

ITINERARIO RAGUSA-CATANIA

Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 "di Chiaramonte" con la S.S. 115 e lo Svincolo della S.S. 194 "Ragusana"

LOTTO 3 - Dallo svincolo n. 5 "Grammichele" (compreso) allo svincolo n. 8 "Francofonte" (escluso)

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **PA897**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - COOPROGETTI -GDG - ICARIA - OMNISERVICE

PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri

Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351



IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini

Ordine dei Geologi della Regione Umbria n° 108

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia n° A1373

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Luigi Mupo

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



Dott. Ing. N. Granieri
Dott. Ing. F. Durastanti
Dott. Ing. V. Truffini
Dott. Arch. A. Bracchini
Dott. Ing. L. Nani

Dott. Ing. M. Abram
Dott. Ing. F. Pambianco
Dott. Ing. M. Briganti Botta
Dott. Ing. L. Gagliardini
Dott. Geol. G. Cerquiglini

MANDANTI:



Dott. Ing. G. Guiducci
Dott. Ing. A. Signorelli
Dott. Ing. E. Moscatelli
Dott. Ing. A. Bela

Dott. Ing. G. Lucibello
Dott. Arch. G. Guastella
Dott. Geol. M. Leonardi
Dott. Ing. G. Parente



Dott. Arch. E. A. E. Crimi
Dott. Ing. M. Panfili
Dott. Arch. P. Ghirelli
Dott. Ing. D. Pelle

Dott. Ing. L. Ragnacci
Dott. Arch. A. Strati
Archeol. M. G. Liseno



Dott. Ing. D. Carlacchini
Dott. Ing. S. Sacconi
Dott. Ing. C. Consorti

Dott. Ing. F. Aloe
Dott. Ing. A. Salvemini



Dott. Ing. V. Rotisciani
Dott. Ing. G. Pulli
Dott. Ing. F. Macchioni

Dott. Ing. G. Verini Supplizi
Dott. Ing. V. Piunno
Geom. C. Sugaroni



Dott. Ing. P. Agnello



IL RESPONSABILE DI PROGETTO:

INGEGNERE
**Vladimiro
ROTISCIANI**

**OPERE D'ARTE MINORI
TOMBINO SCATOLARE 6X2.5 AL KM 14+300
Relazione di calcolo**

CODICE PROGETTO			NOME FILE			REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T04TM21STRRE01A				
L O 4 0 8 Z	E	2 1 0 1	T 0 4 T M 2 1 S T R R E 0 1			A	Varie
A	Emissione		Giugno 2021	F. Macchioni	V. Rotisciani	N. Granieri	
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

INDICE

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3	INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO	6
3.1	STRATIGRAFIE DI CALCOLO	6
4	MATERIALI	7
4.1	CALCESTRUZZO	7
4.1.1	Scelta della classe di esposizione.....	8
4.1.2	Copriferrì.....	8
4.2	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO	9
5	CRITERI DI CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE	10
5.1	SPETTRI DI RISPOSTA	11
6	GEOMETRIA DELL'OPERA	13
7	ANALISI DEI CARICHI	14
7.1	COPERTURA TOMBINO	14
7.1.1	Carichi permanenti strutturali	14
7.1.2	Carichi permanenti non strutturali	14
7.1.3	Carichi variabili traffico	14
7.1.4	Frenatura	16
7.2	PLATEA TOMBINO	16
7.2.1	Carichi permanenti strutturali	16
7.3	PLATEA MURI ALA	16
7.3.1	Carichi permanenti strutturali	16
7.4	AZIONE DELLA TEMPERATURA	17
7.5	SPINTA DEL TERRENO SULLE PARETI	17

7.5.1 Pareti tombino	18
7.5.2 Pareti muri ala.....	20
8 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO	22
8.1 CONDIZIONI DI CARICO	22
8.2 COMBINAZIONI DI CARICO	22
9 ANALISI SVOLTE CON CODICI DI CALCOLO	31
9.1 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO.....	31
9.2 AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI	31
9.3 GIUDIZIO MOTIVATO SULL'ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI DEI CALCOLI	31
9.4 MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	32
9.4.1 Convenzioni relative alle caratteristiche di sollecitazione.....	32
10 RISULTATI DELL'ANALISI.....	36
10.1 DATI INPUT MODELLAZIONE	36
10.2 RAPPRESENTAZIONE GRAFICA MODELLO.....	42
10.2.1 Applicazione carichi	42
10.2.2 Risultati Sollecitazioni	46
10.3 VERIFICHE STRUTTURALI	52
10.3.1 Verifiche copertura	52
10.3.2 Verifiche pareti	53
10.3.3 Verifiche platea di fondazione	59
11 VERIFICHE GEOTECNICHE	62
11.1 VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO.....	62
11.2 VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL COMPLESSO TERRENO-FONDAZIONE.....	62
12 SINTESI DEI RISULTATI DELLE VERIFICHE	65
12.1 PLATEA DI FONDAZIONE	65

12.1.1 Tombino, sbocco e imbocco, muri ala	65
12.2 PARETI.....	65
12.2.1 Tombino.....	65
12.2.2 Sbocco, imbocco, muri ala	65
12.3 SOLAIO DI COPERTURA	65

1 PREMESSA

Nella presente relazione vengono presentati i calcoli di verifica delle opere strutturali del tombino scatolare di sezione 6.00x2.50 m denominato TM21, ubicato alla progressiva km 14+300.05, da realizzarsi nell'ambito della progettazione esecutiva relativa al LOTTO 4 del "Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 di "Chiaromonte" con la S.S. 115 e lo Svincolo della "Ragusana"".

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le normative rilevanti per la redazione del progetto sono le normative elencate nel seguito:

- D.M del 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circ. 02/02/2009 n. 617 C.S.LL.PP. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Istruzioni per l'applicazione delle « Norme Tecniche per le Costruzioni» di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

3 INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO

La campagna di indagini effettuata ha permesso il riconoscimento dei litotipi, la successione stratigrafica e la caratterizzazione meccanica dei terreni lungo tutto lo sviluppo del tracciato di progetto. I risultati di dette indagini sono descritti nella relazione geotecnica alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

3.1 STRATIGRAFIE DI CALCOLO

Facendo riferimento a quanto riportato nella relazione geotecnica, nella tabella che segue sono riportati i valori dei parametri meccanici degli strati interessati dal calcolo delle strutture in esame:

Litotipo	Unità geotecnica	γ'	c'	ϕ'	c_u	E'
		[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]
Alluvioni (grana fine)	a_fine	17-19	5-15	23-28	100	20
Alluvioni (grana grossa)	a_gross	19-21	0	38-42	-	40
Argille siltoso marnose	Qa	17-19	10-20	20-25	150	10-20

La stratigrafia assunta nei calcoli è specificata di seguito, assumendo come quota 0.00 la quota del piano campagna attuale, tenendo conto che il tracciato stradale è tutto realizzato in rilevato:

Da 0.00 a -8.20	a_fine	Alluvioni (grana fine)
Da -8.20 a -10.90	a_gross	Alluvioni (grana grossa)
Da -10.90 a -	Qa	Argille siltoso marnose

Dal punto di vista sismico il sottosuolo è individuato nella **categoria "C"**, come riportato nella Relazione geologica allegata al progetto esecutivo.

Per quanto riguarda la **falda** idrica, il livello piezometrico è stato intercettato nella zona in oggetto a quote comprese tra **3.60 e 4.73 m** dal piano campagna. Per l'andamento lungo il tracciato si faccia riferimento al "Profilo geotecnico".

Per quanto riguarda il materiale con cui si effettua il riempimento a tergo delle opere, si assumono le seguenti caratteristiche:

Cod.	Descrizione	γ (KN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (deg)
R	Riempimento	18	0	35

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche dei terreni si faccia riferimento agli elaborati di carattere geotecnico (relazione geotecnica, profili geotecnici).

4 MATERIALI

4.1 CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo può essere preconfezionato in centrale di betonaggio o impastato in cantiere con inerti di caratteristiche meccaniche appropriate, granulometria e rapporto acqua-cemento controllati.

Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti e di prematuro inizio della presa al momento del getto.

I componenti dovranno soddisfare i seguenti requisiti normativi:

Leganti	-	L. 26/05/1965 n. 595
	-	Norme serie EN 197 armonizzata
Aggregati	-	UNI EN 12620 armonizzata
	-	UNI EN 13055-1 armonizzata
	-	UNI 8520-1 : 2005
	-	UNI 8520-2: 2005
Aggiunte	-	EN 450-1
	-	UNI EN 206-1 :2006
	-	UNI 11104:2004
Additivi	-	EN 934-2 armonizzata
Acqua di impasto	-	UNI EN 1008: 2003

Le miscele di calcestruzzo da utilizzare nel confezionamento degli elementi saranno progettate in funzione della resistenza caratteristica richiesta, della carpenteria, delle armature e del tipo di getto.

CALCESTRUZZO TIPO 1 (Platea e pareti tombino)

Classe di resistenza	C32/40 ($R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$)
Classe di esposizione (UNI EN 206-1)	XC4+XA2
Classe di consistenza	S4
Rapporto acqua – cemento (a/c)	0.50
Contenuto minimo di cemento	340 kg/m ³
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 33.2 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.2 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{cm}^{2/3} = 3.1 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17 \text{ N/mm}^2$
Fattore parz. di sicurezza resistenza	$\gamma_c = 1.5$
Coeff. Riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} = 0.85$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 18.81 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = 1.44 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità	$E_{cm} = 22000 \cdot \left[\frac{f_{cm}}{10} \right]^{0.3} = 33642.8 \text{ N/mm}^2$
Copriferro di calcolo	5 cm

Calcestruzzo magro per fondazione:

Si prevede un calcestruzzo di classe C 12/15.

4.1.1 Scelta della classe di esposizione

Per quanto riguarda la classe di esposizione, si precisa che le strutture di fondazione ed in elevazione risultano interrato ed esposte ad attacco chimico derivante dal terreno o delle acque di invaso, trattandosi di opere che entrano in contatto con acque provenienti dalla piattaforma stradale, caratterizzate da agenti chimici scarsamente o moderatamente aggressivi.

Pertanto si impiega sia per le strutture di fondazione che in elevazione **la Classe di Esposizione XA2** - Calcestruzzo esposto a terreno naturale ed acqua del terreno con caratteristiche chimiche moderatamente aggressive.

4.1.2 Copriferri

Con riferimento al §4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.IV delle NTC. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti) o monodimensionale (travi, pilastri).

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

Tabella C4.1.IV Copriferri minimi in mm

C _{min}	C _o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Per le strutture in esame sono previsti i seguenti valori di copriferro per ciascuna tipologia di calcestruzzo impiegato:

PLATEA DI FONDAZIONE

Ambiente aggressivo - elementi a piastra - C_{min} < C < C_o

copriferro minimo: 30+10 mm = **40 mm**

PARETI

Ambiente aggressivo - altri elementi (pareti) - $C_{min} < C < C_0$:

copriferro minimo: 35+10 mm = **45 mm**

Si impiega pertanto un **copriferro netto per le strutture di fondazione ed in elevazione e per le prolunghe dei passi d'uomo** a contatto con acque moderatamente aggressive pari a **50 mm**.

4.2 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

Si prevede l'impiego di acciaio del tipo B450C saldabile controllato in stabilimento.

L'accertamento delle proprietà meccaniche dovrà essere conforme alle seguenti normative sull'acciaio:
EN 10002/1° (marzo 1990)-UNI 564 (febbraio 1960)-UNI 6407 (marzo 1969).

Acciaio	B450C
Tensione di rottura nominale	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento nominale	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Allungamento a rottura caratteristico	$(A_{gt})_k \geq 7.5 \%$
Coefficiente parziale di sicurezza:	$\phi_s = 1.15$
Tensione di snervamento di calcolo:	$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391 \text{ N/mm}^2$

Le caratteristiche degli acciai impiegati saranno comprovate mediante prove su campioni da prelevare in cantiere in fase di esecuzione dell'opera con le modalità prescritte nel D.M. 14.01.08.

5 CRITERI DI CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare i diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

Tutti i parametri che definiscono tale caratterizzazione dipendono dalla probabilità di superamento PVR dell'evento sismico nel periodo di riferimento VR.

I parametri sismici per gli interventi in esame fanno riferimento alle coordinate geografiche dell'area:

latitudine: 37.297432 [°]

longitudine: 14.981231 [°]

Gli stati limite rispetto ai quali effettuare le verifiche sono:

STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

SLO – Stato limite di operatività

SLD – Stato limite di danno

STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

SLV – Stato limite di salvaguardia della vita

SLC – Stato limite di collasso

Si assume:

- classe d'uso: IV
- vita nominale: 50 anni
- categoria sottosuolo: C
- categoria topografica: T1
- periodo di riferimento: 100 anni
- coefficiente d'uso C_U : 2

Per costruzioni di classe d'uso IV le verifiche si riferiscono agli SLD, SLV ed SLO.

Per gli scopi progettuali l'azione sismica viene definita mediante forme spettrali dipendenti da tre parametri a loro volta funzione della localizzazione geografica del sito e del periodo di ritorno considerato:

a_g – Accelerazione massima orizzontale al sito

F_0 – Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T^*_c – Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Nel caso in esame risulta:

	P_{vr} [%]	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T^*_c [-]
SLO	81	60	0.0758	2.505	0.273
SLD	63	101	0.1058	2.37	0.310
SLV	10	949	0.373	2.345	0.468
SLC	5	1950	0.5288	2.342	0.528

Dal punto di vista sismico il suolo di fondazione è classificabile come di **categoria "C"**.

L'amplificazione stratigrafica è descritta mediante i coefficienti S_S e S_T che assumono i seguenti valori per ciascuno stato limite considerato:

$$S_S \text{ orizzontale SLO} = 1.5$$

$$S_S \text{ orizzontale SLD} = 1.5$$

$$S_S \text{ orizzontale SLV} = 1.17$$

$$S_T = 1.0 \text{ (categoria T1 - superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con pendenza < 15\%)}$$

Le strutture vengono calcolate come non dissipative impiegando pertanto come spettro di risposta quello elastico definito dai parametri precedentemente riportati.

