	Combinazioni di carico	24
5.4.3	Applicazione dei carichi al modello	25
5.4.4	Casi di carico (load cases)	28
5.4.5	Combinazioni di carico (load combinations)	28
5.5	Risultati delle sollecitazioni	29
5.6	Valutazioni sulla resistenza strutturale dei pali	39
5.6.1	Caratteristiche della sollecitazione per le verifiche SLU ed SLE	39

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 3 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

5.6.2	Verifiche a pressoflessione e taglio SLU ed SLE	39
5.7	Considerazioni sull'utilizzo delle posizioni esistenti degli arredi	45
6	NUOVO LAYOUT DISPOSIZIONE ARREDI DI ACCOSTO E ORMEGGIO	46
6.1	Descrizione degli interventi di modifica strutturale e rinforzo banchina	46
6.2	Interazione terreno-struttura	49
6.3	Analisi delle azioni trasmesse dall'ormeggio della FSRU	51
6.3.1	Valori di tiro	51
6.3.2	Valori Urto	53
6.3.3	Azioni trasmesse dai bracci di carico	54
6.3.4	Condizioni elementari di carico	56
6.4	Combinazioni di carico	56
6.4.1	Combinazione 1	56
6.4.2	Combinazione 2	56
6.4.3	Combinazione 3	56
6.5	Applicazione dei carichi al modello	57
6.5.1	Risultati delle sollecitazioni	60
6.6	Valutazioni sulla resistenza strutturale dei pali e plinti	90
6.6.1	Caratteristiche della sollecitazione per le verifiche SLU ed SLE combinazione 1	90
6.6.2	Caratteristiche della sollecitazione per le verifiche SLU ed SLE combinazione 2	95
6.6.3	Caratteristiche della sollecitazione per le verifiche SLU ed SLE combinazione 3	103
6.7	Considerazioni sulla resistenza trave - soletta in corrispondenza dei bracci di carico	109
7	CONCLUSIONI	115

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 4 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003


1 PREMESSA

La Società Snam Rete Gas ("SRG"), società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Snam S.p.A ("Snam"), una delle principali società di infrastrutture energetiche e principale TSO (Transport System Operator - gestore del sistema di trasporto gas) in ambito europeo, intende allestire nel porto di Portovesme un terminale di rigassificazione per consentire su un mezzo navale permanentemente ormeggiato:

- lo stoccaggio e la vaporizzazione di gas naturale liquefatto (GNL) per il suo trasferimento nella rete di trasporto di gas naturale a terra che sarà realizzata da Enura SpA, Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Snam.
- Servizi di Small Scale LNG attraverso:
 - La distribuzione di GNL tramite autocisterne (truck loading)
 - La distribuzione di GNL con apposite navi metaniere "bunkering vessels".

In particolare, il Terminale sarà costituito da una unità navale di stoccaggio e rigassificazione flottante (FSRU, Floating Storage Regasification Unit) con una capacità di stoccaggio di circa 130.000 m³ di GNL e una capacità di rigassificazione massima di circa 330.000 Sm³/h. La FSRU sarà permanentemente ormeggiata lungo la banchina Est del porto di Portovesme (SU).

Il progetto è parte integrante del più ampio progetto di "Collegamento Virtuale" (Virtual Pipeline) per l'approvvigionamento di gas naturale alla Sardegna, che Snam, in qualità di principale operatore di trasporto e dispacciamento di gas naturale sul territorio nazionale, intende realizzare, anche attraverso le sue controllate e partecipate come Snam Rete Gas ed Enura, in coerenza con la legge del 11 settembre 2020, n. 120 "Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitali" (c.d. Decreto Semplificazioni).

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 5 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

La banchina esistente del porto commerciale di Portovesme, oggetto del presente progetto, ubicata nella parte est del porto commerciale (Figura 1-1) è stata realizzata a cavallo tra la fine degli anni “90” e gli inizi degli anni “2000”. Sulla base del progetto costruttivo è stato ricostruito il modello della struttura, ed è quindi stato verificato e calibrato considerando i carichi originariamente applicati.

La presente relazione riporta invece l’analisi strutturale della banchina sottoposta ai carichi generati dal nuovo sistema di accosto e ormeggio e quindi propone e verifica un layout degli arredi di accosto e ormeggio che permette l’attracco della FSRU e garantisce la sicurezza strutturale dell’opera esistente.



Figura 1-1 – Inquadramento porto (Immagine di Google Maps)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 6 di 117	Rev. 01


Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Normativa di riferimento

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 18: "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circolare 21 gennaio 19: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Legge 5 novembre 1971, n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato e precompresso ed a struttura metallica";
- D.M.LL.PP. 14 febbraio 1992: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- CIRCOLARE LL.PP. 24 giugno 1993: "Istruzioni per l'applicazione delle (Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche) di cui al D.M.LL.PP. 14 febbraio 1992";
- D.M.LL.PP. 9 gennaio 1996: "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- CIRCOLARE LL.PP. 4 luglio 1996: "Istruzioni per l'applicazione delle (Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche) di cui al D.M.LL.PP. 9 gennaio 1996";
- D.M.LL.PP. 16 gennaio 1996: "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- CIRCOLARE LL.PP. 15 ottobre 1996: "Istruzioni per l'applicazione delle (Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi) di cui al D.M.LL.PP. 16 gennaio 1996".

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 7 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

2.2 Codici di calcolo

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono effettuate con l'ausilio dei seguenti codici di calcolo:

- MIDAS GEN (v.2.1) MIDAS GEN V2.1 Advanced, il pacchetto software comprende pre-post processore grafico ed un risolutore ad elementi finiti in campo lineare e non lineare.
- RC-SEC "programmi per il calcolo delle sezioni in c.a. agli stati limite" commercializzato da Geostru Software – Bianco, (RC) Italia.

2.3 Documenti di riferimento

1) Progetto esecutivo

- "Progetto dei lavori di costruzione della banchina sita sul lato est del porto di Portovesme" **Relazione di calcolo** (redatta dall'Ing. Edilio Di Martino e l'Ing. Enrico Manca il 22 luglio 1999).
- "Progetto dei lavori di costruzione della banchina sita sul lato est del porto di Portovesme" **Relazione geotecnica** (redatta dall'Ing. Edilio Di Martino e l'Ing. Enrico Manca il 22 luglio 1999).

2) Progetto Costruttivo

- Pali – Piante, sezioni e particolari (Ref. Doc. Tavole di Progetto Costruttivo el. ST-PA-01)
- Armature pali (tipo A) (Ref. Doc. Tavole di Progetto Costruttivo el. ST-PA-02)
- Armature pali (tipo B) (Ref. Doc. Tavole di Progetto Costruttivo el. ST-PA-03)
- Armature pali (tipo C) (Ref. Doc. Tavole di Progetto Costruttivo el. ST-PA-04)

3) Progetto FSRU Portovesme

- Relazione studio di ormeggio (Doc. N. 100-ZA-E-10001);
- Layout sistema di ormeggio (Doc. N. 100-ZB-B-10001);
- Relazioni delle indagini strutturali, geognostiche e ambientali sulla banchina e sul rilevato a tergo (Doc. N. 100-ZA-E-10013);
- Layout del pontile con indicazione sistema di rinforzo fender (Doc. N. 100-CB-A-10041);
- Layout nuove bitte di ormeggio (Doc. N. 100-CB-A-10030)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 8 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

3 MATERIALI

3.1 Pontile esistente

I risultati delle indagini effettuate (Doc. Rif. 100-ZA-E-10013) confermano la fedeltà della banchina realizzata agli elaborati progettuali esecutivi/costruttivi.

In particolare, le indagini condotte confermano:

- la presenza di un calcestruzzo omogeneo, con un R_{ck} maggiore di 30 Mpa (valore di progetto);
- la corrispondenza delle armature di tutti gli elementi con quelle riportate nei disegni di progetto;
- un ottimo stato di conservazione degli elementi strutturali, anche per quelli più direttamente sottoposti all'azione del mare.

I materiali utilizzati per la modellazione della struttura sono quindi quelli indicati nei documenti di progetto.

CALCESTRUZZO

Classe di resistenza

C 25/30

Cemento	CEM	52,5	N
Peso per unità di volume	$\gamma =$	25	kN/m ³
Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} \geq$	30	N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck} =$	25	N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica media	$f_{cm} =$	32.90	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	14,11	N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c =$	1,50	
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0,85	
Resistenza media a trazione semplice (assiale)	$f_{ctm} =$	3.07	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione semplice (frattile 5%)	$f_{ctk} =$	1,79	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} =$	1,19	N/mm ²
Modulo elastico	$E_{cm} =$	31447	N/mm ²
Coefficiente di Poisson	$\nu =$	0,20	cls non fessurato

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 9 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

	$v =$	0,00	cls fessurato
Deformazione al raggiungimento della massima tensione	$\varepsilon_{c2} =$	2,00	‰
Deformazione ultima	$\varepsilon_{cu} =$	3,50	‰
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha =$	0,0000 1	°C
Resistenza cilindrica caratteristica per fatica	$f_{cd, fat} =$ $k_{1,1} =$	8,86 0,85	N/mm ²
Coefficiente che tiene conto della resistenza del cls al momento del carico	$\beta_{cc}(t_0) =$ $s =$	1,00 0,20	
Età del calcestruzzo in giorni al momento del carico	$t_0 =$	28	giorni

ACCIAIO PER C.A.

Tipo di acciaio

B450C

Peso per unità di volume	$\gamma =$	78,5	kN/m ³
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} =$	450	N/mm ²
Tensione caratteristica a rottura	$f_{tk} =$	540	N/mm ²
Tensione di calcolo a snervamento	$f_{yd} =$	391	N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1,15	
Deformazione uniforme ultima caratteristica	$\varepsilon_{uk} =$	7,50	%
Deformazione uniforme ultima di progetto	$\varepsilon_{ud} =$	6,75	%
Modulo elastico	$E =$	200000	N/mm ²
Copriferri			
Copriferro barra	$c_e =$	5	cm
Copriferro fondazione	$c_f =$	5	cm
Sovrapposizioni	$I_s =$	50 ϕ	

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 10 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

3.2 Nuove strutture di rinforzo della banchina e di fondazione dei ganci

CALCESTRUZZO

Classe di resistenza		C 35/45	
Classe di esposizione ambientale			XS2
Peso per unità di volume	$\gamma =$	25	kN/m ³
Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} \geq$	45	N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck} =$	35	N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica media	$f_{cm} =$	43	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	21.25	N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c =$	1,50	
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0,85	
Resistenza media a trazione semplice (assiale)	$f_{ctm} =$	3.20	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione semplice (frattile 5%)	$f_{ctk} =$	2.20	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} =$	1,61	N/mm ²
Modulo elastico	$E_{cm} =$	34000	N/mm ²
Coefficiente di Poisson	$\nu =$	0,20	cls non fessurato
	$\nu =$	0,00	cls fessurato
Deformazione al raggiungimento della massima tensione	$\epsilon_{c2} =$	2,00	‰
Deformazione ultima	$\epsilon_{cu} =$	3,50	‰
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha =$	0,00001	°C
Resistenza cilindrica caratteristica per fatica	$f_{cd,fat} =$	8,86	N/mm ²
	$k_{1,1} =$	0,85	
Coefficiente che tiene conto della resistenza del cls al momento del carico	$\beta_{cc}(t_0) =$	1,00	
	$s =$	0,20	
Età del calcestruzzo in giorni al momento del carico	$t_0 =$	28	giorni

ACCIAIO

Come per pontile esistente

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 11 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

4 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

4.1 Schema stratigrafico

L'area interessata dalla banchina sul lato Est del Porto di Portovesme è caratterizzata dalla successione stratigrafica emersa dal confronto tra le schede di sondaggio dei punti di campionamento S11 (indagine pregressa del 1999 indicato in rosso nell'immagine 4.1) e dal punto S1 (campagna indagine attuale 2021 indicato in rosso nell'immagine 4.2):

- Da +1.00 / +3.00 m a -10.00 m s.l.m.

Sabbie fini di colore scuro, con paglia marina, da molto sciolte a sciolte, passanti a sabbie fini limose, mediamente dense;

- Da -10.00 m a -25.00 m s.l.m.


Sabbie fini e medie limose di colore grigio / beige, localmente con tritume conchigliare, dense, con ciottoli diametro 3 cm, nei 2 – 4 m inferiori;

- Da -25.00 m fino a profondità comprese tra -33 m e -42 m s.l.m.

Sabbie medie e fini, localmente limose, talora con ciottoli e / o sabbie grosse, molto dense. In questo strato è stata incontrata una lente di argilla limosa marrone, molto compatta, tra -33.00 m e -36.00 m da p.c., lo stesso tipo di argilla è stata penetrata nell'ultimo metro di perforazione dei sondaggi.



Figura 4-1– Rappresentazione dei punti di campionamento (Ref. Doc. Indagini pregresse di P.E.)


	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 12 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003



Figura 4-2– Rappresentazione dei punti di campionamento (Ref. Doc. Indagini All. Met. Vallermosa Sulcis)

Dal confronto si evidenzia che le stratigrafie dalla quota interessata -14 l.m.m. in poi, sono del tutto simili. Pertanto, possiamo ritenere valida la stratigrafia riportata nella “relazione geotecnica” di progetto esecutivo del 22 luglio 1999.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 13 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

4.2 Modello geotecnico

Nei risultati delle indagini svolte per la redazione del progetto esecutivo, sono stati riportati i parametri geotecnici in funzione dei livelli stratigrafici:

- Sabbie fini sciolte (limose, mediamente dense, nella parte inferiore):

Da +1.00 – +3.00 m a -10.00 m s.l.m.

- Sabbie fini e medie limose:

Da -10.00 m a -25.00 m s.l.m.

- Sabbie medie e fini, localmente limose:

Da -25.00 m fino a profondità comprese tra -33 m e -42 m s.l.m.

Tipologia terreno	γ' (t/m ³)	γ (t/m ³)	ϕ' (°)	n_n (kg/cm ³)	E (Mpa)	C_u (kg/cm ²)	K_{s1} (kg/cm ³)	m_v (kg/cm ²)
Sabbie fini sciolte Da +1.00m/+3.00m a -10.00m	0.8	1.8	28	0.10	5	-	-	-
Sabbie fini e medie limose Da -10.00m a -25.00m	1.00	2.0	34	0.50	5	-	-	-
Sabbie medie e fini localmente limose Da -25.00m a -33.00m/-42.00m	1.10	2.1	36	1.10	5	2.00	5.0	0.01

Dove:


γ' = Peso specifico apparente.

ϕ , C_u = angolo di attrito, coesione non drenata;

n_n , K_{s1} = gradiente del modulo di relazione orizzontale, modulo di reazione orizzontale;

m_v = coefficiente di compressibilità volumetrica.

I risultati dell'ultima campagna geognostica (Doc. Rif. 100-ZA-E-10013) risultano confermare tali dati.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 14 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

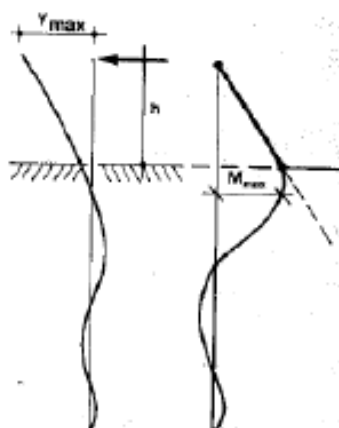
5 DISPOSIZIONE DEGLI ARREDI NELLE POSIZIONI ATTUALI

Il comportamento della struttura esistente sotto l'azione dei carichi di tiro e spinta trasmessi dalla FSRU è stato analizzato utilizzando il modello numerico ricostruito sulla base dei documenti di progetto esecutivo/costruttivo. Partendo da tali informazioni, la geometria dell'impalcato e la lunghezza dei pali, è stata confermata da una campagna di rilievo strutturale e di prove ecometriche (Doc. Rif. 100-ZA-E-10013). In particolare, indipendentemente dall'allineamento, i pali risultano tutti avanti una lunghezza pari a 47 circa.

In accordo a quanto previsto nel progetto esecutivo originario, i pali sono considerati incastrati in testa, in quanto sono stati considerati solidali con il pulvino al di sopra di essi. L'interazione terreno-struttura è simulata tramite l'utilizzo di molle elastiche disposte lungo il fusto dei pali per la parte interrata.

Il calcolo delle rigidità delle molle equivalenti in direzione orizzontale è stato condotto ipotizzando un modello di terreno alla Winkler e la condizione cautelativa di palo libero in sommità, con un tratto fuori terra di altezza h pari a 14 m e soggetto ad una forza orizzontale H . Il terreno è ipotizzato omogeneo.

Di seguito viene esplicitato il calcolo:



$$y_{max} = \frac{H \cdot h^3}{3 \cdot E_p \cdot I_p} \cdot \psi_1 \left(\frac{h}{L_0} \right)$$

Con:

E_p : modulo elastico del materiale costituente il palo;

I_p : momento d'inerzia del palo;

$$\psi_1 \left(\frac{h}{L_0} \right) = \frac{\left(1 + \frac{h}{L_0} \right)^3 + \frac{1}{2}}{\left(\frac{h}{L_0} \right)^3}$$

L_0 è la lunghezza libera d'inflessione del palo fornita da:

$$L_0 = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E_p \cdot I_p}{K_s \cdot D_p}}$$

b) Palo libero in sommità
 $h > 0$

Nella quale:


D_p diametro del palo;

K_s coefficiente di reazione orizzontale del terreno, valutato attraverso la formulazione proposta da Vesic:

$$K_s = k'_s / D_p$$

con:

$$k'_s = 2 \times 0.65 \times \sqrt{\frac{E_s \times D^4}{E_p \times I_p}} \times \frac{E_s}{1 - \nu^2}$$

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 15 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

Di seguito si riepilogano le rigidezze delle molle orizzontali introdotte nei modelli di calcolo.

Settore 1

Dati	Var		
Modulo di elasticità normale palo	Ep	MPa	31447
Modulo di elasticità terreno	Es	MPa	5,0
Modulo di Poisson terreno	v		0,30
Costante di sottofondo terreno (Vesic)	Kt	kN/m ³	3692
Diametro pali	Dp	m	1,20
I pali	Ix p	m ⁴	0,1018
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	7,33

Condizione di vincolo in testa (1 = libero - 2 = incastro) 1

n=numerazione nodi/pali										
P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11
P-12	P-13	P-14	P-15	P-16	P-17	P-18	P-19	P-20	P-21	P-22
P-23	P-24	P-25	P-26	P-27	P-28	P-29	P-30	P-31	P-32	P-33
P-34	P-35	P-36	P-37	P-38	P-39	P-40	P-41	P-42	P-43	P-44

h tratto libero (m)										
14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0

Coefficiente ψ(h/L0)										
3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61
3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61
3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61
3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61

Rigidezza molle orizzontali (kN/m)										
970	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970
970	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970
970	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970
970	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970

Il valore desunto per la rigidezza delle molle nella direzione x e y è pari a: $K_h = 970 \text{ kN/m}$

Per ottenere il valore della rigidezza della molla in direzione z, si considera il valore del cedimento atteso del palo di fondazione, in funzione dei carichi agenti ed ai pesi propri delle strutture, le quali insistono su di esso:

Dalla relazione "geotecnica" di progetto esecutivo, il valore del cedimento di un singolo palo è stato calcolato dalla correlazione empirica di Vesic, valida per terreni incoerenti:


$$S = \frac{b}{100} + \frac{Q \cdot L}{A \cdot E} =$$

$$S = (1.20\text{m} / 100) + (398000 \text{ kg} \times 47\text{m}) / (11304 \text{ cm}^2 \times 250000 \text{ kg/cm}^2) = 1.86 \text{ cm}$$

Dove:

S = cedimento della testa del palo

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 16 di 117	Rev. 01


Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

b = diametro del palo

$$\frac{Q \cdot L}{A \cdot E}$$

Ed il secondo termine $\frac{Q \cdot L}{A \cdot E}$ rappresenta la deformazione elastica del fusto del palo.

In tal modo si ottiene, nel caso del palo con lunghezza 42m e carico verticale di 389 t, un cedimento pari a circa 2.00 cm.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 17 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

CALCOLO DEI CEDIMENTI - METODO DI POULOS - FLOATING PILE
LAVORO: PORTOVESME - PALLI Dn1200 - FONDAZIONI BANCHINA

CEDIMENTI DEL PALO SINGOLO

Dati	var	unita	
Diametro del fusto del palo	D	m	1,20
Diametro della base del palo	Db	m	1,20
Lunghezza del palo	L	m	47,00
Modulo elastico del palo	Ep	Mpa	31476
Spessore d'olio strato	h	m	1000000

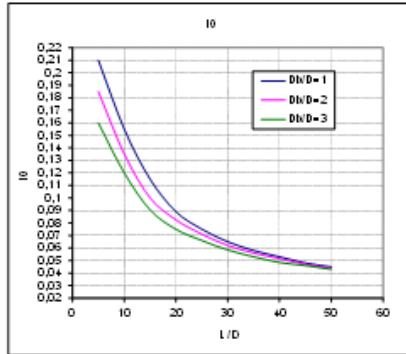
Modulo elastico del terreno lungo il fusto

Strato n.	Da (m)	A (m)	sp. (m)	Est (Mpa)	Est x sp.	n	n x sp.
1	0,00	14,00	14,00	0	0	0,30	4,2
2	14,00	25,00	11,00	5	59,62	0,30	3,3
3	25,00	47,00	22,00	18	399,52	0,30	6,6
4							
5							
6							
7							
8							
			47,00	459,14			14,1

Modulo elastico medio lungo il fusto	Es	Mpa	10
Modulo di Poisson	nu		0,30

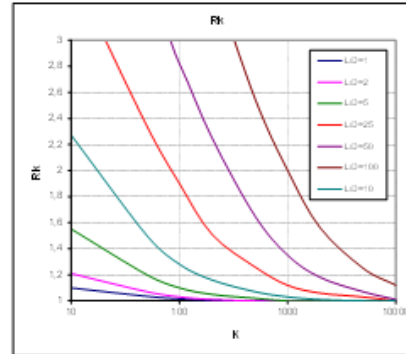
Fattore di influenza IO

Rapporto Db/D	Db/D	1,0
Rapporto L/D	L/D	39,2
Fattore di influenza IO	IO	0,064



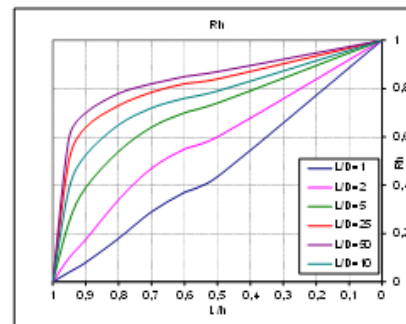
Fattore correttivo Rk (compressibilità del palo)

Rapporto L/D	L/D	39,2
Rapporto di rigidità	K	3222
Fattore correttivo Rk	Rk	1,10



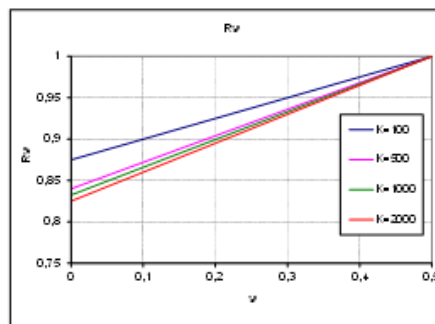
Fattore correttivo Rh

Rapporto L/h	L/h	0,0
Rapporto L/D	L/D	39,2
Fattore di influenza Rh	Rh	1,00



Fattore correttivo Rv

Modulo di Poisson	nu	0,30
Rapporto di rigidità	K	3222
Fattore di influenza Rv	Rv	0,88





Fattore di influenza per palo sospeso: $I = IO \times Rk \times Rh \times Rv = 0,066$

Cedimenti del palo singolo	Combinazione	SLE-R
Carichi di esercizio	kN	3980
Cedimento del palo sospeso: $wf = Q \times I / (Es \times D)$	mm	18,8

La molla K_v sintetizza il comportamento assiale del palo ed è calibrata sugli spostamenti ammissibili del carico in esercizio.

Il valore della rigidità della molla in direzione z sarà pari al carico totale verticale diviso il cedimento atteso, ovvero: $K_v = 3980 \text{ kN} / 0,0186 = 213978,5 \text{ kN/m}$

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 18 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

5.1 Numerazione degli elementi strutturali

Si riporta nelle immagini seguenti la numerazione rispettivamente dei nodi e dei frame del modello.

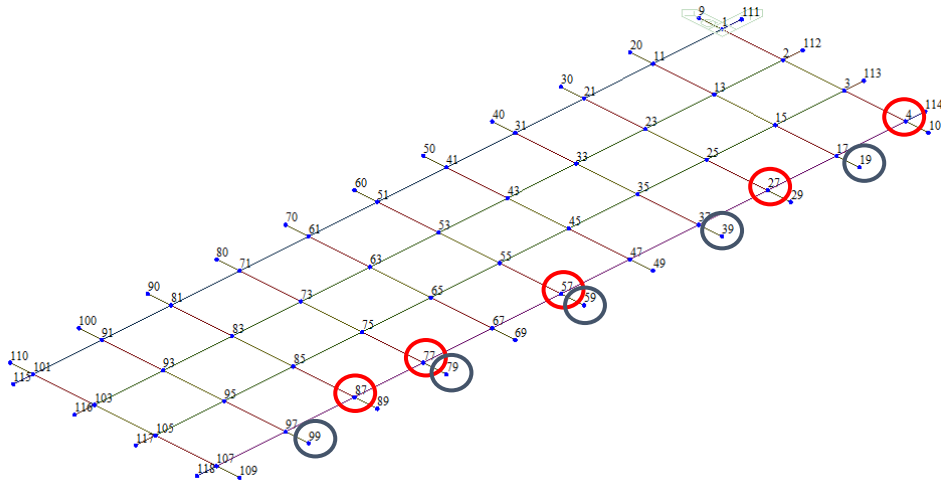


Figura 5-1– Numerazione nodi impalcato (cerchiati in rosso i punti di applicazione delle forze di tiro, mentre cerchiati in blu i punti di applicazione delle forze sui parabordi)

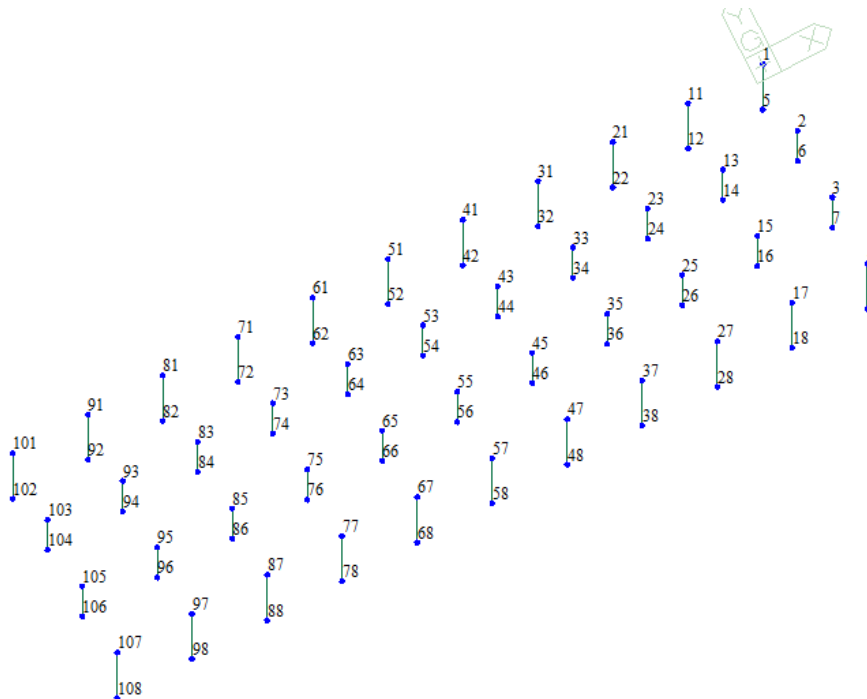




Figura 5-2– Numerazione nodi pali

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 19 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

8431	7490	7491	7492	7493	7494	7495	7496	7497	7498	7499	7502										
8452	187	130	121	179	112	175	103	171	94	167	85	163	76	159	67	155	58	143	40	147	142
8460	135	126	117	108	99	90	81	72	63	54	45	36	27	18	9	0	0	0	0	0	0
8424	184	180	176	172	168	164	160	156	152	140	8436										
8429	137	128	119	110	101	92	83	74	65	56	47	38	29	20	11	2	0	0	0	0	0
8425	185	181	177	173	169	165	161	157	153	141	8433										
8428	136	127	118	109	100	91	82	73	64	55	46	37	28	19	10	1	0	0	0	0	0
8434	186	182	178	174	170	166	162	158	154	142	8439										
8438	138	129	120	111	102	93	84	75	66	57	48	39	30	21	12	3	0	0	0	0	0
8434	7477	7478	7479	7480	7481	7482	7483	7484	8440	7486	8437	8438	8439	8440	8441	8442	8443	8444	8445	8446	8447

Figura 5-3– Numerazione elementi impalcato

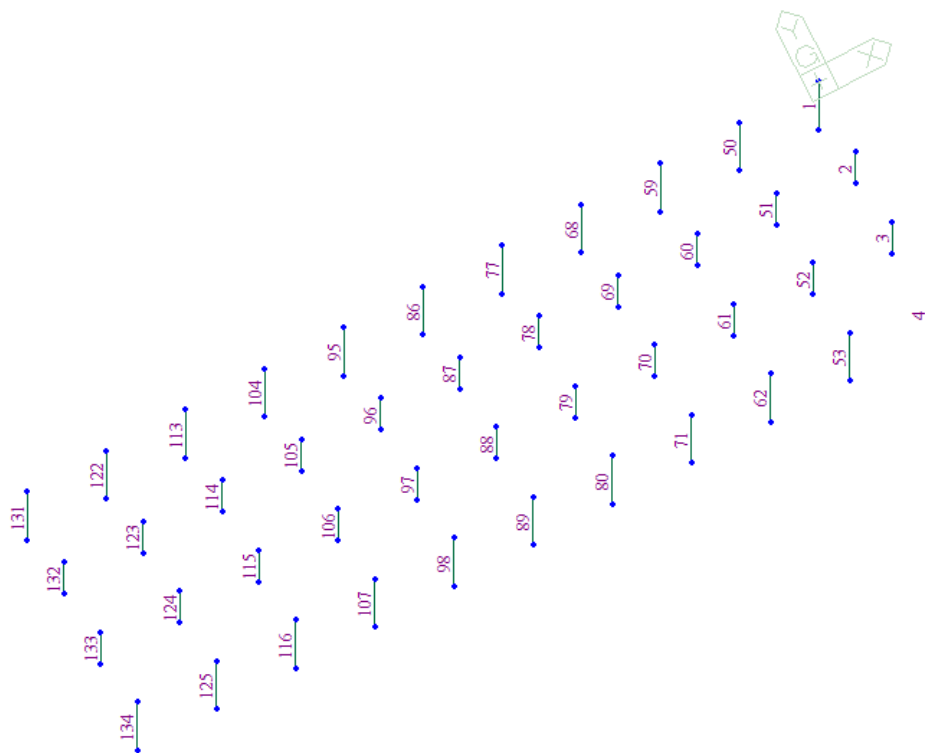




Figura 5-4– Numerazione elementi impalcato

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 20 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

5.2 Analisi delle azioni trasmesse dall'ormeggio della FSRU

Con riferimento alla Figura 5-5, nei riquadri in rosso sono evidenziati i punti di posizionamento dei nuovi ganci, in cui risultano quindi applicate forze di tiro, mentre in blu le posizioni dei nuovi fender in cui risultano invece concentrate le forze dovute all'urto della nave.

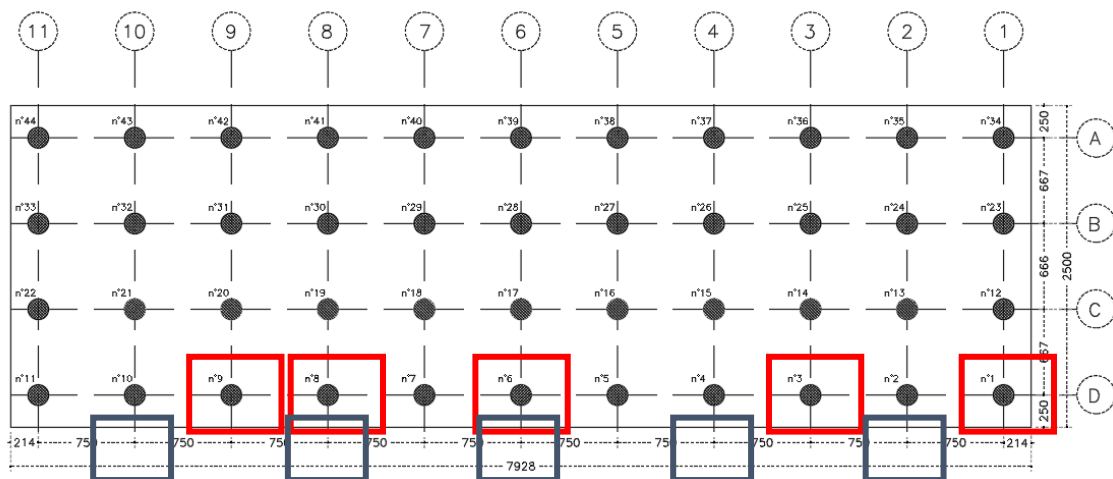


Figura 5-5– Punti di applicazione delle forze

5.2.1 Valori di tiro



Secondo la relazione sullo studio di ormeggio 100-ZA-E10001, le cime di ormeggio, vengono collegate alla banchina mediante dei ganci a scocco. Il massimo valore di tiro applicabile a tali funi è pari al valore massimo di resistenza del gancio, ossia il valore di apertura dello stesso, affinché non si sganci.

In Tabella 5-1 è riportato il valore di tiro dimensionante applicato ad ogni arredo in funzione della capacità dello stesso.

Tabella 5-1 Riepilogo valori di tiro (Doc. Rif. 100-ZA-E-10001)

No.	TIPOLOGIA	SWL [MT]
MP1	DOPPIO	350
MP2	SINGOLO	250
MP3	DOPPIO	350
MP4	SINGOLO	250
MP5	SINGOLO	250
MP6	SINGOLO	250
MP7	SINGOLO	250
MP8	DOPPIO	350
MP9	SINGOLO	250
MP10	DOPPIO	350
MP11	DOPPIO	350
MP12	SINGOLO	250
MP13	DOPPIO	350

Come si evince dal layout del sistema di ormeggio (Doc. Rif. 100-ZB-B-10002), i settori più sollecitati, visto il numero di arredi presenti, risultano essere il settore n°1, n°3 e il settore n°5.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 21 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

Nell'immagine 8.3 viene preso ad esempio il settore n°1 al quale sono stati applicati i valori dei tiri sopra elencati, scomposti lungo gli assi principali X e Y, con un angolo di inclinazione variabile in funzione del punto fisso di ancoraggio posto sopra la FRSU. A vantaggio di sicurezza non è stato scomposto il carico lungo la componente Z, vista l'inclinazione esigua delle funi (minore di 25°).

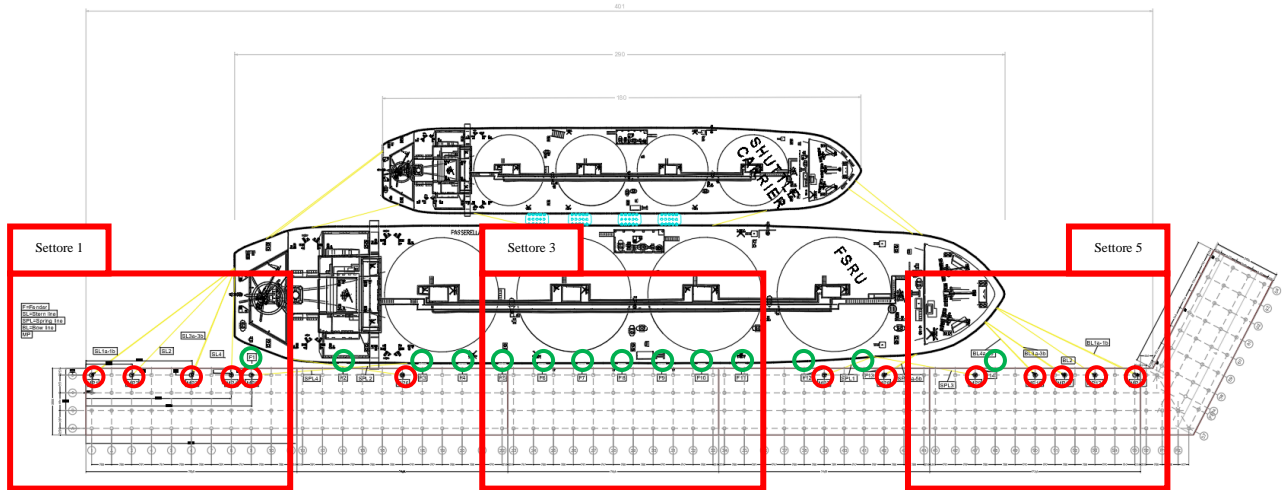


Figura 5-6– Inquadramento arredi per tiro ed urto nave (da layout sistema di ormeggio 100-ZB-B-10001)

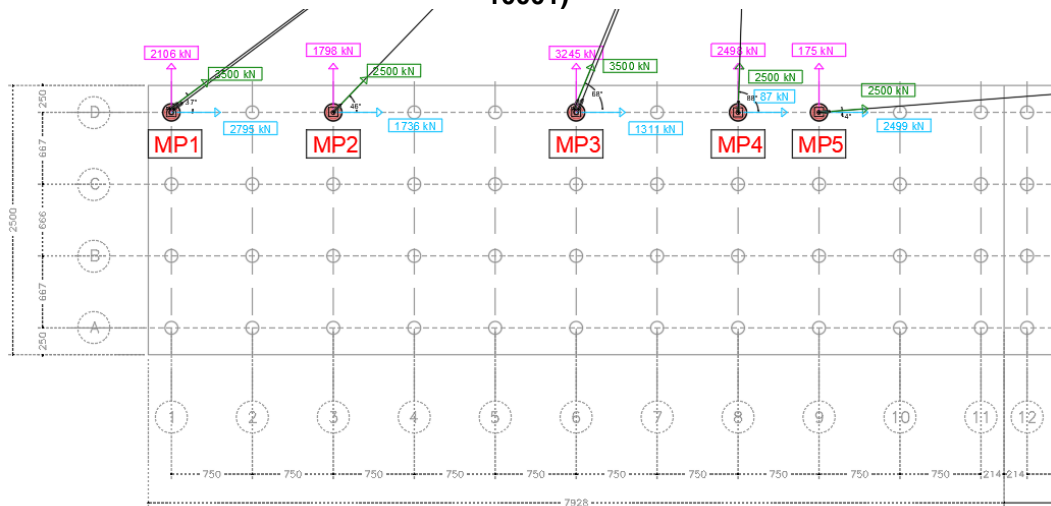


Figura 5-7– Settore n°1 posizionamento di 5 ganci a scocco per tiro nave

Tabella 5-2 carichi applicati lungo gli assi principali

	Tiro max (kN)	Angolo (°)	asse X (kN)	asse Y (kN)
MP1	3500	37	2795	2106
MP2	2500	46	1736	1798
MP3	3500	68	1311	3245
MP4	2500	88	87	2498
MP5	2500	4	2499	175

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 22 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

Il tiro della nave da applicare alla banchina è stato assegnato ai nodi (4, 27, 57, 77 e 87) con i valori di tiro riportati nella tabella 8.4.