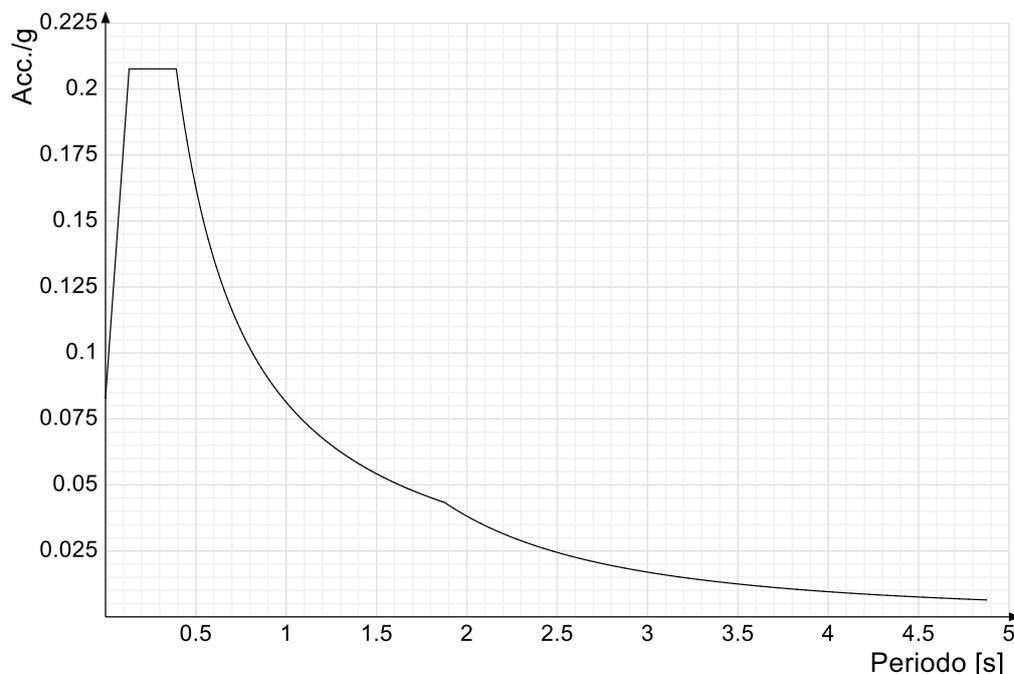
Il fattore di struttura risulta unitario e pertanto gli spettri di risposta di progetto coincidono con quelli elastici:

$$q_{ND} = 1.00$$

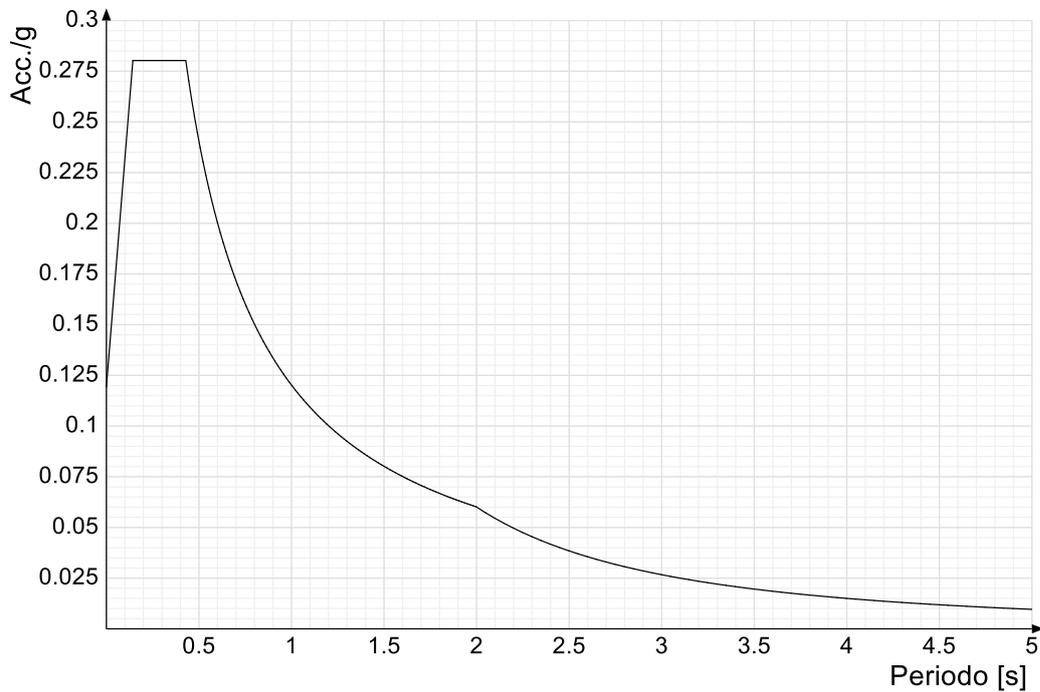
5.1 SPETTRI DI RISPOSTA

Si riportano di seguito gli spettri di risposta elastici e di progetto della componente orizzontale per ciascuno stato limite considerato.

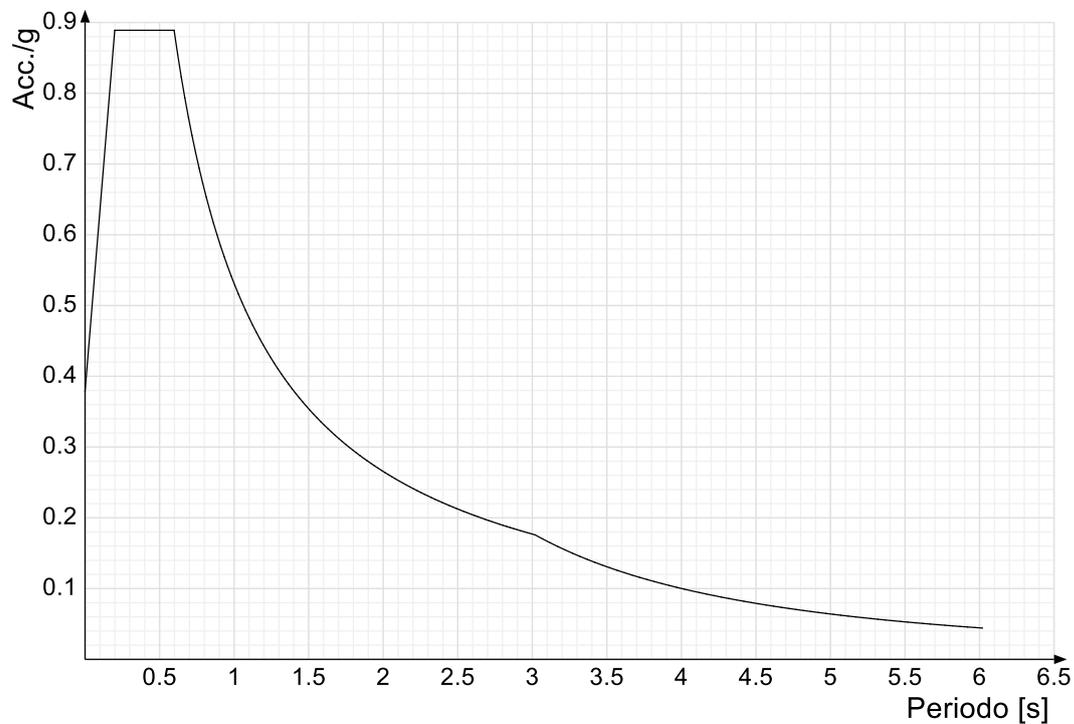
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



6 GEOMETRIA DELL'OPERA

Il tombino in oggetto è costituito da una struttura scatolare in c.a. gettato in opera, di dimensioni interne pari a 6.00 x 2.50 m, con pareti di spessore pari a 50 cm, platea di spessore pari a 60 cm e copertura di spessore pari a 70 cm. Lo sviluppo dell'opera è di circa 32.30 m e costituisce l'attraversamento delle due carreggiate stradali principali.

L'imbocco e lo sbocco del tombino, di lunghezza pari a 4.40 m, sono costituiti da muri perimetrali di altezza variabile, di spessore pari a 40 cm e muri d'ala di altezza pari a 2.50 m dello stesso spessore.

Per ulteriori dettagli si vedano gli elaborati grafici di progetto.

7 ANALISI DEI CARICHI

I valori dei carichi sono riepilogati di seguito.

I **pesi propri** degli elementi strutturali sono calcolati automaticamente dal software di calcolo associando materiale e sezione alle varie strutture.

Si considerano i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo 25 kN/m³

7.1 COPERTURA TOMBINO

7.1.1 Carichi permanenti strutturali

Rilevato stradale ($h_{media}=0.95m$, $p.p = 18 \text{ kN/m}^3$) 17.10 kN/m²

Carico permanente strutturale totale G_{1k} **17.10 kN/m²**

7.1.2 Carichi permanenti non strutturali

Pacchetto stradale ($h=0.38$, $p.p = 24 \text{ kN/m}^3$).....9.12 kN/m²

Carico permanente non strutturale totale G_{2k} **9.12 kN/m²**

7.1.3 Carichi variabili traffico

Il tombino è ubicato al di sotto della sede stradale, costituita da due carreggiate di larghezza pari a 9.75 m ciascuna.

In conformità a quanto previsto dal Cap.5 delle NTC 2008 (Ponti), vengono calcolati i sovraccarichi dovuti al traffico agenti sull'impalcato, per ciascuna carreggiata:

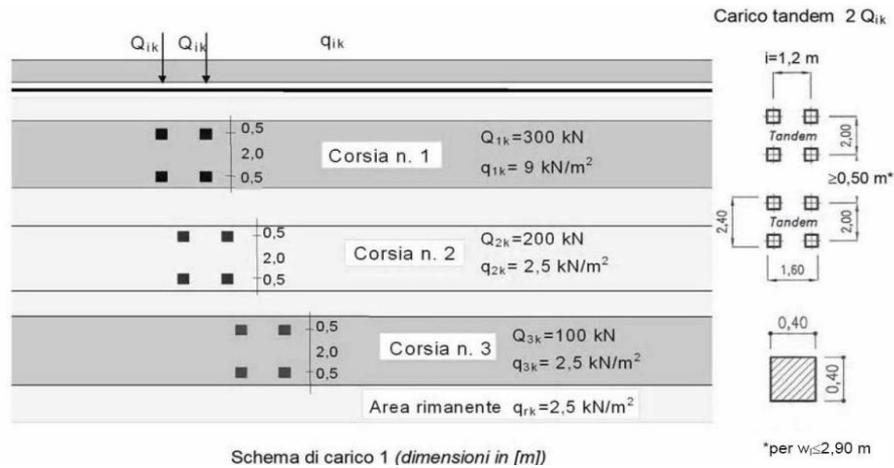
LARGHEZZA CARREGGIATA:	$w > 6,00m = 9.75 \text{ m}$
CORSIE CONVENZIONALI:	$n = 3$
LARGHEZZA CORSIE:	3,00m
LARGHEZZA DELLA ZONA RIMANENTE:	0.75m (equamente suddivisa sui due lati)

I carichi mobili da traffico, comprensivi degli effetti dinamici, sono definiti da vari schemi di carico.

Ai fini del calcolo della copertura del tombino in progetto sono applicabili gli Schemi di carico 1 e 2 con una disposizione longitudinale sulle corsie convenzionali tale da ottenere l'effetto più sfavorevole.

I carichi mobili secondo lo **Schema di carico n.1** (comprensivo degli effetti dinamici) risultano:

TOMBINO SCATOLARE TM21
RELAZIONE DI CALCOLO



Lo schema è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem Q_{ik} e da un carico uniformemente distribuito q_{ik} .

Le zone rimanenti, esterne alle corsie convenzionali, sono soggette ad un carico uniformemente distribuito q_{rk} pari a 2.50 kN/m^2 .

Le colonne di carico considerate sono pertanto le seguenti:

Corsia n. 1:

carico distribuito: $q_1 = 9,00 \text{ kN/m}^2 \text{ kN/m}^2$
carichi concentrati: $2 \times Q_1 = 2 \times 300 \text{ kN}$

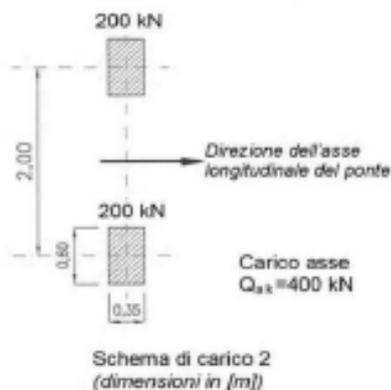
Corsia n. 2:

carico distribuito: $q_1 = 2.50 \text{ kN/m}^2 \text{ kN/m}^2$
carichi concentrati: $2 \times Q_1 = 2 \times 200 \text{ kN}$

Corsia n. 2:

carico distribuito: $q_1 = 2.50 \text{ kN/m}^2 \text{ kN/m}^2$
carichi concentrati: $2 \times Q_1 = 2 \times 100 \text{ kN}$

I carichi mobili secondo lo **Schema di carico n.2** (comprensivo degli effetti dinamici) risultano:



Lo schema costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0,60 m ed altezza 0,35 m, come mostrato in figura. Questo schema va considerato autonomamente con asse longitudinale nella posizione più gravosa ed è da assumere a riferimento solo per verifiche locali. Qualora sia più gravoso si considererà il peso di una singola ruota di 200 kN.

Dall'applicazione dei due schemi di carico separatamente sulle varie corsie convenzionali ed in varie posizioni lungo l'asse longitudinale delle stesse, come prescritto dalla normativa, ai fini della verifica della suola di copertura, lo Schema di Carico 1 è risultato più gravoso dello Schema di Carico 2. Pertanto si riportano i risultati della modellazione in cui è stato impiegato lo Schema di Carico 1.

7.1.4 Frenatura

L'azione dovuta alla frenatura è calcolata secondo la relazione contenuta nelle NTC2008 al par. 5.1.3.5 ed applicata sulla porzione di scatolare di larghezza pari ad 1.00 m:

$$q_3 = 0.6 (2Q_{1k}) + 0.10 q_{1k} w_1 L = 379.44 \text{ kN}$$

dove:

$Q_{1k} = 300 \text{ kN}$, carico asse corsia;

$q_{1k} = 9.00 \text{ kN/m}^2$, carico uniformemente distribuito fuori corsia;

$w_1 = 3.00 \text{ m}$, larghezza della corsia convenzionale;

$L = 7.20 \text{ m}$, lunghezza della zona caricata.

Nel caso in esame l'azione di frenamento o accelerazione risulta pari a:

$0.6 \times (2 \times 300) + 0.10 \times 9.0 \times 3.00 \times 7.20 = 379.44 \text{ kN}$ agente lungo la corsia di marcia e uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata. Pertanto si ha:

$$Q_3 = 379.44 / (7.20) = 52.70 \text{ kN/m}$$

7.2 PLATEA TOMBINO

7.2.1 Carichi permanenti strutturali

A vantaggio di sicurezza si considera un riempimento del tombino pari al massimo grado di riempimento, che corrisponde al 70% dell'altezza interna del tombino ($H=2.50 \times 0.70= 1.75 \text{ m}$).