5.2.2 Valori di Urto

Per lo studio di ormeggio dei respingenti sono stati considerati nel calcolo i respingenti tipo Super Cone SC 1800 E 2.5.

L'arredo può dissipare al massimo una forza pari a 2500 kN

Pertanto la verifica è stata condotta applicando su ogni fender, una forza concentrata ortogonale alla banchina pari al massimo sforzo.

La verifica è stata effettuata nel settore con il maggior numero di respingenti (settore n°3), immagine seguente:

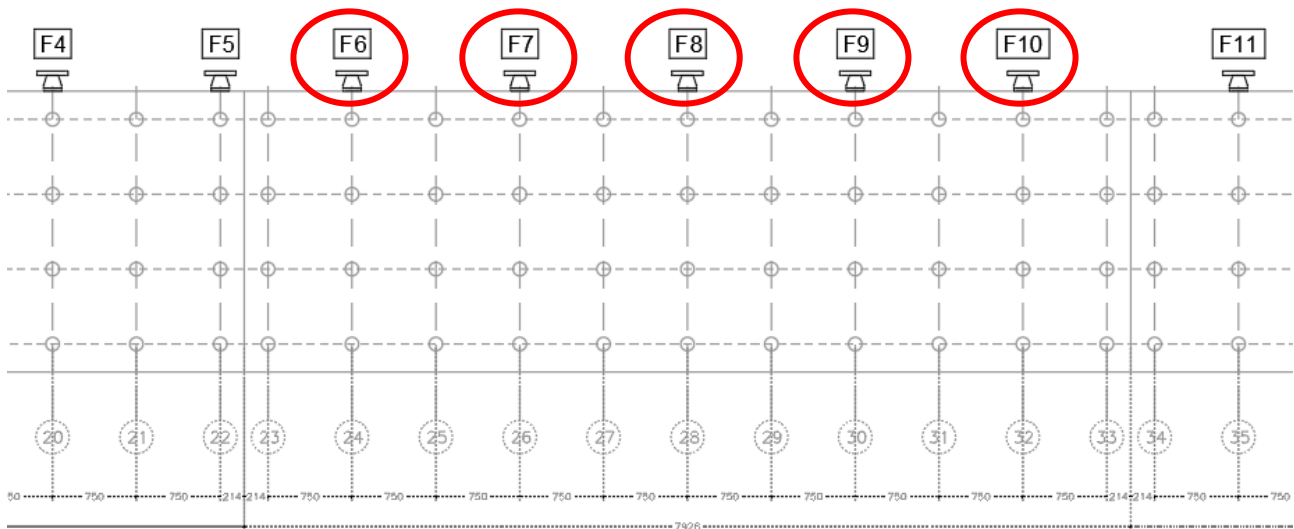



Figura 5-8– Settore n°3 posizionamento di 5 respingenti

Tabella riepilogativa dei carichi applicati ai fender

	Urto max (kN)
F6	2500
F7	2500
F8	2500
F9	2500
F10	2500

5-9– Tabella riepilogativa valori urto

L'urto della nave contro i parabordi è stato assunto pari a 250 t ed applicato nei nodi (19, 39, 59, 79 e 99).

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 23 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

5.3 Condizioni elementari di carico

La struttura sopra descritta è soggetta alle condizioni di carico elementari di esercizio che sono:

- 1) Peso proprio
- 2) Salto termico
- 3) Sollecitazioni dovute allo scaricatore
- 4) Tiro delle cime (cfr. §5.2.1)
- 5) Urto nave (cfr. §5.2.2)
- 6) Sovraccarico

5.3.1 Peso proprio

Il peso proprio assegnato alla struttura è 2.5 t/m³.

5.3.2 Salto termico

Il salto termico previsto in aumento o in diminuzione è pari a 15°C.

5.3.3 Peso scaricatore

Lo scaricatore viene posizionato sulle travi longitudinali (allineamenti A e D), ovvero in posizione più sfavorevole. I valori di tali sollecitazioni sono pari a: 32 t/m verticali sulle travi lato mare; 30 t/m verticali travi lato terra e 2.2 t/m orizzontali su entrambe.

5.3.4 Sovraccarico

Tutto l'impalcato del pontile è stato sovraccaricato contemporaneamente con un carico distribuito pari a 2 t/m².

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 24 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

5.4 Combinazioni di carico

5.4.1 Tipologia delle combinazioni

Relativamente ad i soli elementi lineari (travi impalcato e pali), le condizioni di carico elementari sopra descritte vengono combinate come segue:

- Combinazione 1

Peso Proprio, Temperatura, Scaricatore, Tiro Bitta

- Combinazione 2

Peso Proprio, Temperatura, Scaricatore, Urto Nave

- Combinazione 3

Peso Proprio, Temperatura, Scaricatore, Sovraccarico

- Combinazione 4

Peso Proprio, Temperatura, Urto Nave, Sovraccarico

5.4.2 Combinazioni di carico

I calcoli sono stati eseguiti considerando l'involuppo, sia allo SLE che allo SLU, di tutte e quattro le varie combinazioni di calcolo in modo tale da ottenere un valore massimo delle sollecitazioni.

Le seguenti combinazioni forniscono le massime azioni orizzontali sui pali di fondazione per le verifiche SLU e SLE:

Combinazione SLU: 1.5 x ENV ((Comb1), (Comb2), (Comb3), (Comb4))

Combinazione SLE: 1.0 x ENV ((Comb1), (Comb2), (Comb3), (Comb4))

Per valutare nel dettaglio l'effetto del tiro e dell'urto prodotto dalla nave alla banchina in esame, sono state introdotte le seguenti combinazioni di carico.



Combinazione A - SLU: 1.5 x (Peso Proprio, Sovraccarico, Temperatura e Tiro Bitta)

Combinazione A - SLE: 1.0 x (Peso Proprio, Sovraccarico, Temperatura e Tiro Bitta)

Combinazione B - SLU: 1.5 x (Peso Proprio, Sovraccarico, Temperatura e Urto Nave)

Combinazione B - SLE: 1.0 x (Peso Proprio, Sovraccarico, Temperatura e Urto Nave)

Le combinazioni A e B non risultano essere mai contemporanee.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fig. 25 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

5.4.3 Applicazione dei carichi al modello

Di seguito si riportano le immagini relative ai carichi applicati al modello della banchina.

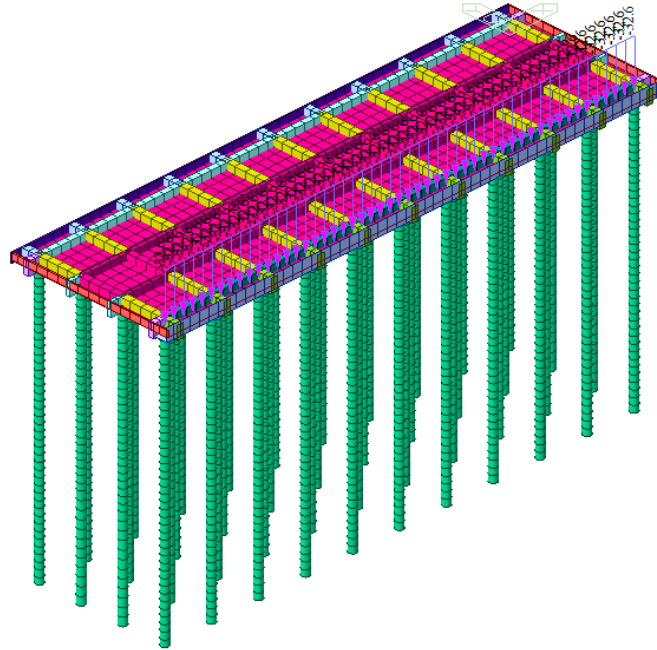


Figura 5-10– Carico Scaricatore 32 t/m verticale travi principali lato mare

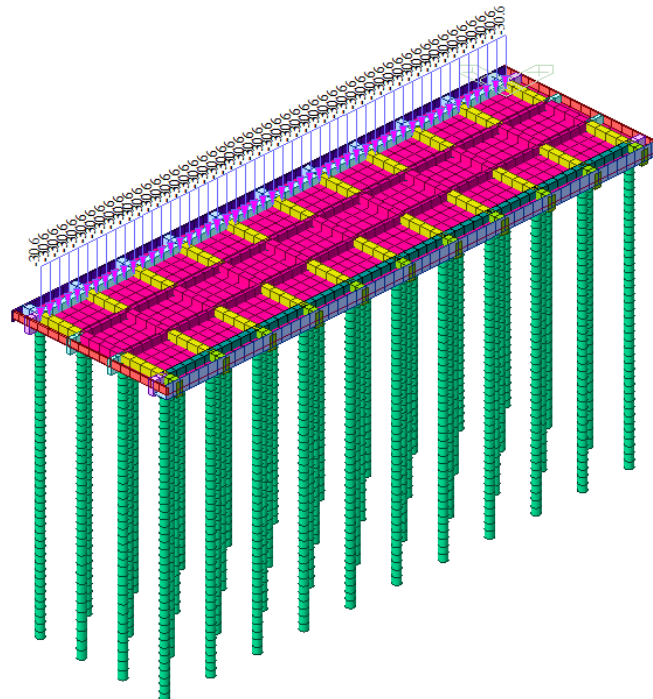




Figura 5-11– Carico Scaricatore 30 t/m verticale travi principali lato terra

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 26 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

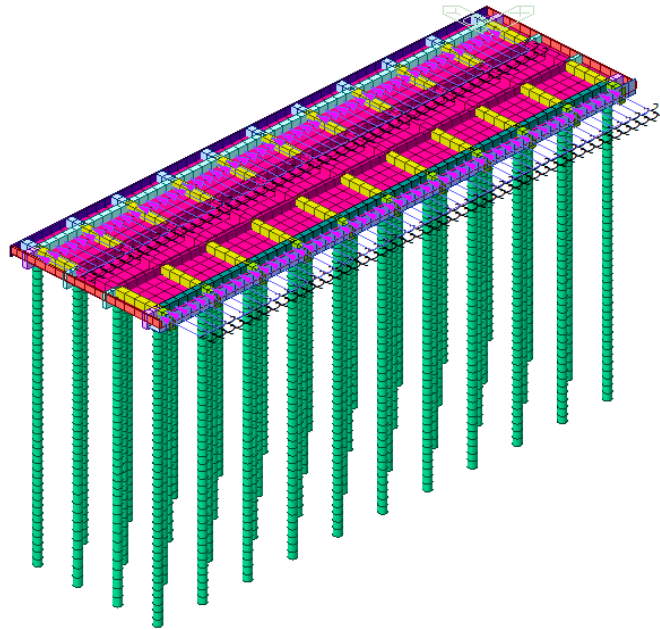


Figura 5-12 – Carico Scaricatore 2.2 t/m orizzontale su entrambe le travi principali

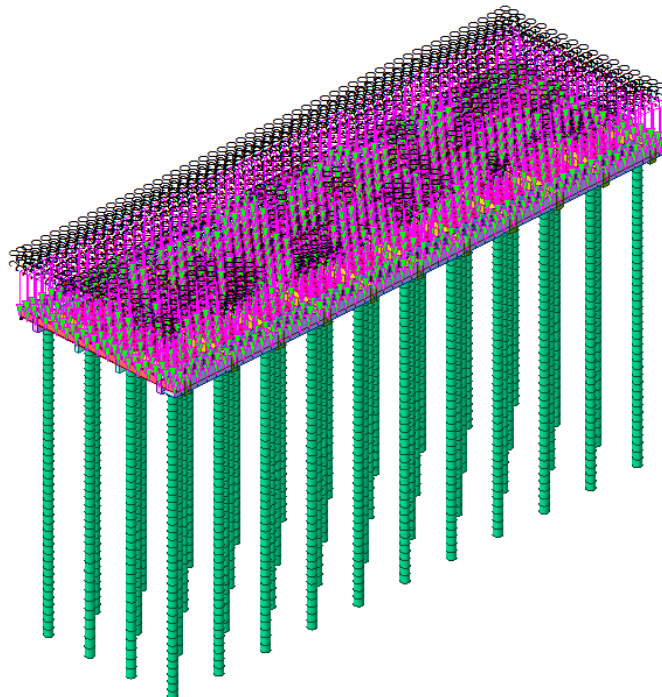



Figura 5-13 – Carico Pontile 2.00 t/m² distribuite

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 27 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

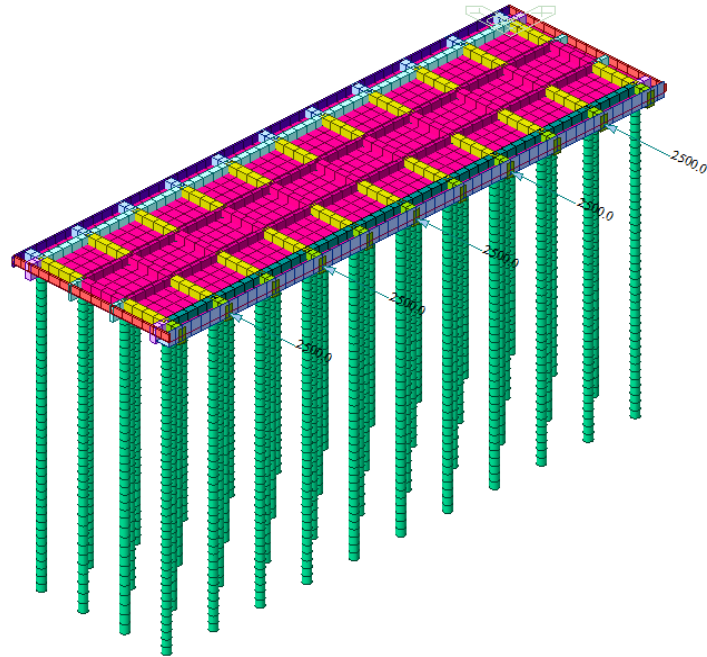


Figura 5-14– Carico urto nave (kN)

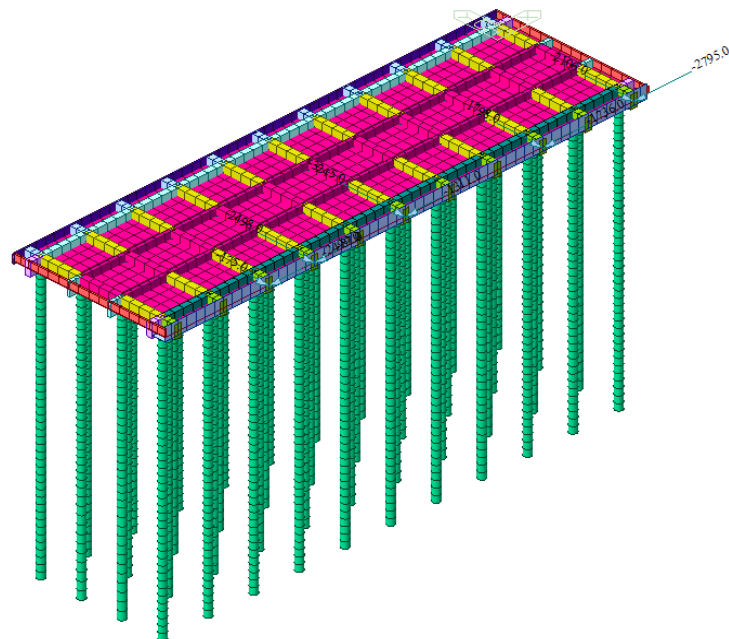



Figura 5-15 – Carico tiro bitta (kN)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 28 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

5.4.4 Casi di carico (load cases)


Di seguito vengono riportati gli schemi di carico elementari applicati al modello:

No	Name	Type
1	G1,k struttura	Dead Load (D)
2	G2, k Scaricatore tr lato mare vert	Dead Load (D)
3	G2, k Scaricatore tr lato terra vert	Dead Load (D)
4	G2,k Scaricatore tr orizzontale	Dead Load (D)
5	Qk, Urto nave	Dead Load (D)
6	Qk, Tiro bitta	Dead Load (D)
7	Qk, Sovraccarico pontile	Dead Load (D)

5.4.5 Combinazioni di carico (load combinations)

Di seguito vengono riportate le combinazioni di carico applicate al modello, con relativi coefficienti di combinazione:

Name	Active	Type	G1,k struttura(ST)	G2, k Scaricatore tr lato mare vert(ST)	G2, k Scaricatore tr lato terra vert(ST)	G2,k Scaricatore tr orizzontale(ST)	Qk, Urto nave(ST)	Qk, Tiro bitta(ST)	Qk, Sovraccarico pontile(ST)
SLU caso 1	Activ	Add	1.3000	1.5000	1.5000	1.5000		1.5000	
SLU caso 2	Activ	Add	1.3000	1.5000	1.5000	1.5000	1.5000		
SLU caso 3	Activ	Add	1.3000	1.5000	1.5000	1.5000			1.5000
SLU caso 4	Activ	Add	1.3000				1.5000		1.5000
SLE caso 1	Activ	Add	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000		1.0000	
SLE caso 2	Activ	Add	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000		
SLE caso 3	Activ	Add	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000			1.0000
SLE caso 4	Activ	Add	1.0000				1.0000		1.0000
env slu caso 1234	Activ	Envelo							
env sle caso 1234	Activ	Envelo							
slu sle caso 1234	Activ	Envelo							
Comb A (Slu)	Activ	Add	1.3000					1.5000	1.5000
Comb A (Sle)	Activ	Add	1.0000					1.0000	1.0000
Comb B (Slu)	Activ	Add	1.3000				1.5000		1.5000
Comb B (Sle)	Activ	Add	1.0000				1.0000		1.0000

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fig. 29 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

5.5 Risultati delle sollecitazioni

Tutti gli arredi per il tiro e tutti i respingenti per l'urto della metaniera alla banchina, sono disposti in prossimità dei nodi per cui si può trascurare la verifica delle travi di impalcato in quanto la forza di tiro o di urto della nave ormeggiata, ricade sempre sul nodo e mai in prossimità delle travi di bordo a meno del tratto più estremo.

Di seguito gli estratti dei risultati delle sollecitazioni per i pali di fondazione per la combinazione di carico A – (Combinazione A - SLU: 1.5 x (Peso Proprio, Sovraccarico, Temperatura e Tiro Bitta)), (Combinazione A - SLE: 1.0 x (Peso Proprio, Sovraccarico, Temperatura e Tiro Bitta)):

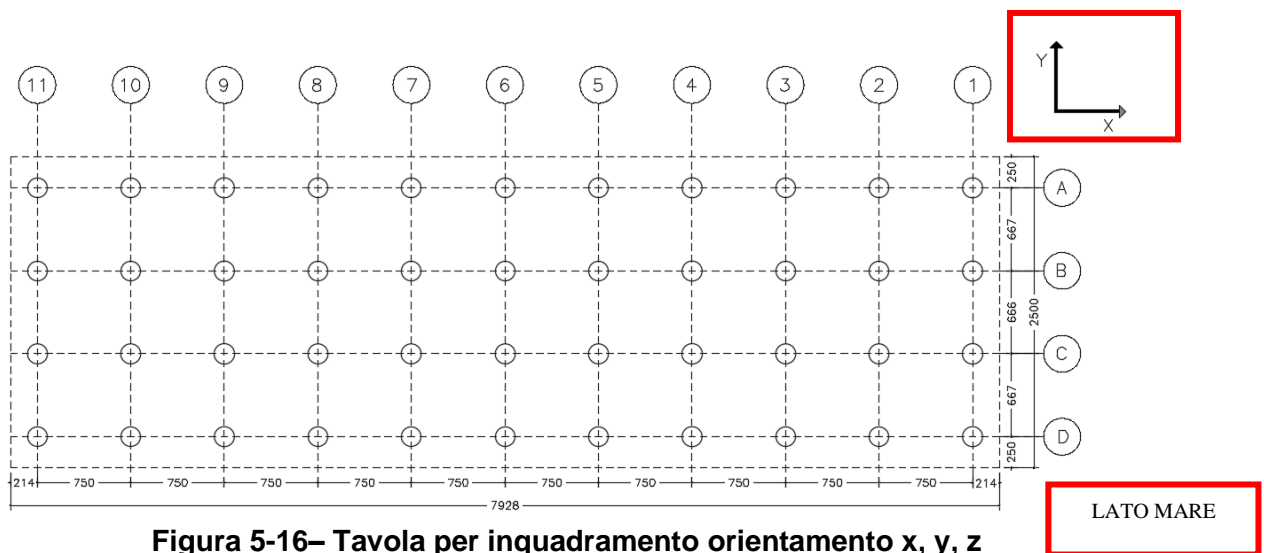


Figura 5-16– Tavola per inquadramento orientamento x, y, z

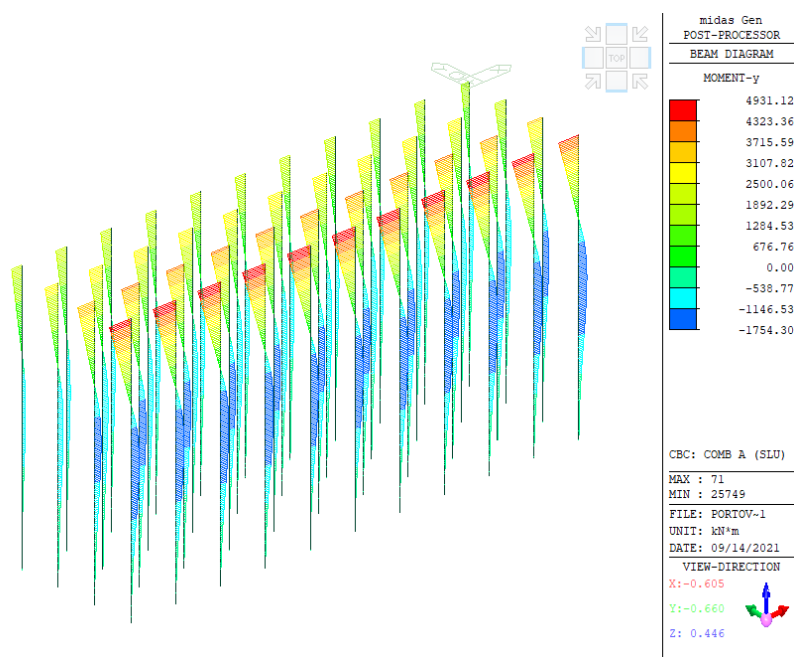




Figura 5-17– Combinazione A (SLU) Inviluppo momento Mx

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 30 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

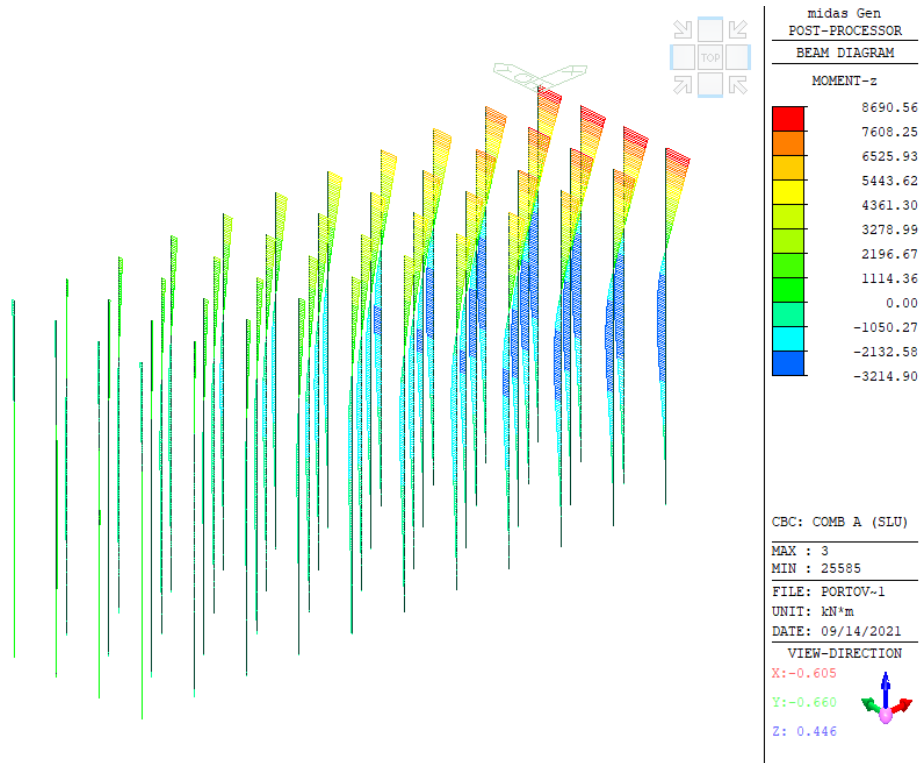


Figura 5-18– Combinazione A (SLU) Involuppo momento My

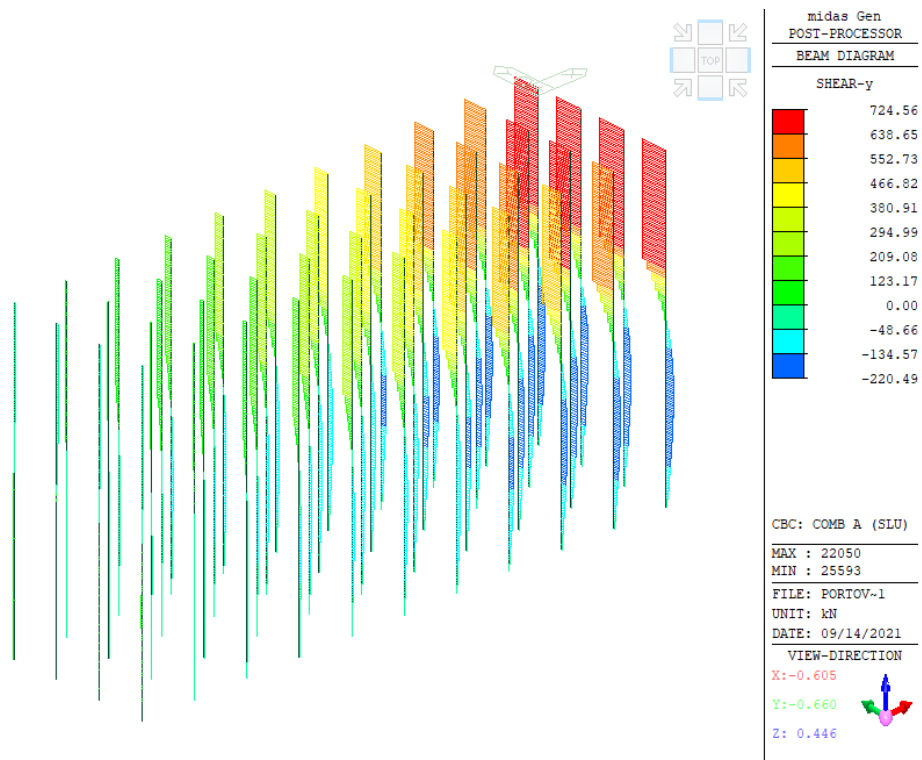


Figura 5-19– Combinazione A (SLU) Involuppo taglio Vy

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 31 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

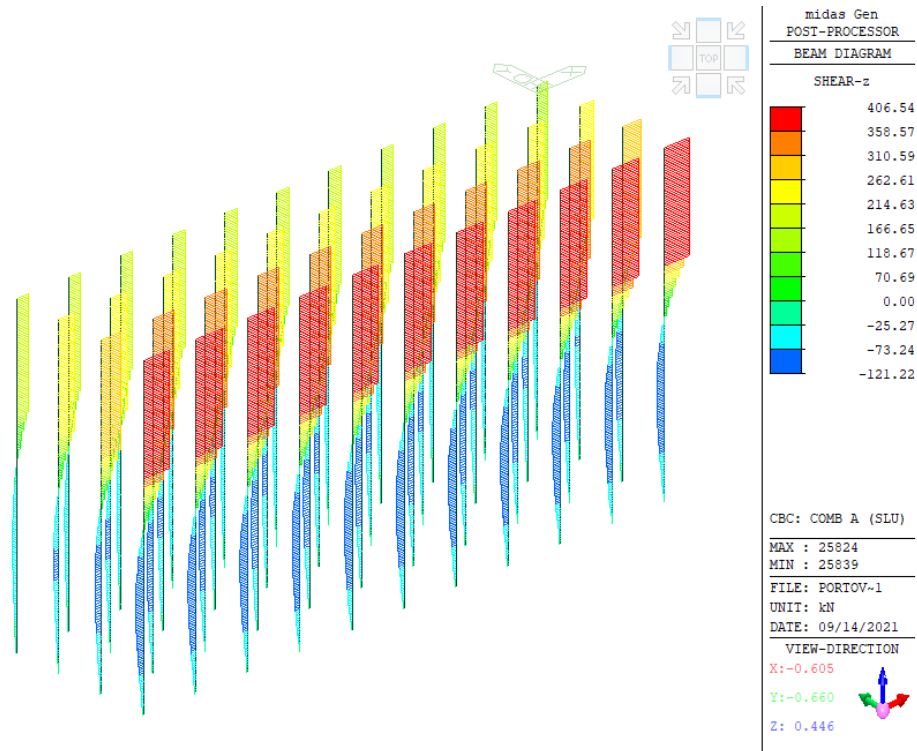


Figura 5-20– Combinazione A (SLU) Involuppo taglio Vx

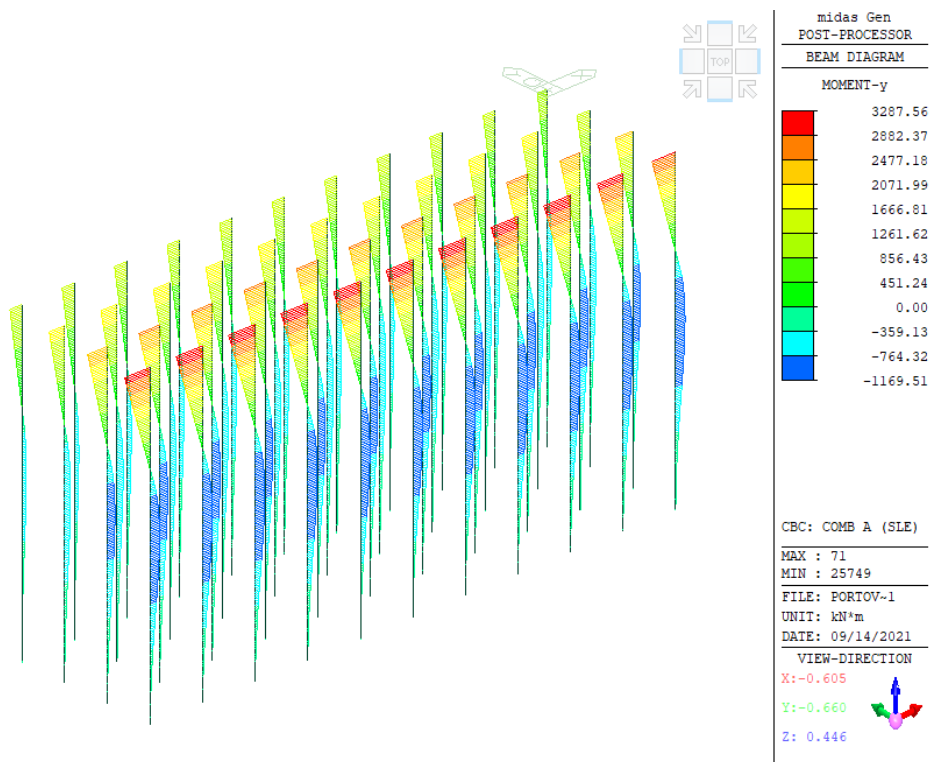


Figura 5-21– Combinazione A (SLE) Involuppo momento Mx

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 32 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

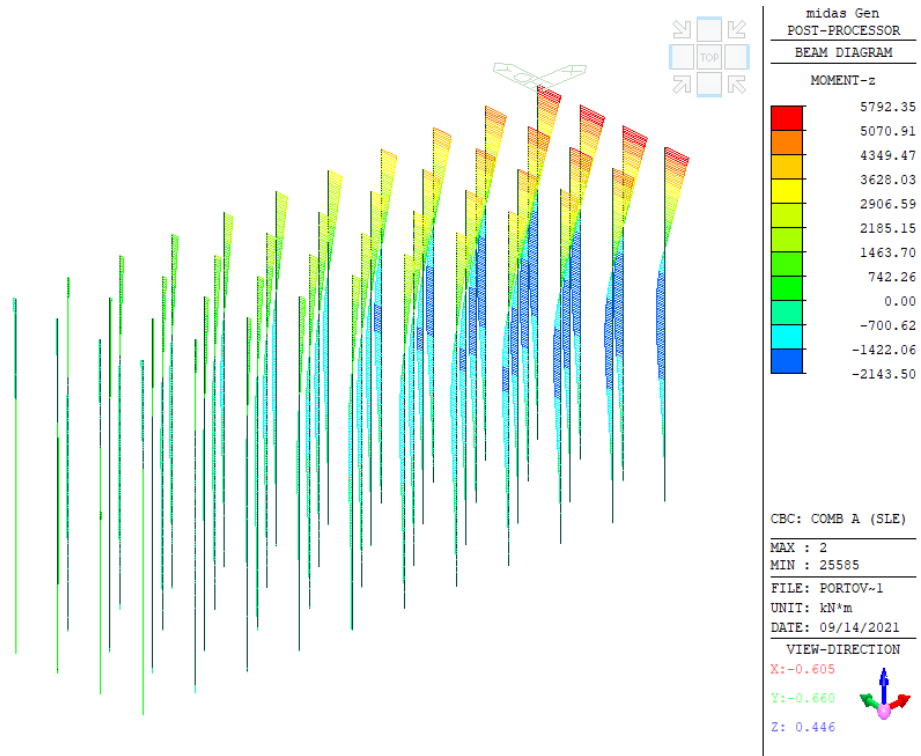


Figura 5-22– Combinazione A (SLE) Involuppo momento My

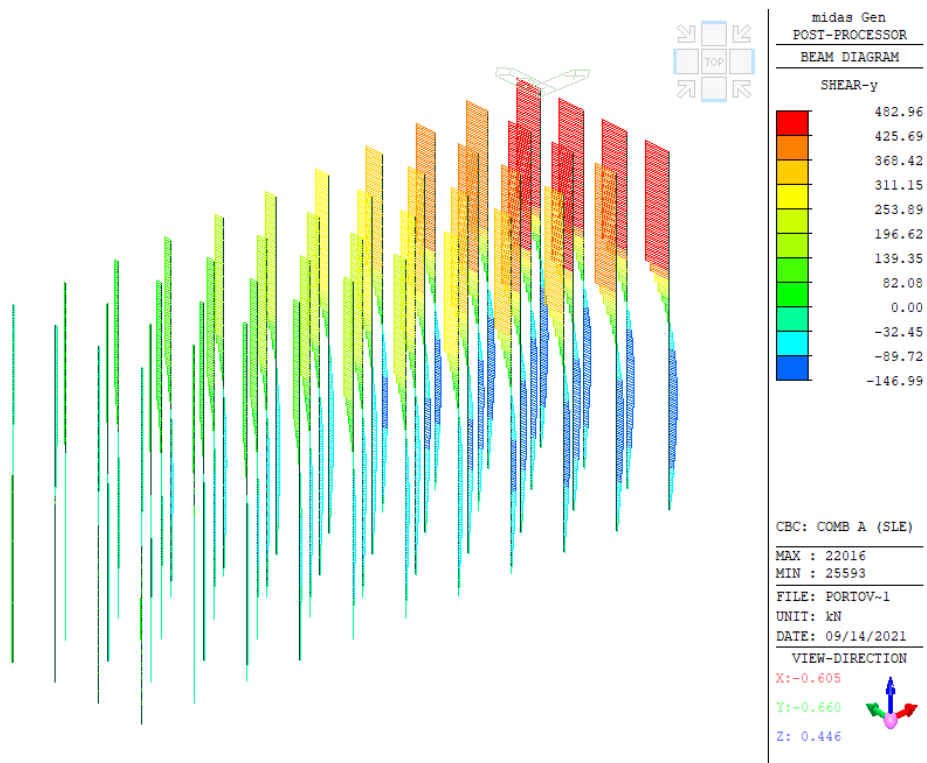


Figura 5-23– Combinazione A (SLE) Involuppo taglio Vy

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 33 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

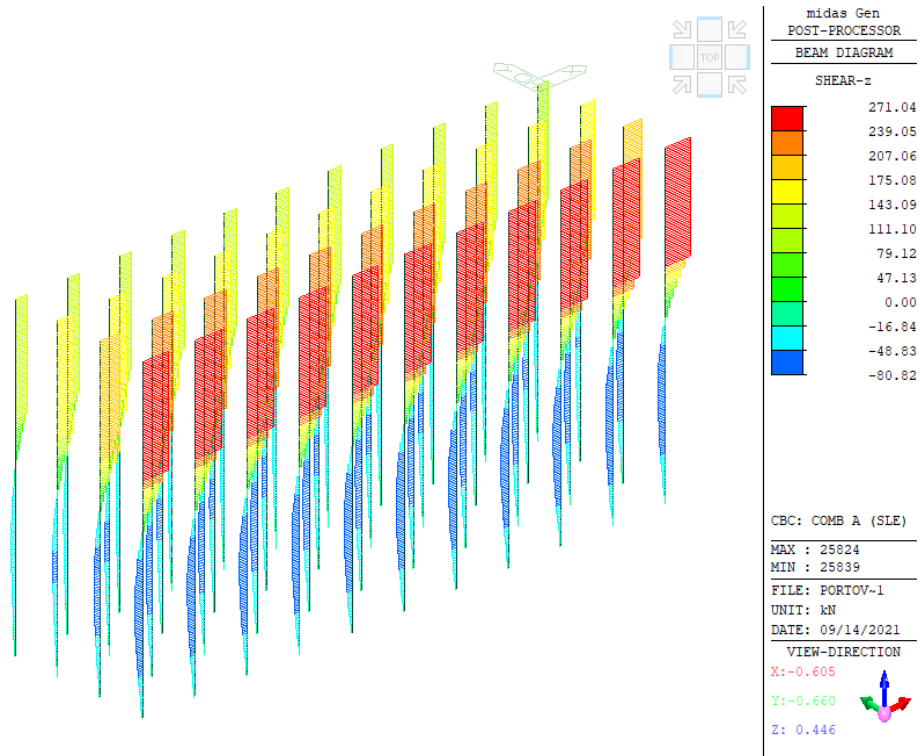


Figura 5-24– Combinazione A (SLE) Involuppo taglio Vx

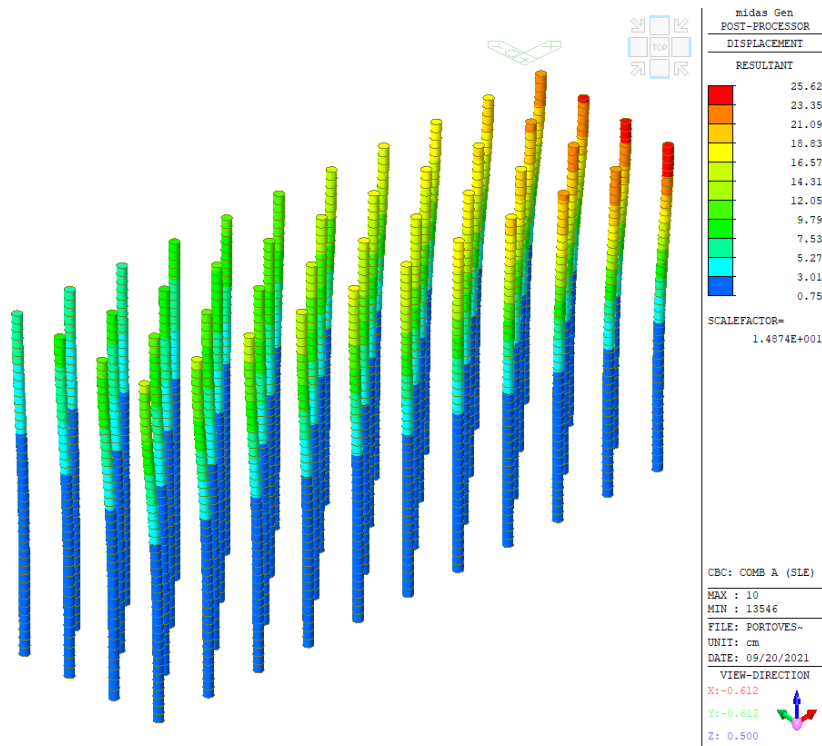




Figura 5-25– Combinazione A (SLE) Deformata (cm)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fig. 34 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

Di seguito gli estratti dei risultati delle sollecitazioni per i pali di fondazione per la combinazione di carico B – (Combinazione B - SLU: 1.5 x (Peso Proprio, Sovraccarico, Temperatura e Urto Nave)), (Combinazione B - SLU: 1.0 x (Peso Proprio, Sovraccarico, Temperatura e Urto Nave)):

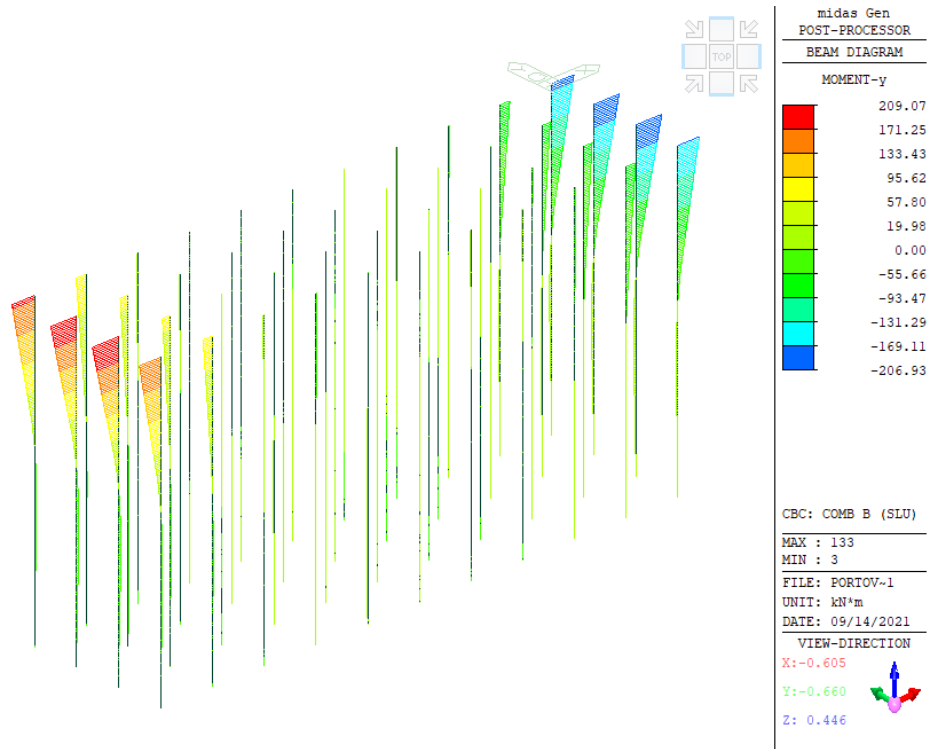


Figura 5-26– Combinazione B (SLU) Involuppo momento Mx

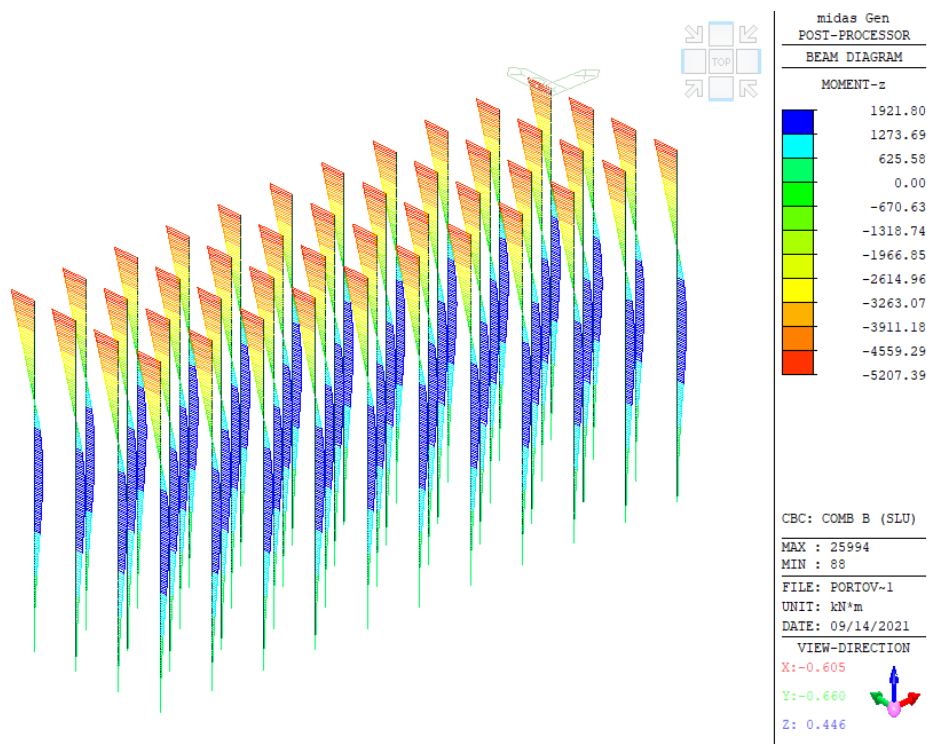



Figura 5-27– Combinazione B (SLU) Involuppo momento My

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 35 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

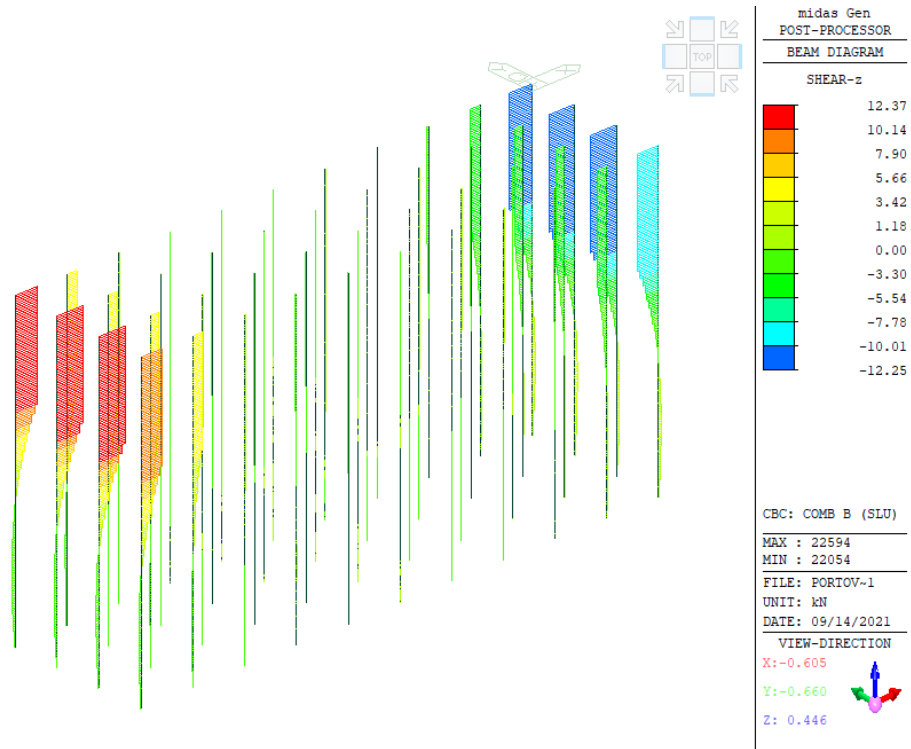


Figura 5-28– Combinazione B (SLU) Involuppo taglio Vx

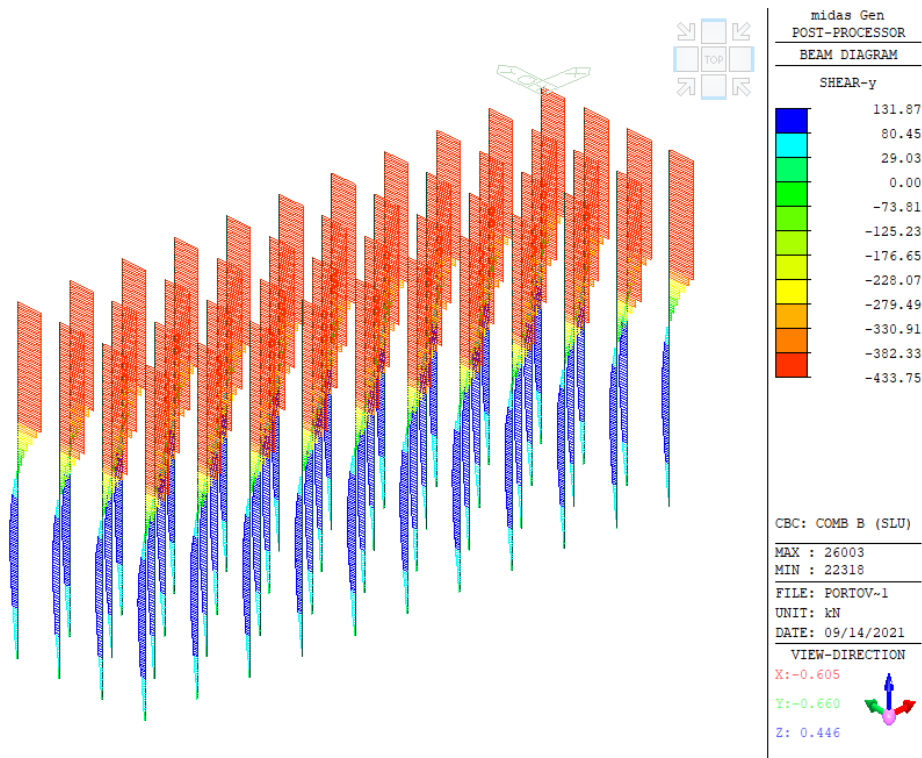



Figura 5-29– Combinazione B (SLU) Involuppo taglio Vy

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 36 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

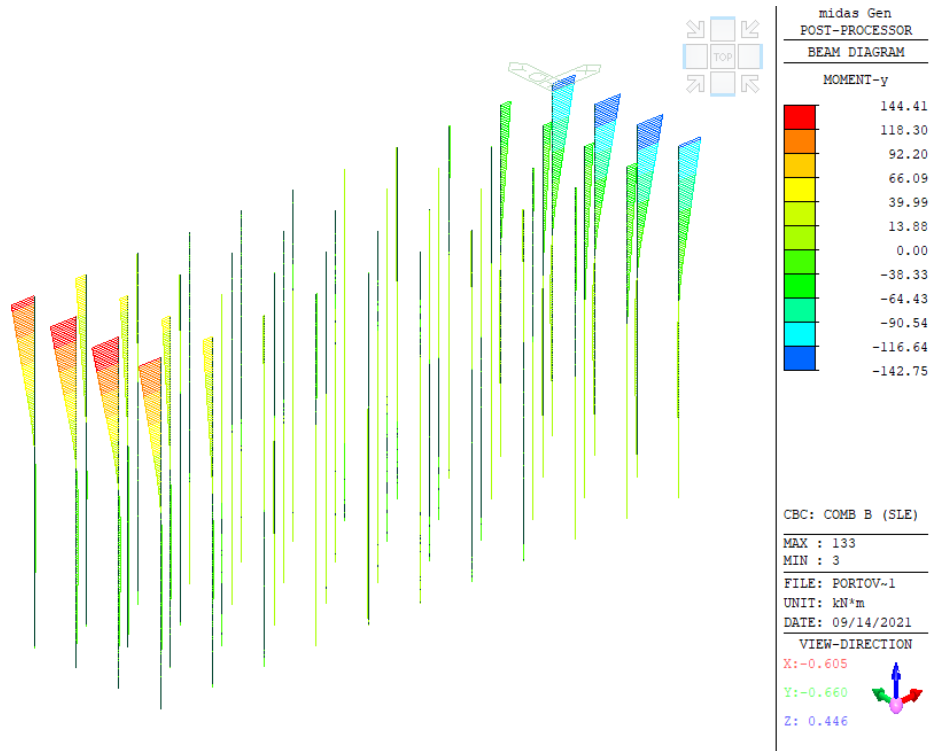


Figura 5-30– Combinazione B (SLE) Involuppo momento Mx

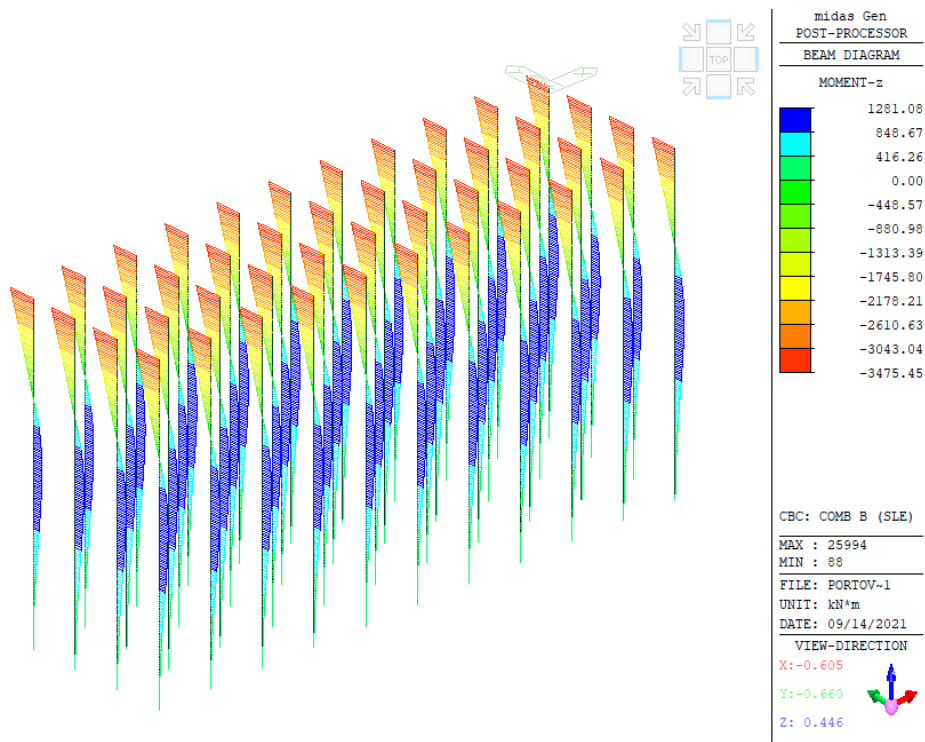



Figura 5-31– Combinazione B (SLE) Involuppo momento My

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 37 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

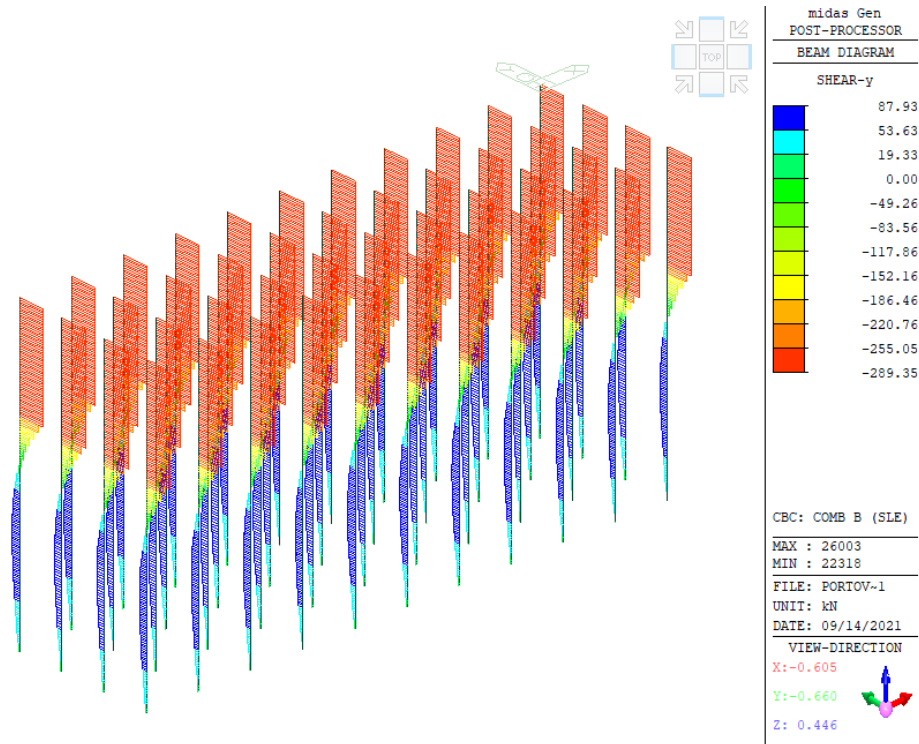


Figura 5-32– Combinazione B (SLE) Involuppo taglio V_y

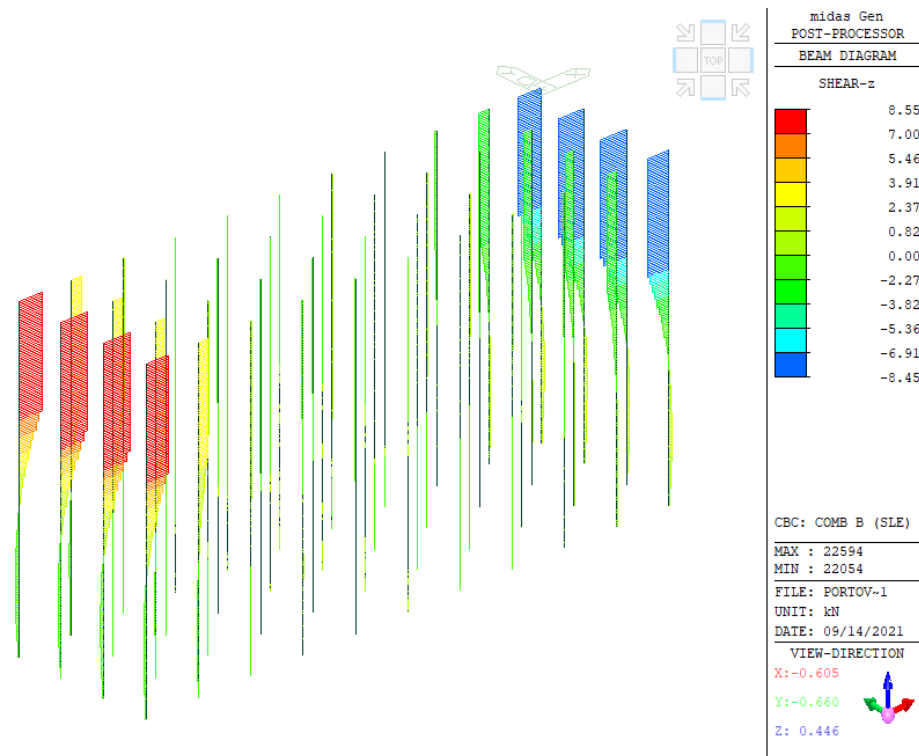



Figura 5-33– Combinazione B (SLE) Involuppo taglio V_x

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 38 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

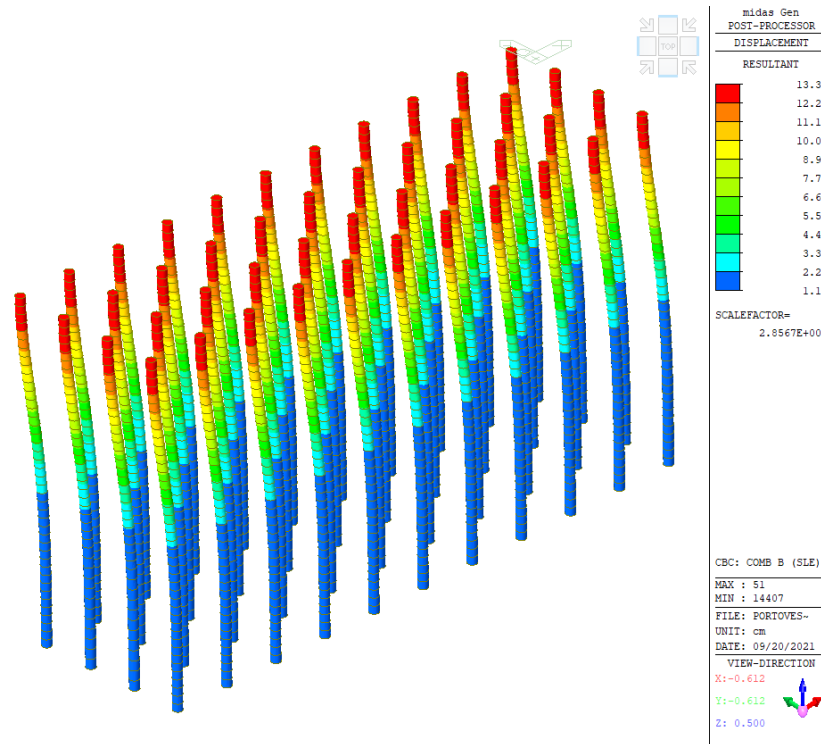


Figura 5-34– Combinazione B (SLE) Deformata (cm)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 39 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

5.6 Valutazioni sulla resistenza strutturale dei pali

5.6.1 Caratteristiche della sollecitazione per le verifiche SLU ed SLE

Di seguito sono riepilogate le caratteristiche della sollecitazione per le verifiche a SLU ed SLE sui pali esistenti. A favore di sicurezza e per semplicità sono stati considerati i valori massimi del momento flettente, taglio e sforzo normale agenti sui pali di fondazione:

	Comb. A (SLU)	Comb. B (SLU)	
N_{max}	5706.90	5186.68	kN
M_{max}	8690.56	5207.39	kNm
V_{max}	724.56	433.75	kN

	Comb. A (SLE)	Comb. B (SLE)	
N_{max}	4113.89	3751.43	kN
M_{max}	5792.35	3475.45	kNm
V_{max}	482.96	289.35	kN

5.6.2 Verifiche a pressoflessione e taglio SLU ed SLE

Le verifiche sono state effettuate considerando un calcestruzzo con un R_{ck} pari a 30 Mpa. Le armature dei pali di fondazione sono differenti a seconda della posizione.

Nell'immagine seguente si evidenziano in pianta le varie tipologie di palo A, B e C:

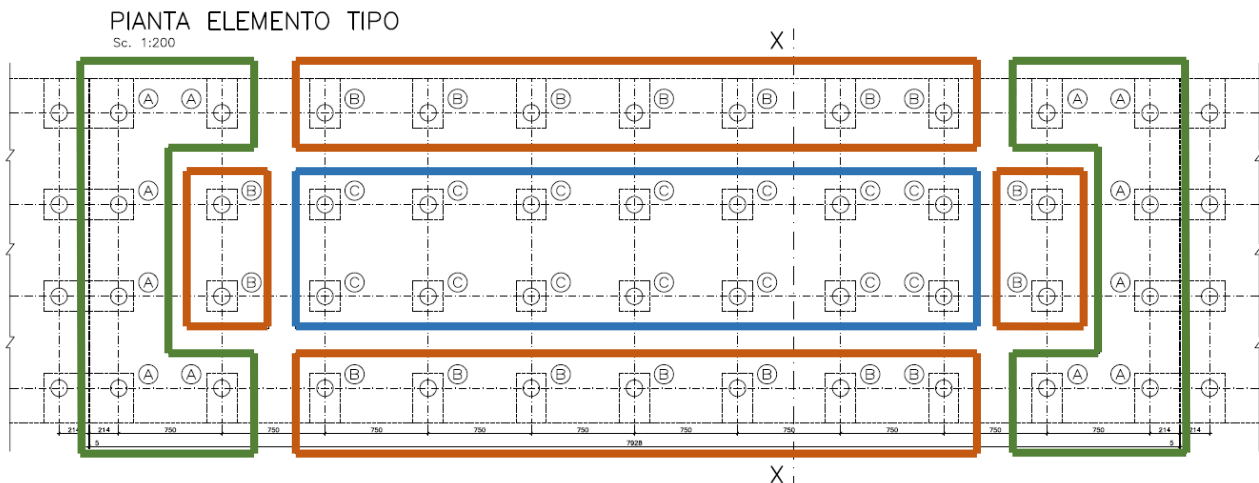




Figura 5-35– Pali – Piante, sezioni e particolari (Ref. Doc. Tavole di Progetto Costruttivo el. ST-PA-01)

Armatura pali tipo A: 24+24 ϕ 26 in acciaio Feb44k (B450C) e staffe a spirale ϕ 10/25.

Armatura pali tipo B: 24 ϕ 26 in acciaio Feb44k (B450C) e staffe a spirale ϕ 10/25.

Armatura pali tipo C: 20 ϕ 26 in acciaio Feb44k (B450C) e staffe a spirale ϕ 10/25.

A vantaggio di sicurezza, non è stato considerato il contributo offerto dal lamierino in acciaio di rivestimento, pur trattandosi di tubazioni di spessore non trascurabile.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 40 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

Di seguito vengono riportati alcuni estratti delle tavole di progetto costruttivo dove si evincono le varie armature in funzione della tipologia di palo:

ARMATURE TIPO A Sc. 1:100

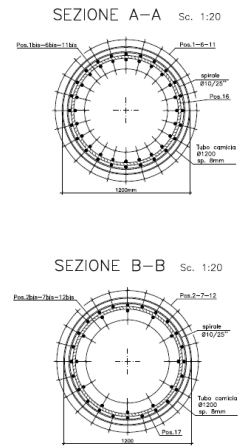
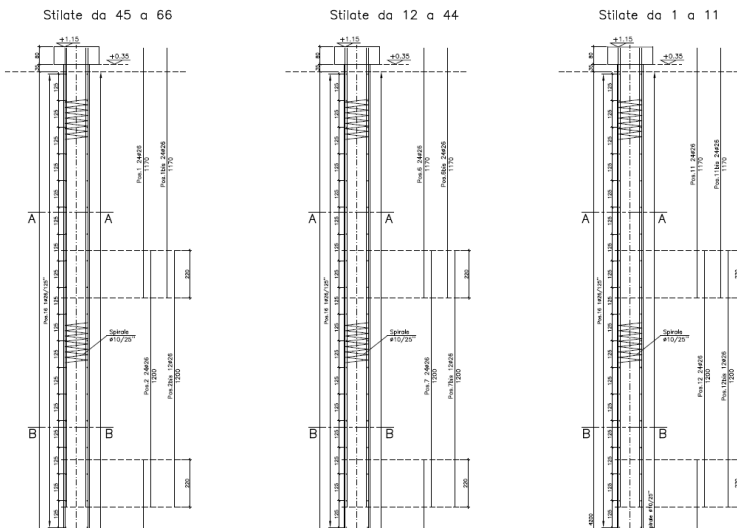


Figura 5-36– Armature pali (tipo A) (Ref. Doc. Tavole di Progetto Costruttivo el. ST-PA-02)

ARMATURE TIPO B Sc. 1:100

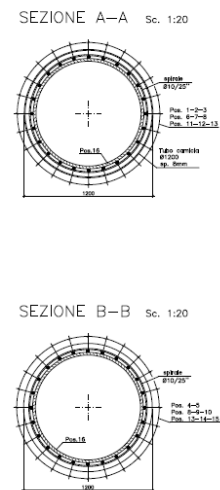
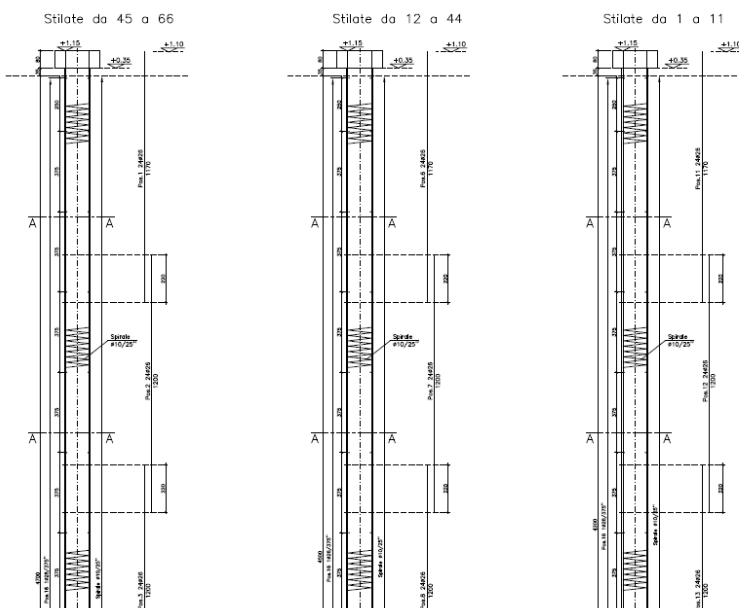




Figura 5-37– Armature pali (tipo B) (Ref. Doc. Tavole di Progetto Costruttivo el. ST-PA-03)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 41 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

ARMATURE TIPO C Sc. 1:100

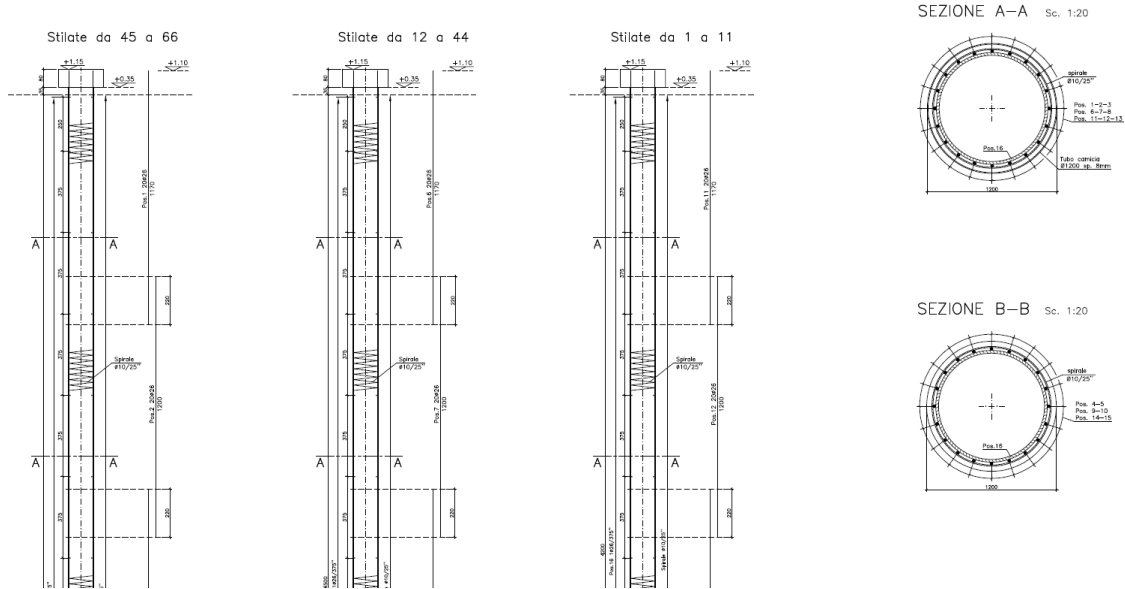



Figura 5-38– Armature pali (tipo C) (Ref. Doc. Tavole di Progetto Costruttivo el. ST-PA-04)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 42 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

Le verifiche a pressoflessione e taglio SLU ed SLE sono state eseguite sul palo (tipo A) e porgono quanto segue:

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre Numero di barre generate equidistanti disposte lungo la circonferenza
Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	55.0	24	26
2	0.0	0.0	50.0	24	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm
Passo staffe: 25.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

ST. LIM. ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	8690.56	0.00	1.00	724.56

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	5792.35	3287.56

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 43 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N° Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	0	8690.56	0.00	0	4142.05	0.00	999.000	148.7(17.1)

1) Momento flettente (vettoriale) superiore al momento flettente resistente

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)


N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	42.4	0.00302	0.0	55.0	-0.00754	0.0	-55.0

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	10 mm
Passo staffe:	25.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = proiezi. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d z	Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro Braccio coppia interna [cm] Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	724.56	2297.94	2707.03	98.8	105.9	21.80°	1.000	0.0	31.0(0.0)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 44 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.01	42.4	0.0	-0.2	-38.9	-38.9	1533	63.7	5.0	1.00

Come è possibile evincere tutte le verifiche NON sono soddisfatte in quanto:

Med max comb A (SLU) = 8690.56 kNm

$M_{ed} = 8690.56 \text{ kNm} < M_{rd} = 4142.05 \text{ kNm}$ **NO**

Med max comb B (SLU) = 5207.39 kNm

$M_{ed} = 5207.39 \text{ kNm} < M_{rd} = 4142.05 \text{ kNm}$ **NO**

La verifica è soddisfatta se e solo se:

$M_{ed} < M_{rd}$

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 45 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

5.7 Considerazioni sull'utilizzo delle posizioni esistenti degli arredi

La configurazione di ormeggio di progetto sviluppata considerando le posizioni già disponibili degli arredi di ormeggio (Figura 5-1) l'intensità delle forze di urto e di tiro trasmesse dalle FSRU alla banchina comporta il raggiungimento della resistenza strutturale dei pali di fondazione e di alcuni elementi principali.

Per garantire la compatibilità dell'attracco della nuova FSRU e la capacità strutturale della banchina, risulta sicuramente conveniente disporre i parabordi in modo tale da distribuire le forze legate all'urto su più settori della banchina. Ciò tuttavia non esclude la necessità di rinforzare la banchina. Altrettanto necessario risulta scaricare la banchina dalle azione di tiro trasmesse attraverso i ganci, creando ad esempio nuovi punti di ormeggio al di fuori dell'impalcato.

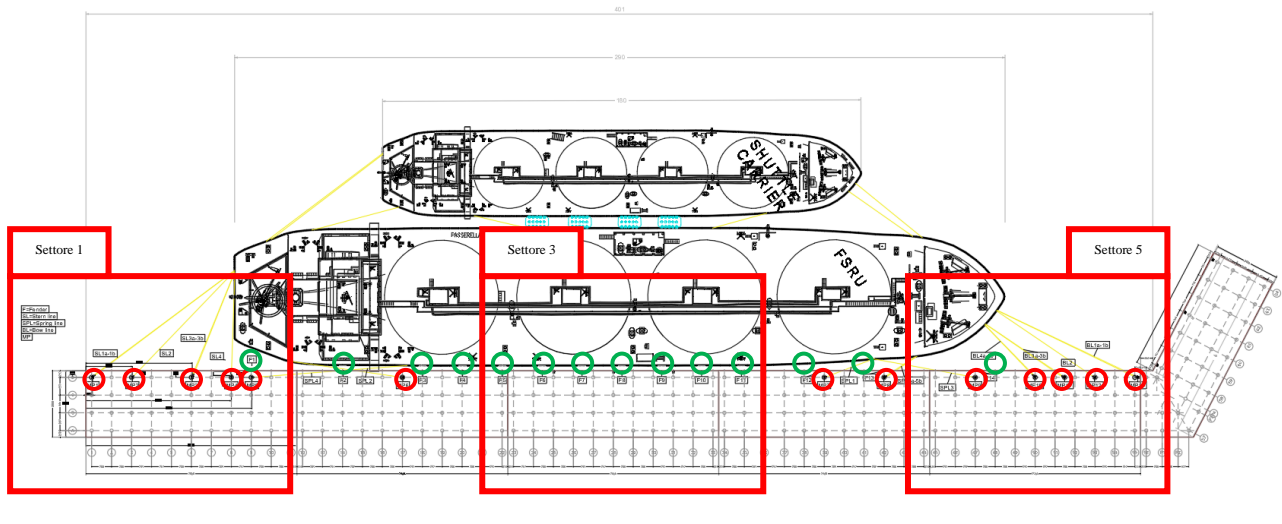


Figura 5-39 Inquadramento arredi per tiro ed urto nave (Doc. Rif. 100-ZB-B-10001)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 46 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

6 NUOVO LAYOUT DISPOSIZIONE ARREDI DI ACCOSTO E ORMEGGIO

6.1 Descrizione degli interventi di modifica strutturale e rinforzo banchina

Di seguito si riporta la descrizione e la verifica della nuova configurazione di ormeggio della FSRU.

Specificamente, l'ormeggio della FSRU sarà garantito posizionando i ganci su n.7 nuovi plinti fondati ciascuno su n. 4 pali e collocati nella parte di banchina poggiate su terrapieno (Doc Rif. 100-CB-A-10030). Inoltre, ulteriori n. 6 plinti, fondati su un numero di pali variabile da 4 a 6 e strutturalmente connessi alle travi trasversali dell'impalcato in cemento armato, saranno realizzati per rinforzare la banchina nei confronti delle spinte trasmesse dall'accosto della FSRU ai fender (Doc. Rif. 100-CB-A-10041). Una sintesi del numero e delle dimensioni di tali opere è riportata in Tabella 6-1, mentre in Figura 6.1 e Figura 6.2 è riportata la disposizione in pianta di questi elementi.

Tabella 6-1 – Dati nuove opere di fondazione

FONDAZIONI ARREDI DI ORMEGGIO	
n	7
DIMENSIONI	7.4 x 7.4 m
H	2 m ca.
n pali cad.	4
DIA	1500 mm
L	47 m ca.