Peso dell'acqua ($H_{max} = 1.75 \text{ m}$)	<u>17.50</u> kN/m ²
Carico permanente strutturale totale G_{1k}	17.50 kN/m²

7.3 PLATEA MURI ALA

7.3.1 Carichi permanenti strutturali

Peso rilevato stradale ($h_{media}=2.00\text{m}$, p.p = 18 kN/m^3)	<u>72.00</u> kN/m ²
Carico permanente strutturale totale G_{1k}	72.00 kN/m²

7.4 AZIONE DELLA TEMPERATURA

Dal momento che le opere in progetto sono completamente interrato e all'interno è presente acqua si ipotizza un gradiente termico tra la faccia esterna e la faccia interna, con una distribuzione a farfalla di valore pari a +/- 15°.

7.5 SPINTA DEL TERRENO SULLE PARETI

Si riportano di seguito i grafici delle spinte del terreno sulle pareti del manufatto tenendo conto della presenza di materiale di riporto a tergo, per il quale si considerano le seguenti caratteristiche geomeccaniche:

$\gamma_k = 19,0$ kN/m^3 peso di volume caratteristico;
 $\varphi'_k = 35$ ° angolo di operativo attrito caratteristico.

Considerando che le strutture in esame non sono in grado di subire spostamenti sufficienti alla mobilitazione della spinta attiva le azioni agenti sulle stesse verranno calcolate per mezzo del coefficiente di spinta in quiete. Nel calcolo delle spinte si è tenuto conto di un sovraccarico accidentale sul terreno di 20 kN/m^2 .

I risultati e gli andamenti delle pressioni di progetto (comprehensive dei fattori parziali di sicurezza), sono riportati nelle tabelle seguenti.

7.5.1 Pareti tombino

Tutti i valori sono riferiti a una striscia di larghezza unitaria.

GEOMETRIA MURO E RINTERRO

γ_M	25	kN/m ³	Peso per unità di volume
s_1	0,5	m	Spessore alla base
s_2	0,5	m	Spessore in testa
h_f	0,6	m	Altezza suola fondazione
h	2,5	m	Altezza paramento
β	0	°	Ang. terrapieno sull'orizzontale (>0 antiorario)
ψ	90	°	Ang. par. interna sull'orizzontale (>0 orario)
H	3,1	m	Altezza totale muro

MODALITA' DI SPINTA

Spinta in quiete

PARAMETRI SISMICI

C Categoria suolo
T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i <= 15^\circ$ Caratteristiche pendio
Muro non in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno Caratteristiche pendio

a_g	0,373	g	Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale (riferita all'accel. di gravità g)
F_0	2,345		Fattore di amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale
T_g	0,468	s	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
C_e	1,349		Coefficiente che modifica il valore del periodo T_C
S_1	1,175		Coefficiente di amplificazione stratigrafica
S_2	1,000		Coefficiente di amplificazione topografica
S_3	1,175		Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo
a_{max}	0,438	g	Accelerazione massima attesa al sito (riferita all'accelerazione di gravità g)
β_{red}	1,00		Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito
k_h	0,438		Coefficiente sismico orizzontale
k_v	0,219		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso l'alto
k_v	-0,219		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso il basso
θ_A	19,78	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso l'alto
θ_B	29,31	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso il basso

SOVRACCARICHI SUL RINTERRO

g_{1k}	g_{2k}	q_{1k}	
0	0	20	kN/m ²

Carico uniformemente distribuito a tergo del paramento

s_{s1k}	s_{s2k}	s_{q1k}	
1	1	0,3	

Coefficiente di riduzione della massa del sovraccarico

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi

γ_{G1}	γ_{G2}	γ_Q	γ_E	
1	1	1	1	-
1,3	1,5	1,5	-	-
1	1,3	1,3	-	-
1	1	1	1	1

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLE
Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (A1) E APPROCCIO 2
Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (A2)
Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi in combinazione sismica SLV

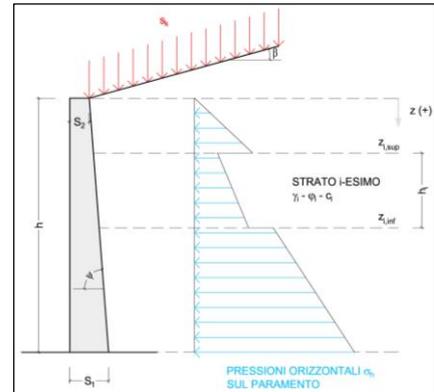
Coefficiente parziali di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

γ_γ	γ_ϕ	γ_c	
1	1	1	
1	1,25	1,25	

Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV
Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici - SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)

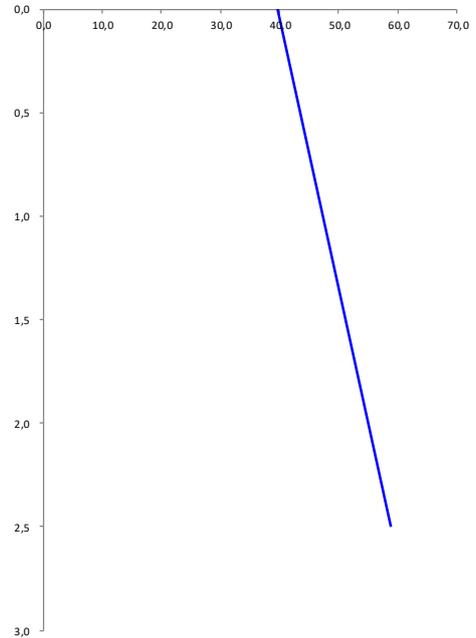
CARATTERISTICHE STRATI TERRENO

Strato	z_{sup} [m]	z_{int} [m]	h [m]	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICHI				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)			
				γ_k [kN/m ³]	ϕ_k [°]	δ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_d [kN/m ³]	ϕ_u [°]	δ_u [°]	c_u [kN/m ²]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{s,d}$ [-]	$k_{sa,d}$ [-]	$k_{sb,d}$ [-]	γ_d [kN/m ³]	ϕ_d [°]	δ_d [°]	c_d [kN/m ²]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{s,d}$ [-]	$k_{sa,d}$ [-]	$k_{sb,d}$ [-]
1	0,00	2,50	2,50	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
2	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
3	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
4	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
5	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
6	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
7	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
8	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
9	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
10	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315



PRESSIONI DI PROGETTO CONDIZIONI SISMICHE SLV

STRATO	z_{sup} / z_{inf} [m]	k_{hd} [-]	Tensione verticale litostatica σ_{vd} [kN/m ²]		σ_{hd} Sovraccarichi permanenti strutturali [kN/m ²]	σ_{hd} Sovraccarichi permanenti non strutturali [kN/m ²]	σ_{hd} Sovraccarichi variabili [kN/m ²]	Pressione della forza d'inerzia agente sul paramento [kN/m ²]	Pressione dell'incremento sismico di spinta [kN/m ²]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi permanenti strutturali [kN/m ²]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi permanenti non strutturali [kN/m ²]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi variabili [kN/m ²]	Pressione orizzontale totale di progetto $\sigma_{hd,tot}$ [kN/m ²]
			σ_{td} Terreno [kN/m ²]	σ_{td} [kN/m ²]									
1	0,00	0,43	0,0	0,00	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	39,59
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
2	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
3	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
4	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
5	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
6	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
7	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
8	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
9	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
10	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,48	24,46	0,00	0,00	1,12	58,78



7.5.2 Pareti muri ala

Tutti i valori sono riferiti a una striscia di larghezza unitaria.

GEOMETRIA MURO E RINTERRO

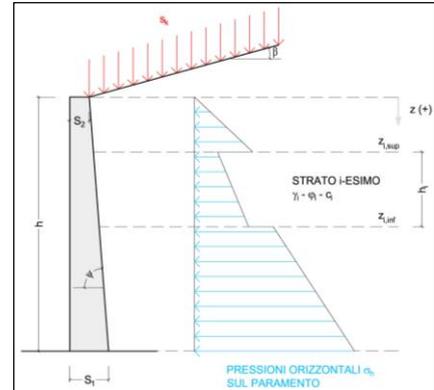
γ_M	25	kN/m ³	Peso per unità di volume
s_1	0,4	m	Spessore alla base
s_2	0,4	m	Spessore in testa
h_1	0,6	m	Altezza suola fondazione
h	4	m	Altezza paramento
β	0	°	Ang. terrapieno sull'orizzontale (>0 antiorario)
ψ	90	°	Ang. par. interna sull'orizzontale (>0 orario)
H	4,6	m	Altezza totale muro

MODALITA' DI SPINTA

Spinta in quiete

PARAMETRI SISMICI

C	Categoria suolo	
T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$	Caratteristiche pendio	
Muro non in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno	Caratteristiche pendio	
a_g	0,373 g	Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale (riferita all'accel. di gravità g)
F_0	2,345	Fattore di amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale
T_p	0,468 s	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
C_0	1,349	Coefficiente che modifica il valore del periodo T_C
S_1	1,175	Coefficiente di amplificazione stratigrafica
S_T	1,000	Coefficiente di amplificazione topografica
S	1,175	Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo
a_{max}	0,438 g	Accelerazione massima attesa al sito (riferita all'accelerazione di gravità g)
β_{max}	1,00	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito
k_h	0,438	Coefficiente sismico orizzontale
k_v	0,219	Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso l'alto
k_v	-0,219	Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso il basso
θ_h	19,78 °	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso l'alto
θ_b	29,31 °	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso il basso



SOVRACCARICHI SUL RINTERRO

q_{1k}	q_{2k}	q_{1k}	kN/m ²	Carico uniformemente distribuito a tergo del paramento
0	0	20		
s_{q1k}	s_{q2k}	s_{q1k}		Coefficiente di riduzione della massa del sovraccarico
1	1	0,3		

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi

γ_{G1}	γ_{G2}	γ_Q	γ_E	Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLE
1	1	1	-	
1,3	1,5	1,5	-	Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (A1) E APPROCCIO 2
1	1,3	1,3	-	Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (A2)
1	1	1	1	Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi in combinazione sismica SLV

Coefficiente parziali di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

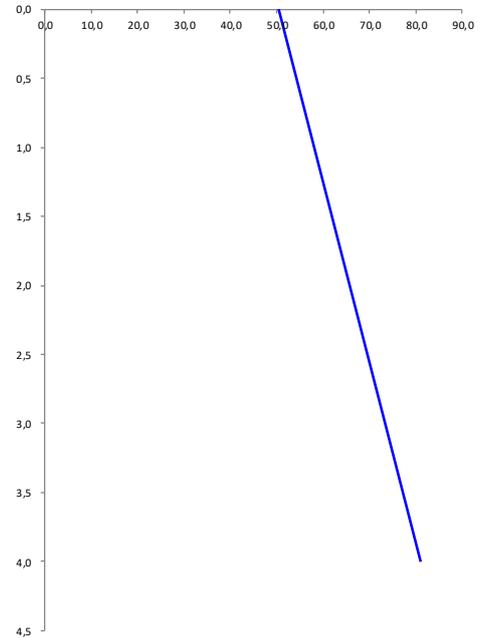
γ_s	γ_c	γ_c	Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV
1	1	1	
1	1,25	1,25	Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici - SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)

CARATTERISTICHE STRATI TERRENO

Strato	z_{sup} [m]	z_{inf} [m]	h [m]	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)			
				γ_k [kN/m ³]	ϕ_k [°]	δ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_d [kN/m ³]	ϕ_u [°]	δ_d [°]	c_d [kN/m ²]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{s,d}$ [-]	$k_{ea,d}$ [-]	$k_{bb,d}$ [-]	γ_s [kN/m ³]	ϕ_s [°]	δ_s [°]	c_d' [kN/m ²]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{s,d}$ [-]	$k_{ea,d}$ [-]	$k_{bb,d}$ [-]
1	0,00	4,00	4,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
2	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
3	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
4	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
5	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
6	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
7	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
8	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
9	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315
10	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,826	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,658	1,315

PRESSIONI DI PROGETTO CONDIZIONI SISMICHE SLV

STRATO	z_{sup} / z_{inf} [m]	k_{hd} [-]	Tensione verticale litostatica σ_{vd} [kN/m ²]		σ_{hd} Sovraccarichi permanenti strutturali [kN/m ²]	σ_{hd} Sovraccarichi permanenti non strutturali [kN/m ²]	σ_{hd} Sovraccarichi variabili [kN/m ²]	Pressione della forza d'inerzia agente sul paramento [kN/m ²]	Pressione dell'incremento sismico di spinta [kN/m ²]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi permanenti strutturali [kN/m ²]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi permanenti non strutturali [kN/m ²]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi variabili [kN/m ²]	Pressione orizzontale totale di progetto $\sigma_{hd,tot}$ [kN/m ²]
			σ_{hd} Terreno [kN/m ²]	σ_{hd} [kN/m ²]									
1	0,00	0,43	0,0	0,00	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	50,33
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
2	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
3	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
4	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
5	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
6	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
7	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
8	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
9	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
10	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,38	36,30	0,00	0,00	1,12	81,03



8 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

8.1 CONDIZIONI DI CARICO

Con riferimento al D.M. 14 gennaio 2008 le condizioni di carico prese in considerazione saranno le seguenti:

Descrizione	Durata	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Pesi strutturali	Permanente			
Permanenti portati	Permanente			
Variabile traffico_TANDEM	Media	0.75	0.75	0
Variabile traffico_distribuito	Media	0.4	0.4	0
Spinta sismica terreno	Istantaneo	0	0	0
Frenatura	Media	0	1	0
ΔT	Media	0.6	0.6	0.5
Sisma X SLV				
Sisma Y SLV				
Sisma Z SLV				
Eccentricità Y per sisma X SLV				
Eccentricità X per sisma Y SLV				
Sisma X SLO				
Sisma Y SLO				
Sisma Z SLO				
Eccentricità Y per sisma X SLO				
Eccentricità X per sisma Y SLO				
Terreno sisma X SLV				
Terreno sisma Y SLV				
Terreno sisma Z SLV				
Terreno sisma X SLO				
Terreno sisma Y SLO				
Terreno sisma Z SLO				

Una rappresentazione grafica dei carichi agenti per ciascuna delle singole condizioni è fornita ai paragrafi successivi.

8.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico da considerare ai fini delle verifiche sono state elaborate tenendo conto di quanto riportato nel D.M.14 gennaio 2008.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \times Q_{k2} + \Psi_{03} \times Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \times Q_{k1} + \Psi_{22} \times Q_{k2} + \dots$$

γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;

γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

Il coefficiente parziale della precompressione si assume pari a $\gamma_P=1$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza sono riportati nelle tabelle seguenti.