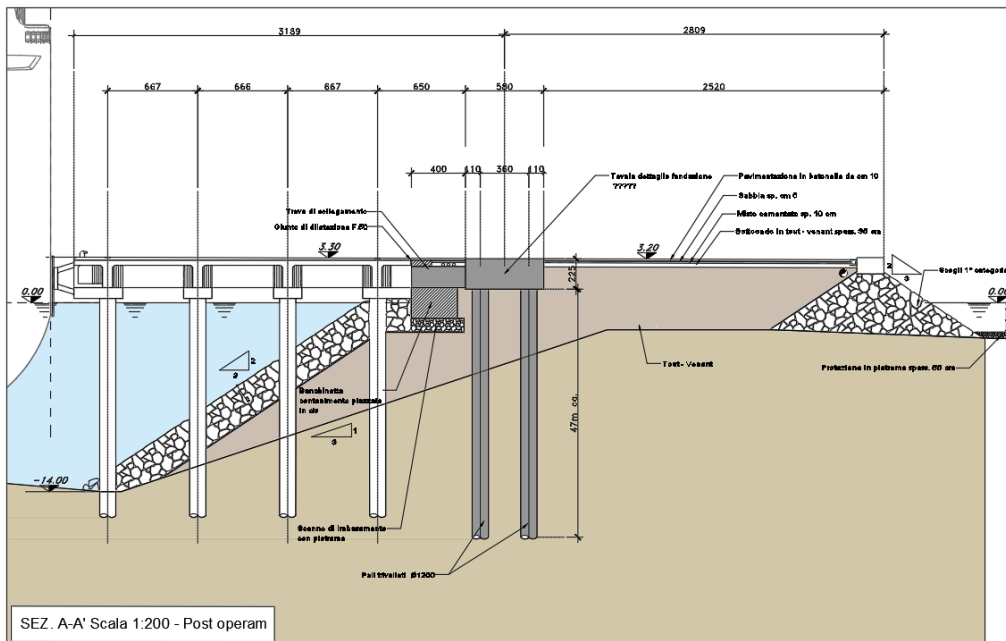
FONDAZIONI SISTEMA DI RINFORZO FENDER	
TIPO 1 - PLINTO SINGOLO	
n	4
DIMENSIONI	5.8 x 5.8 m
H	2 m ca.
n pali cad.	4
DIA	1200 mm
L	47 m ca.
TIPO 2 - PLINTO DOPPIO	
n	2
DIMENSIONI	10 x 5.8 m
H	2 m ca.
n pali cad.	6
DIA	1200 mm
L	47 m ca.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 47 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003





a. Posizione in Pianta

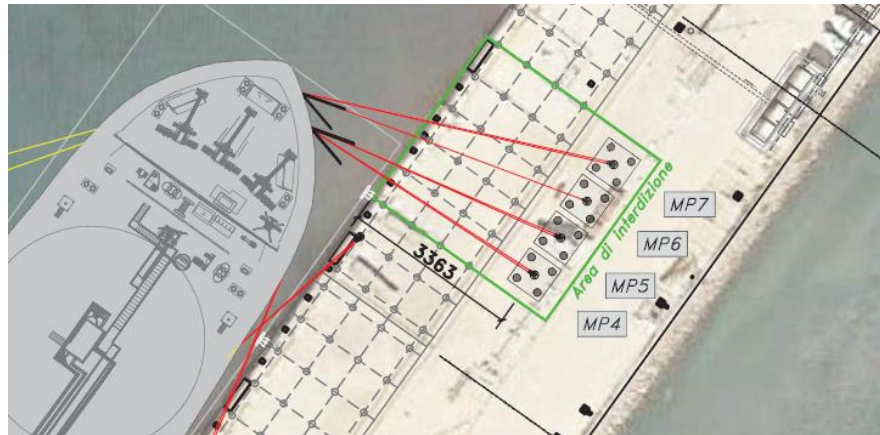


b. Sezione tipica

Figura 6.1 – Layout dei plinti del sistema di rinforzo fender (Doc. Rif. 100-CB-A-10041)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 48 di 117	Rev. 01

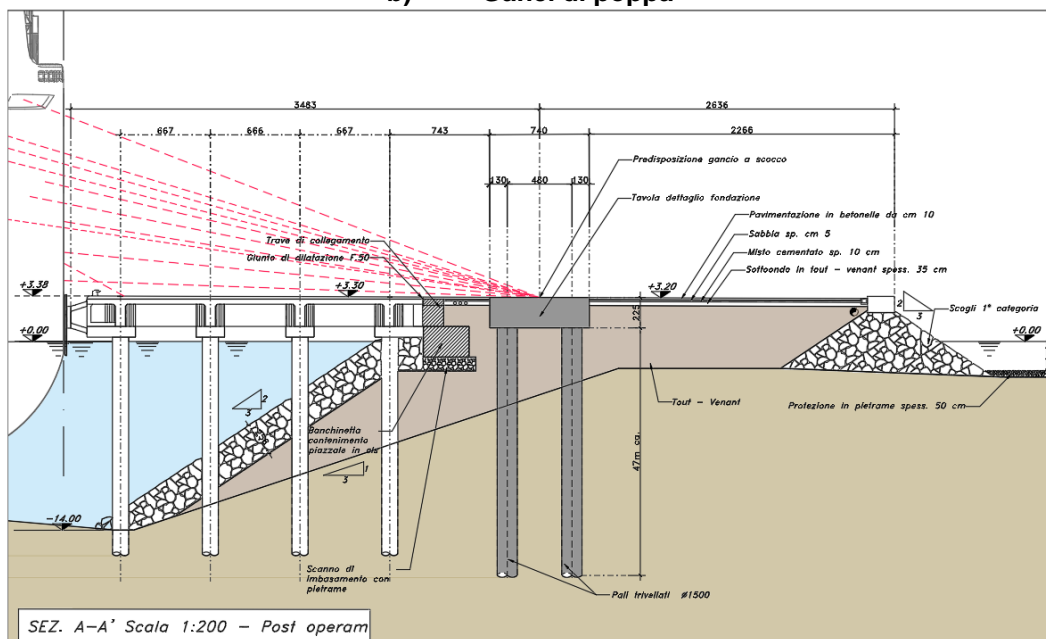
Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003



a) Ganci di prua



b) Ganci di poppa



c) Sezione tipica

Figura 6.2 – Layout dei plinti di fondazione dei nuovi arredi di ormeggio (Doc. Rif. 100-CB-A-10030)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 49 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003


6.2 Interazione terreno-struttura

Come precedentemente descritto (§ 5), l'interazione terreno struttura lungo il fusto del palo è modellata attraverso l'inserimento di molle elastiche.

Di seguito si riepilogano le rigidzze delle molle orizzontali introdotte nei modelli di calcolo per i pali di diametro $\phi 1500$ (fondazioni arredi di ormeggio) e del tutto analogo è quello relativo ai pali di diametro $\phi 1200$ (fondazioni sistema di rinforzo fender). Il valore desunto per la rigidzza K_h delle molle nella direzione x e y è rispettivamente pari a 13195 kN/m e 9509 kN/m.

Settore 1				n=numerazione nodi/pali			
Dati				P-1	P-2	P-3	P-4
Modulo di elasticità normale palo	Ep	MPa	31447	h tratto libero (m)			
Modulo di elasticità terreno	Es	MPa	5.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Modulo di Poisson terreno	v		0.30	Coefficiente $\psi(h/L0)$			
Costante di sottofondo terreno (Vesic)	Kt	kN/m ³	2953	222.10	222.10	222.10	222.10
Diametro pali	Dp	m	1.50	Rigidzza molle orizzontali (kN/m)			
I pali	Ixp	m ⁴	0.2485	13195	13195	13195	13195
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	9.17				
Condizione di vincolo in testa (1 = libero - 2 = incastro)			1				

Settore 1							
Dati							
Modulo di elasticità normale palo	Ep	MPa	31447				
Modulo di elasticità terreno	Es	MPa	5.0				
Modulo di Poisson terreno	v		0.30				
Costante di sottofondo terreno (Vesic)	Kt	kN/m ³	3692				
Diametro pali	Dp	m	1.20				
I pali	Ixp	m ⁴	0.1018				
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	7.33				
Condizione di vincolo in testa (1 = libero - 2 = incastro)			1				
n=numerazione nodi/pali							
P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8
P-9	P-10	P-11	P-12	P-13	P-14	P-15	P-16
h tratto libero (m)							
2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Coefficiente $\psi(h/L0)$							
126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23
126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23
Rigidzza molle orizzontali (kN/m)							
9509	9509	9509	9509	9509	9509	9509	9509
9509	9509	9509	9509	9509	9509	9509	9509

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 50 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

Il valore della rigidezza Kv della molla in direzione z, calcola come riportato di seguito dato il cedimento ottenuto dalla correlazione empirica di Vesic e, è pari a circa 170000 kN/m per pali $\phi 1500$ e a circa 125000 kN/m per pali $\phi 1200$.

CEDIMENTI DEL PALO SINGOLO

Dati	var	unità	
Diametro del fusto del palo	D	m	1.50
Diametro della base del palo	Db	m	1.50
Lunghezza del palo	L	m	47.00
Modulo elastico del palo	Ep	Mpa	31478
Spessore dello strato	h	m	1000000

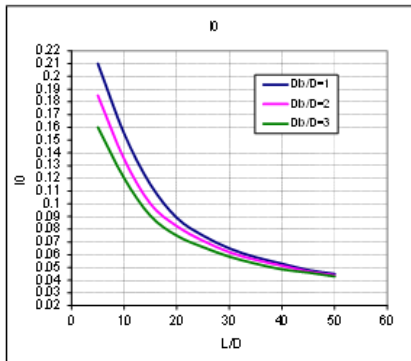
Modulo elastico del terreno lungo il fusto

Straton.	Da (m)	A (m)	sp. (m)	Esi (Mpa)	Esi x sp.	n	n x sp.
1	0.00	2.00	2.00	5	10	0.30	0.6
2	2.00	25.00	23.00	5	115	0.30	6.9
3	25.00	47.00	22.00	9	198	0.30	6.6
4							
5							
6							
7							
8							
			47.00	323			14.1

Modulo elastico medio lungo il fusto	Es	Mpa	7
Modulo di Poisson	ns		0.30

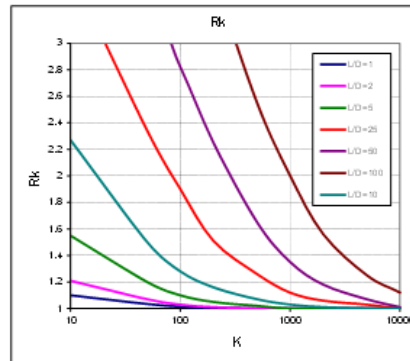
Fattore di influenza I0

Rapporto Db/D	Db/D	1.0
Rapporto L/D	L/D	31.3
Fattore di influenza I0	I0	0.063



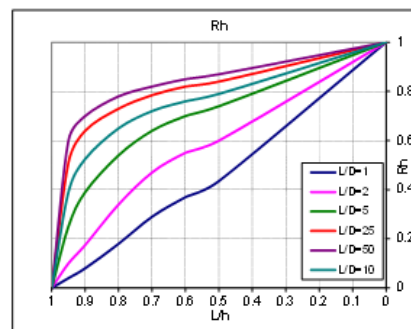
Fattore correttivo Rk (compressibilità del palo)

Rapporto L/D	L/D	31.3
Rapporto di rigidezza	K	4580
Fattore correttivo Rk	Rk	1.05



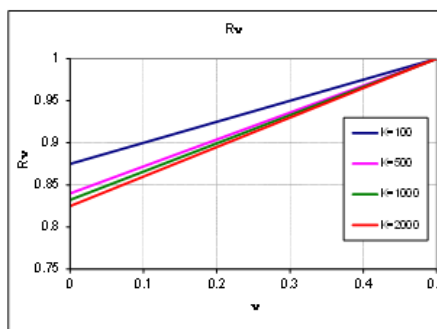
Fattore correttivo Rh

Rapporto L/h	L/h	0.0
Rapporto L/D	L/D	31.3
Fattore di influenza Rh	Rh	1.00



Fattore correttivo Rv

Modulo di Poisson	n	0.30
Rapporto di rigidezza	K	4580
Fattore di influenza Rv	Rv	0.92



Fattore di influenza per palo sospeso: $I = I_0 \times R_k \times R_h \times R_v = 0.061$

Cedimenti del palo singolo	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
Carichi di esercizio	kN	3081	2428	2019
Cedimento del palo sospeso: $w1 = Q \times I / (Es \times D)$	mm	18.2	14.3	11.9

Cedimenti del palo singolo	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
Carichi di esercizio	kN	1892	2428	2019
Cedimento del palo sospeso: $w1 = Q \times I / (Es \times D)$	mm	15.1	14.3	11.9

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 51 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003



6.3 Analisi delle azioni trasmesse dall'ormeggio della FSRU

6.3.1 Valori di tiro

Affinché la nuova nave metaniera possa essere ormeggiata in corrispondenza della banchina commerciale del porto di Portovesme senza comprometterne l'integrità strutturale, i nuovi ganci a scocco sono posizionati su dei plinti isolati, uno per ogni gancio, realizzati dalla parte del terrapieno. Questa soluzione permette di dimensionare un'opera che sopprima perfettamente ai valori di tiro in Tabella 5-1. In Tabella 6-2 sono riassunti i carichi applicati ad ogni singolo plinto, scomposti lungo gli assi principali. Cautelativamente la forza viene applicata senza considerare l'angolo di inclinazione della cima, massimizzandone quindi le componenti nel piano. Infatti, pur considerando la risultante delle forze orizzontali, circa 3800 kN, applicata in direzione z, questa risulta comunque ben inferiore al valore di 6000 kN corrispondente a quello di resistenza laterale a trazione del palo. In **Figura 6-3** il modello numerico del plinto di fondazione su pali per l'alloggiamento del gancio.

Tabella 6-2 Nuovi valori di tiro assegnati al modello

	Tiro max in direzione Y (kN)	Angolo (°)	Tiro max in direzione X (kN)	Angolo (°)
MP1	3500	90	1500	0
MP2	3500	90	1500	0
MP3	3500	90	1500	0
MP4	3500	90	1500	0
MP5	3500	90	1500	0
MP6	3500	90	1500	0
MP7	3500	90	1500	0

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 52 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

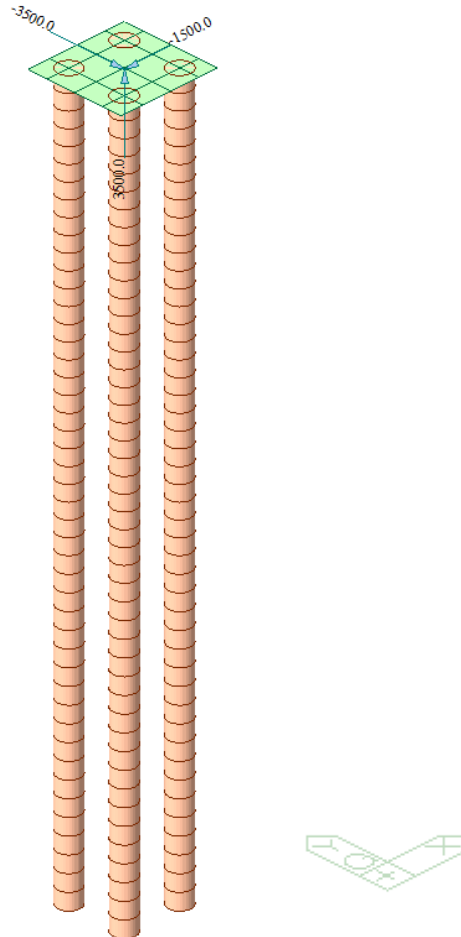


Figura 6-3 – Definizione carichi del plinto lungo le componenti x e y

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 53 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

6.3.2 Valori Urto

La verifica è stata condotta applicando su ogni fender una forza concentrata ortogonale alla banchina pari a 2000 kN. In **Figura 6-4** è presentato il modello numerico utilizzato per il calcolo, corrispondente al settore n°3 della banchina, ossia quello che presenta il maggior numero di respingenti.

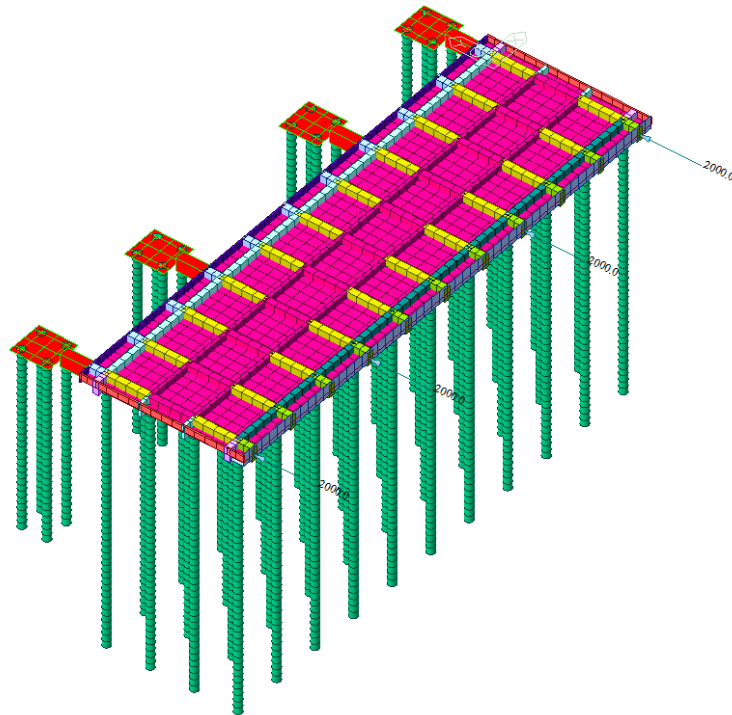




Figura 6-4– Settore n°3 posizionamento di 4 respingenti

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 54 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

6.3.3 Azioni trasmesse dai bracci di carico

Per permettere lo scambio del materiale liquido dalla nave metaniera ai depositi di stoccaggio, verranno installati sulla banchina dei bracci di carico. Specificamente si prevede l'installazione di 6 bracci di carico a una distanza di circa 3.73 m l'uno dall'altro. Planimetricamente, come visibile in **Figura 6-5**, la fondazione di 4 bracci ricade quasi sempre in prossimità di un palo di fondazione, mentre 2 bracci ricadono in corrispondenza della mezzeria di una trave. In **Figura 6-6** la scheda tecnica dei bracci di carico considerati nell'ambito di questo progetto: il peso complessivo che il braccio di carico scarica sulla trave è pari a 56 t, il valore del momento alla base trasferito all'impalcato è pari a 250 t.

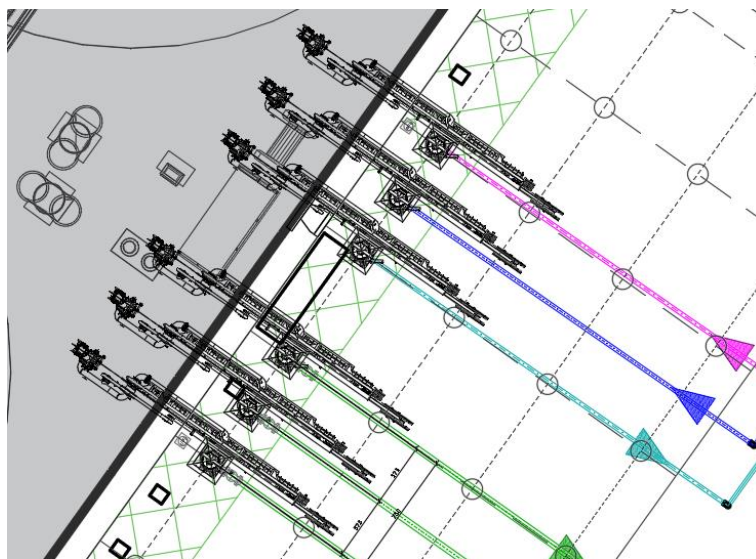



Figura 6-5– Posizione in pianta dei bracci di carico, Settore n°3 della banchina (Doc. Rif.100-CB-A-10041)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 55 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

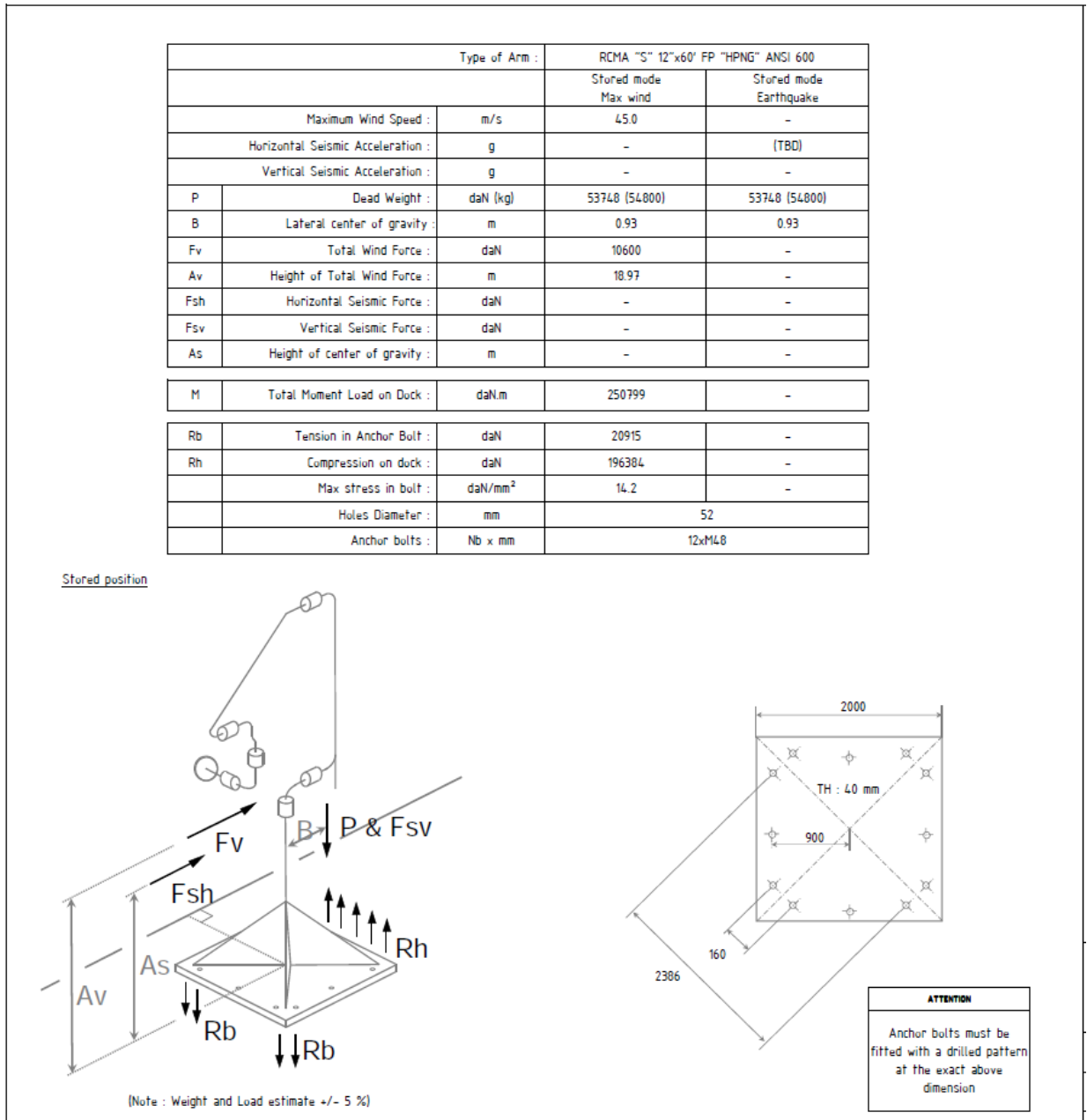


Figura 6-6– Scheda tecnica dei bracci di carico secondo

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 56 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

6.3.4 Condizioni elementari di carico

Nel suo complesso, la banchina è soggetta alle condizioni di carico elementari di esercizio:

- Peso proprio:
il peso proprio assegnato alla struttura è pari a 2.5 t/m^3 ;
- Tiro della nave (cfr. § 6.3.1);
- Urto nave (cfr. § 6.3.2);
- Sovraccarico:
tutto l'impalcato del pontile è stato sovraccaricato contemporaneamente con un carico distribuito pari a 2 t/m^2 ;
- Bracci di carico (cfr. § 6.3.3).

Name	Type
G1,k struttura	Dead Load (D)
Qk, Tiro Nave	Dead Load (D)
Qk, Urto nave	Dead Load (D)
Qk, Sovraccarico pontile	Dead Load (D)
Qk, Bracci di carico	Dead Load (D)

6.4 Combinazioni di carico

Relativamente a i soli elementi lineari (travi impalcato e pali), le condizioni di carico elementari sopra descritte vengono combinate come segue:

6.4.1 Combinazione 1

Peso Proprio, Tiro Bitta, Sovraccarico

6.4.2 Combinazione 2

Peso Proprio, Urto Nave, Sovraccarico



6.4.3 Combinazione 3

Peso Proprio, Sovraccarico, Peso braccio di carico

I calcoli sono stati eseguiti considerando l'involuppo, sia allo SLE che allo SLU, di tutte e tre le varie combinazioni di calcolo in modo tale da ottenere un valore massimo delle sollecitazioni. Le combinazioni 1 e 2 non risultano essere mai contemporanee.

Name	Active	Type	G1,k struttura(ST)	Qk, Tiro Nave(ST)	Qk, Urto nave(ST)	Qk, Sovraccarico pontile(ST)	Qk, Bracci di carico(ST)
Combinazione 1 (SLU)	Activ	Add	1.3000	1.5000		1.5000	
Combinazione 2 (SLU)	Activ	Add	1.3000		1.5000	1.5000	
Combinazione 3 (SLU)	Activ	Add	1.3000			1.5000	1.5000
Combinazione 1 (SLE)	Activ	Add	1.0000	1.0000		1.0000	
Combinazione 2 (SLE)	Activ	Add	1.0000		1.0000	1.0000	
Combinazione 3 (SLE)	Activ	Add	1.0000			1.0000	1.0000

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 57 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

6.5 Applicazione dei carichi al modello

Di seguito si riportano le immagini relative ai carichi applicati al modello della banchina.

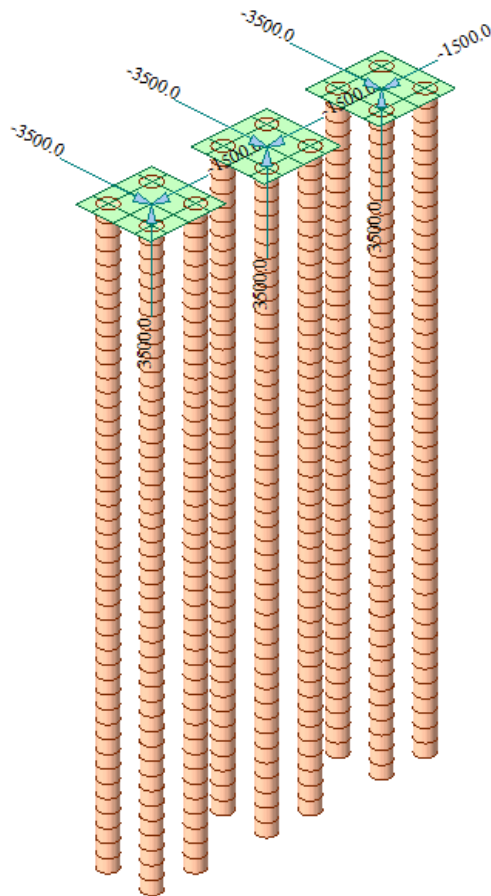




Figura 6-7 – Carico Tiro Nave (kN)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 58 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

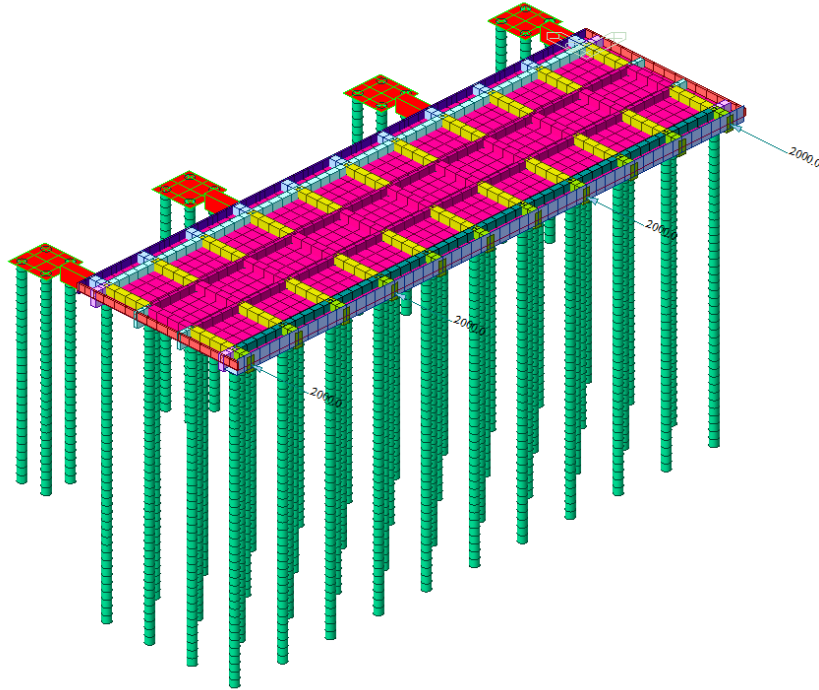


Figura 6-8– Carico Urto nave (kN)

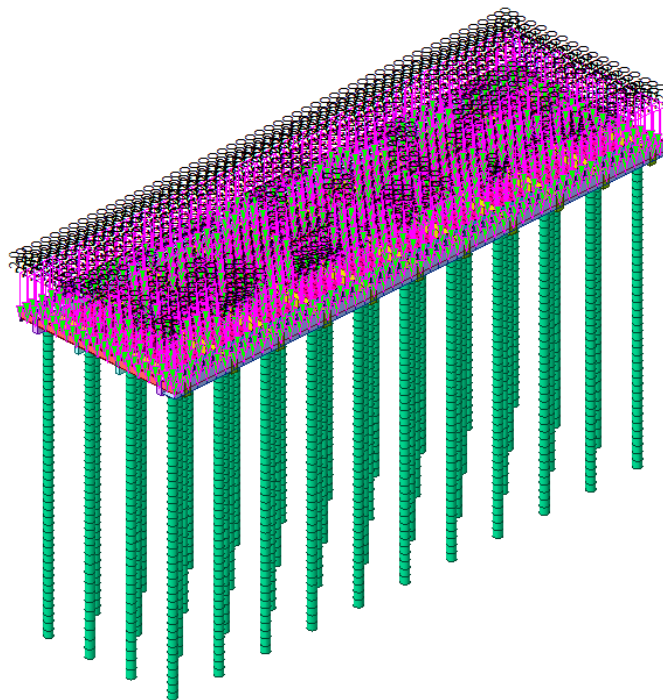




Figura 6-9 – Carico Pontile 2.00 t/m²

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 59 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

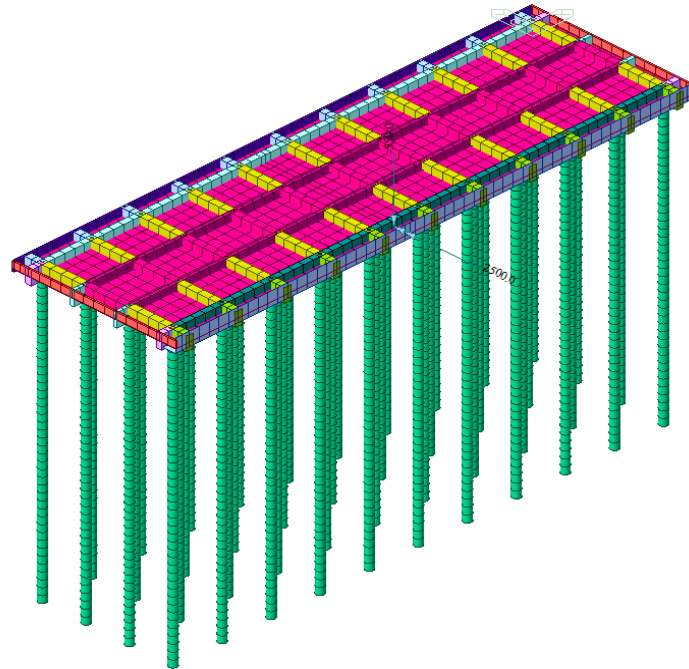


Figura 6-10 – Carico Braccio di carico (forze concentrate N = 56 t; M = 250 t)

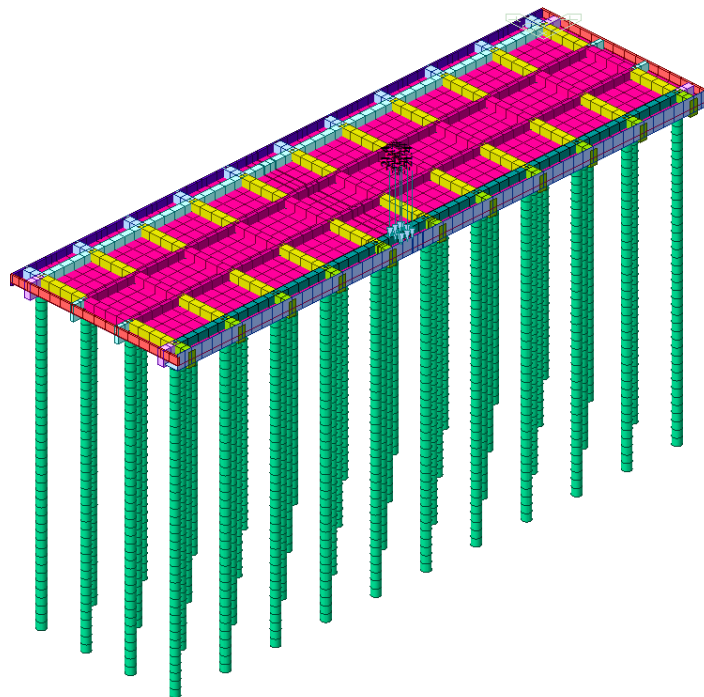




Figura 6-11 – Scarico puntuale bulloni su soletta 20,9 t

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 60 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

6.5.1 Risultati delle sollecitazioni

Di seguito gli estratti dei risultati delle sollecitazioni per i pali di fondazione per la combinazione di carico 1 – 2 – 3 sia agli SLU che agli SLE, riportati facendo riferimento al sistema di riferimento delle coordinate di sotto riportato.

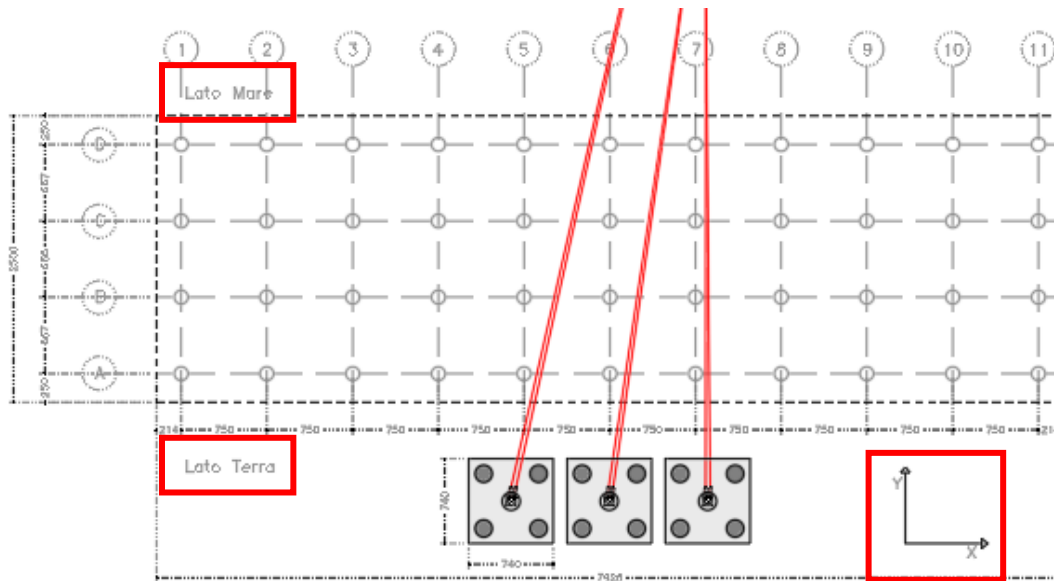


Figura 6-12– Azioni di tiro: sistema di riferimento x, y, z.