Famiglia SLU

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
1	SLU 1	1	0	0	0	0	0	-1.5
2	SLU 2	1	0	0	0	0	0	0
3	SLU 3	1	0	0	0	0	0	1.5
4	SLU 4	1	0	0	0	0	1.5	-0.9
5	SLU 5	1	0	0	0	0	1.5	0
6	SLU 6	1	0	0	0	0	1.5	0.9
7	SLU 7	1	0	0	0.6	0	0	-1.5
8	SLU 8	1	0	0	0.6	0	0	1.5
9	SLU 9	1	0	0	0.6	0	1.5	-0.9
10	SLU 10	1	0	0	0.6	0	1.5	0
11	SLU 11	1	0	0	0.6	0	1.5	0.9
12	SLU 12	1	0	0	1.5	0	0	-0.9
13	SLU 13	1	0	0	1.5	0	0	0
14	SLU 14	1	0	0	1.5	0	0	0.9
15	SLU 15	1	0	1.125	0	0	0	-1.5
16	SLU 16	1	0	1.125	0	0	0	1.5
17	SLU 17	1	0	1.125	0	0	1.5	-0.9
18	SLU 18	1	0	1.125	0	0	1.5	0
19	SLU 19	1	0	1.125	0	0	1.5	0.9
20	SLU 20	1	0	1.125	0.6	0	0	-1.5
21	SLU 21	1	0	1.125	0.6	0	0	1.5
22	SLU 22	1	0	1.125	0.6	0	1.5	-0.9
23	SLU 23	1	0	1.125	0.6	0	1.5	0
24	SLU 24	1	0	1.125	0.6	0	1.5	0.9
25	SLU 25	1	0	1.125	1.5	0	0	-0.9
26	SLU 26	1	0	1.125	1.5	0	0	0
27	SLU 27	1	0	1.125	1.5	0	0	0.9
28	SLU 28	1	0	1.5	0	0	0	-0.9
29	SLU 29	1	0	1.5	0	0	0	0
30	SLU 30	1	0	1.5	0	0	0	0.9
31	SLU 31	1	0	1.5	0.6	0	0	-0.9
32	SLU 32	1	0	1.5	0.6	0	0	0
33	SLU 33	1	0	1.5	0.6	0	0	0.9
34	SLU 34	1	1.5	0	0	0	0	-1.5
35	SLU 35	1	1.5	0	0	0	0	0
36	SLU 36	1	1.5	0	0	0	0	1.5
37	SLU 37	1	1.5	0	0	0	1.5	-0.9
38	SLU 38	1	1.5	0	0	0	1.5	0

TOMBINO SCATOLARE TM21
RELAZIONE DI CALCOLO

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
39	SLU 39	1	1.5	0	0	0	1.5	0.9
40	SLU 40	1	1.5	0	0.6	0	0	-1.5
41	SLU 41	1	1.5	0	0.6	0	0	1.5
42	SLU 42	1	1.5	0	0.6	0	1.5	-0.9
43	SLU 43	1	1.5	0	0.6	0	1.5	0
44	SLU 44	1	1.5	0	0.6	0	1.5	0.9
45	SLU 45	1	1.5	0	1.5	0	0	-0.9
46	SLU 46	1	1.5	0	1.5	0	0	0
47	SLU 47	1	1.5	0	1.5	0	0	0.9
48	SLU 48	1	1.5	1.125	0	0	0	-1.5
49	SLU 49	1	1.5	1.125	0	0	0	1.5
50	SLU 50	1	1.5	1.125	0	0	1.5	-0.9
51	SLU 51	1	1.5	1.125	0	0	1.5	0
52	SLU 52	1	1.5	1.125	0	0	1.5	0.9
53	SLU 53	1	1.5	1.125	0.6	0	0	-1.5
54	SLU 54	1	1.5	1.125	0.6	0	0	1.5
55	SLU 55	1	1.5	1.125	0.6	0	1.5	-0.9
56	SLU 56	1	1.5	1.125	0.6	0	1.5	0
57	SLU 57	1	1.5	1.125	0.6	0	1.5	0.9
58	SLU 58	1	1.5	1.125	1.5	0	0	-0.9
59	SLU 59	1	1.5	1.125	1.5	0	0	0
60	SLU 60	1	1.5	1.125	1.5	0	0	0.9
61	SLU 61	1	1.5	1.5	0	0	0	-0.9
62	SLU 62	1	1.5	1.5	0	0	0	0
63	SLU 63	1	1.5	1.5	0	0	0	0.9
64	SLU 64	1	1.5	1.5	0.6	0	0	-0.9
65	SLU 65	1	1.5	1.5	0.6	0	0	0
66	SLU 66	1	1.5	1.5	0.6	0	0	0.9
67	SLU 67	1.3	0	0	0	0	0	-1.5
68	SLU 68	1.3	0	0	0	0	0	0
69	SLU 69	1.3	0	0	0	0	0	1.5
70	SLU 70	1.3	0	0	0	0	1.5	-0.9
71	SLU 71	1.3	0	0	0	0	1.5	0
72	SLU 72	1.3	0	0	0	0	1.5	0.9
73	SLU 73	1.3	0	0	0.6	0	0	-1.5
74	SLU 74	1.3	0	0	0.6	0	0	1.5
75	SLU 75	1.3	0	0	0.6	0	1.5	-0.9
76	SLU 76	1.3	0	0	0.6	0	1.5	0
77	SLU 77	1.3	0	0	0.6	0	1.5	0.9
78	SLU 78	1.3	0	0	1.5	0	0	-0.9
79	SLU 79	1.3	0	0	1.5	0	0	0
80	SLU 80	1.3	0	0	1.5	0	0	0.9
81	SLU 81	1.3	0	1.125	0	0	0	-1.5
82	SLU 82	1.3	0	1.125	0	0	0	1.5
83	SLU 83	1.3	0	1.125	0	0	1.5	-0.9
84	SLU 84	1.3	0	1.125	0	0	1.5	0
85	SLU 85	1.3	0	1.125	0	0	1.5	0.9
86	SLU 86	1.3	0	1.125	0.6	0	0	-1.5
87	SLU 87	1.3	0	1.125	0.6	0	0	1.5
88	SLU 88	1.3	0	1.125	0.6	0	1.5	-0.9
89	SLU 89	1.3	0	1.125	0.6	0	1.5	0
90	SLU 90	1.3	0	1.125	0.6	0	1.5	0.9
91	SLU 91	1.3	0	1.125	1.5	0	0	-0.9
92	SLU 92	1.3	0	1.125	1.5	0	0	0
93	SLU 93	1.3	0	1.125	1.5	0	0	0.9
94	SLU 94	1.3	0	1.5	0	0	0	-0.9
95	SLU 95	1.3	0	1.5	0	0	0	0
96	SLU 96	1.3	0	1.5	0	0	0	0.9
97	SLU 97	1.3	0	1.5	0.6	0	0	-0.9
98	SLU 98	1.3	0	1.5	0.6	0	0	0
99	SLU 99	1.3	0	1.5	0.6	0	0	0.9
100	SLU 100	1.3	1.5	0	0	0	0	-1.5
101	SLU 101	1.3	1.5	0	0	0	0	0
102	SLU 102	1.3	1.5	0	0	0	0	1.5
103	SLU 103	1.3	1.5	0	0	0	1.5	-0.9
104	SLU 104	1.3	1.5	0	0	0	1.5	0
105	SLU 105	1.3	1.5	0	0	0	1.5	0.9
106	SLU 106	1.3	1.5	0	0.6	0	0	-1.5
107	SLU 107	1.3	1.5	0	0.6	0	0	1.5
108	SLU 108	1.3	1.5	0	0.6	0	1.5	-0.9
109	SLU 109	1.3	1.5	0	0.6	0	1.5	0

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
110	SLU 110	1.3	1.5	0	0.6	0	1.5	0.9
111	SLU 111	1.3	1.5	0	1.5	0	0	-0.9
112	SLU 112	1.3	1.5	0	1.5	0	0	0
113	SLU 113	1.3	1.5	0	1.5	0	0	0.9
114	SLU 114	1.3	1.5	1.125	0	0	0	-1.5
115	SLU 115	1.3	1.5	1.125	0	0	0	1.5
116	SLU 116	1.3	1.5	1.125	0	0	1	-0.9
117	SLU 117	1.3	1.5	1.125	0	0	1	0
118	SLU 118	1.3	1.5	1.125	0	0	1	0.9
119	SLU 119	1.3	1.5	1.125	0.6	0	0	-1.5
120	SLU 120	1.3	1.5	1.125	0.6	0	0	1.5
121	SLU 121	1.3	1.5	1.125	0.6	0	1	-0.9
122	SLU 122	1.3	1.5	1.125	0.6	0	1	0
123	SLU 123	1.3	1.5	1.125	0.6	0	1	0.9
124	SLU 124	1.3	1.5	1.125	1.5	0	0	-0.9
125	SLU 125	1.3	1.5	1.125	1.5	0	0	0
126	SLU 126	1.3	1.5	1.125	1.5	0	0	0.9
127	SLU 127	1.3	1.5	1.5	0	0	0	-0.9
128	SLU 128	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0
129	SLU 129	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0.9
130	SLU 130	1.3	1.5	1.5	0.6	0	0	-0.9
131	SLU 131	1.3	1.5	1.5	0.6	0	0	0
132	SLU 132	1.3	1.5	1.5	0.6	0	0	0.9

Famiglia SLE rara

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0	0	-1
2	SLE RA 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLE RA 3	1	1	0	0	0	0	1
4	SLE RA 4	1	1	0	0	0	1	-0.6
5	SLE RA 5	1	1	0	0	0	1	0
6	SLE RA 6	1	1	0	0	0	1	0.6
7	SLE RA 7	1	1	0	0.4	0	0	-1
8	SLE RA 8	1	1	0	0.4	0	0	1
9	SLE RA 9	1	1	0	0.4	0	1	-0.6
10	SLE RA 10	1	1	0	0.4	0	1	0
11	SLE RA 11	1	1	0	0.4	0	1	0.6
12	SLE RA 12	1	1	0	1	0	0	-0.6
13	SLE RA 13	1	1	0	1	0	0	0
14	SLE RA 14	1	1	0	1	0	0	0.6
15	SLE RA 15	1	1	0.75	0	0	0	-1
16	SLE RA 16	1	1	0.75	0	0	0	1
17	SLE RA 17	1	1	0.75	0	0	1	-0.6
18	SLE RA 18	1	1	0.75	0	0	1	0
19	SLE RA 19	1	1	0.75	0	0	1	0.6
20	SLE RA 20	1	1	0.75	0.4	0	0	-1
21	SLE RA 21	1	1	0.75	0.4	0	0	1
22	SLE RA 22	1	1	0.75	0.4	0	1	-0.6
23	SLE RA 23	1	1	0.75	0.4	0	1	0
24	SLE RA 24	1	1	0.75	0.4	0	1	0.6
25	SLE RA 25	1	1	0.75	1	0	0	-0.6
26	SLE RA 26	1	1	0.75	1	0	0	0
27	SLE RA 27	1	1	0.75	1	0	0	0.6
28	SLE RA 28	1	1	1	0	0	0	-0.6
29	SLE RA 29	1	1	1	0	0	0	0
30	SLE RA 30	1	1	1	0	0	0	0.6
31	SLE RA 31	1	1	1	0.4	0	0	-0.6
32	SLE RA 32	1	1	1	0.4	0	0	0
33	SLE RA 33	1	1	1	0.4	0	0	0.6

Famiglia SLE frequente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0	0	0.6
3	SLE FR 3	1	1	0	0.4	0	1	0
4	SLE FR 4	1	1	0	0.4	0	1	0.5
5	SLE FR 5	1	1	0.75	0	0	1	0

TOMBINO SCATOLARE TM21
RELAZIONE DI CALCOLO

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
6	SLE FR 6	1	1	0.75	0	0	1	0.5

Famiglia SLE quasi permanente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0	-0.5
2	SLE QP 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLE QP 3	1	1	0	0	0	0	0.5

Famiglia SLO

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT	X SLO
1	SLO 1	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
2	SLO 2	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
3	SLO 3	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
4	SLO 4	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
5	SLO 5	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
6	SLO 6	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
7	SLO 7	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
8	SLO 8	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
9	SLO 9	1	1	0	0	0	0	-0.5	0.3
10	SLO 10	1	1	0	0	0	0	-0.5	0.3
11	SLO 11	1	1	0	0	1	0	-0.5	0.3
12	SLO 12	1	1	0	0	1	0	-0.5	0.3
13	SLO 13	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
14	SLO 14	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
15	SLO 15	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
16	SLO 16	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
17	SLO 17	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
18	SLO 18	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
19	SLO 19	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
20	SLO 20	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
21	SLO 21	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
22	SLO 22	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
23	SLO 23	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
24	SLO 24	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
25	SLO 25	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
26	SLO 26	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
27	SLO 27	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
28	SLO 28	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
29	SLO 29	1	1	0	0	1	0	0.5	1
30	SLO 30	1	1	0	0	1	0	0.5	1
31	SLO 31	1	1	0	0	1	0	0.5	1
32	SLO 32	1	1	0	0	1	0	0.5	1

Nome	Nome breve	Y SLO	Z SLO	EY SLO	EX SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLO 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLO 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLO 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLO 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLO 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLO 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLO 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLO 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLO 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLO 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLO 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLO 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLO 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLO 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLO 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0
17	SLO 17	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
18	SLO 18	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
19	SLO 19	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
20	SLO 20	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
21	SLO 21	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0

TOMBINO SCATOLARE TM21
RELAZIONE DI CALCOLO

Nome	Nome breve	Y SLO	Z SLO	EY SLO	EX SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
22	SLO 22	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
23	SLO 23	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
24	SLO 24	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
25	SLO 25	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
26	SLO 26	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
27	SLO 27	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
28	SLO 28	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
29	SLO 29	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
30	SLO 30	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
31	SLO 31	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
32	SLO 32	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLD

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT	X SLD
1	SLD 1	1	1	0	0	0	0	0	-1
2	SLD 2	1	1	0	0	0	0	0	-1
3	SLD 3	1	1	0	0	0	0	0	-1
4	SLD 4	1	1	0	0	0	0	0	-1
5	SLD 5	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
6	SLD 6	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
7	SLD 7	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
8	SLD 8	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
9	SLD 9	1	1	0	0	0	0	0	0.3
10	SLD 10	1	1	0	0	0	0	0	0.3
11	SLD 11	1	1	0	0	0	0	0	0.3
12	SLD 12	1	1	0	0	0	0	0	0.3
13	SLD 13	1	1	0	0	0	0	0	1
14	SLD 14	1	1	0	0	0	0	0	1
15	SLD 15	1	1	0	0	0	0	0	1
16	SLD 16	1	1	0	0	0	0	0	1
17	SLD 17	1	1	0	0.3	0	0	0	-1
18	SLD 18	1	1	0	0.3	0	0	0	-1
19	SLD 19	1	1	0	0.3	0	0	0	-1
20	SLD 20	1	1	0	0.3	0	0	0	-1
21	SLD 21	1	1	0	0.3	0	0	0	-0.3
22	SLD 22	1	1	0	0.3	0	0	0	-0.3
23	SLD 23	1	1	0	0.3	0	0	0	-0.3
24	SLD 24	1	1	0	0.3	0	0	0	-0.3
25	SLD 25	1	1	0	0.3	0	0	0	0.3
26	SLD 26	1	1	0	0.3	0	0	0	0.3
27	SLD 27	1	1	0	0.3	0	0	0	0.3
28	SLD 28	1	1	0	0.3	0	0	0	0.3
29	SLD 29	1	1	0	0.3	0	0	0	1
30	SLD 30	1	1	0	0.3	0	0	0	1
31	SLD 31	1	1	0	0.3	0	0	0	1
32	SLD 32	1	1	0	0.3	0	0	0	1
33	SLD 33	1	1	0	0.3	0	0	0	-1
34	SLD 34	1	1	0	0.3	0	0	0	-1
35	SLD 35	1	1	0	0.3	0	0	0	-1
36	SLD 36	1	1	0	0.3	0	0	0	-1
37	SLD 37	1	1	0	0.3	0	0	0	-0.3
38	SLD 38	1	1	0	0.3	0	0	0	-0.3
39	SLD 39	1	1	0	0.3	0	0	0	-0.3
40	SLD 40	1	1	0	0.3	0	0	0	-0.3
41	SLD 41	1	1	0	0.3	0	0	0	0.3
42	SLD 42	1	1	0	0.3	0	0	0	0.3
43	SLD 43	1	1	0	0.3	0	0	0	0.3
44	SLD 44	1	1	0	0.3	0	0	0	0.3
45	SLD 45	1	1	0	0.3	0	0	0	1
46	SLD 46	1	1	0	0.3	0	0	0	1
47	SLD 47	1	1	0	0.3	0	0	0	1
48	SLD 48	1	1	0	0.3	0	0	0	1

TOMBINO SCATOLARE TM21
RELAZIONE DI CALCOLO

Nome	Nome breve	Y SLD	Z SLD	EY SLD	EX SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0
17	SLD 17	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
18	SLD 18	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
19	SLD 19	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
20	SLD 20	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
21	SLD 21	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
22	SLD 22	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
23	SLD 23	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
24	SLD 24	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
25	SLD 25	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
26	SLD 26	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
27	SLD 27	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
28	SLD 28	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
29	SLD 29	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
30	SLD 30	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
31	SLD 31	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
32	SLD 32	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0
33	SLD 33	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
34	SLD 34	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
35	SLD 35	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
36	SLD 36	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
37	SLD 37	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
38	SLD 38	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
39	SLD 39	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
40	SLD 40	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
41	SLD 41	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
42	SLD 42	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
43	SLD 43	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
44	SLD 44	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
45	SLD 45	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
46	SLD 46	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
47	SLD 47	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
48	SLD 48	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLV

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT	X SLV
1	SLV 1	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
2	SLV 2	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
3	SLV 3	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
4	SLV 4	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
5	SLV 5	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
6	SLV 6	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
7	SLV 7	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
8	SLV 8	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
9	SLV 9	1	1	0	0	0	0	-0.5	0.3
10	SLV 10	1	1	0	0	0	0	-0.5	0.3
11	SLV 11	1	1	0	0	1	0	-0.5	0.3
12	SLV 12	1	1	0	0	1	0	-0.5	0.3
13	SLV 13	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
14	SLV 14	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
15	SLV 15	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
16	SLV 16	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
17	SLV 17	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
18	SLV 18	1	1	0	0	1	0	0.5	-1

TOMBINO SCATOLARE TM21
RELAZIONE DI CALCOLO

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT	X SLV
19	SLV 19	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
20	SLV 20	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
21	SLV 21	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
22	SLV 22	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
23	SLV 23	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
24	SLV 24	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
25	SLV 25	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
26	SLV 26	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
27	SLV 27	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
28	SLV 28	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
29	SLV 29	1	1	0	0	1	0	0.5	1
30	SLV 30	1	1	0	0	1	0	0.5	1
31	SLV 31	1	1	0	0	1	0	0.5	1
32	SLV 32	1	1	0	0	1	0	0.5	1

Nome	Nome breve	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
1	SLV 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0
17	SLV 17	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
18	SLV 18	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
19	SLV 19	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
20	SLV 20	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
21	SLV 21	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
22	SLV 22	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
23	SLV 23	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
24	SLV 24	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
25	SLV 25	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
26	SLV 26	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
27	SLV 27	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
28	SLV 28	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
29	SLV 29	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
30	SLV 30	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
31	SLV 31	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
32	SLV 32	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLV fondazioni

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT	X SLV
1	SLV FO 1	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
2	SLV FO 2	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
3	SLV FO 3	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
4	SLV FO 4	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
5	SLV FO 5	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
6	SLV FO 6	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
7	SLV FO 7	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
8	SLV FO 8	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
9	SLV FO 9	1	1	0	0	0	0	-0.5	0.3
10	SLV FO 10	1	1	0	0	0	0	-0.5	0.3
11	SLV FO 11	1	1	0	0	1	0	-0.5	0.3
12	SLV FO 12	1	1	0	0	1	0	-0.5	0.3
13	SLV FO 13	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
14	SLV FO 14	1	1	0	0	1	0	-0.5	1

TOMBINO SCATOLARE TM21
RELAZIONE DI CALCOLO

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT	X SLV
15	SLV FO 15	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
16	SLV FO 16	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
17	SLV FO 17	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
18	SLV FO 18	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
19	SLV FO 19	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
20	SLV FO 20	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
21	SLV FO 21	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
22	SLV FO 22	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
23	SLV FO 23	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
24	SLV FO 24	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
25	SLV FO 25	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
26	SLV FO 26	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
27	SLV FO 27	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
28	SLV FO 28	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
29	SLV FO 29	1	1	0	0	1	0	0.5	1
30	SLV FO 30	1	1	0	0	1	0	0.5	1
31	SLV FO 31	1	1	0	0	1	0	0.5	1
32	SLV FO 32	1	1	0	0	1	0	0.5	1

Nome	Nome breve	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
1	SLV FO 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV FO 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV FO 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV FO 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV FO 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV FO 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV FO 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV FO 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV FO 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV FO 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV FO 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV FO 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV FO 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV FO 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV FO 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV FO 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0
17	SLV FO 17	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
18	SLV FO 18	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
19	SLV FO 19	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
20	SLV FO 20	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
21	SLV FO 21	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
22	SLV FO 22	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
23	SLV FO 23	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
24	SLV FO 24	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
25	SLV FO 25	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
26	SLV FO 26	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
27	SLV FO 27	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
28	SLV FO 28	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
29	SLV FO 29	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
30	SLV FO 30	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
31	SLV FO 31	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
32	SLV FO 32	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

9 ANALISI SVOLTE CON CODICI DI CALCOLO

9.1 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO

Le analisi e le verifiche delle strutture analizzate sono state eseguite mediante l'ausilio di codici di calcolo di comprovata validità. Si riportano di seguito le informazioni relative al codice impiegato e gli estremi della licenza d'uso.

Nominativo	SismiCAD 12.17
Produttore	Concrete s.r.l, Padova
Nome utente finale	ICARIA s.r.l
Numero licenza	9692559

9.2 AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI

L'analisi preliminare della documentazione a corredo del software impiegato ha consentito di accertarne l'affidabilità e l'idoneità al caso in oggetto.

Il produttore del software fornisce, infatti, un'esauriente documentazione, atta a testimoniare la validità, all'interno della quale sono descritte le basi teoriche e gli algoritmi impiegati, campi di impiego ed esempi risolti.

9.3 GIUDIZIO MOTIVATO SULL'ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI DEI CALCOLI

Per verificare la bontà delle elaborazioni eseguite, sono stati effettuati controlli manuali su schemi di calcolo semplificati degli elementi strutturali principali delle opere in progetto.

In particolare sono state valutate le sollecitazioni sulla copertura, considerando uno schema statico a piastra omogenea e isotropa, vincolata alle estremità su tre lati.

I calcoli hanno condotto a risultati confrontabili con quanto ottenuto dalla modellazione numerica e pertanto si ritiene che i risultati della stessa siano significativi e rappresentativi dell'effettivo comportamento della struttura.

Si riporta, pertanto, di seguito il calcolo delle sollecitazioni sulla porzione di sbocco della copertura del tombino scatolare, schematizzandola come piastra omogenea e isotropa vincolata alle estremità su tre lati, sulla quale agisce il carico distribuito dovuto all'azione accidentale del terreno a tergo della piastra stessa.

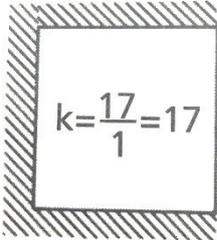
Per il calcolo delle sollecitazioni si impiega il metodo semplificato di Grashov per la soluzione del problema della piastra rettangolare comunque vincolata.

Le sollecitazioni flettenti e taglianti per piastre omogenee e isotrope si calcolano nei due sensi l_x e l_y secondo lo schema statico dipendente dai vincoli di estremità, con il carico di competenza:

$$p_x = p_{tot} \cdot \frac{l_y^4}{Kl_x^4 + l_y^4}$$

$$p_y = p_{tot} - p_x$$

Lo schema adottato è quello di piastra con vincolo di incastro su tre lati, come riportato nell'immagine di seguito:



Le caratteristiche della piastra sono (si considera nella direzione parallela all'asse del tombino, corrispondente all'asse x, una porzione di larghezza unitaria):

$$l_x = 1.00 \text{ m}$$

$$l_y = 7.00 \text{ m}$$

$$p_{\text{tot}} = 9.12 \text{ kN/m}^2$$

Le azioni risultano pertanto come segue:

$$p_x = 9.05 \text{ kN/m}$$

$$p_y = 0.06 \text{ kN/m}$$

In direzione x, considerando una striscia di 1 m e uno schema a doppio semincastro si ha:

$$M_x = p_x l_x^2 / 2 = 4.52 \text{ kNm}$$

$$M_y = p_y l_y^2 / 12 = 0.26 \text{ kNm}$$

Le sollecitazioni ottenute dall'analisi agli elementi finiti per la combinazione considerata risultano:

$$M_{xx} = 5.00 \text{ kN m}$$

$$M_{yy} = 1.00 \text{ kN m}$$

Il confronto tra quanto ottenuto dalla modellazione numerica ed i calcoli semplificati evidenzia valori delle sollecitazioni confrontabili e pertanto si ritiene che il modello di calcolo sia significativo e rappresentativo dell'effettivo comportamento della struttura.

9.4 MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

I risultati dell'elaborazione sono presentati in modo tale da costituire una sintesi completa ed efficace del comportamento della struttura, sia mediante l'ausilio di schemi grafici riportanti le parti più sollecitate della struttura, le configurazioni deformate e l'entità delle azioni, sia esplicitando i tabulati numerici con l'esito delle principali verifiche, i dati di input, le combinazioni di carico.

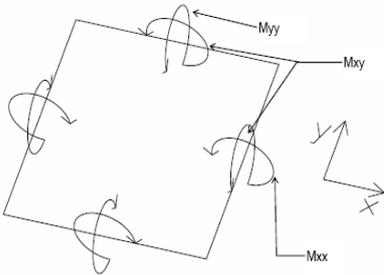
9.4.1 Convenzioni relative alle caratteristiche di sollecitazione

La convenzione sui segni per i parametri di sollecitazione delle aste è la seguente:

- sforzo normale F1 (N): viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di sforzo normale positivo (di trazione) viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 2 positivo;

- F2: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di F2 positivo viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 2 positivo;
- F3: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 3. Nel caso di F3 positivo viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 3 positivo;
- momento torcente M1 (Mt): viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di momento torcente positivo viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 2 positivo;
- momento M2: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 3. Nel caso di M2 positivo viene disegnato dalla parte del semiasse 3 negativo;
- momento M3: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di M3 positivo viene disegnato dalla parte del semiasse 2 negativo.

In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione M_{xx} , M_{yy} , M_{xy} .



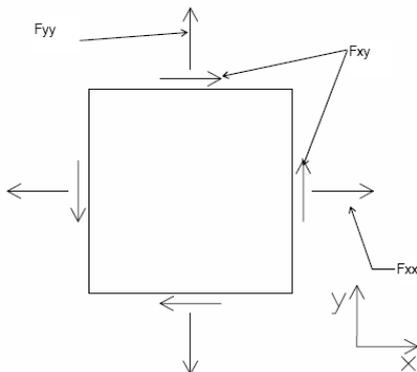
si definiscono:

M_{xx} : momento flettente [Forza*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

M_{yy} : momento flettente [Forza*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale y (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

M_{xy} : momento torcente [Forza*Lunghezza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione F_{xx} , F_{yy} , F_{xy} .



Si definiscono:

F_{xx} : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

Fyy: sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale all'asse y (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

Fxy: sforzo di taglio [Forza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento shell:

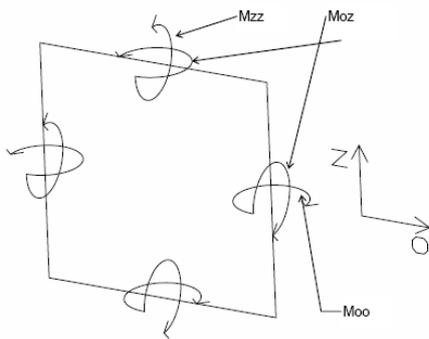
Vx: taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse x (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti);

Vy: taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse y (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti).

Gusci verticali: pareti e muri

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: "origine appartenente al piano dell'elemento, asse O (ascisse) e z (ordinate) contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa". In particolare l'asse O è orizzontale e l'asse z parallelo ed equiverso con l'asse Z globale. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione.

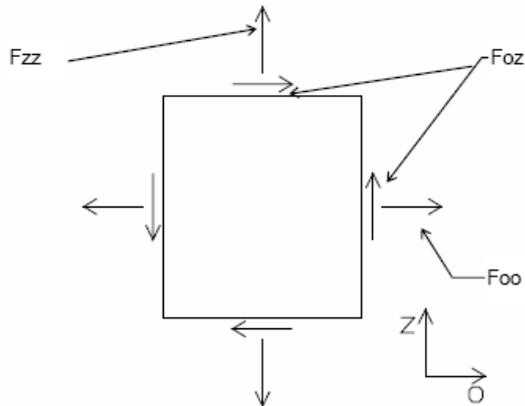
In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione Moo, Mzz, Moz.