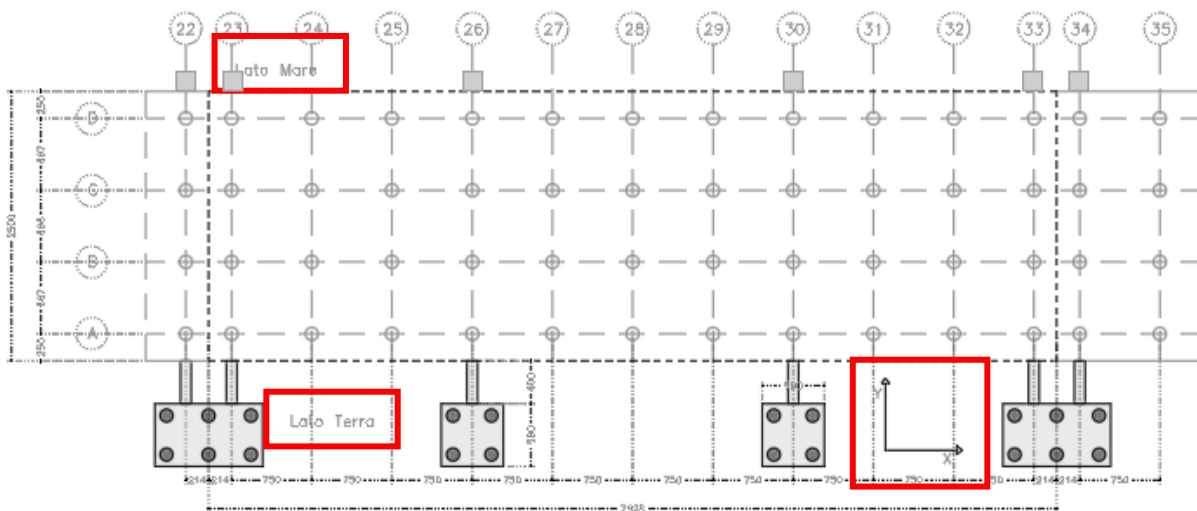




Figura 6-13– Azioni dovute all'urto: sistema di riferimento x, y, z.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 61 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

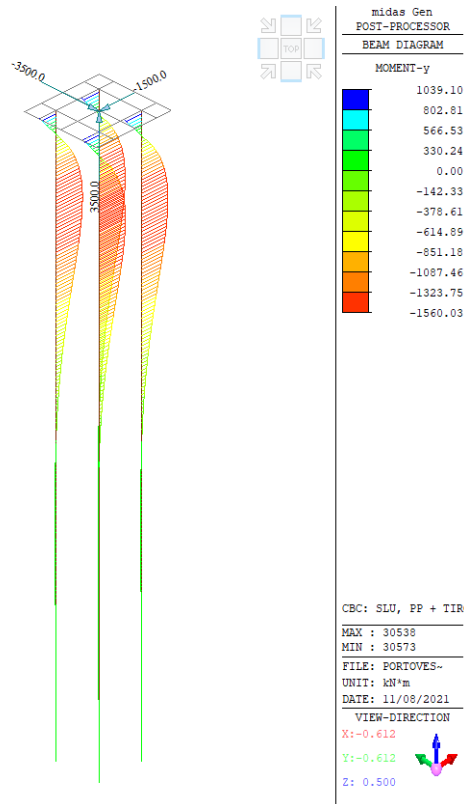


Figura 6-14– Combinazione 1 Tiro Pali (SLU) Involuppo momento Mx

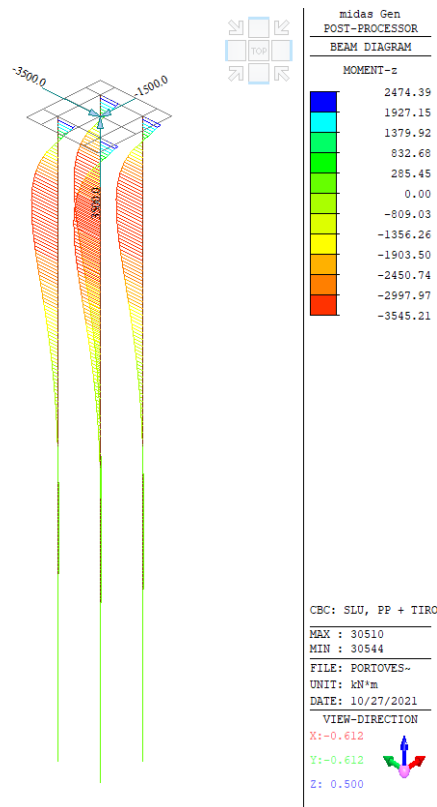



Figura 6-15– Combinazione 1 Tiro Pali (SLU) Involuppo momento My

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 62 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

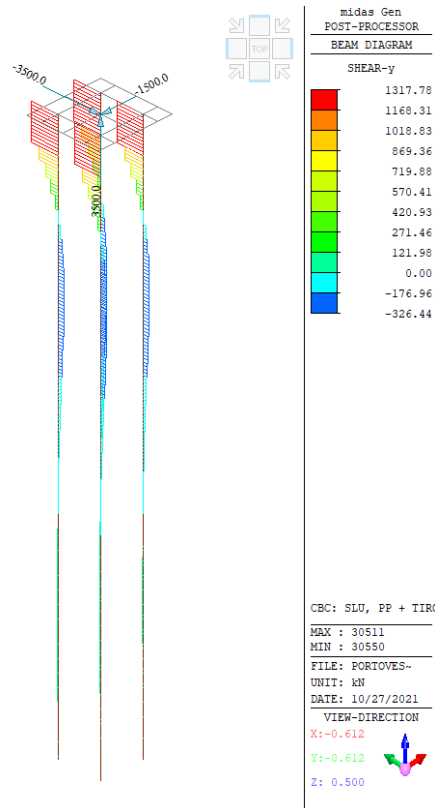


Figura 6-16– Combinazione 1 Tiro Pali (SLU) Inviluppo taglio Vy

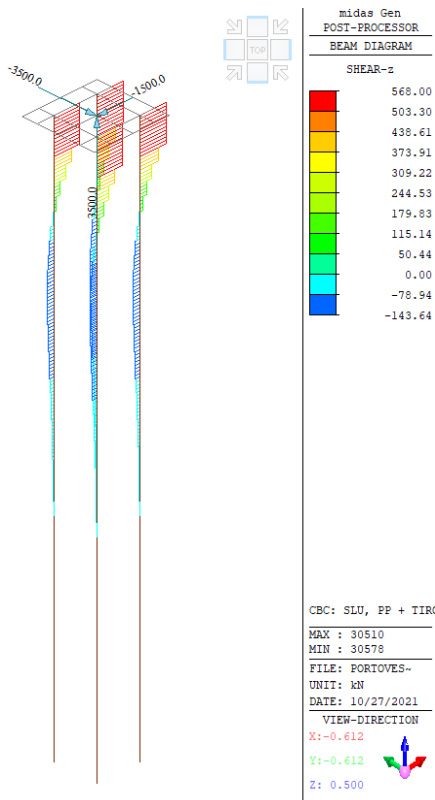



Figura 6-17– Combinazione 1 Tiro Pali (SLU) Inviluppo taglio Vx

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 63 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

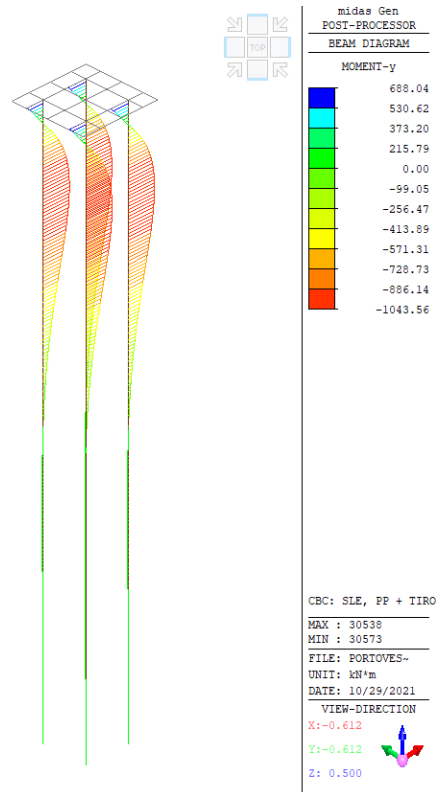


Figura 6-18– Combinazione 1 Tiro Pali (SLE) Inviluppo momento Mx

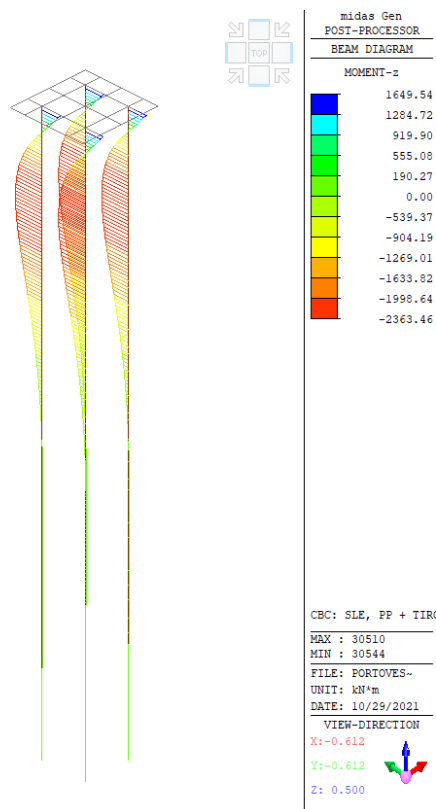



Figura 6-19– Combinazione 1 Tiro Pali (SLE) Inviluppo momento My

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 64 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

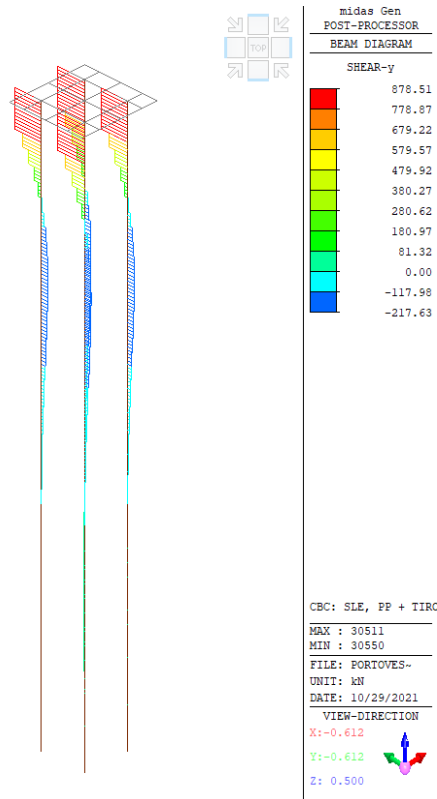


Figura 6-20– Combinazione 1 Tiro Pali (SLE) Involuppo taglio Vy

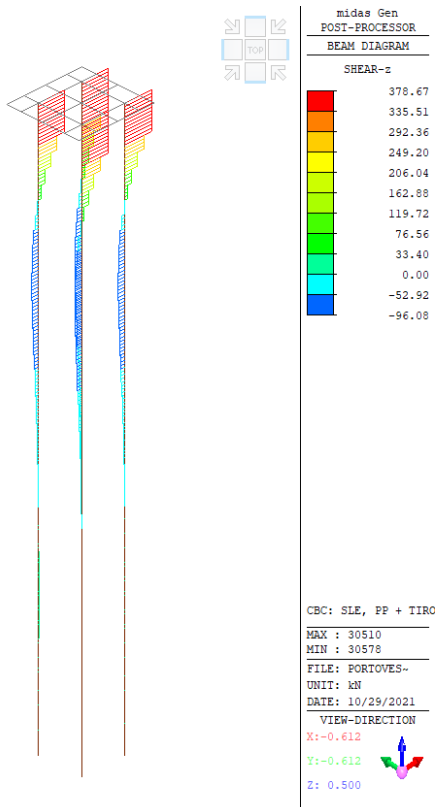



Figura 6-21– Combinazione 1 Tiro Pali (SLE) Involuppo taglio Vx

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 65 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

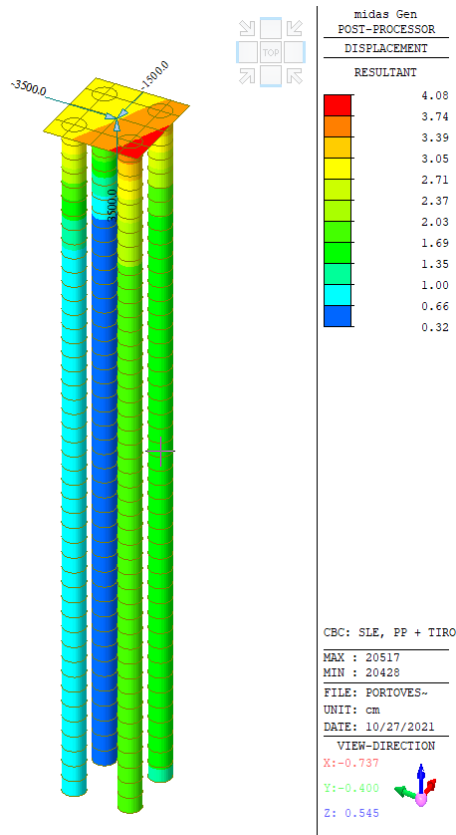



Figura 6-22- Combinazione 1 Tiro Pali (SLE) Deformata (cm)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 66 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

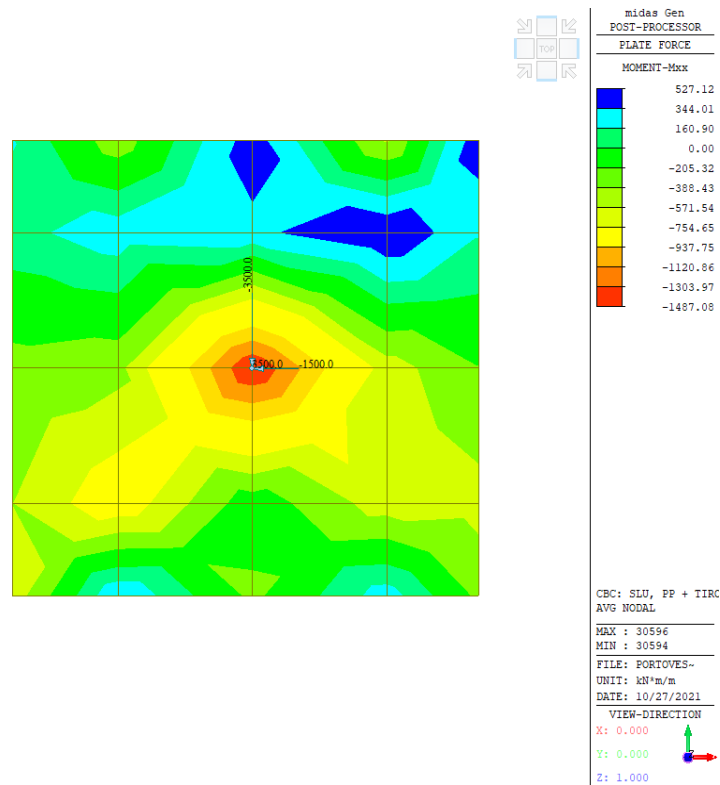


Figura 6-23– Combinazione 1 Tiro Plinto (SLU) Inviluppo momento Mxx

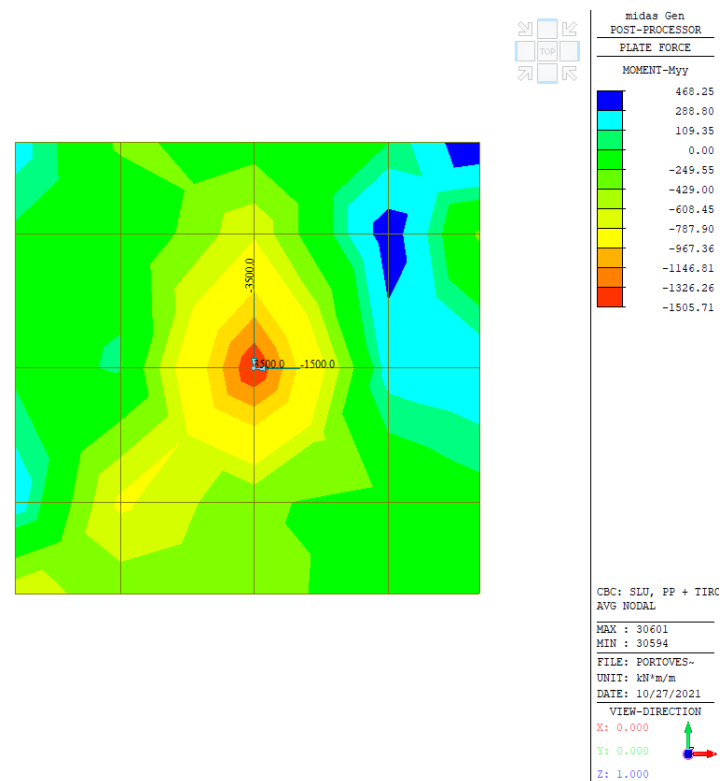



Figura 6-24– Combinazione 1 Tiro Plinto (SLU) Inviluppo momento Myy

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 67 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

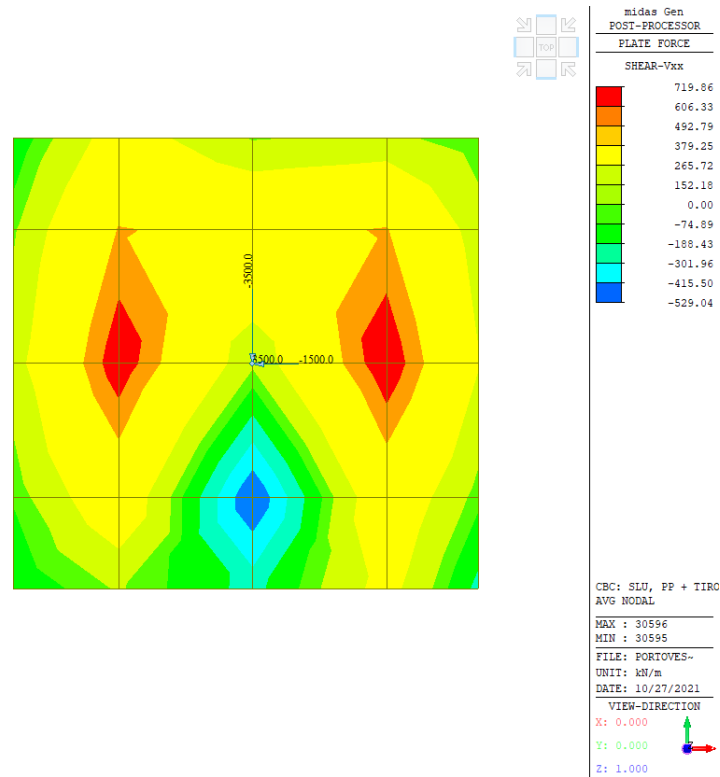


Figura 6-25– Combinazione 1 Tiro Plinto (SLU) Involuppo taglio Vxx

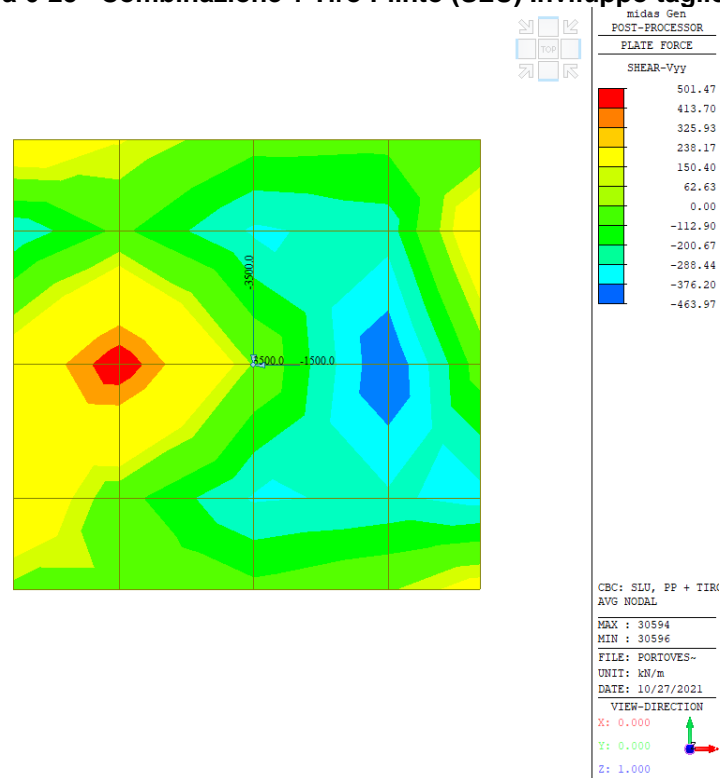



Figura 6-26– Combinazione 1 Tiro Plinto (SLU) Involuppo taglio Vyy

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 68 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

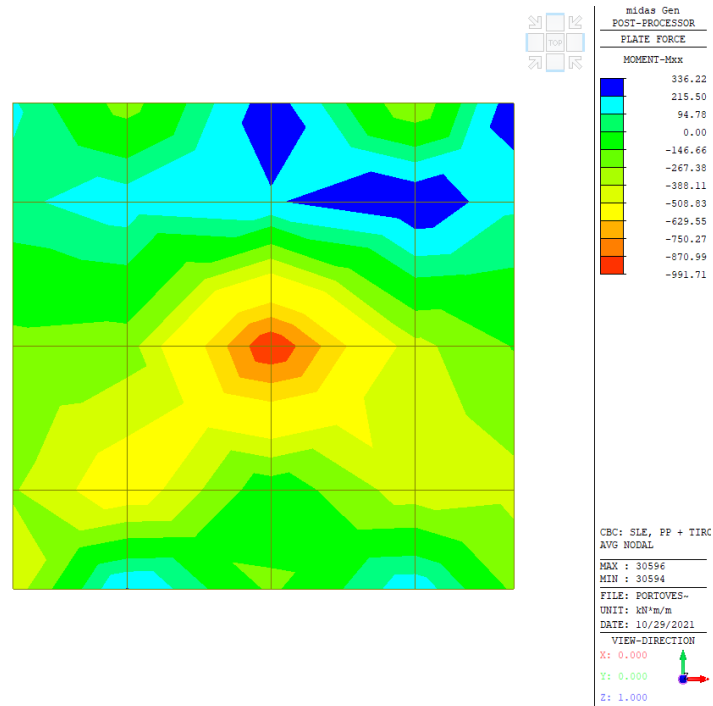


Figura 6-27– Combinazione 1 Tiro Plinto (SLE) Inviluppo momento Mxx

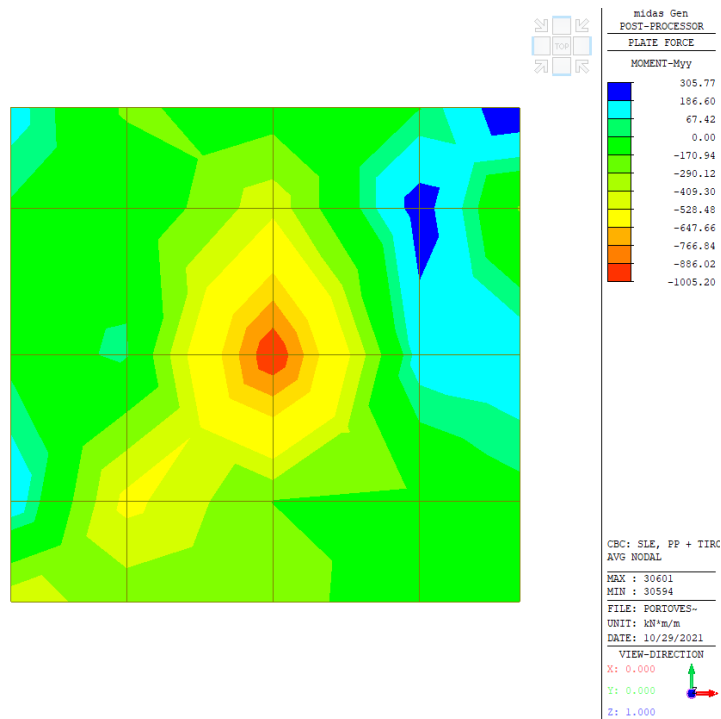



Figura 6-28– Combinazione 1 Tiro Plinto (SLE) Inviluppo momento Myy

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 69 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

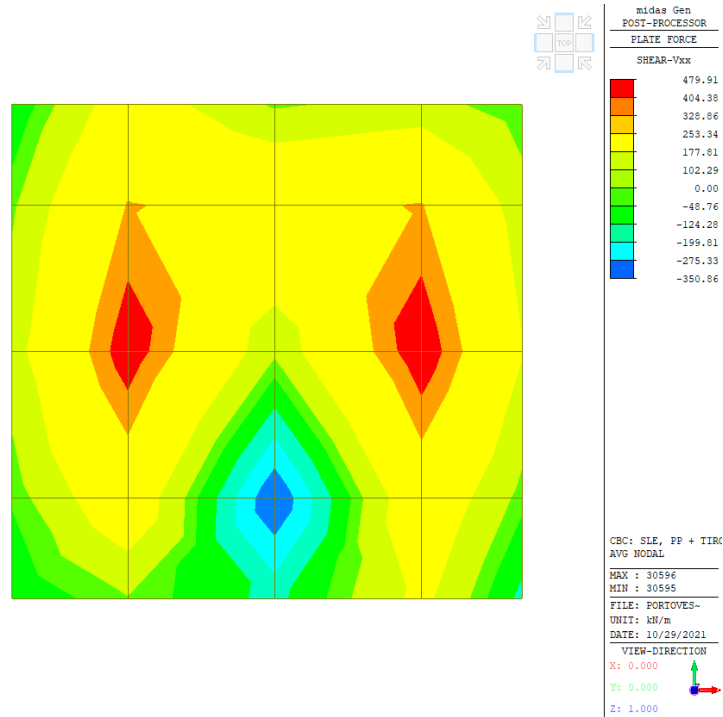


Figura 6-29– Combinazione 1 Tiro Plinto (SLE) Involuppo taglio Vxx

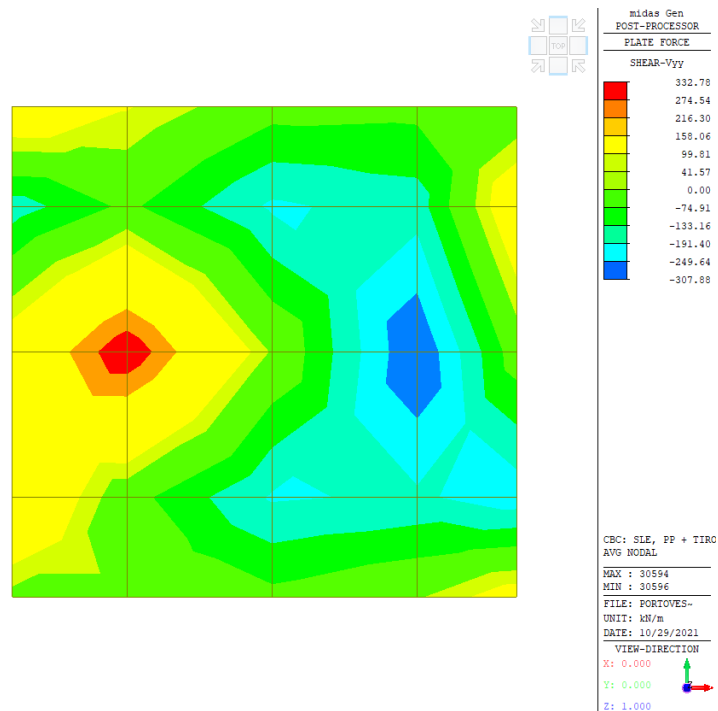




Figura 6-30– Combinazione 1 Tiro Plinto (SLE) Involuppo taglio Vyy

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 70 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

Di seguito gli estratti dei risultati delle sollecitazioni per i pali di fondazione per la combinazione di carico 2:

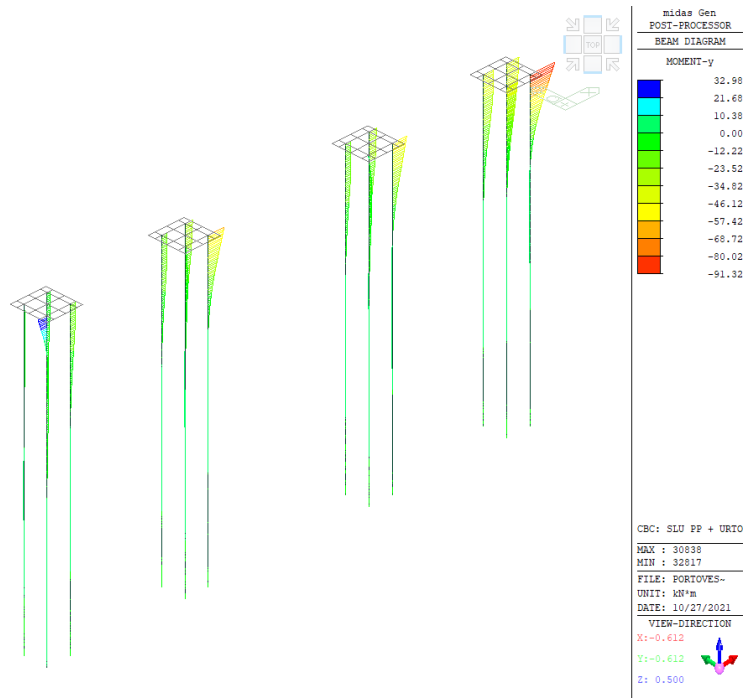


Figura 6-31– Combinazione 2 Urto Pali (SLU) Involuppo momento Mx

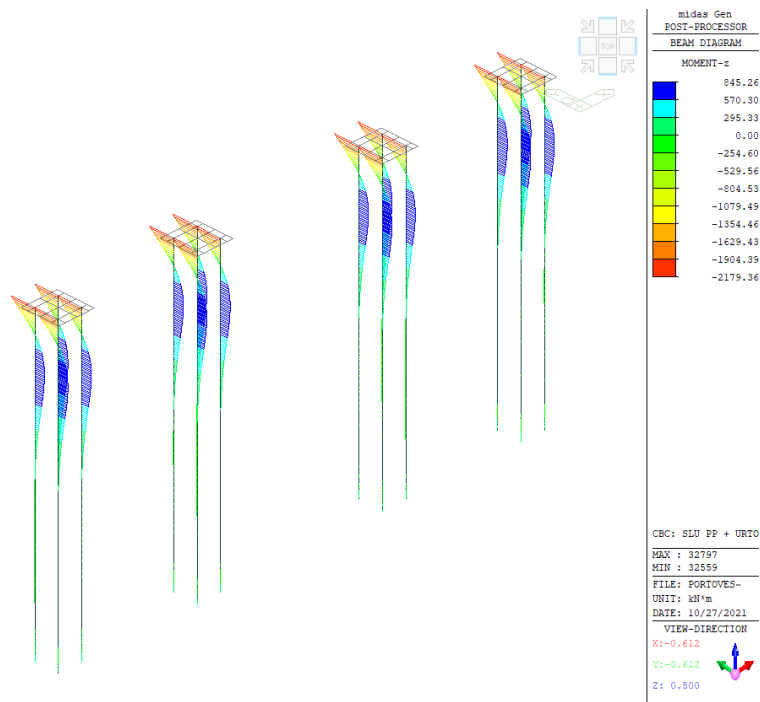




Figura 6-32– Combinazione 2 Urto Pali (SLU) Involuppo momento My

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 71 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

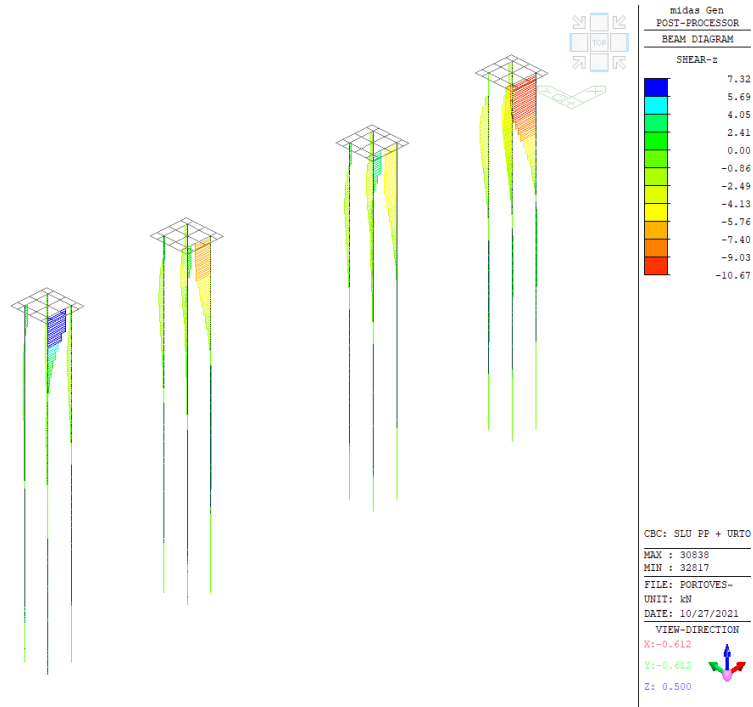


Figura 6-33– Combinazione 2 Urto Pali (SLU) Inviluppo taglio Vx

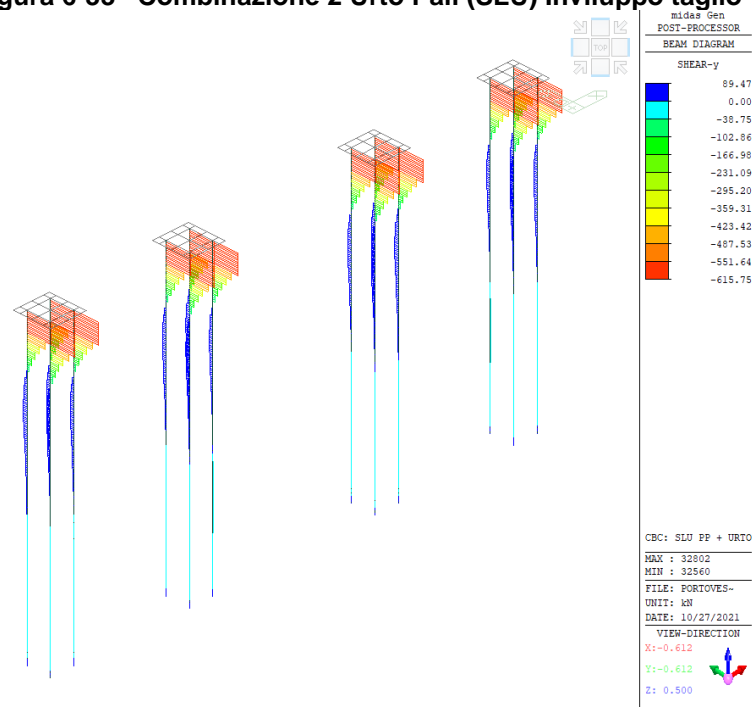



Figura 6-34– Combinazione 2 Urto Pali (SLU) Inviluppo taglio Vy

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 72 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

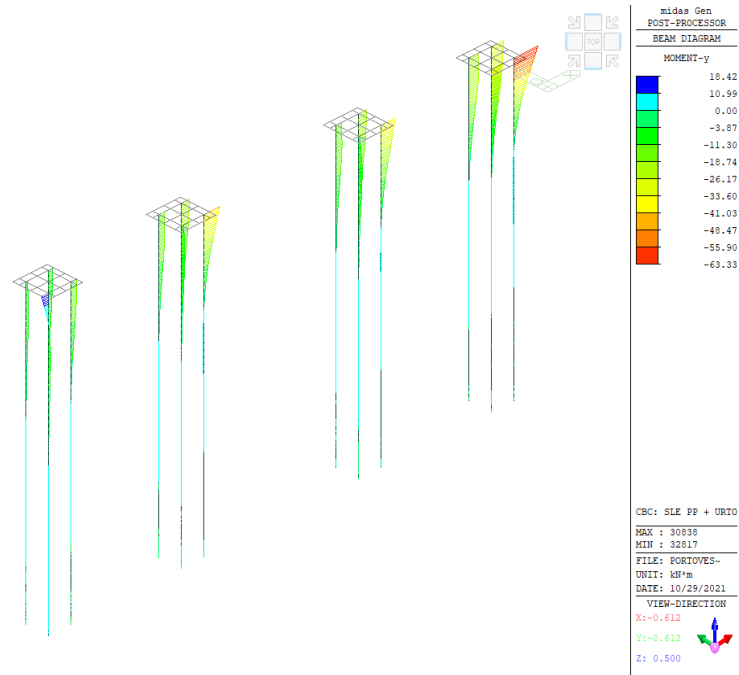


Figura 6-35– Combinazione 2 Urto Pali (SLE) Involuppo momento Mx

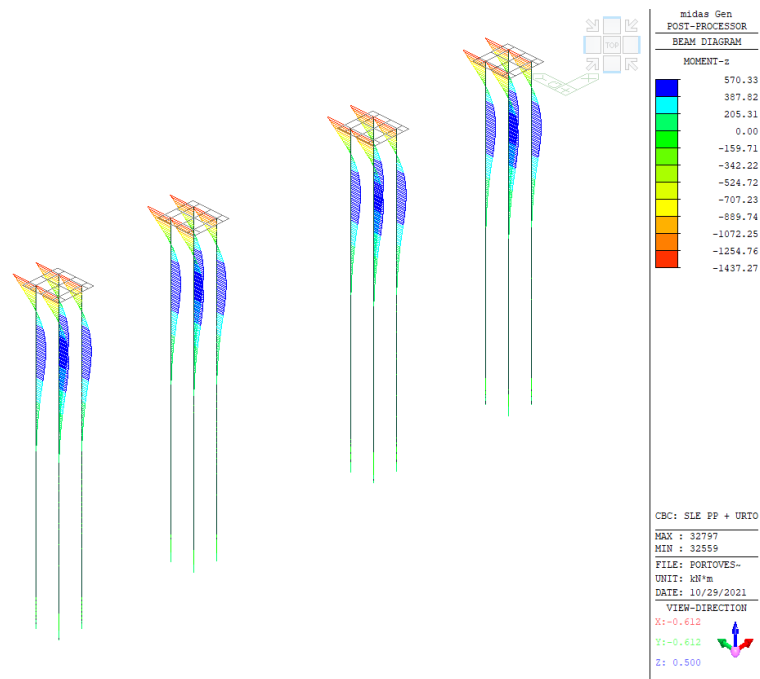



Figura 6-36– Combinazione 2 Urto Pali (SLE) Involuppo momento My

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 73 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

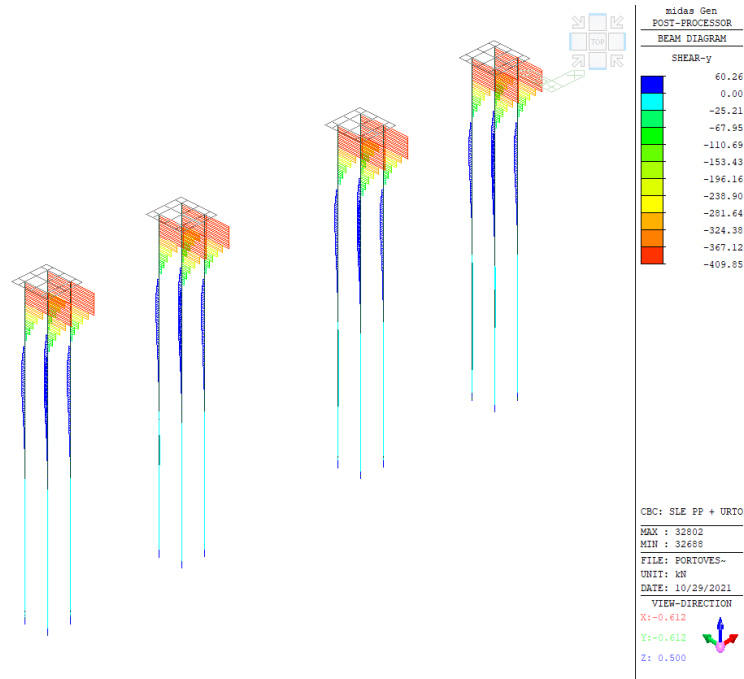


Figura 6-37– Combinazione 2 Urto Pali (SLE) Involuppo taglio V_y

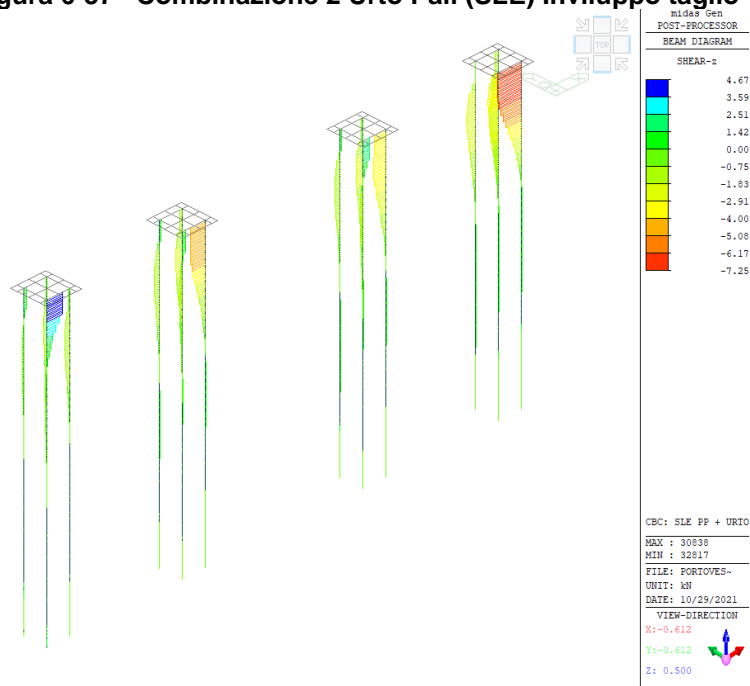



Figura 6-38– Combinazione 2 Urto Pali (SLE) Involuppo taglio V_x

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 74 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