Moo: momento flettente distribuito [Forza*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse O (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

Mzz: momento flettente distribuito [Forza*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse z (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

Moz: momento "torcente" distribuito [Forza*Lunghezza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura). Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell con indicato il sistema di riferimento i parametri di sollecitazione Foo, Fzz, Foz sono rispettivamente:



F_{zz} : sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse z (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

F_{oo} : sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse O (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

F_{oz} : sforzo tagliante distribuito [Forza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

10 RISULTATI DELL'ANALISI

La struttura è stata modellata con analisi agli elementi finiti (FEM), mediante il software Sismicad 12.17 della Concrete.

Si riportano di seguito i risultati della modellazione ed i dati di input utilizzati.

10.1 DATI INPUT MODELLAZIONE

Si riportano di seguito i dati di input del modello di calcolo.

1 Dati generali

1.1 Materiali

1.1.1 Materiali c.a.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Rck: resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [kN/m²]

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m²]

G: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [kN/m²]

Poisson: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

γ: peso specifico del materiale. [kN/m³]

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C⁻¹]

Descrizione	Rck	E	G	Poisson	γ	α
C32/40	40000	33642778	Default (15292172)	0.1	25	0.00001

1.1.2 Curve di materiali c.a.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Curva: curva caratteristica.

Reaz.traz.: reagisce a trazione.

Comp.frag.: ha comportamento fragile.

E.compr.: modulo di elasticità a compressione. [kN/m²]

Incr.compr.: incrudimento di compressione. Il valore è adimensionale.

EpsEc: ε elastico a compressione. Il valore è adimensionale.

EpsUc: ε ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.

E.traz.: modulo di elasticità a trazione. [kN/m²]

Incr.traz.: incrudimento di trazione. Il valore è adimensionale.

EpsEt: ε elastico a trazione. Il valore è adimensionale.

EpsUt: ε ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Curva									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
C32/40	No	Si	33642778	0.001	-0.002	-0.0035	33642778	0.001	0.0000645	0.0000709

1.1.3 Armature

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

fyk: resistenza caratteristica. [kN/m²]

σamm.: tensione ammissibile. [kN/m²]

Tipo: tipo di barra.

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m²]

γ: peso specifico del materiale. [kN/m³]

Poisson: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C⁻¹]

Livello di conoscenza: indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ. 02/02/09 n. 617 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.).

Descrizione	fyk	σamm.	Tipo	E	γ	Poisson	α	Livello di conoscenza
B450C_1	450000	255000	Aderenza migliorata	206000000	78.5	0.3	0.000012	Nuovo

TOMBINO SCATOLARE TM21
RELAZIONE DI CALCOLO

2 Preferenze commessa
2.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	D.M. 14-01-08 (N.T.C.)	
Tipo di costruzione	2	
Vn	50	
Classe d'uso	IV	
Vr	100	
Tipo di analisi	Lineare dinamica	
Località	Siracusa, Lentini;	
Latitudine	ED50 37,2974° (37° 17' 51");	
Longitudine	ED50 14,9812° (14° 58' 52");	
Altitudine	s.l.m. 18,69 m.	
Zona sismica	Zona 2	
Categoria del suolo	C - sabbie ed argille medie	
Categoria topografica	T1	
Ss orizzontale SLO	1.5	
Tb orizzontale SLO	0.147	[s]
Tc orizzontale SLO	0.44	[s]
Td orizzontale SLO	1.903	[s]
Ss orizzontale SLD	1.5	
Tb orizzontale SLD	0.16	[s]
Tc orizzontale SLD	0.479	[s]
Td orizzontale SLD	2.023	[s]
Ss orizzontale SLV	1.18	
Tb orizzontale SLV	0.21	[s]
Tc orizzontale SLV	0.631	[s]
Td orizzontale SLV	3.092	[s]
Ss verticale	1	
Tb verticale	0.05	[s]
Tc verticale	0.15	[s]
Td verticale	1	[s]
St	1	
PVr SLO (%)	81	
Tr SLO	60.21	
Ag/g SLO	0.0758	
Fo SLO	2.505	
Tc* SLO	0.273	
PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	101	
Ag/g SLD	0.1058	
Fo SLD	2.37	
Tc* SLD	0.31	
PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	949.12	
Ag/g SLV	0.373	
Fo SLV	2.345	
Tc* SLV	0.468	
Smorzamento viscoso (%)	5	
Classe di duttilità	Non dissipativa	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	[m]
Regolarità in pianta	No	
Regolarità in elevazione	No	
Edificio C.A.	Si	
Edificio esistente	No	
Altezza costruzione	4.1	[m]
C1	0.05	
T1	0.144	[s]
Lambda SLO	0.85	
Lambda SLD	0.85	
Lambda SLV	0.85	
Lambda verticale	0.85	
Numero modi	15	

Metodo di Ritz	non applicato
Torsione accidentale semplificata	No
Torsione accidentale per piani (livelli e falde) flessibili	No
Limite spostamenti interpiano	0.005
Moltiplicatore sisma X per combinazioni di default	1
Moltiplicatore sisma Y per combinazioni di default	1
Fattore di struttura per sisma X	1
Fattore di struttura per sisma Y	1
Fattore di struttura per sisma Z	1
Applica 1% (§ 3.1.1)	No
Coefficiente di sicurezza portanza fondazioni superficiali	2.3
Coefficiente di sicurezza scorrimento fondazioni superficiali	1.1
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali	1.3
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7
2.1.3.1 Normativa di verifica in uso	
Norma di verifica	D.M. 14-01-08 (N.T.C.)
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in stato limite
Legno	Preferenze di verifica legno D.M. 14-01-08 (N.T.C.)
Acciaio	Preferenze di verifica acciaio D.M. 14-01-08 (N.T.C.)
Alluminio	Preferenze di verifica alluminio EC9
Pannelli in gessofibra (N.T.C.)	Preferenze di verifica pannelli gessofibra D.M. 14-01-08
2.1.3.2 Normativa di verifica C.A.	
γ_s (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)	1.15
γ_c (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)	1.5
Limite σ_c/f_{ck} in combinazione rara	0.6
Limite σ_c/f_{ck} in combinazione quasi permanente	0.45
Limite σ_f/f_{yk} in combinazione rara	0.8
Coefficiente di riduzione della τ per cattiva aderenza	0.7
Dimensione limite fessure w_1 §4.1.2.2.4.1	0.0002[m]
Dimensione limite fessure w_2 §4.1.2.2.4.1	0.0003[m]
Dimensione limite fessure w_3 §4.1.2.2.4.1	0.0004[m]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	No
Copriferro secondo EC2	No
2.1.3.4 Normativa di verifica acciaio	
γ_{m0}	1.05
γ_{m1}	1.05
γ_{m2}	1.25
Coefficiente riduttivo per effetto vettoriale	0.7
Calcolo coefficienti C1, C2, C3 per M _{cr}	automatico
Coefficienti α , β per flessione deviata	unitari
Verifica semplificata conservativa	no
L/e0 iniziale per profili accoppiati compressi	500
Metodo semplificato formula (4.2.76)	si
Escludi 6.2.6.7 e 6.2.6.8 in 7.5.4.4 e 7.5.4.6	si
Applica Nota 1 del prospetto 6.2	si
Riduzione f_y per tubi tondi di classe 4	no
Effettua la verifica secondo 6.2.8 con irrigidimenti superiori (piastra di base)	si
Limite spostamento relativo interpiano e monopiano colonne	0.00333
Limite spostamento relativo complessivo multipiano colonne	0.002

Considera taglio resistente estremità sagomati	no
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	no
2.1.4 Preferenze FEM	
Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	0.5[m]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	0.5[m]
Dimensione massima ottimale suddivisioni archi finestre/porte (default)	0.5[m]
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento
Metodo P-Delta	non utilizzato
Analisi buckling	non utilizzata
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	No
Moltiplicatore rigidezza connettori pannelli pareti legno a diaframma	1
Tolleranza di parallelismo	4.99[deg]
Tolleranza di unicità punti	0.1[m]
Tolleranza generazione nodi di aste	0.01[m]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	0.04[m]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	1[m]
Considera deformabilità a taglio negli elementi guscio	No
Modello elastico pareti in muratura	Gusci
Concentra masse pareti nei vertici	No
Segno risultati analisi spettrale	Analisi statica
Memoria utilizzabile dal solutore	8000000
Metodo di risoluzione della matrice	AspenTech MA57
Scrivi commenti nel file di input	No
Scrivi file di output in formato testo	No
Solidi colle e corpi ruvidi (default)	Solidi reali
Moltiplicatore rigidezza molla torsionale applicata ad aste di fondazione	1
Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare	Equilibrio elastico
2.5 Preferenze di analisi non lineare FEM	
Metodo iterativo	Secante
Tolleranza iterazione	0.0001
Numero massimo iterazioni	50
2.6 Preferenze di analisi carichi superficiali	
Detrazione peso proprio solai nelle zone di sovrapposizione	non applicata
Metodo di ripartizione	a zone d'influenza
Percentuale carico calcolato a trave continua	0
Esegui smoothing diagrammi di carico	applicata
Tolleranza smoothing altezza trapezi	0.001[kN/m]
Tolleranza smoothing altezza media trapezi	0.001[kN/m]

2 Quote

2.3.1 Livelli

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al livello.

Descrizione: nome assegnato al livello.

Quota: quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [m]

Spessore: spessore del livello. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.6
L2	Piano 3	2.5	0
L3	Piano 1	3.2	0.7
L4	Piano 2	4.1	0

2.3.3 Tronchi

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al tronco.

Descrizione: nome assegnato al tronco.

Quota 1: riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Quota 2: riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Fondazione - Piano 1	Fondazione	Piano 1
T2	Piano 1 - Piano 2	Piano 1	Piano 2
T3	Fondazione - Piano 3	Fondazione	Piano 3

2.2 Azioni e carichi

1.5 Definizioni di carichi concentrati

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Fx: componente X del carico concentrato. [kN]

Fy: componente Y del carico concentrato. [kN]

Fz: componente Z del carico concentrato. [kN]

*Mx: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse X. [kN*m]*

*My: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Y. [kN*m]*

*Mz: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Z. [kN*m]*

Nome	Condizione	Valori					
		Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Descrizione							
CARICO TANDEM_CORSIA_1	Pesi strutturali	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	0	-150	0	0	0
	Variabile traffico_distribuito	0	0	0	0	0	0
	Spinta sismica terreno	0	0	0	0	0	0
	Frenatura	0	0	0	0	0	0
CARICO TANDEM_CORSIA_2	Pesi strutturali	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	0	-100	0	0	0
	Variabile traffico_distribuito	0	0	0	0	0	0
	Spinta sismica terreno	0	0	0	0	0	0
	Frenatura	0	0	0	0	0	0
CARICO TANDEM_CORSIA_3	Pesi strutturali	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	0	-50	0	0	0
	Variabile traffico_distribuito	0	0	0	0	0	0
	Spinta sismica terreno	0	0	0	0	0	0
	Frenatura	0	0	0	0	0	0

1.5 Definizioni di carichi lineari

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Fx i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [kN/m]

Fx f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [kN/m]

Fy i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [kN/m]

Fy f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [kN/m]

Fz i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [kN/m]

Fz f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [kN/m]

Mx i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [kN]

Mx f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [kN]

My i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [kN]

My f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [kN]

Mz i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [kN]

Mz f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [kN]

TOMBINO SCATOLARE TM21
RELAZIONE DI CALCOLO

Nome	Condizione	Valori											
		Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.
Descrizione													
FRENAMENTO	Pesi strutturali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile traffico_distribuito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sismica terreno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frenatura	0	0	52.7	52.7	0	0	0	0	0	0	0	0

2.2.7 Definizioni di carichi superficiali

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Valore: modulo del carico superficiale applicato alla superficie. [kN/m²]

Applicazione: modalità con cui il carico è applicato alla superficie.

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
Descrizione			
COPERTURA	Pesi strutturali	17.1	Verticale
	Permanenti portati	9.12	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	0	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale
VARIABILE_TRAFFICO_DISTRIBUITO_CORSIA_1	Pesi strutturali	17.1	Verticale
	Permanenti portati	9.12	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	9	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale
VARIABILE_TRAFFICO_DISTRIBUITO_CORSIA_2_3	Pesi strutturali	17.1	Verticale
	Permanenti portati	9.12	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	2.5	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale
PLATEA	Pesi strutturali	17.5	Verticale
	Permanenti portati	0	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	0	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale
PLATEA_muri_ala	Pesi strutturali	72	Verticale
	Permanenti portati	0	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	0	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale

2.2.9 Definizioni di carichi potenziali

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Valore i.: valore del carico pressorio alla quota iniziale. [kN/m²]

Quota i.: quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore iniziale. [m]

Valore f.: valore del carico pressorio alla quota finale. [kN/m²]

Quota f.: quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore finale. [m]

Nome	Condizione	Valore i.	Valori		Quota f.
			Descrizione	Quota i.	
Spinta_parete_tombino	Pesi strutturali	0	2.5	19.2	0
	Permanenti portati	0	0	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	0	0	0
	Variabile traffico_distribuito	8.53	2.5	8.53	0
	Spinta sismica terreno	24.46	2.5	24.46	0
	Frenatura	0	0	0	0
Spinta_muri_ala	Pesi strutturali	0	4	30.7	0
	Permanenti portati	0	0	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	0	0	0
	Variabile traffico_distribuito	8.53	4	8.53	0
	Spinta sismica terreno	36.3	4	36.3	0
	Frenatura	0	0	0	0

1.6 Definizioni di carichi termici

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Nome
gradiente_15°
gradiente_15° (-)

10.2 RAPPRESENTAZIONE GRAFICA MODELLO

10.2.1 Applicazione carichi

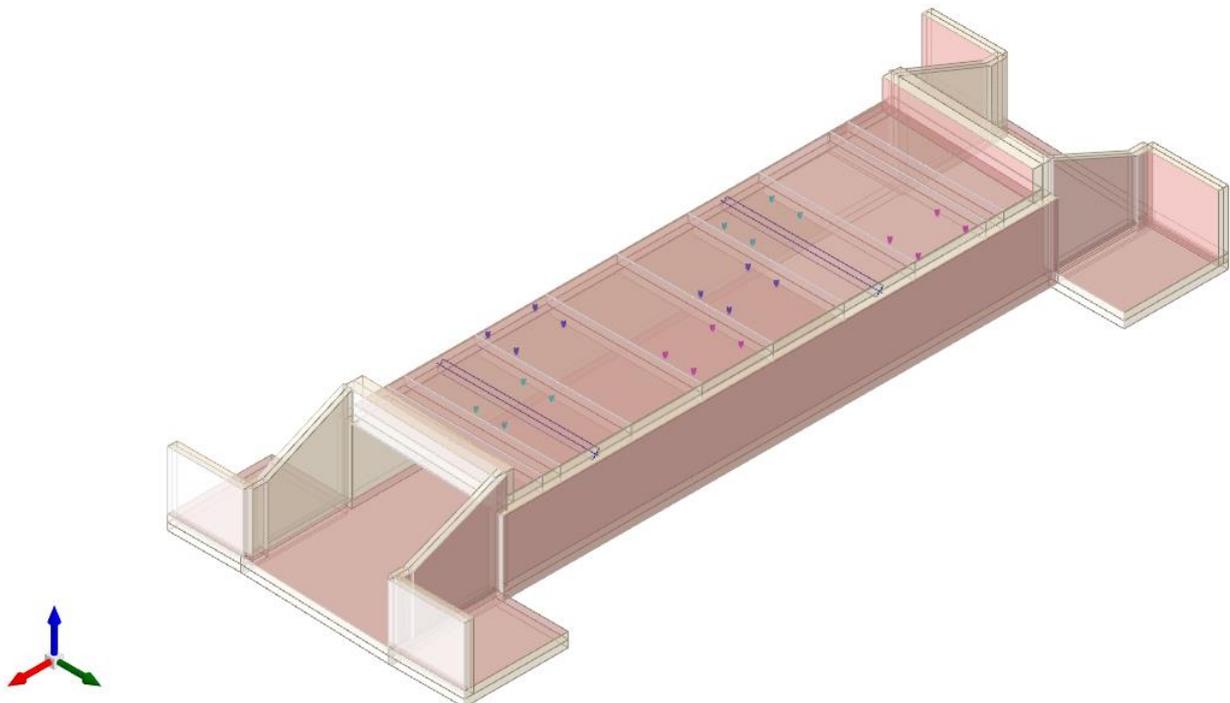


Figura 1 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

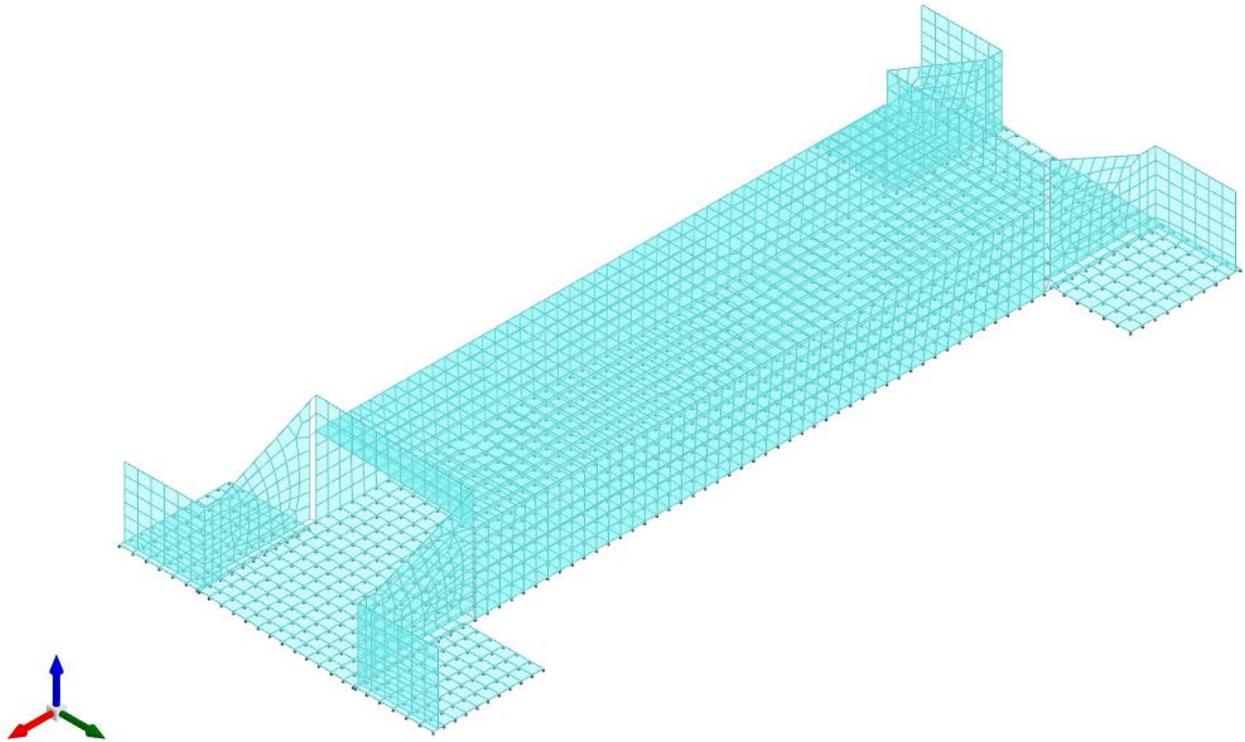


Figura 2 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

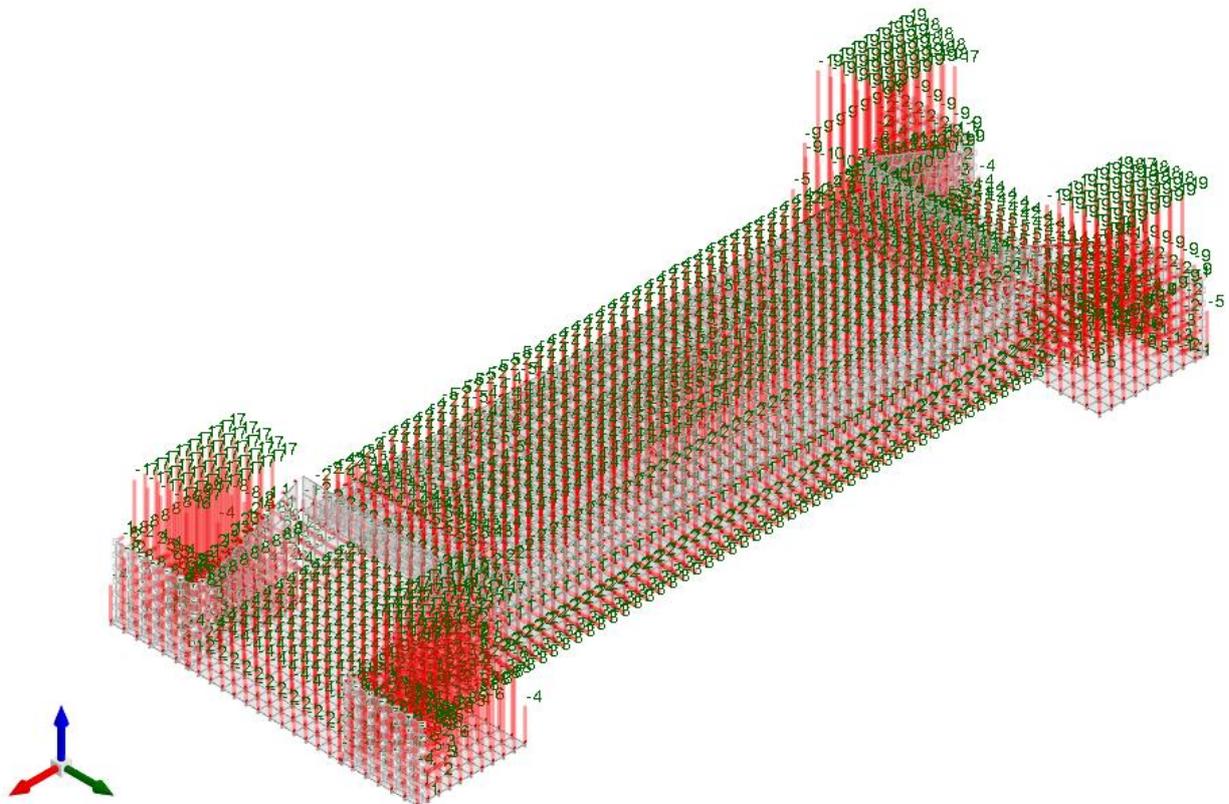


Figura 3 - Condizione permanenti strutturali

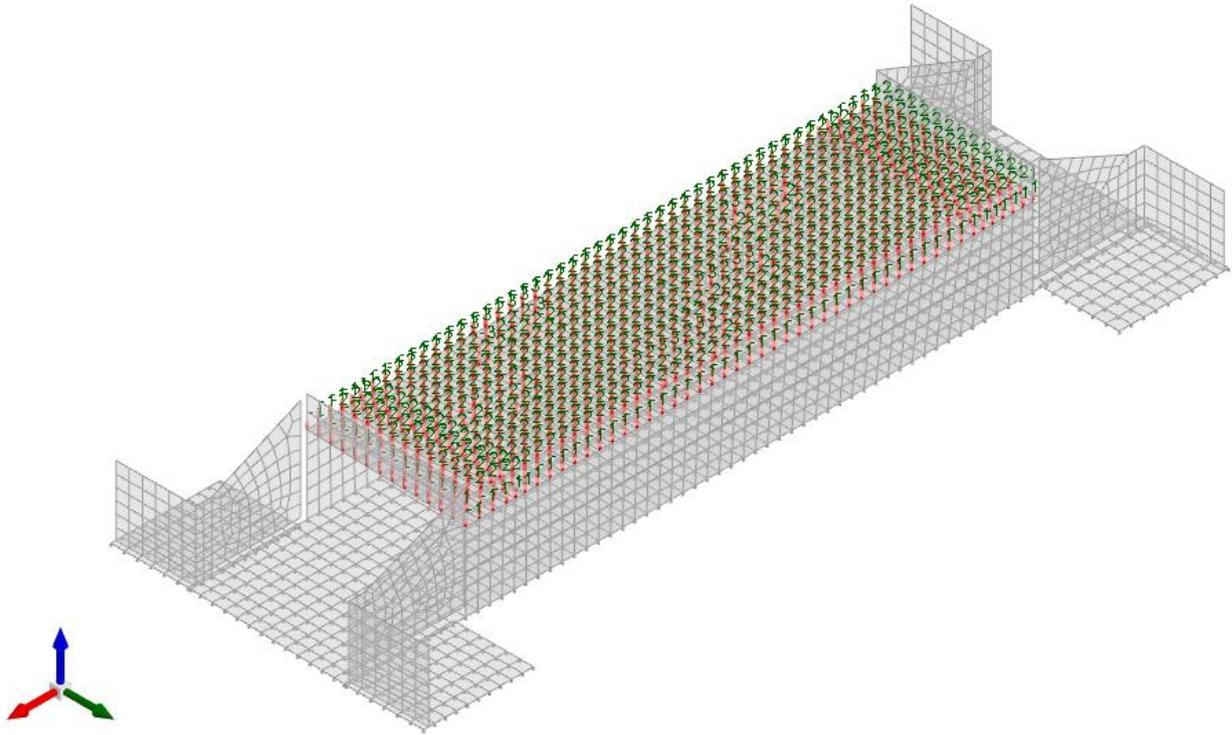


Figura 4 - Condizione permanenti non strutturali

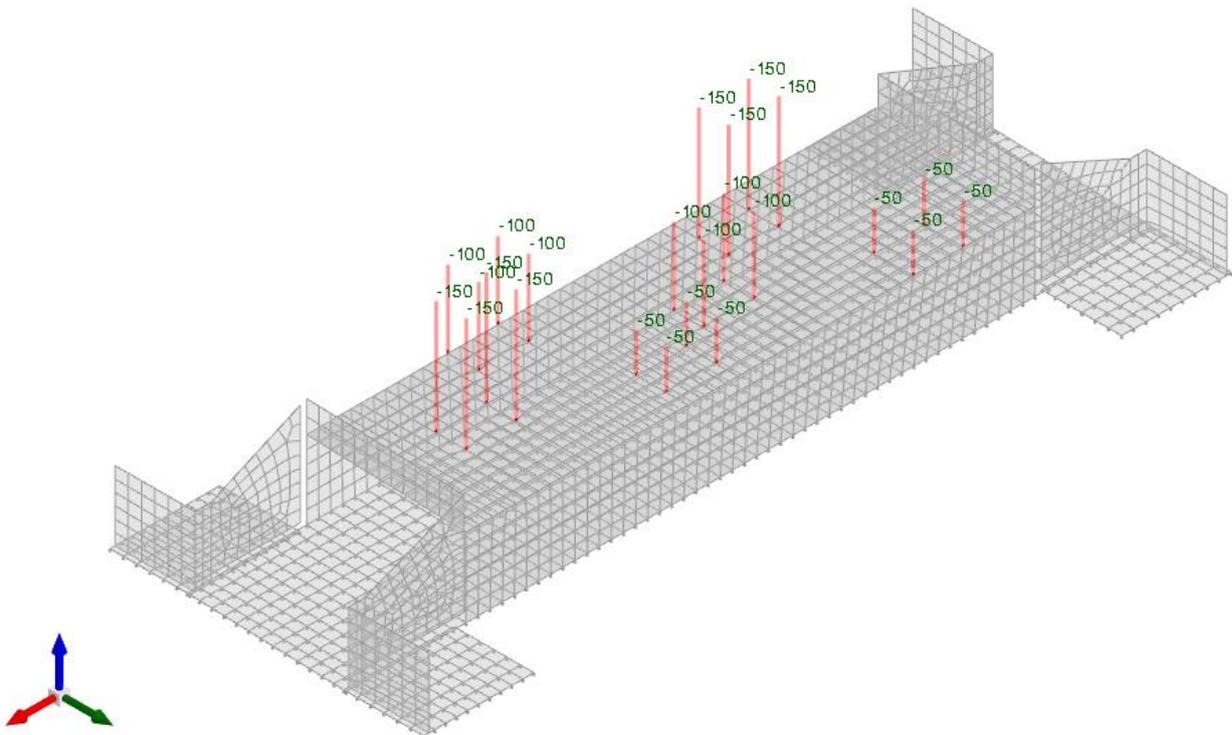


Figura 5 - Condizione sovraccarico variabile traffico (carichi concentrati)