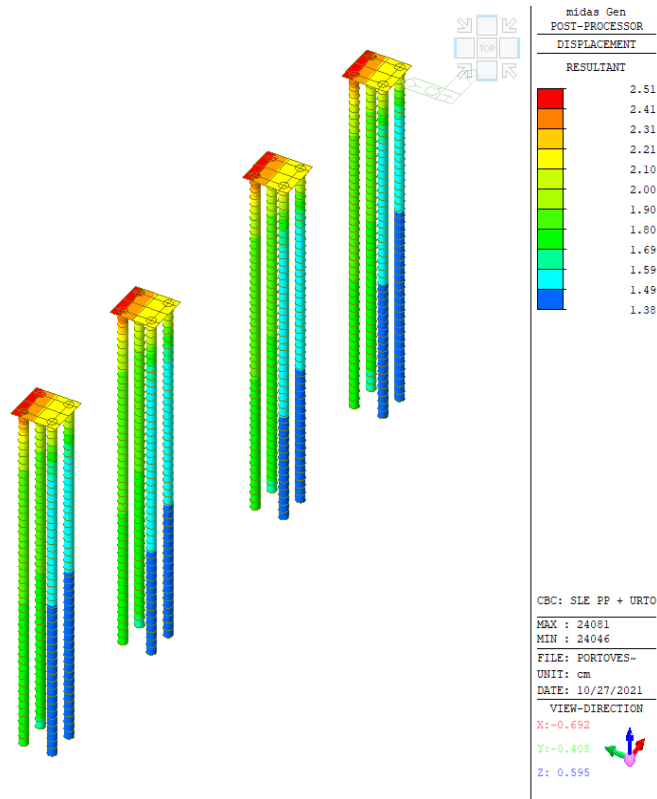


Figura 6-39– Combinazione 2 Urto Pali (SLE) Deformata (cm)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 75 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

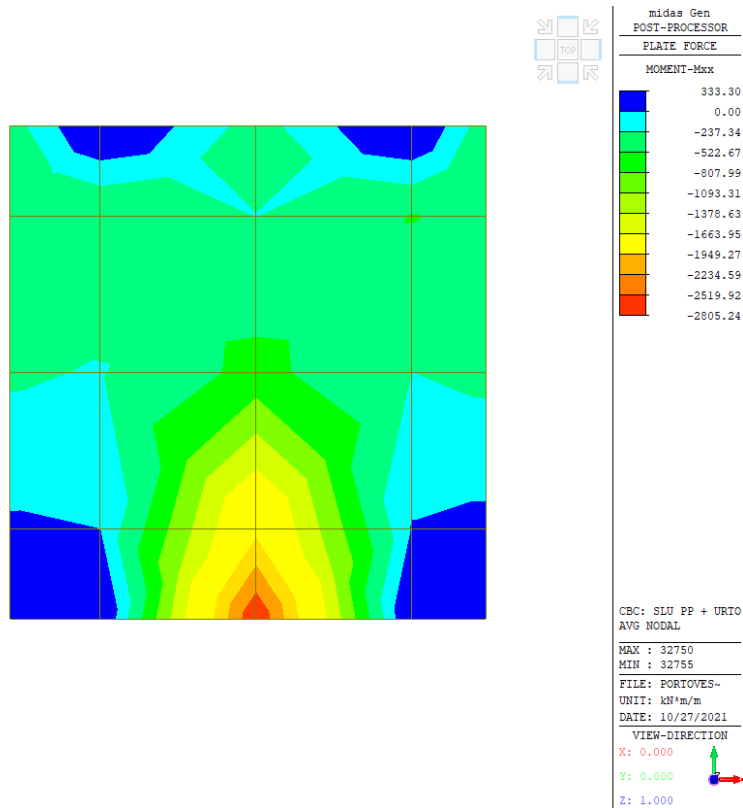


Figura 6-40– Combinazione 2 Urto Plinto (SLU) Inviluppo momento Mxx

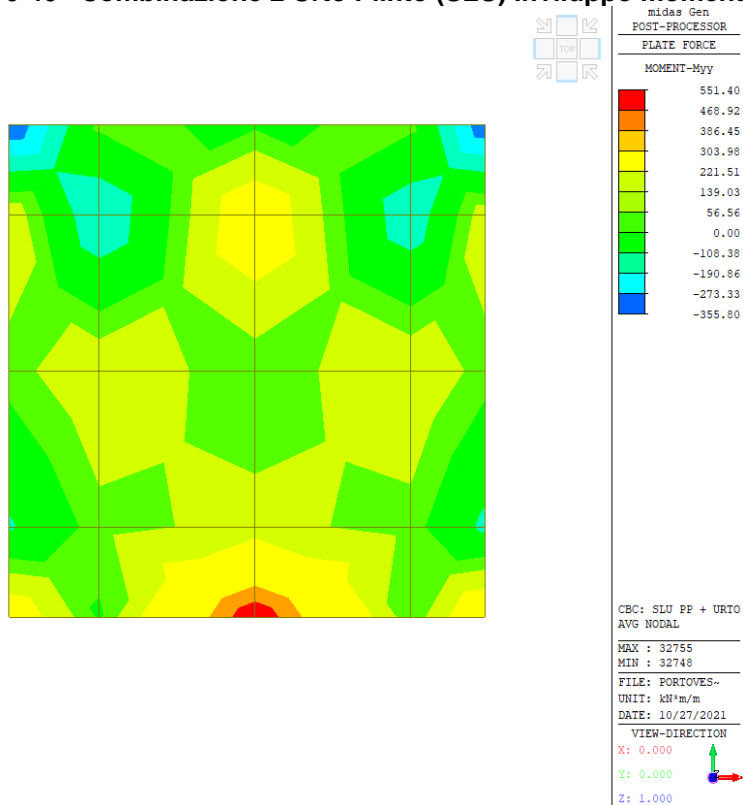


Figura 6-41– Combinazione 2 Urto Plinto (SLU) Inviluppo momento Myy

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 76 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

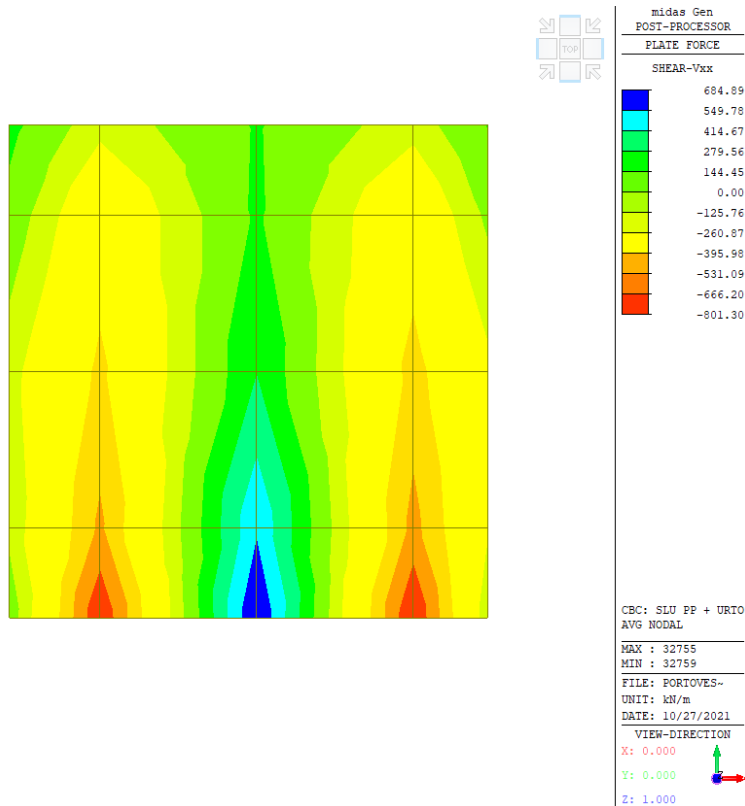


Figura 6-42– Combinazione 2 Urto Plinto (SLU) Inviluppo taglio V_{xx}

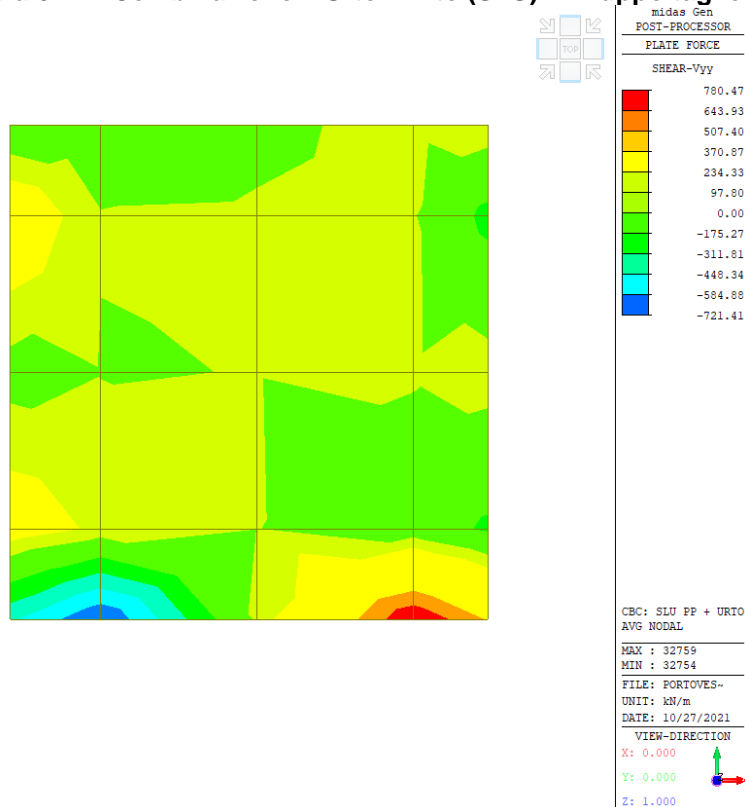




Figura 6-43– Combinazione 2 Urto Plinto (SLU) Inviluppo taglio V_{yy}

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 77 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

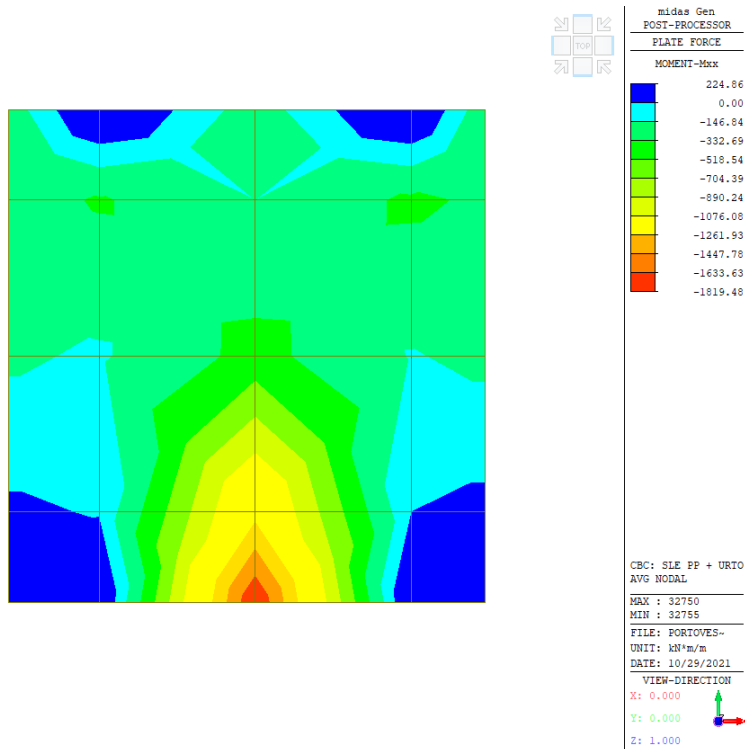


Figura 6-44– Combinazione 2 Urto Plinto (SLE) Involuppo momento Mxx

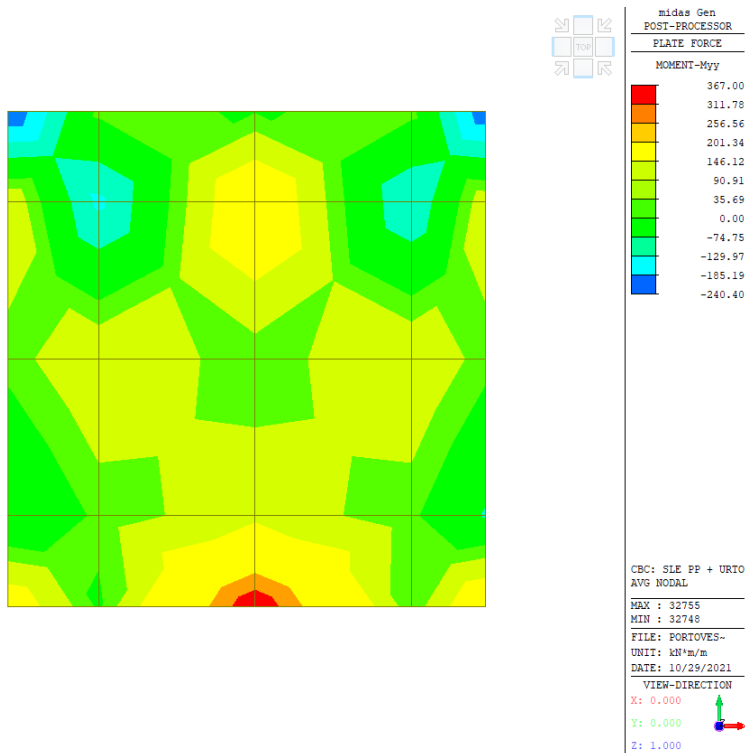



Figura 6-45– Combinazione 2Urto Plinto (SLE) Involuppo momento Myy

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 78 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

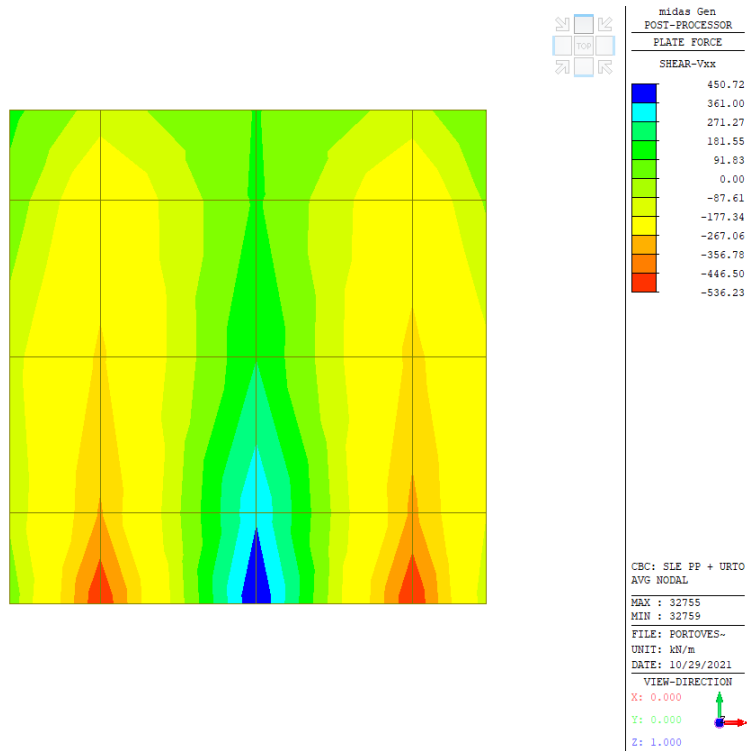


Figura 6-46– Combinazione 2 Urto Plinto (SLE) Inviluppo taglio Vxx

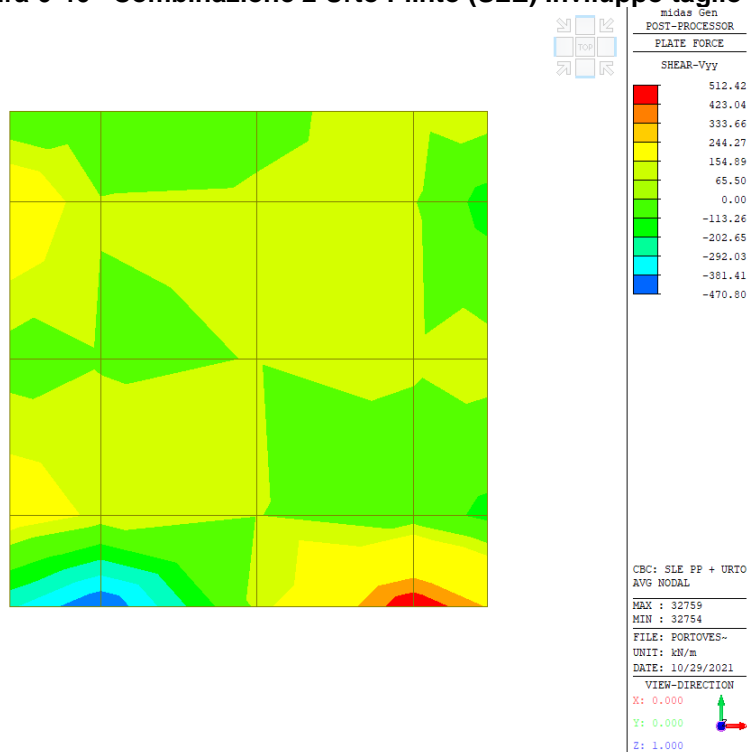


Figura 6-47– Combinazione 2 Urto Plinto (SLE) Inviluppo taglio Vyy

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 79 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

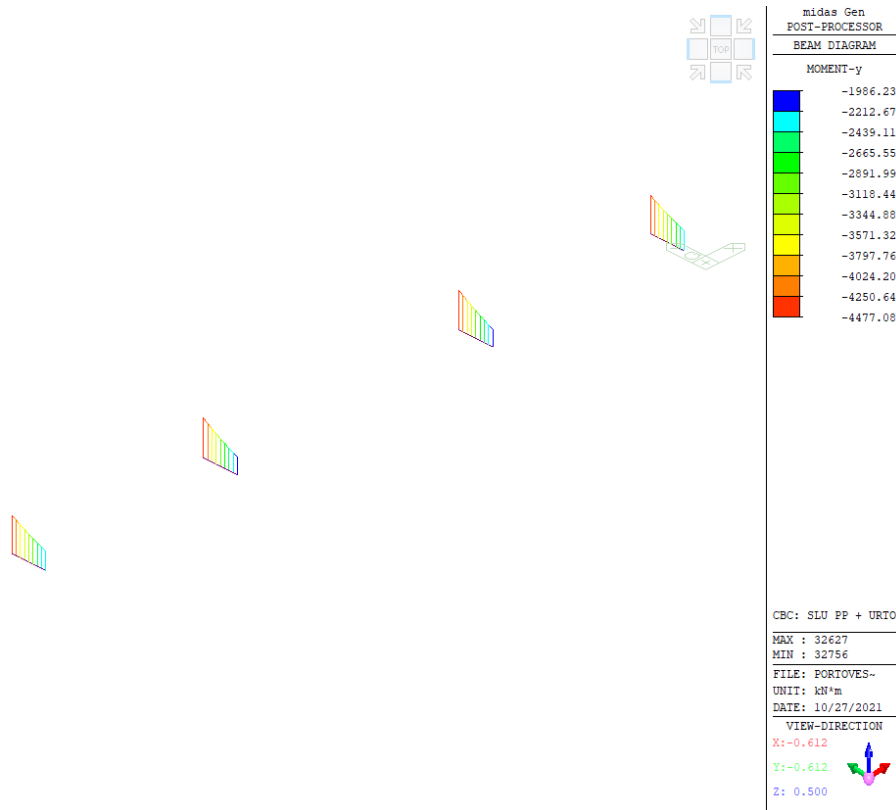


Figura 6-48– Combinazione 2 Urto Travi (SLU) Involuppo momento M_x

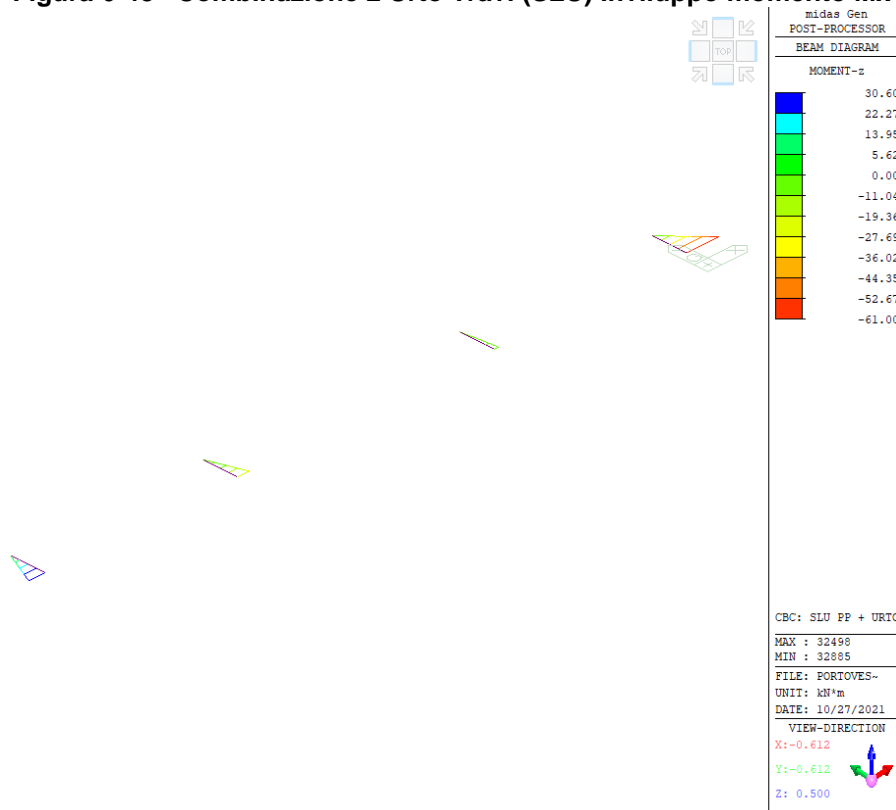


Figura 6-49– Combinazione 2 Urto Travi (SLU) Involuppo momento M_y

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 80 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

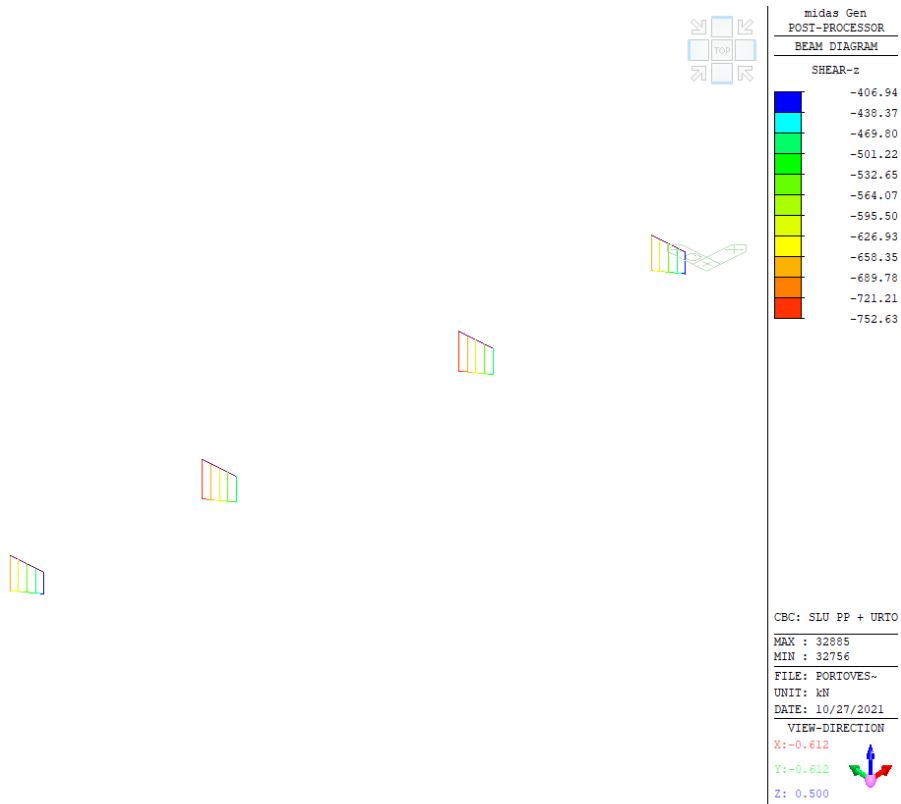


Figura 6-50– Combinazione 2 Urto Travi (SLU) Involuppo taglio Vx

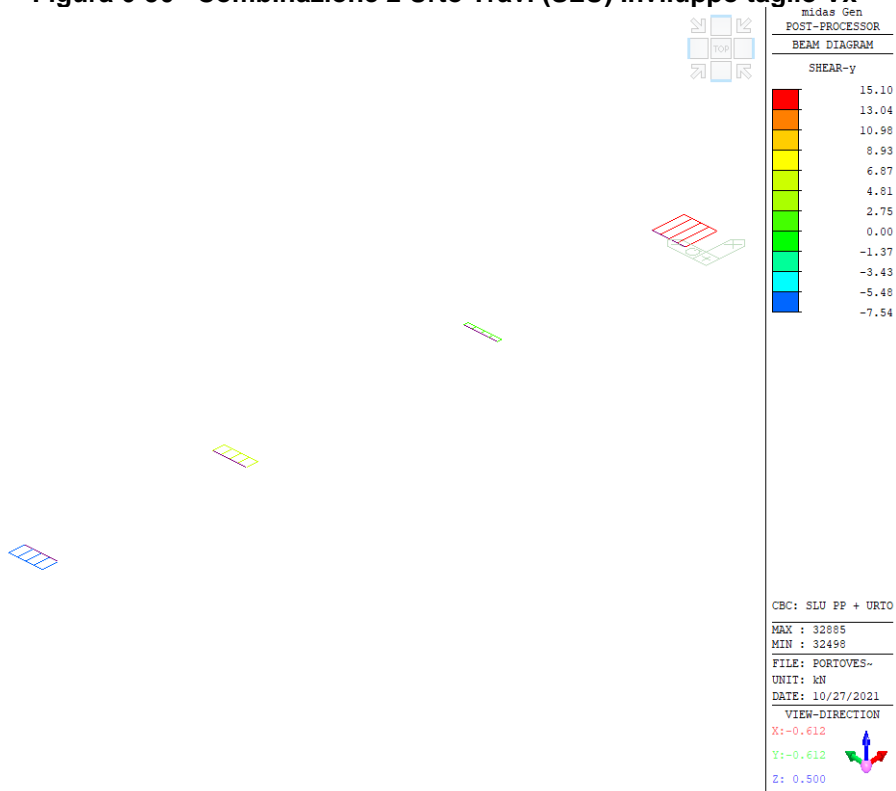


Figura 6-51– Combinazione 2 Urto Travi (SLU) Involuppo taglio Vy

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 81 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

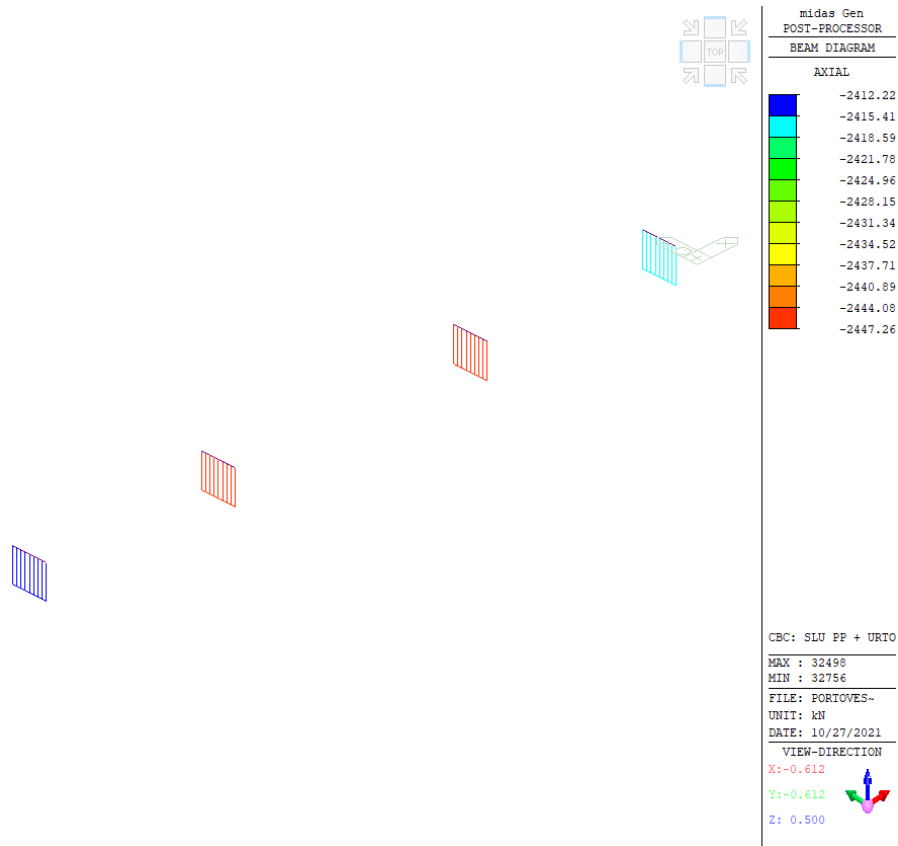


Figura 6-52– Combinazione 2 Urto Travi (SLU) Involuppo Sforzo normale N

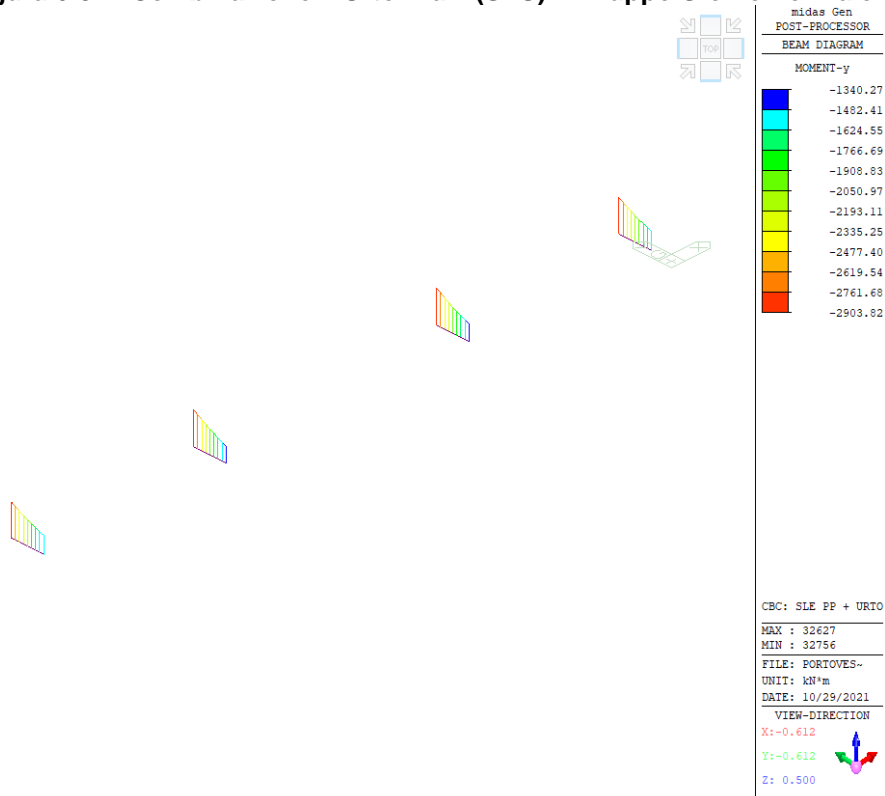




Figura 6-53– Combinazione 2 Urto Travi (SLE) Involuppo momento Mx

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 82 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

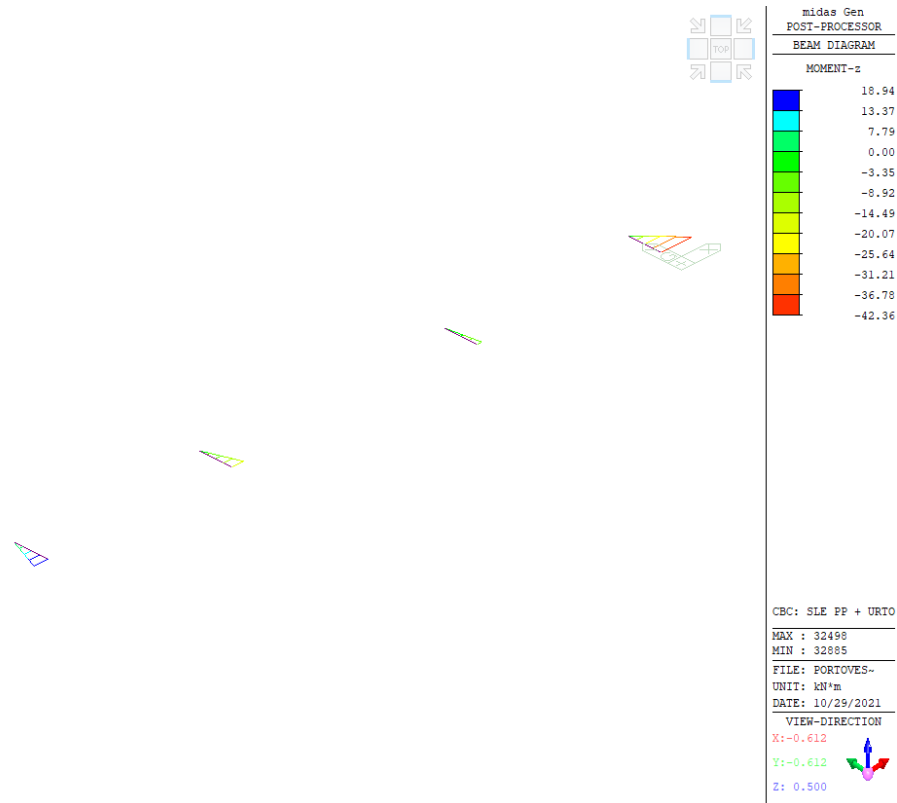


Figura 6-54– Combinazione 2 Urto Travi (SLE) Inviluppo momento My

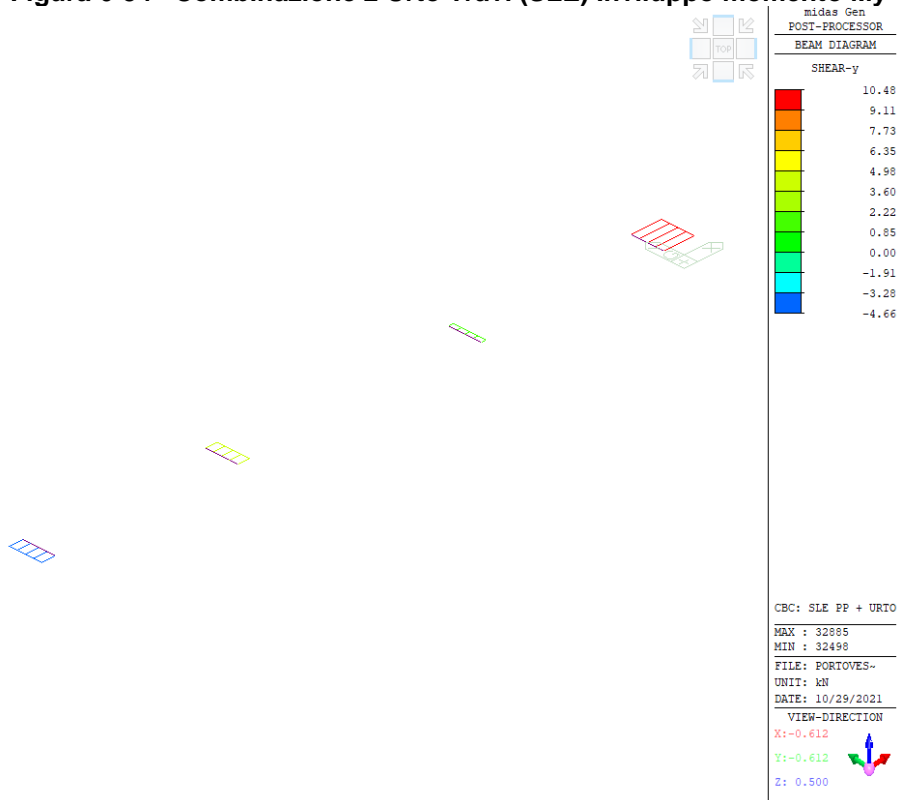



Figura 6-55– Combinazione 2 Urto Travi (SLE) Inviluppo taglio Vx

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 83 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

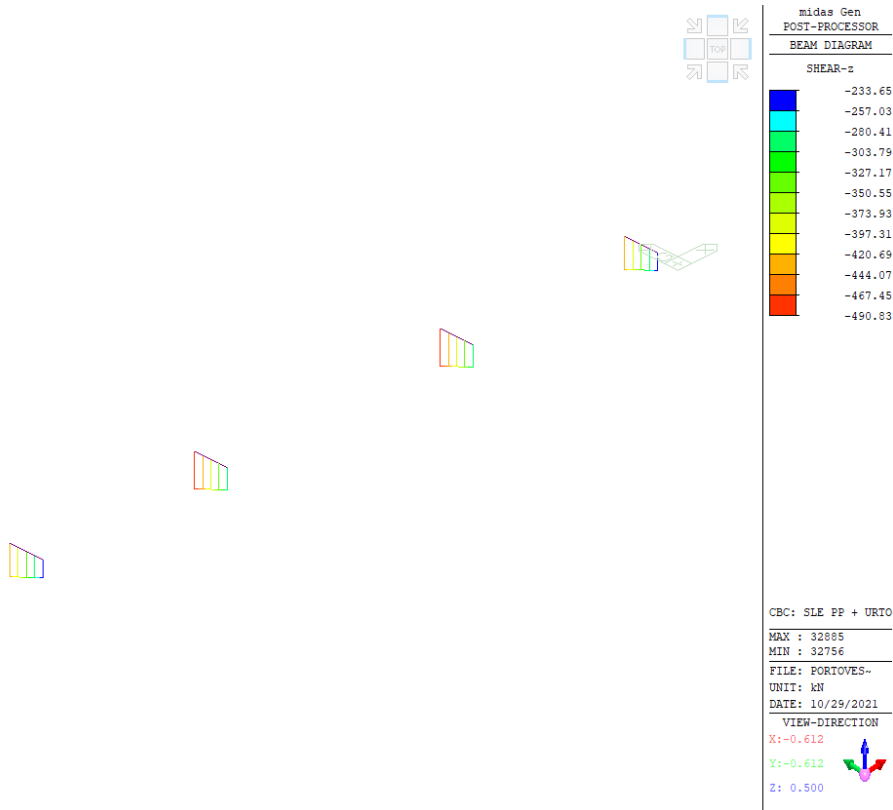


Figura 6-56– Combinazione 2 Urto Travi (SLE) Involuppo taglio Vy

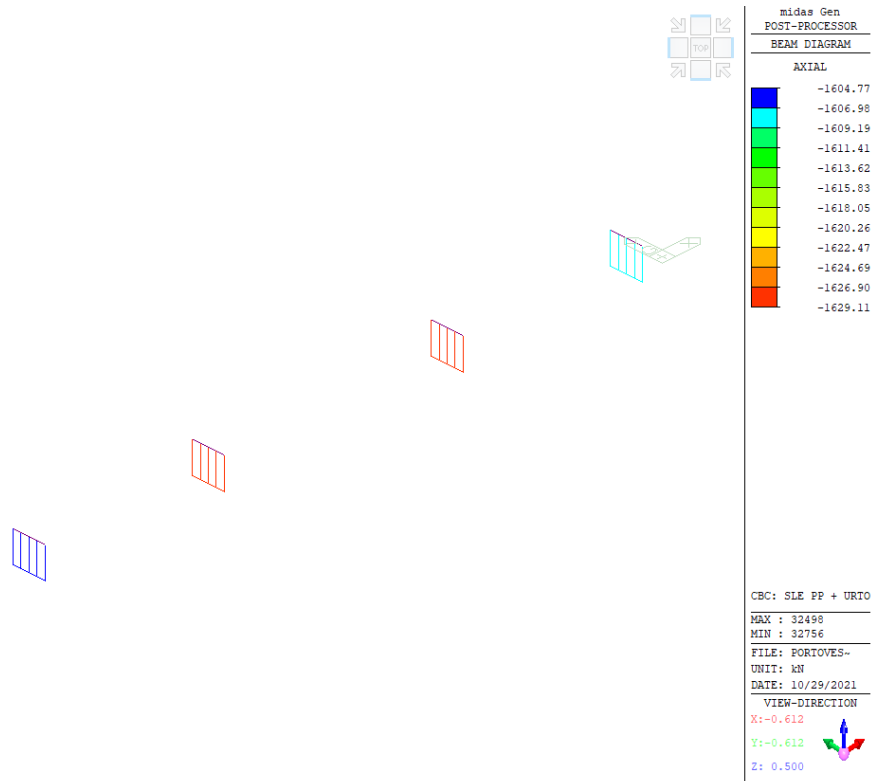




Figura 6-57– Combinazione 2 Urto Travi (SLE) Involuppo Sforzo normale N

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 84 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

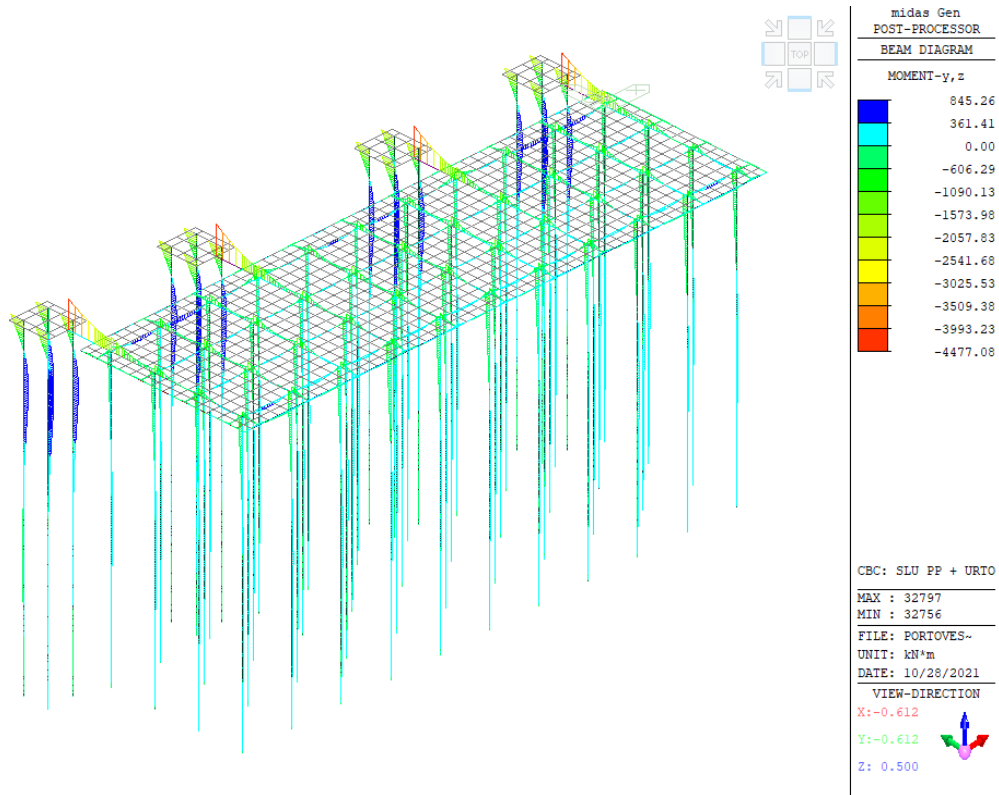


Figura 6-58– Risposta globale del modello impalcato più rinforzi Combinazione 2 Urto Travi (SLU) Inviluppo Myz

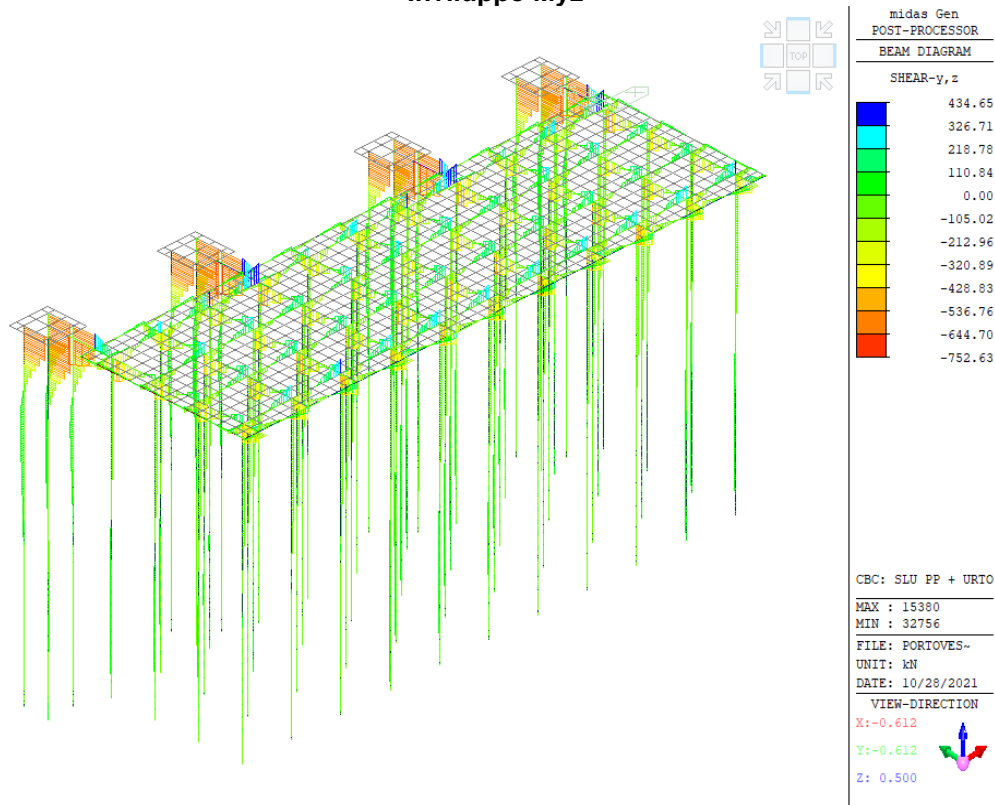




Figura 6-59– Risposta globale del modello impalcato più rinforzi Combinazione 2 Urto Travi (SLU) Inviluppo Vy z

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 85 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

Di seguito gli estratti dei risultati delle sollecitazioni per la trave sollecitata dai bracci di carico per la combinazione di carico 3:

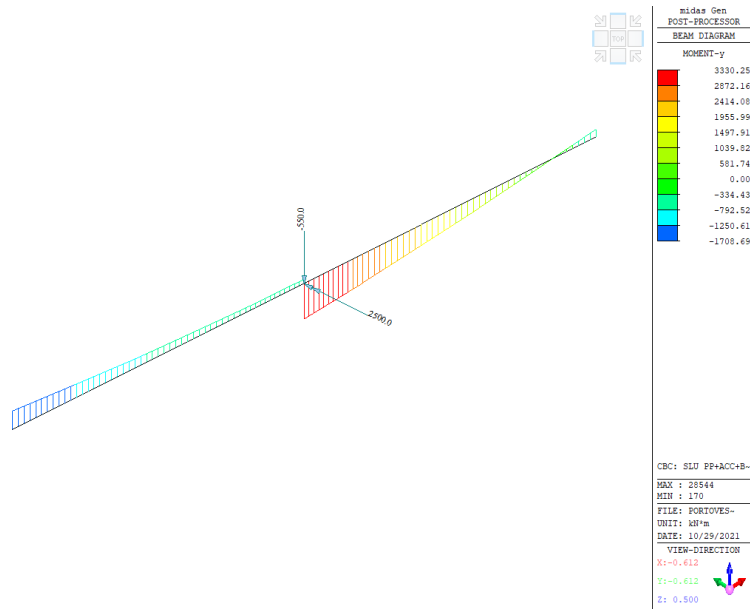


Figura 6-60– Combinazione 3 Scarico puntuale Braccio di carico (SLU) Inviluppo momento Mx

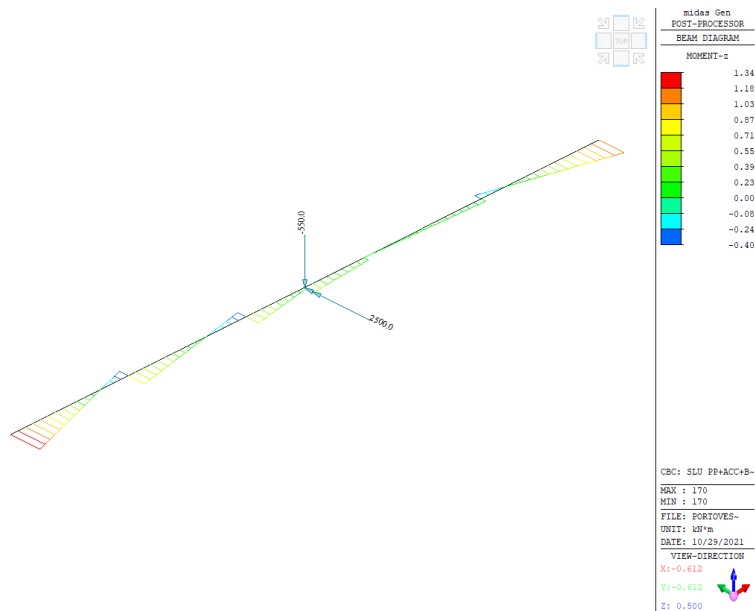



Figura 6-61– Combinazione 3 Scarico puntuale Braccio di carico (SLU) Inviluppo momento My

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 86 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

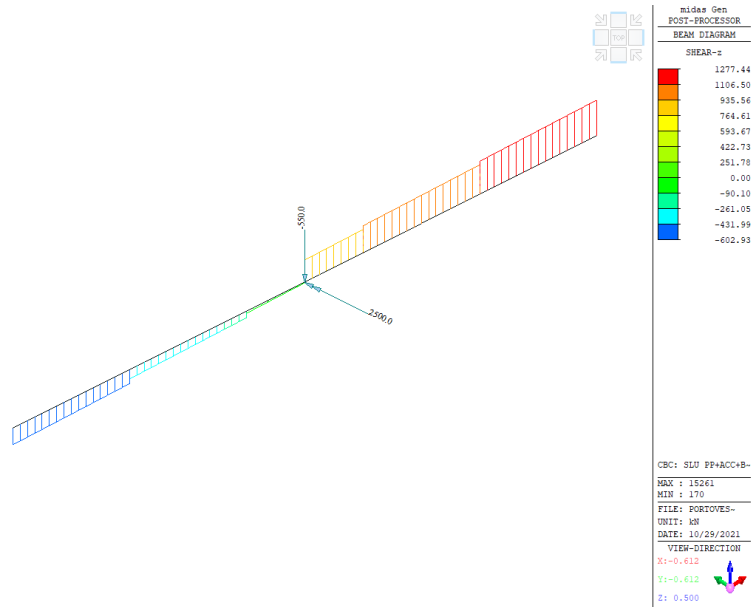


Figura 6-62– Combinazione 3 Scarico puntuale Braccio di carico (SLU) Inviluppo taglio Vy

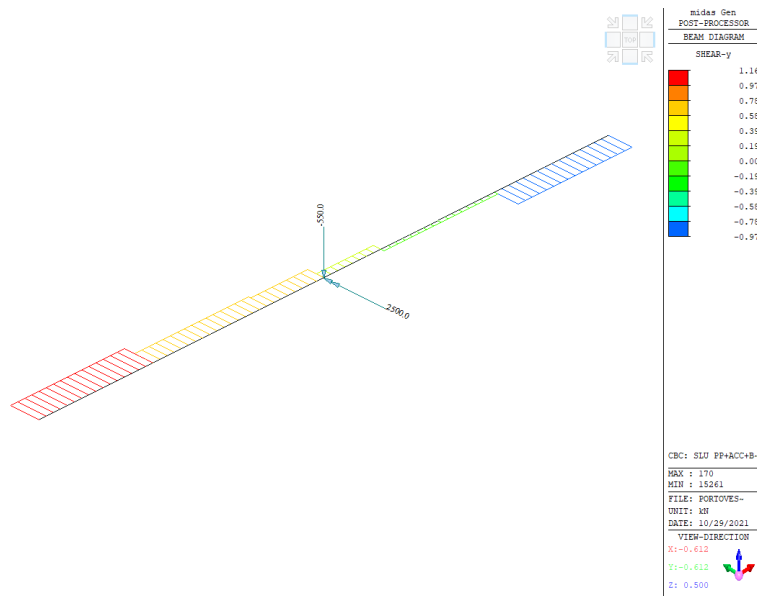


Figura 6-63– Combinazione 3 Scarico puntuale Braccio di carico (SLU) Inviluppo taglio Vx

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 87 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

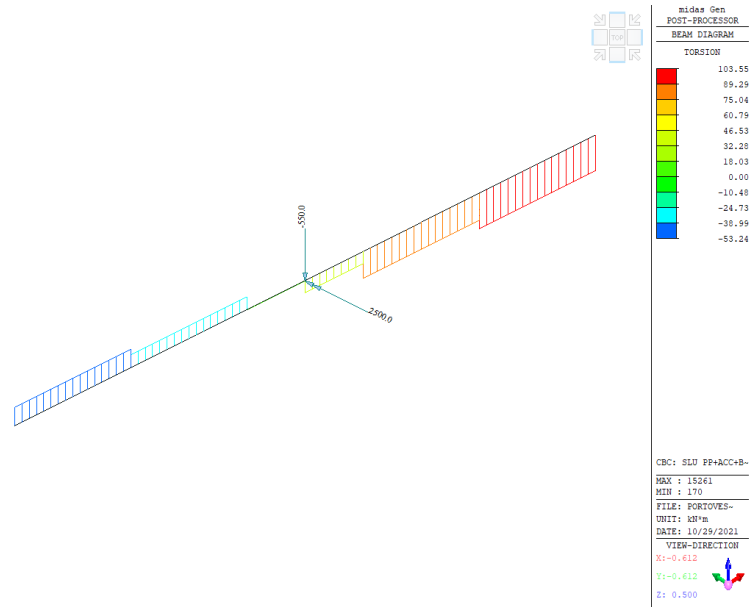


Figura 6-64– Combinazione 3 Scarico puntuale Braccio di carico (SLU) Involuppo Torsione

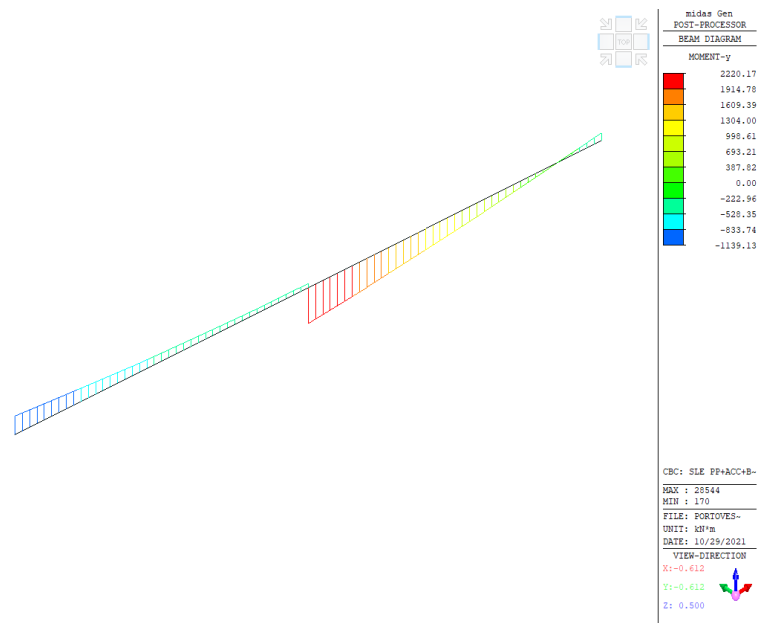




Figura 6-65– Combinazione 3 Scarico puntuale Braccio di carico (SLE) Involuppo momento Mx

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 88 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

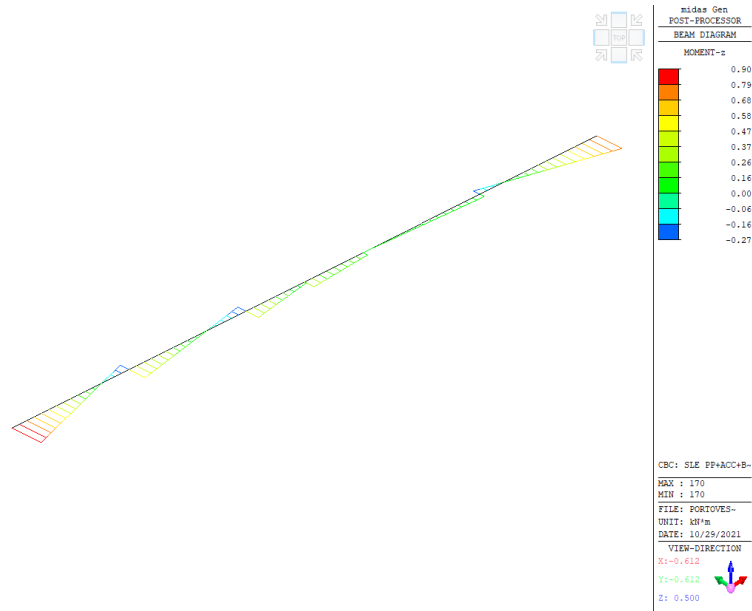


Figura 6-66– Combinazione 3 Scarico puntuale Braccio di carico (SLE) Involuppo momento M_y

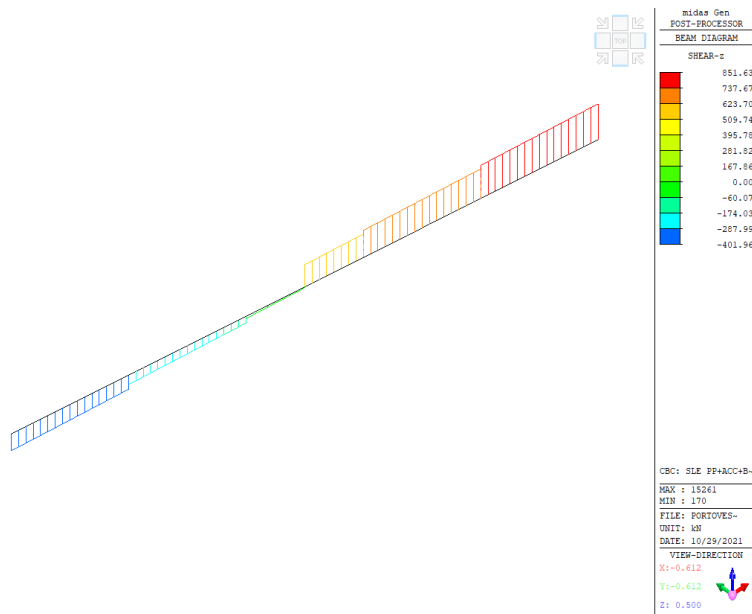



Figura 6-67– Combinazione 3 Scarico puntuale Braccio di carico (SLE) Involuppo taglio V_y

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 89 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

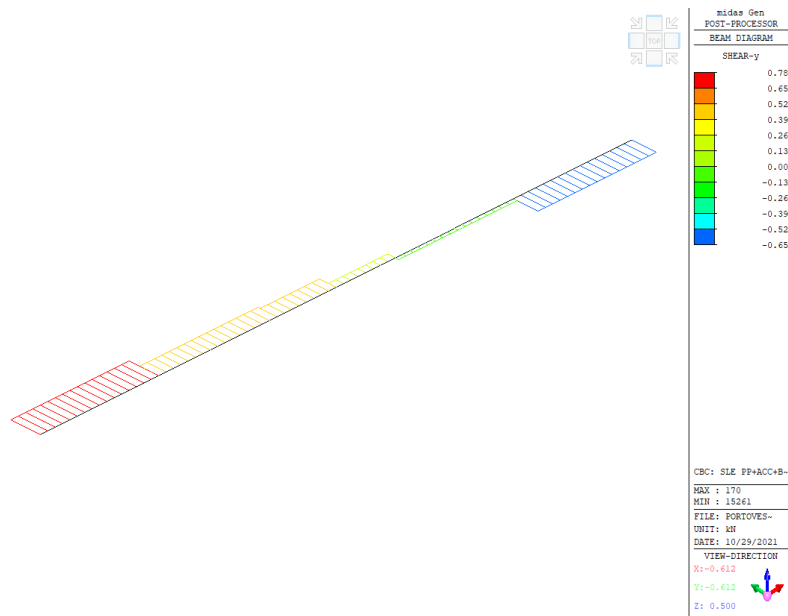



Figura 6-68– Combinazione 3 Scarico puntuale Braccio di carico (SLE) Inviluppo taglio Vx

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 90 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

6.6 Valutazioni sulla resistenza strutturale dei pali e plinti

6.6.1 Caratteristiche della sollecitazione per le verifiche SLU ed SLE combinazione 1

Le verifiche a pressoflessione e taglio SLU ed SLE per palo $\phi 1500$ armato con 34+18 $\phi 26$ in doppio strato e staffe a spirale $\phi 12/20$ e porgono quanto segue:

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Raggio circ.: 75.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
 \emptyset Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	\emptyset
1	0.0	0.0	68.0	34	26
2	0.0	0.0	60.0	18	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	723.22	0.00	1317.78	0.00
2	0.00	-1017.01	0.00	-326.44	0.00
3	0.00	2474.39	0.00	568.00	0.00
4	0.00	-3545.21	0.00	-143.64	0.00

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	723.22	0.00	0.00	5850.43	0.00	8.09	169.9(26.7)
2	S	0.00	-1017.01	0.00	0.00	-5850.43	0.00	5.75	169.9(26.7)
3	S	0.00	2474.39	0.00	0.00	5850.43	0.00	2.36	169.9(26.7)

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 91 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

4 S 0.00 -3545.21 0.00 0.00 -5850.43 0.00 1.65 169.9(26.7)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.281	0.0	75.0	0.00289	0.0	68.0	-0.00895	0.0	-68.0
2	0.00350	0.281	0.0	-75.0	0.00289	0.0	-68.0	-0.00895	0.0	68.0
3	0.00350	0.281	0.0	75.0	0.00289	0.0	68.0	-0.00895	0.0	-68.0
4	0.00350	0.281	0.0	-75.0	0.00289	0.0	-68.0	-0.00895	0.0	68.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue


N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000087028	-0.003027115	0.281	0.792
2	0.000000000	-0.000087028	-0.003027115	0.281	0.792
3	0.000000000	0.000087028	-0.003027115	0.281	0.792
4	0.000000000	-0.000087028	-0.003027115	0.281	0.792

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = proiezione di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lunghezza legatura, d_{max} è la massima altezza utile nella direzione del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1317.78	3495.53	2326.18	124.1	128.2	2.500	1.000	12.1	21.3(0.0)
2	S	326.44	3495.53	2326.18	124.1	128.2	2.500	1.000	3.0	21.3(0.0)
3	S	568.00	3495.53	2326.18	124.1	128.2	2.500	1.000	5.2	21.3(0.0)
4	S	143.64	3495.53	2326.18	124.1	128.2	2.500	1.000	1.3	21.3(0.0)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 92 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte in quanto:

M_{ed} max combinazione 1 (SLU) = -3545.21 kNm

$M_{ed} = -3545.21 \text{ kNm} < M_{rd} = 5850.43 \text{ kNm}$ **SI**

V_{ed} max combinazione 1 (SLU) = 1317.78 kNm

$V_{ed} = 1317.78 \text{ kNm} < V_{rd} = 3495.53 \text{ kNm}$ **SI**

La verifica è soddisfatta se e solo se:

$M_{ed} < M_{rd}$ $V_{ed} < V_{rd}$

Le verifiche a pressoflessione e taglio SLU ed SLE per il plinto di dimensioni 7.40mx7.40mx2.25m armato con $\phi 30/20$ in doppio strato ed in ambo le direzioni superiori e inferiori, $\phi 20/20$ intermedi e con armatura a taglio cavallotti $\phi 24/500 \times 500$ e porgono quanto segue:

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	225.0
3	100.0	225.0
4	100.0	0.0



DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	5.0	5.0	30
2	5.0	220.0	30
3	95.0	220.0	30
4	95.0	5.0	30
5	95.0	100.0	20
6	5.0	100.0	20
7	10.0	15.0	30
8	90.0	15.0	30
9	10.0	210.0	30
10	90.0	210.0	30

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	30
2	2	3	3	30
3	6	5	5	20
4	7	8	3	30
5	9	10	3	30

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 93 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	527.12	0.00	719.86	0.00
2	0.00	-1487.08	0.00	-529.04	0.00
3	0.00	468.25	0.00	501.47	0.00
4	0.00	-1505.71	0.00	-463.97	0.00

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	527.12	0.00	0.00	6799.38	0.00	1.61	92.7(45.0)
2	S	0.00	-1487.08	0.00	0.00	-6584.25	0.00	1.57	92.7(45.0)
3	S	0.00	468.25	0.00	0.00	6799.38	0.00	3.72	92.7(45.0)
4	S	0.00	-1505.71	0.00	0.00	-6584.25	0.00	12.99	92.7(45.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.071	0.0	225.0	0.00238	5.0	220.0	-0.04585	5.0	5.0
2	0.00350	0.071	0.0	0.0	0.00238	5.0	5.0	-0.04585	5.0	220.0
3	0.00350	0.071	0.0	225.0	0.00238	5.0	220.0	-0.04585	5.0	5.0
4	0.00350	0.071	0.0	0.0	0.00238	5.0	5.0	-0.04585	5.0	220.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000224299	-0.046967238	0.071	0.700
2	0.000000000	-0.000224299	0.003500000	0.071	0.700
3	0.000000000	0.000224299	-0.046967238	0.071	0.700
4	0.000000000	-0.000224299	0.003500000	0.071	0.700

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 94 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

VERIFICHE SLU PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

Dati	Var	unità	Paramento
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	45
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	37
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50
Coefficiente parziale α_{cc}	α_{cc}		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	21.2
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3
Caratteristiche geometriche sezione			
Altezza	H	m	2.25
Larghezza	B	m	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m ²	2.25
Larghezza anima	bw	m	1.00
copriferro	c	m	0.095
altezza utile della sezione	d	m	2.16
Compressione agente nella sezione			
Sforzo normale di calcolo	N _{Ed}	kN	0.0
Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio			
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si innesci nella sezione considerata	Asl	mmq	2260
Coefficiente k	k	m	1.30
v _{min}	v _{min}		0.3
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ_1		0.00105
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	Mpa	0.00
Resistenza a taglio			
	V _{Rd}	kN	531.8
Elementi con armature trasversali resistenti al taglio			
<i>Verifica del conglomerato</i>			
Resistenza a taglio del conglomerato	V _{Rcd}	kN	13683.2
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>			
diametro staffe	fsw	mm	24
passo staffe	scp	m	0.50
numero di bracci	nb		2.00
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	905
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	21.8
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	kPa	0
coefficiente alpha	α_c		1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V _{Rsd}	kN	3433.6
Resistenza a "taglio compressione"	V _{Rcd}	kN	7077.1
Resistenza a taglio			
	V _{Rd}	kN	3433.6

Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte in quanto:

M_{ed} max combinazione 1 (SLU) = -1487.08 kNm


$M_{ed} = -1487.08 \text{ kNm} < M_{rd} = -6584.25 \text{ kNm}$ **SI**

V_{ed} max combinazione 1 (SLU) = 719.86 kNm

$V_{ed} = 719.86 \text{ kNm} < V_{rd} = 3433.60 \text{ kNm}$ **SI**

La verifica è soddisfatta se e solo se:

$M_{ed} < M_{rd}$ $V_{ed} < V_{rd}$

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 95 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

6.6.2 Caratteristiche della sollecitazione per le verifiche SLU ed SLE combinazione 2

Le verifiche a pressoflessione e taglio SLU ed SLE per palo $\phi 1200$ armato con 24+24 $\phi 26$ in doppio strato e staffe a spirale $\phi 10/25$ e porgono quanto segue:

DATI GENERALI SEZIONE GENERICIA IN C.A.

Raggio circ.: 60.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
 \emptyset Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	\emptyset
1	0.0	0.0	52.0	24	26
2	0.0	0.0	44.0	24	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm
Passo staffe: 25.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA


N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	32.98	0.00	801.46	0.00
2	0.00	-91.32	0.00	-913.35	0.00
3	0.00	845.26	0.00	766.40	0.00
4	0.00	-2179.36	0.00	-240.32	0.00

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	0.00	32.98	0.00	0.00	3882.83	0.00	1.52	254.8(33.9)
2	S	0.00	-91.32	0.00	0.00	-3882.83	0.00	4.48	254.8(33.9)
3	S	0.00	845.26	0.00	0.00	3882.83	0.00	1.28	254.8(33.9)
4	S	0.00	-2179.36	0.00	0.00	-3882.83	0.00	1.14	254.8(33.9)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fig. 96 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	60.0	0.00276	0.0	52.0	-0.00681	0.0	-52.0
2	0.00350	0.0	-60.0	0.00276	0.0	-52.0	-0.00681	0.0	52.0
3	0.00350	0.0	60.0	0.00276	0.0	52.0	-0.00681	0.0	-52.0
4	0.00350	0.0	-60.0	0.00276	0.0	-52.0	-0.00681	0.0	52.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue


N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000092083	-0.002024963		
2	0.000000000	-0.000092083	-0.002024963		
3	0.000000000	0.000092083	-0.002024963		
4	0.000000000	-0.000092083	-0.002024963		

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	10 mm
Passo staffe:	25.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d z	Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro Braccio coppia interna [cm] Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	7.22	2185.58	946.46	95.3 83.4	107.3	2.500	1.000	9.8	11.6(0.0)
2	S	10.67	2185.58	946.46	95.3 83.4	107.3	2.500	1.000	11.2	11.6(0.0)
3	S	89.47	2185.58	946.46	95.3 83.4	107.3	2.500	1.000	9.4	11.6(0.0)
4	S	615.75	2185.58	946.46	95.3 83.4	107.3	2.500	1.000	2.9	11.6(0.0)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 97 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte in quanto:

M_{ed} max combinazione 1 (SLU) = -2179.36 kNm

$M_{ed} = -2179.36 \text{ kNm} < M_{rd} = -3882.83 \text{ kNm}$ **SI**

V_{ed} max combinazione 1 (SLU) = 615.75 kNm

$V_{ed} = 615.75 \text{ kNm} < V_{rd} = 2185.58 \text{ kNm}$ **SI**

La verifica è soddisfatta se e solo se:

$M_{ed} < M_{rd}$ $V_{ed} < V_{rd}$

Le verifiche a pressoflessione e taglio SLU ed SLE per il plinto di dimensioni 5.80mx5.80mx2.25m armato con $\phi 30/20$ in doppio strato ed in ambo le direzioni superiori e inferiori, $\phi 20/20$ intermedi e con armatura a taglio cavallotti $\phi 24/500 \times 500$ e porgono quanto segue:

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	225.0
3	100.0	225.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	5.0	5.0	30
2	5.0	220.0	30
3	95.0	220.0	30
4	95.0	5.0	30
5	95.0	100.0	20
6	5.0	100.0	20
7	10.0	15.0	30
8	90.0	15.0	30
9	10.0	210.0	30
10	90.0	210.0	30

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	30
2	2	3	3	30
3	6	5	5	20
4	7	8	3	30
5	9	10	3	30

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 98 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	333.30	0.00	684.89	0.00
2	0.00	-2805.24	0.00	-801.30	0.00
3	0.00	551.40	0.00	780.47	0.00
4	0.00	-355.80	0.00	-721.41	0.00

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	333.30	0.00	0.00	6799.38	0.00	1.61	92.7(45.0)
2	S	0.00	-2805.24	0.00	0.00	-6584.25	0.00	1.57	92.7(45.0)
3	S	0.00	551.40	0.00	0.00	6799.38	0.00	3.72	92.7(45.0)
4	S	0.00	-355.80	0.00	0.00	-6584.25	0.00	12.99	92.7(45.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.071	0.0	225.0	0.00238	5.0	220.0	-0.04585	5.0	5.0
2	0.00350	0.071	0.0	0.0	0.00238	5.0	5.0	-0.04585	5.0	220.0
3	0.00350	0.071	0.0	225.0	0.00238	5.0	220.0	-0.04585	5.0	5.0
4	0.00350	0.071	0.0	0.0	0.00238	5.0	5.0	-0.04585	5.0	220.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000224299	-0.046967238	0.071	0.700
2	0.000000000	-0.000224299	0.003500000	0.071	0.700
3	0.000000000	0.000224299	-0.046967238	0.071	0.700
4	0.000000000	-0.000224299	0.003500000	0.071	0.700

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 99 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

VERIFICHE SLU PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

Dati	Var	unità	Paramento
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	45
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	37
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50
Coefficiente parziale α_{cc}	α_{cc}		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	21.2
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3
Caratteristiche geometriche sezione			
Altezza	H	m	2.25
Larghezza	B	m	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m ²	2.25
Larghezza anima	bw	m	1.00
copriferro	c	m	0.095
altezza utile della sezione	d	m	2.16
Compressione agente nella sezione			
Sforzo normale di calcolo	N _{Ed}	kN	0.0
Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio			
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata			
	Asl	mmq	2260
Coefficiente k	k	m	1.30
vmin	vmin		0.3
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ_1		0.00105
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	Mpa	0.00
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	531.8
Elementi con armature trasversali resistenti al taglio			
<i>Verifica del conglomerato</i>			
Resistenza a taglio del conglomerato	V _{Rcd}	kN	13683.2
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>			
diametro staffe	fsw	mm	24
passo staffe	scp	m	0.50
numero di bracci	nb		2.00
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	905
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	21.8
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	kPa	0
coefficiente alpha	α_c		1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V _{Rsd}	kN	3433.6
Resistenza a "taglio compressione"	V _{Rcd}	kN	7077.1
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	3433.6

Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte in quanto:

M_{ed} max combinazione 1 (SLU) = -2805.24 kNm


$M_{ed} = -2805.24 \text{ kNm} < M_{rd} = -6584.25 \text{ kNm}$ **SI**

V_{ed} max combinazione 1 (SLU) = 801.30 kNm

$V_{ed} = 801.30 \text{ kNm} < V_{rd} = 3433.60 \text{ kNm}$ **SI**

La verifica è soddisfatta se e solo se:

$M_{ed} < M_{rd}$ $V_{ed} < V_{rd}$

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 100 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

Le verifiche a pressoflessione e taglio SLU ed SLE per la trave di collegamento tra plinto e banchina di dimensioni 2.00mx1.00mx4.00m armata con 9+8 ϕ 30 superiori 9+8 ϕ 30 inferiori e 3+3 ϕ 30 laterali, con armatura a taglio staffe ϕ 16/20 e porgono quanto segue:

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	200.0
3	100.0	200.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	Diam ϕ [mm]
1	7.0	7.0	30
2	7.0	193.0	30
3	93.0	193.0	30
4	93.0	7.0	30
5	10.0	20.0	30
6	93.0	20.0	30
7	10.0	180.0	30
8	93.0	180.0	30

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
ϕ	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	ϕ
1	2	3	7	30
2	1	4	7	30
3	5	6	6	30
4	7	8	6	30
5	7	5	3	30
6	8	6	3	30

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	16	mm
Passo staffe:	20.0	cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale	

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	2412.22	-1986.23	0.00	-406.94	0.00
2	-2447.00	-4477.08	0.00	-752.63	0.00
3	0.00	30.60	0.00	15.10	0.00
4	0.00	-61.00	0.00	-7.54	0.00

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 101 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	2412.22	-1986.23	0.00	2419.93	-11608.94	-35.44	5.84	282.7(60.0)
2	S	-2447.00	-4477.08	0.00	-2449.70	-7786.11	20.62	1.74	282.7(60.0)
3	S	0.00	30.60	0.00	0.00	9772.19	-44.55	319.36	282.7(60.0)
4	S	0.00	-61.00	0.00	0.00	-9772.19	-44.55	160.20	282.7(60.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO


ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	0.0	0.00286	7.0	7.0	-0.01409	93.0	193.0
2	0.00350	100.0	0.0	0.00217	93.0	7.0	-0.03285	7.0	193.0
3	0.00350	0.0	200.0	0.00255	7.0	193.0	-0.02257	7.0	7.0
4	0.00350	0.0	0.0	0.00255	7.0	7.0	-0.02257	7.0	193.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	-0.000000256	-0.000091027	0.003500000	----	----
2	0.000004495	-0.000186155	0.003050459	----	----
3	0.000000000	0.000135097	-0.023519479	----	----
4	0.000000000	-0.000135097	0.003500000	----	----

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 102 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 16 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff		
1	S	406.94	4723.96	3488.28	192.6 177.4	100.5	2.500	1.085	2.3	20.1(0.0)		
2	S	752.41	4458.24	3628.67	191.5 184.5	99.0	2.500	1.000	4.2	20.1(0.0)		
3	S	15.10	4458.86	3592.27	193.0 182.6	100.0	2.500	1.000	0.1	20.1(0.0)		
4	S	7.54		4458.86	3592.27	193.0 182.6		100.0	2.500	1.000	0.0	20.1(0.0)

Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte in quanto:

M_{ed} max combinazione 1 (SLU) = -4477.08 kNm

$M_{ed} = -4477.08 \text{ kNm} < M_{rd} = -9772.19 \text{ kNm}$ **SI**



V_{ed} max combinazione 1 (SLU) = 752.63 kNm

$V_{ed} = 752.63 \text{ kNm} < V_{rd} = 4723.96 \text{ kNm}$ **SI**

$N_{ed} = 2447.26 \text{ kNm} < N_{rd} = 2449.70 \text{ kNm}$ **SI**

La verifica è soddisfatta se e solo se:

$M_{ed} < M_{rd}$ $V_{ed} < V_{rd}$ $N_{ed} < N_{rd}$

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 103 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

6.6.3 Caratteristiche della sollecitazione per le verifiche SLU ed SLE combinazione 3

La trave oggetto di analisi, sulla quale verrà installato il braccio di carico, ha le seguenti caratteristiche tecniche, riprese dagli elaborati di progetto costruttivo sotto riportate:

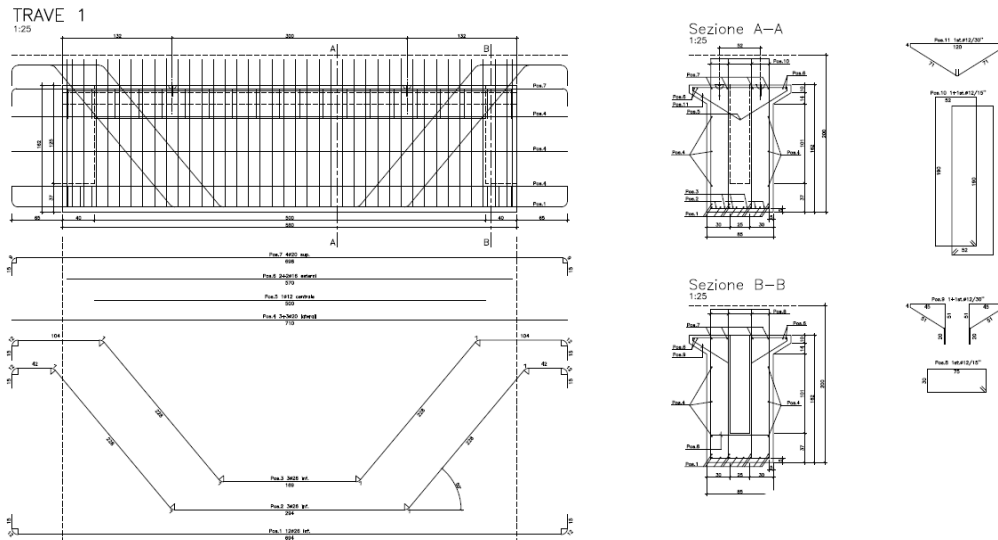


Figura 6-69– determinazione della geometria e dei ferri di armatura della trave in esame principale lato mare N1 (Ref. Doc. Tavole di Progetto Costruttivo el. ST-PP-03)

La trave presenta nella sua mezzeria un'armatura di 14+4 ϕ 26 inferiori, e 4 ϕ 20 superiori e 3+3 ϕ 20 laterali con staffe 1+1 ϕ 12/15, ai bordi vicino agli appoggi invece troviamo 8+4 ϕ 26 inferiori, e 4 ϕ 20 superiori e 3+3 ϕ 20 laterali con staffe 1+1 ϕ 12/15

Mezzeria

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-42.5	-100.0
2	-42.5	100.0
3	42.5	100.0
4	42.5	-100.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	Diam ϕ [mm]
1	-36.5	-95.0	26
2	36.5	-95.0	26
3	-36.5	-85.0	26
4	36.5	-85.0	26
5	-36.5	95.0	20
6	36.5	95.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
ϕ	Diametro in mm delle barre della generazione

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 104 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	12	26
2	3	4	2	26
3	5	6	2	20
4	5	3	3	20
5	6	4	3	20

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe e legature: 15.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale
N° Legature: 2

Indicazione Barre Longitudinali di estremità delle legature:

N°Legat.	Barra 1	Barra 2
1	21	10
2	22	15

Coordinate Barre generate di estremità delle legature:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
21	-12.2	95.0
10	-14.0	-95.0
22	12.2	95.0
15	14.0	-95.0

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	3330.25	0.00	1200.00	0.00

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE



Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	6334.81	0.00	0.00	7017.84	0.00	2.107	108.1(21.5)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 105 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00273	-42.5	100.0	0.00314	-36.5	95.0	-0.01066	-36.5	-95.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000072640	-0.003764036	0.247	0.749

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe e legature: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu Taglio di progetto [kN] = proiezione di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lunghezza legatura proiettata sulla direzione del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direzione del taglio.

N°Comb	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1277.00	4225.38	1495.82	195.0	85.0	45.00°	1.000	17.5	21.8(6.7)

Appoggi

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-42.5	-100.0
2	-42.5	100.0
3	42.5	100.0
4	42.5	-100.0

DATI BARRE ISOLATE



N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-36.5	-95.0	26
2	36.5	-95.0	26
3	-36.5	-85.0	26
4	36.5	-85.0	26
5	-36.5	95.0	20
6	36.5	95.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
--------	--------------	--------------	---------	---

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 106 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

1	1	2	6	26
2	3	4	2	26
3	5	6	2	20
4	5	3	3	20
5	6	4	3	20

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe e legature: 15.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale
N° Legature: 2

Indicazione Barre Longitudinali di estremità delle legature:

N°Legat.	Barra 1	Barra 2
1	15	8
2	16	11

Coordinate Barre generate di estremità delle legature:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
15	-12.2	95.0
8	-15.6	-95.0
16	12.2	95.0
11	15.6	-95.0

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-1708.69	0.00	1277.44	0.00

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1295.41	0.00	0.00	-1763.37	0.00	1.032	52.7(21.5)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 107 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

10.00339-0.02777 -42.5 -100.0 0.00158 -36.5 -95.0 -0.06750 -36.5 95.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000363555	-0.032962244	0.048	0.700

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe e legature: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu Taglio di progetto [kN] = proiezione di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lunghezza legatura proiettata sulla direzione del taglio e d_{max} =massima altezza utile nella direzione del taglio.

N°Comb	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1277.44	4225.38	1495.82	195.0	85.0	45.00°	1.000	18.6	21.8(6.7)

Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte in quanto:

M_{ed} max combinazione 3 (SLU) MEZZERIA = 3330.25 kNm

$M_{ed} = 3330.25 \text{ kNm} < M_{rd} = 7017.84 \text{ kNm}$ **SI**

V_{ed} max combinazione 3 (SLU) = 0.00 kNm

$V_{ed} = 0.00 \text{ kNm} < V_{rd} = 4225.38 \text{ kNm}$ **SI**

M_{ed} max combinazione 3 (SLU) APPOGGI = -1708.69 kNm

$M_{ed} = -1708.69 \text{ kNm} < M_{rd} = -1763.37 \text{ kNm}$ **SI**

V_{ed} max combinazione 3 (SLU) = 1277.44 kNm

$V_{ed} = 1277.44 \text{ kNm} < V_{rd} = 4225.38 \text{ kNm}$ **SI**

La verifica è soddisfatta se e solo se:

$M_{ed} < M_{rd}$ $V_{ed} < V_{rd}$

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 108 di 117	Rev. 01


Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

VERIFICHE A TORSIONE			
			T 200X100
Caratteristiche geometriche sezione			
spessore della sezione cava resistente a torsione	t	m	0.38
Area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico	A	m ²	1.34
perimetro medio del nucleo resistente	um	m	4.90
<i>Verifica del conglomerato</i>			
Resistenza a torsione del conglomerato	T _{Rcd}	kNm	3668.9
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>			
Resistenza dell'armatura trasversale	T _{Rsd}	kN	1977.8
<i>Verifica dell'armatura longitudinale</i>			
diametro barre armatura longitudinale 1	fAl1	mm	26
numero barre armatura longitudinale 1	nAl1		18
diametro barre armatura longitudinale 2	fAl2	mm	20
numero barre armatura longitudinale 2	nAl2		4
Area armatura longitudinale resistente a torsione	Al	mm ²	10813.4
Resistenza dell'armatura longitudinale	T _{Rld}	kNm	926.1
Resistenza a torsione	T_{Rd}	kNm	926.1
Torsione di progetto	T_{Ed}	kNm	103.0

$$T_{ed} = 103.50 \text{ kNm} < T_{rd} = 926.10 \text{ kNm} \quad \text{SI}$$

La verifica è soddisfatta se e solo se:

$$T_{ed} < T_{rd}$$

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 109 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

6.7 Considerazioni sulla resistenza trave - soletta in corrispondenza dei bracci di carico

Con riferimento al datasheet (**Figura 6-6**), i bracci di carico verranno installati su di una piastra aventi dimensioni 2.00 m x 2.00 m. Considerando che le dimensioni della piastra sono maggiori di quelle dell'ingombro in pianta della trave, parte degli ancoraggi è posta in corrispondenza della soletta. L'ancoraggio verrà quindi fissato con l'utilizzo di una piastra e contropiastra con dado e controdado anti-svito, mentre per quelli che ricadono nell'ingombro della trave verranno ancorati mediante perforazione e successivo inghisaggio con resine chimiche.

La verifica della soletta soggetta ai carichi verticali indotti dai bulloni di ancoraggio è condotta considerando delle forze concentrate pari a 209 kN.

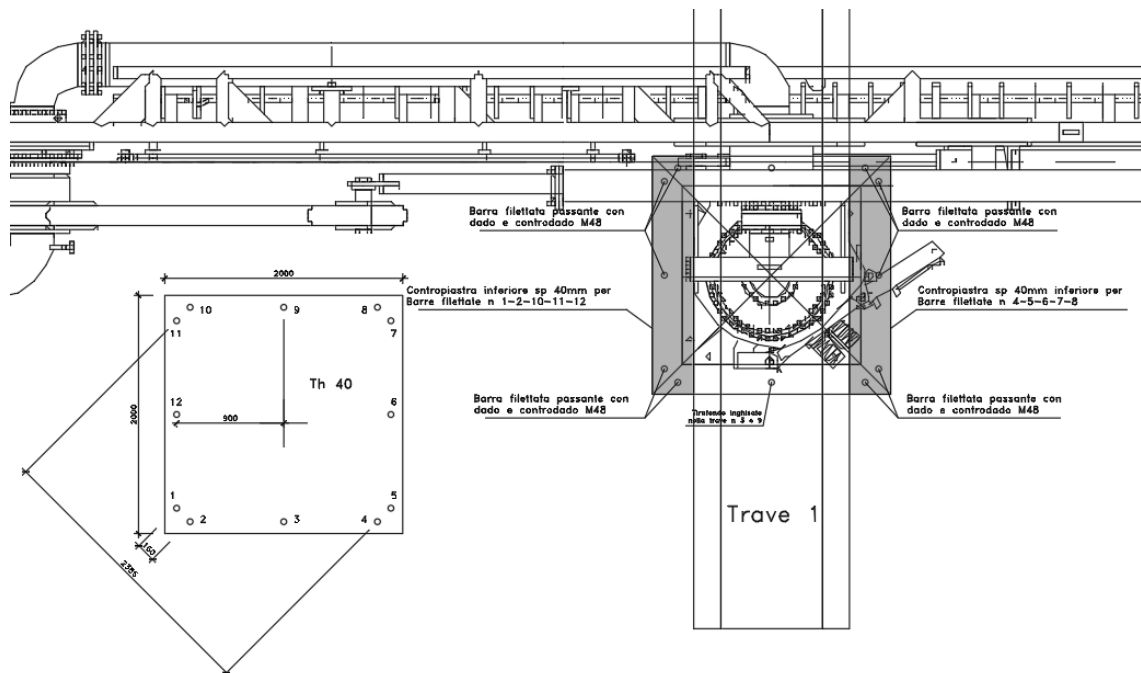
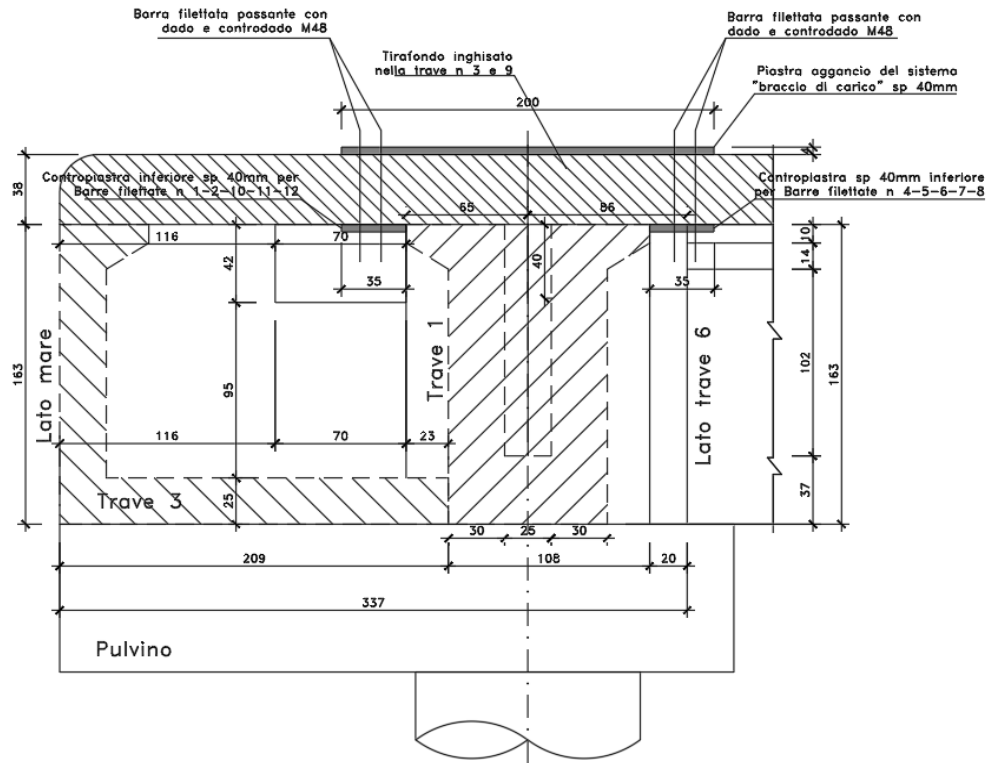


Figura 6-70– Dettaglio piastra ancoraggio braccio di carico in pianta

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 110 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003



Vista lato trave 1 dx

Figura 6-71– Sezione dettaglio di attacco braccio di carico – trave principale lato mare tipo n°1

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 111 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

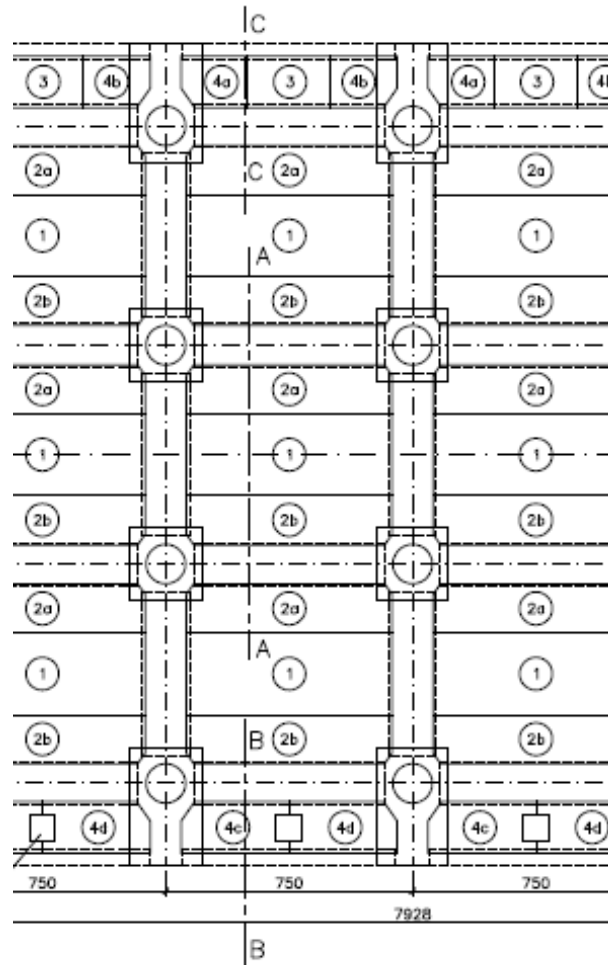


Figura 6-72– Dettaglio pianta lastre prefabbricate (Ref. Doc. Tavole di Progetto Costruttivo el. ST-PP-09)

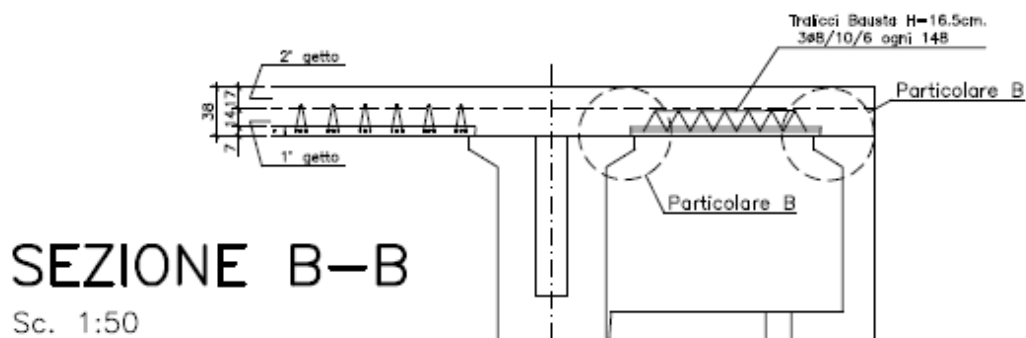



Figura 6-73– Sez. Individuazione lastra prefabbricata (Ref. Doc. Tavole di Progetto Costruttivo el. ST-PP-09)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 112 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

Armatura lastra tipo 2b (n. 168 pezzi)

Scala 1:50

Pianta posizioni tralicci (10/14/8 - h 25 cm)

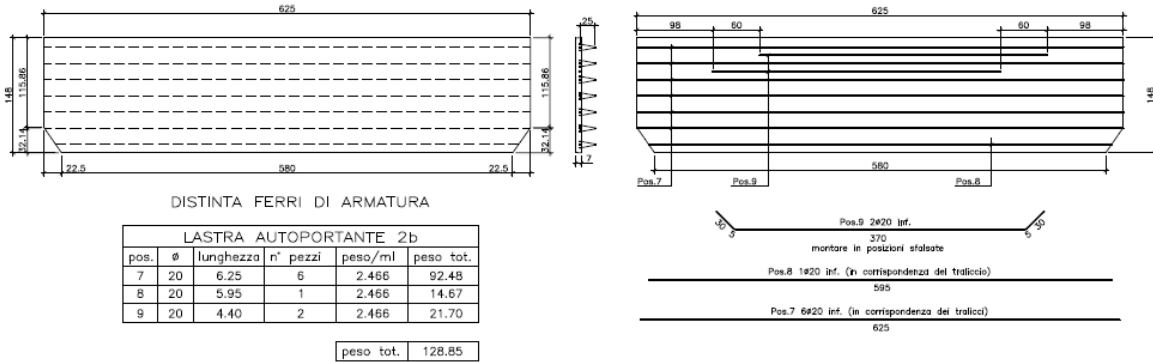


Figura 6-74– Armatura ferri inferiori (Ref. Doc. Tavole di Progetto Costruttivo el. ST-PP-10a)

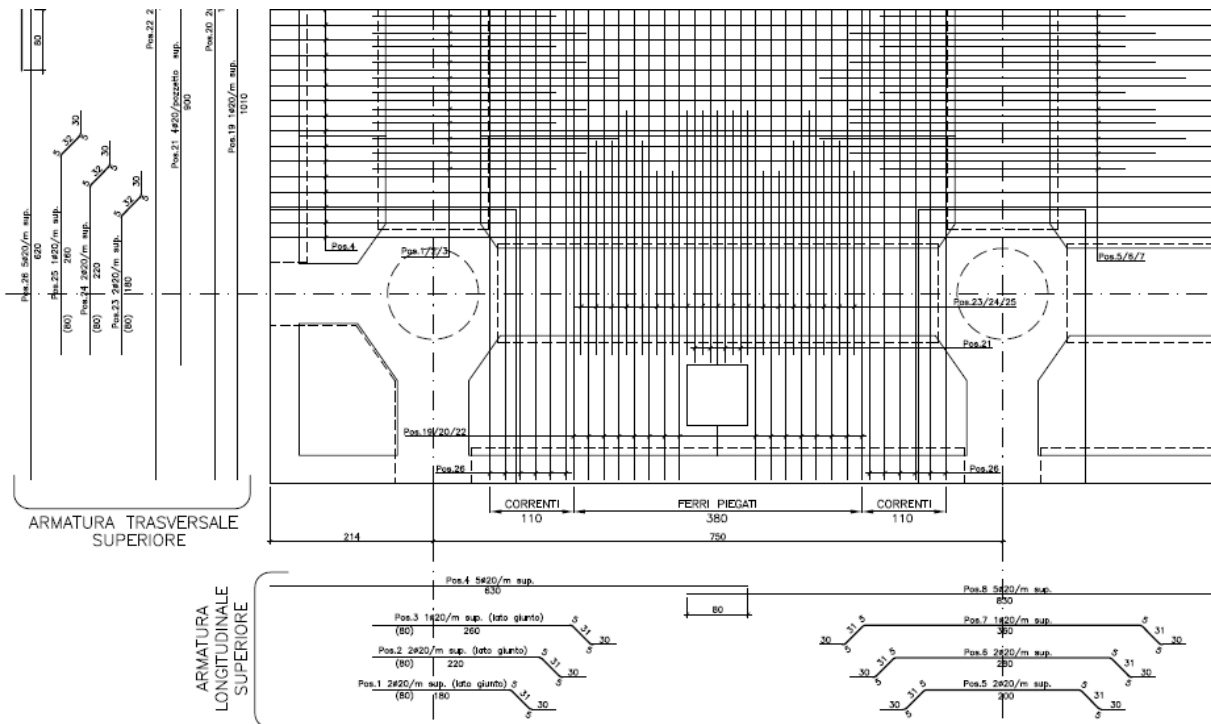




Figura 6-75– Armatura ferri superiori (Ref. Doc. Tavole di Progetto Costruttivo el. ST-SO-06)

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 113 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

Nelle seguenti immagini si riportano gli estratti delle sollecitazioni indotte dalle forze verticali generate dai bracci di carico, che sollecitano a taglio la soletta di impalcato del pontile.

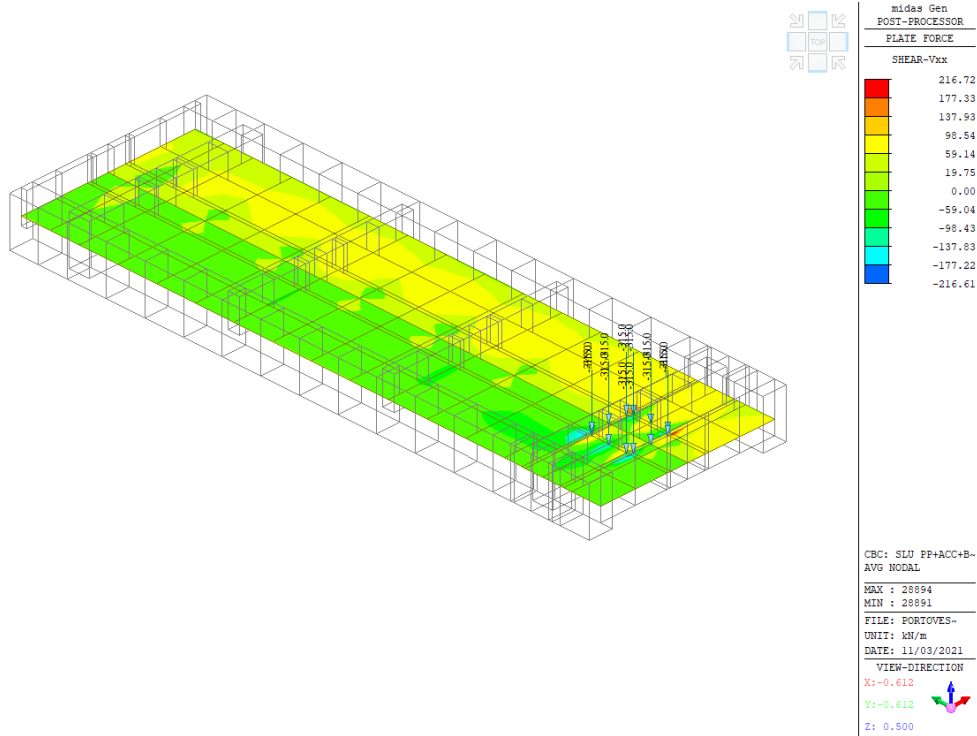


Figura 6-76– Combinazione 3 Scarico puntuale su soletta del Braccio di carico (SLU) Inv. taglio Vxx

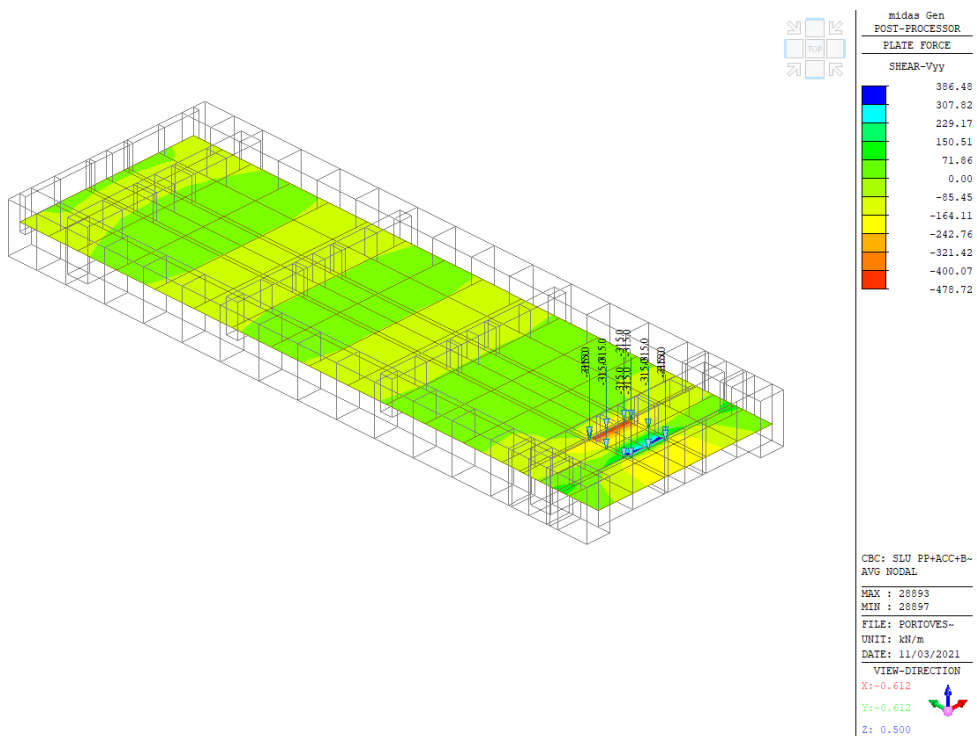


Figura 6-77– Combinazione 3 Scarico puntuale su soletta del Braccio di carico (SLU) Inv. taglio Vyy

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 114 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

La soletta è realizzata con delle lastre tralicciate prefabbricate, tralicci $h = 16.5$ cm composti da $3\phi 8/10/6$ ed armature inferiori e superiori in ambo le direzioni di $\phi 20$ con passi variabili da 20 a 10 e getto di completamento per un'altezza complessiva pari a 38.00 cm.

Di seguito viene riportata la verifica a taglio dell'elemento soletta + lastra tralicciata.

La verifica è stata condotta per un metro lineare di lastra, nel quale sono presenti 5 tralicci ovvero 10 bracci ad un passo nella direzione opposta pari a 20 cm.

VERIFICHE SLU PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

Dati	Var	unità	
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	35
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	30
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50
Coefficiente parziale α_{cc}	α_{cc}		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	17.0
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3
Caratteristiche geometriche sezione			
Altezza	H	m	0.38
Larghezza	B	m	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m ²	0.38
Larghezza anima	bw	m	1.00
copriferro	c	m	0.070
altezza utile della sezione	d	m	0.31
Elementi con armature trasversali resistenti al taglio			
<i>Verifica del conglomerato</i>			
Resistenza a taglio del conglomerato	V_{Rcd}	kN	1581.0
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>			
diámetro staffe	fsw	mm	8
passo staffe	scp	m	0.20
numero di bracci	nb		10
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	503
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	60
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	20.8
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	kPa	0
coefficiente alpha	α_c		1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V_{Rsd}	kN	762.7
Resistenza a "taglio compressione"	V_{Rcd}	kN	959.9
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	762.7

V_{ed} max combinazione 3 (SLU) = 478.72 kNm

$V_{ed} = 478.72$ kNm $<$ $V_{rd} = 762.70$ kNm **SI**

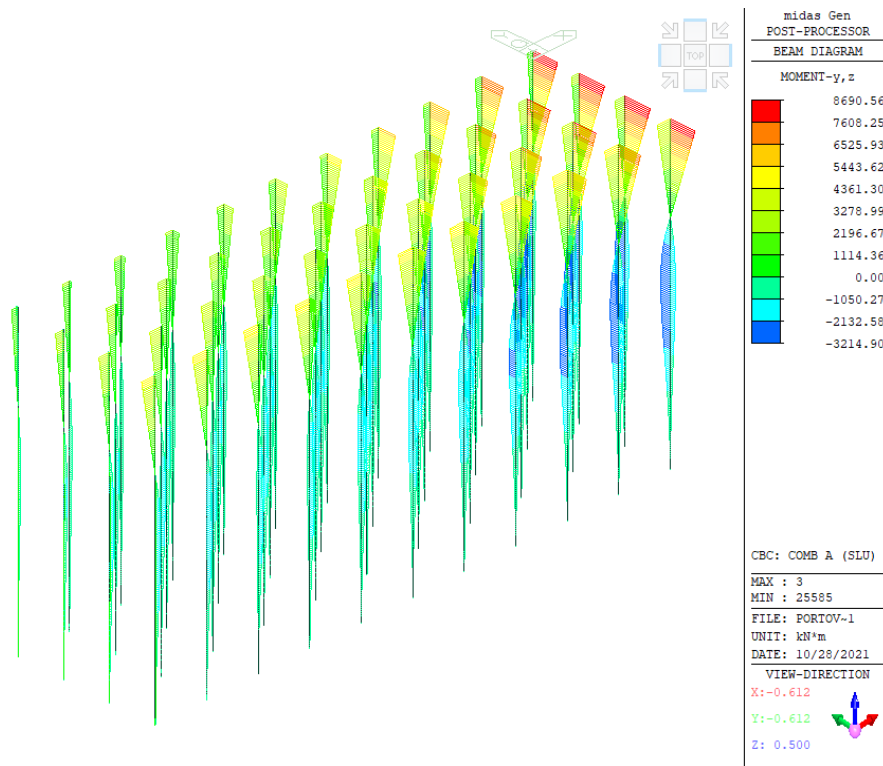
	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 115 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003

7 CONCLUSIONI



La posizione degli arredi di ormeggio in corrispondenza del terrapieno e la costruzione di un sistema di rinforzo alle azioni di urto trasmesse dalla nave risulta in grado di garantire l'integrità strutturale della banchina esistente e dei pali di fondazione.

In Figura 7-1 sono riportati i valori di momento flettente calcolati lungo l'asse del palo nel caso di ganci posti sulla banchina, mentre in Figura 7-2 quelli calcolati dopo aver collocato i ganci in corrispondenza del terrapieno. Confrontando i risultati riportati in Figura 7-1 e Figura 7-2, è possibile calcolare una riduzione di circa l'85% della sollecitazione indotta sui pali esistenti.

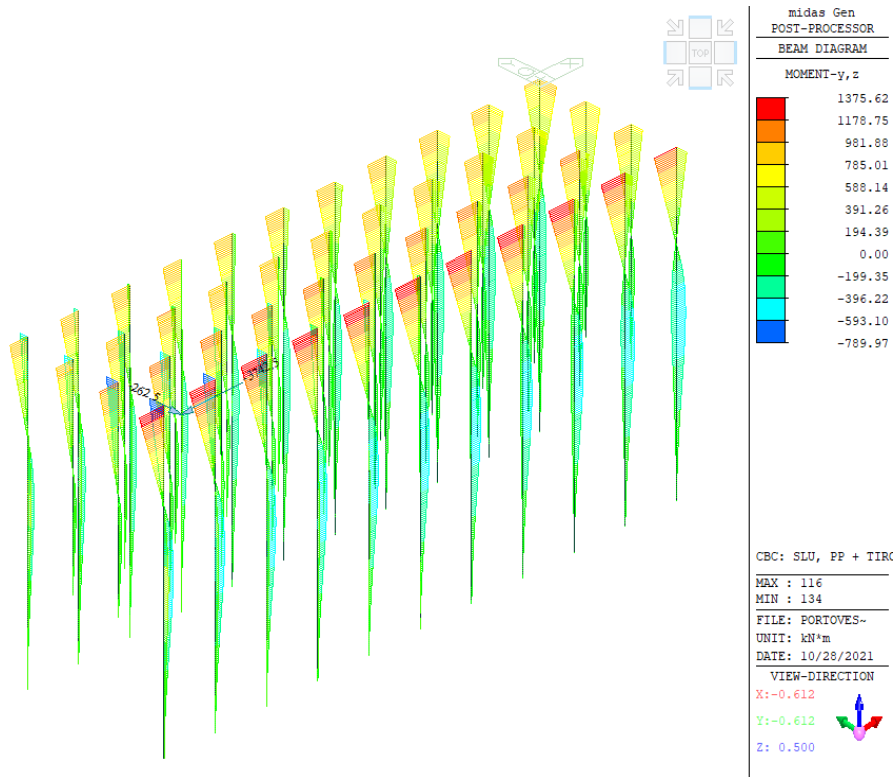


M_{ed} tiro alle bitte su banchina = 8690.56 kNm

Figura 7-1– Sollecitazione a flessione pali di fondazione configurazione di tiro bitte su BANCHINA

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 116 di 117	Rev. 01


Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003



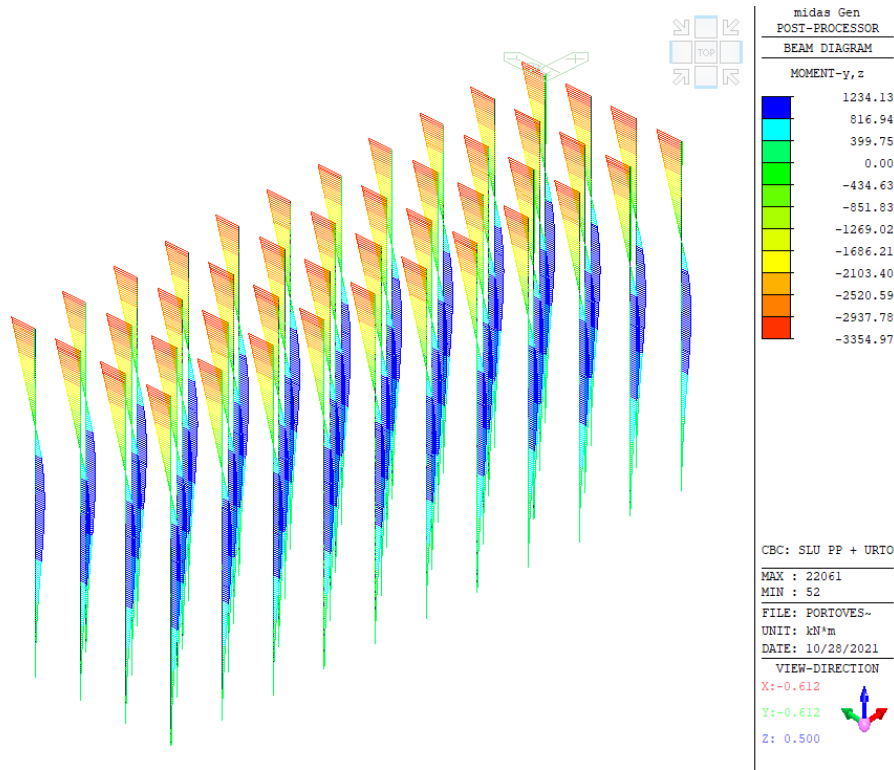
M_{ed} tiro dell'unica bitta rimasta su banchina = 1375.62 kNm

Figura 7-2– Sollecitazione a flessione pali di fondazione configurazione di tiro ganci a scocco su plinti isolai

Analogamente, in **Figura 7-3** è riportato il valore del momento flettente calcolato lungo l'asse del palo in assenza dei rinforzi, mentre in **Figura 7-4** quelli calcolati in presenza degli stessi. Dal confronto delle due immagini è possibile calcolare una riduzione del 35% della sollecitazione sui pali della banchina esistente

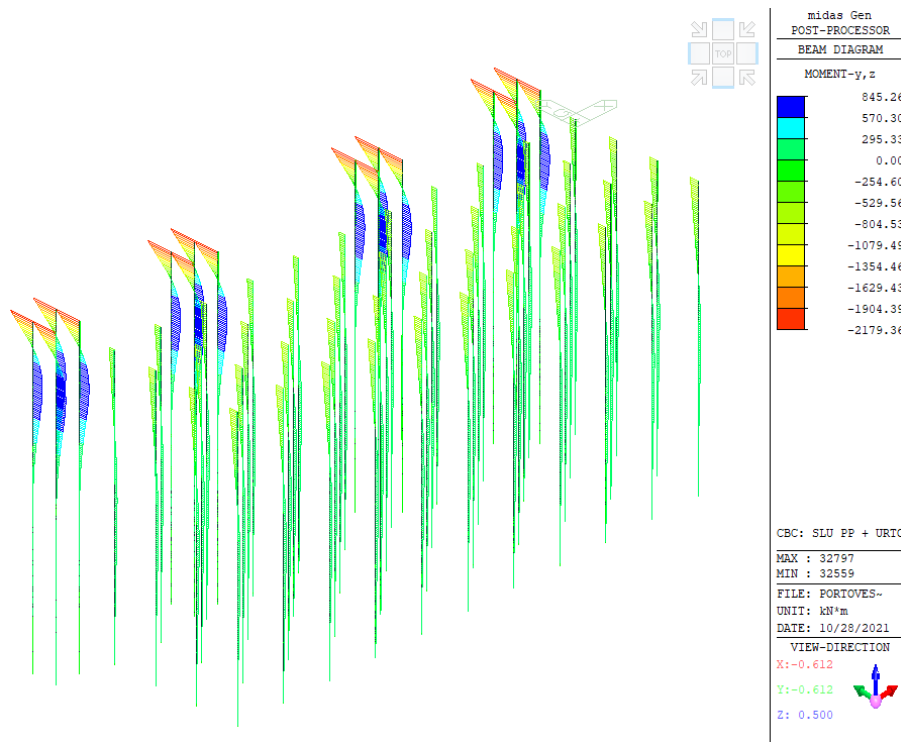
	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME (SU)	100-ZA-E-10029	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 117 di 117	Rev. 01

Rif. TPIDL: 201969C-100-TEN-3310-003



Med urto senza rinforzo = -3354.97 kNm

Figura 7-3– Sollecitazione a flessione pali di fondazione configurazione di urto senza rinforzi



M_{ed} urto con rinforzo = -2179.36 kNm

Figura 7-4– Sollecitazione a flessione pali di fondazione configurazione di urto con plinti su pali e travi a contrasto di rinforzo