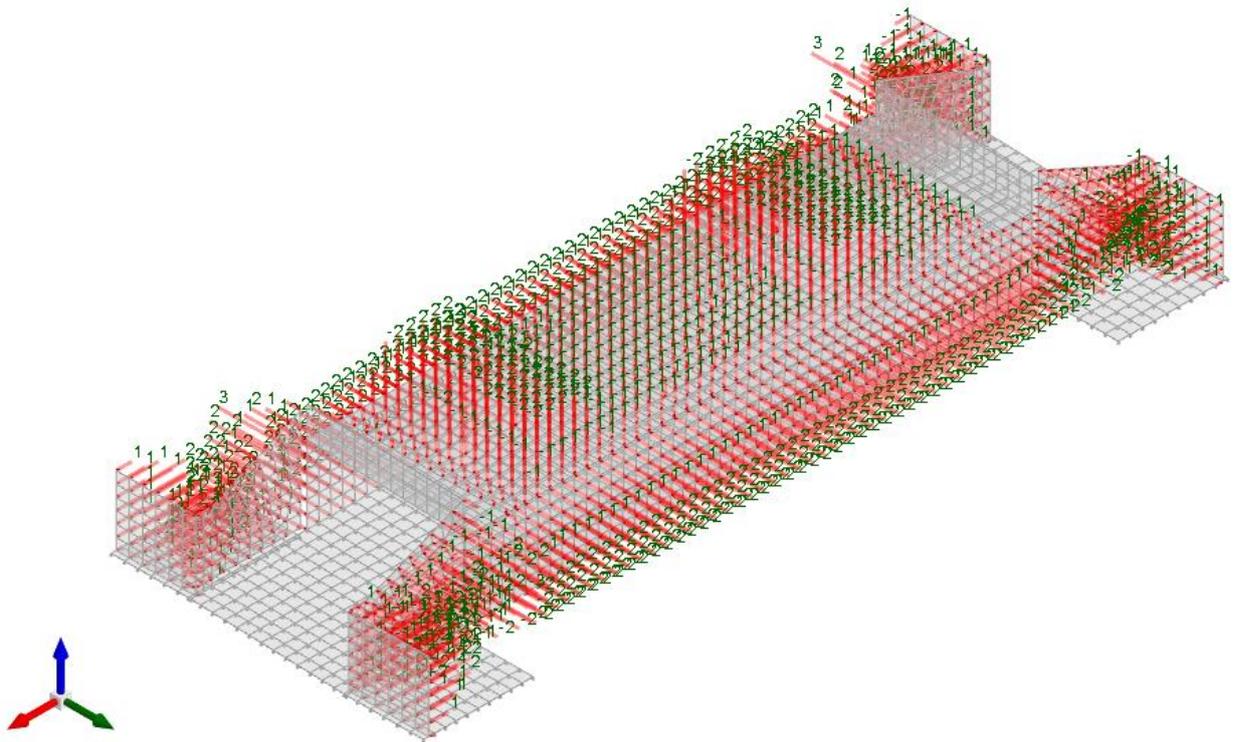


Figura 6 - Condizione sovraccarico variabile traffico (carichi distribuiti)

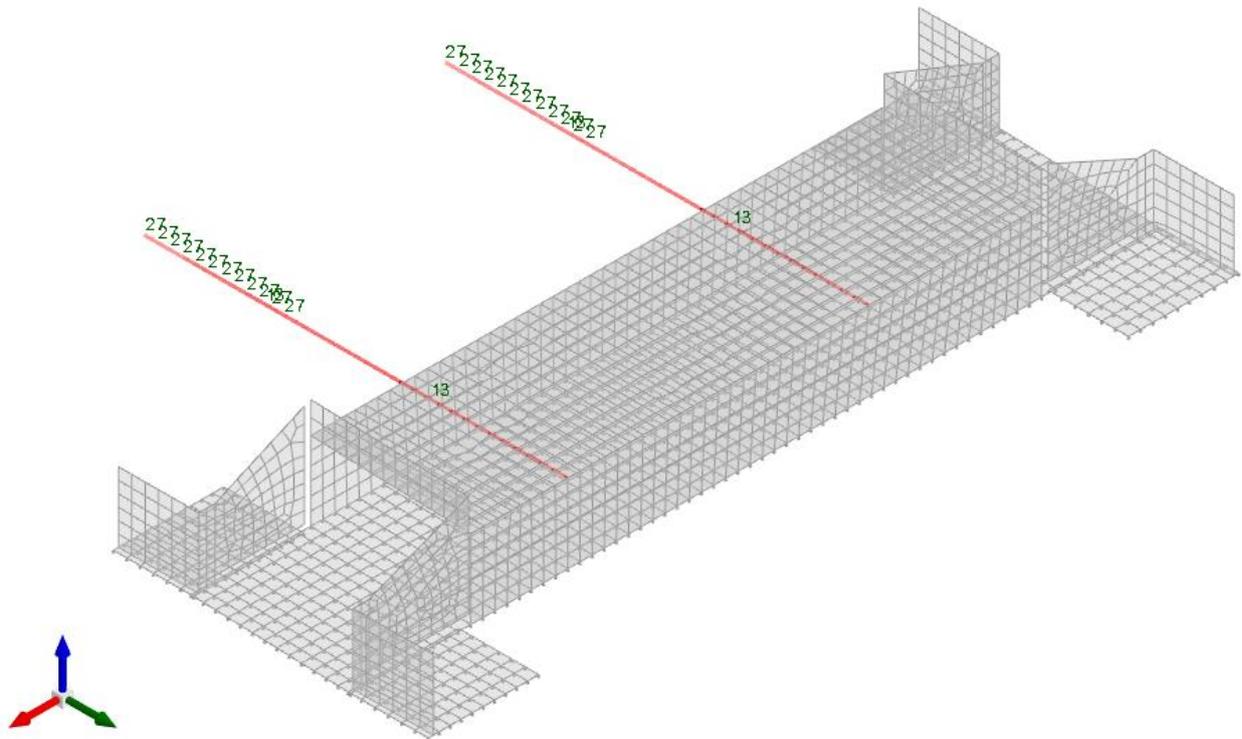


Figura 7 - Condizione frenatura

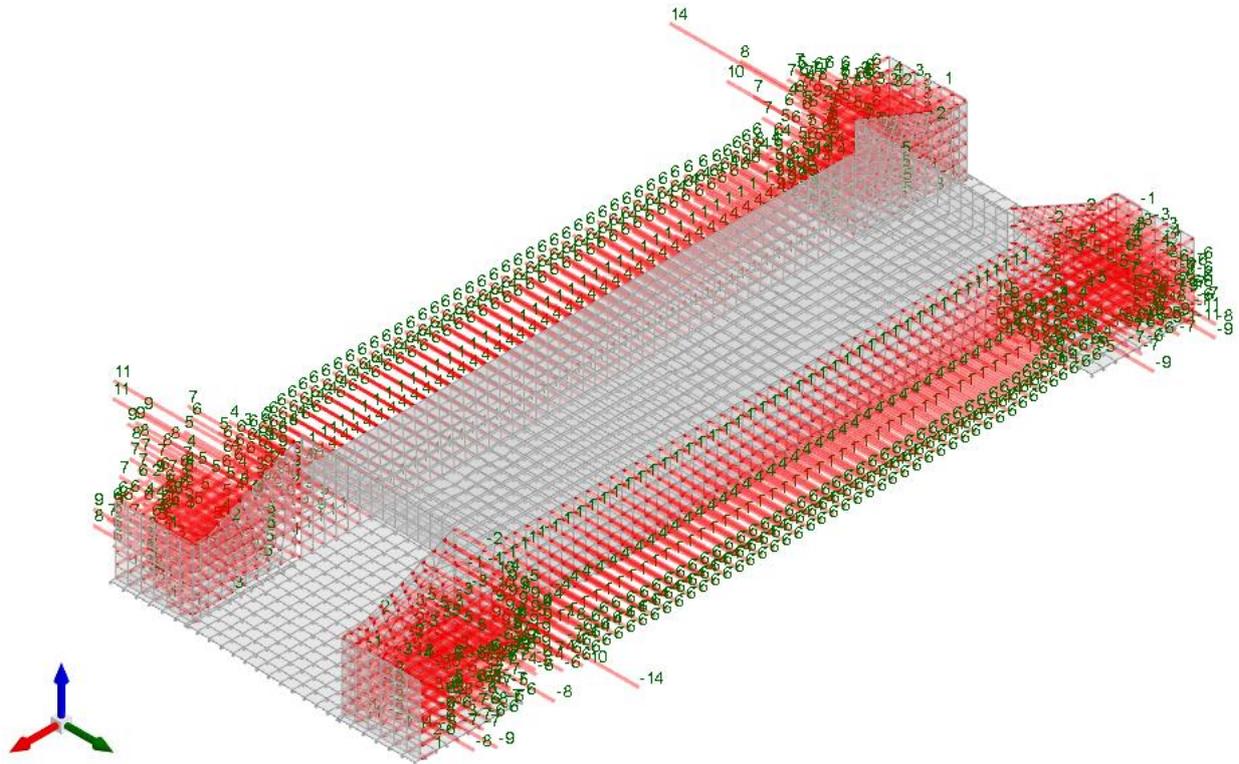


Figura 8 - Condizione spinta sismica terreno

10.2.2 Risultati Sollecitazioni

Si riportano i risultati grafici dell'analisi agli elementi finiti. I valori massimi delle caratteristiche di sollecitazione saranno utilizzati per le successive verifiche.

I valori delle sollecitazioni sono espressi in kN, m.

TOMBINO SCATOLARE TM21
RELAZIONE DI CALCOLO

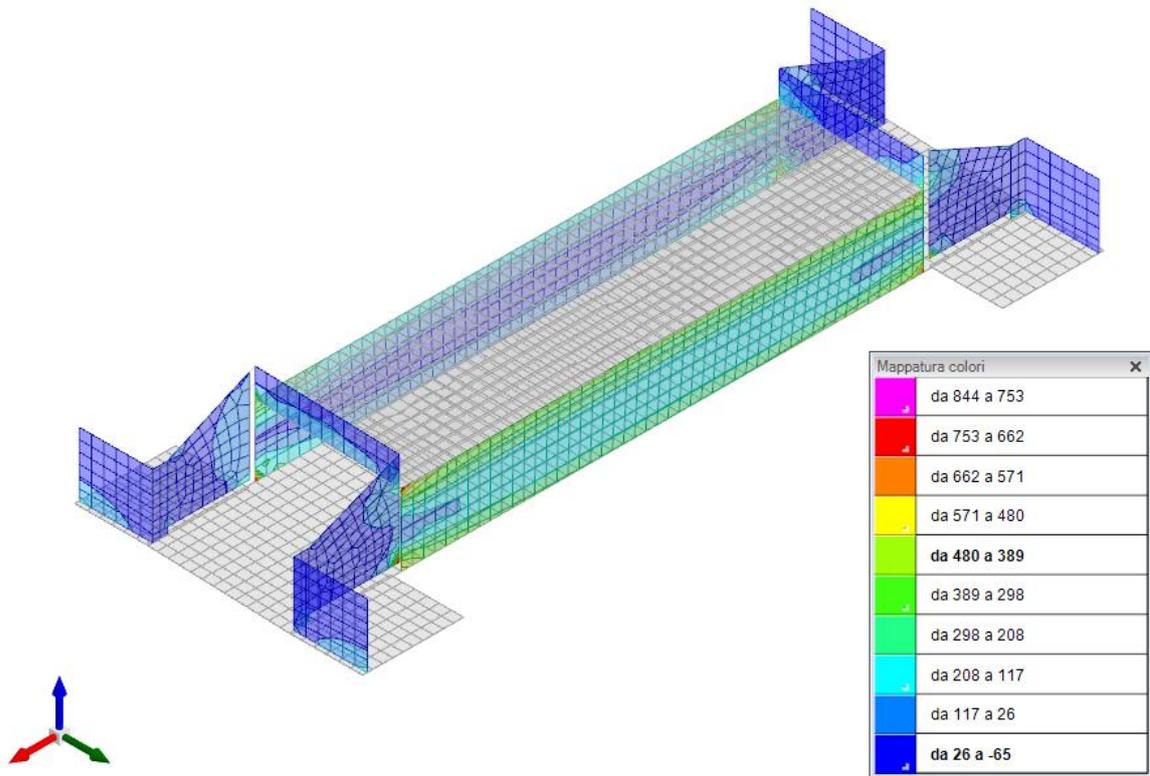


Figura 9 - Involuppo momento flettente Mzz (Involuppi SLU-SLV)

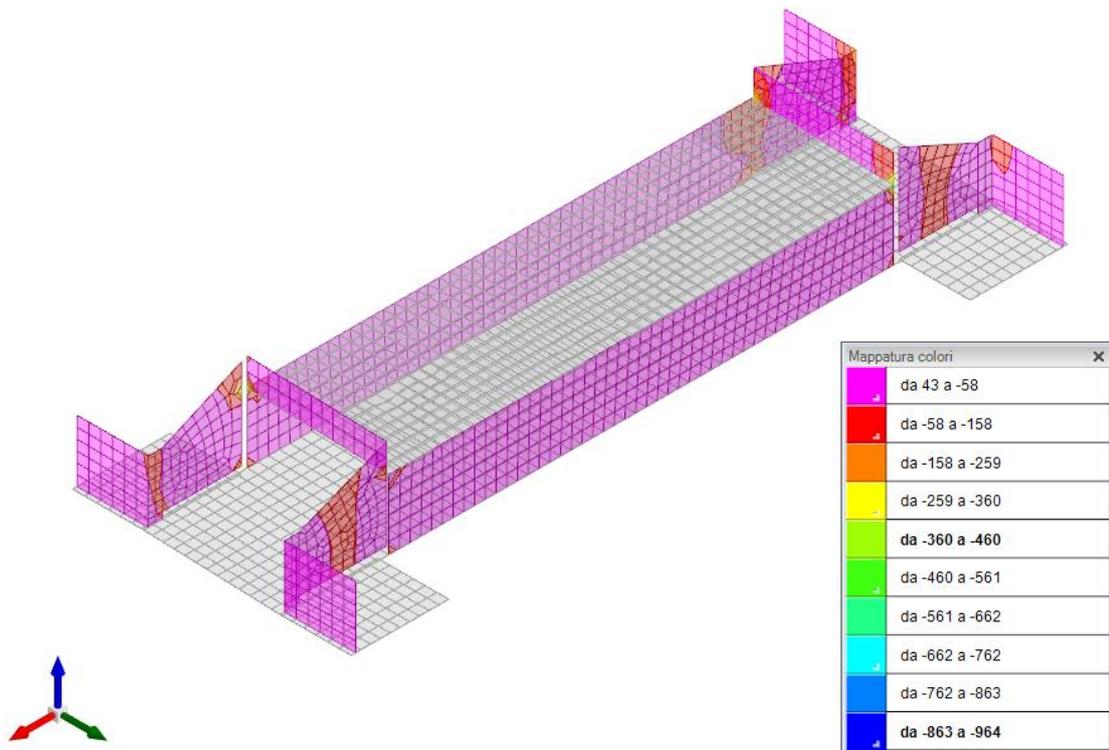


Figura 10 - Involuppo momento flettente Moo (Involuppi SLU-SLV)

TOMBINO SCATOLARE TM21
RELAZIONE DI CALCOLO

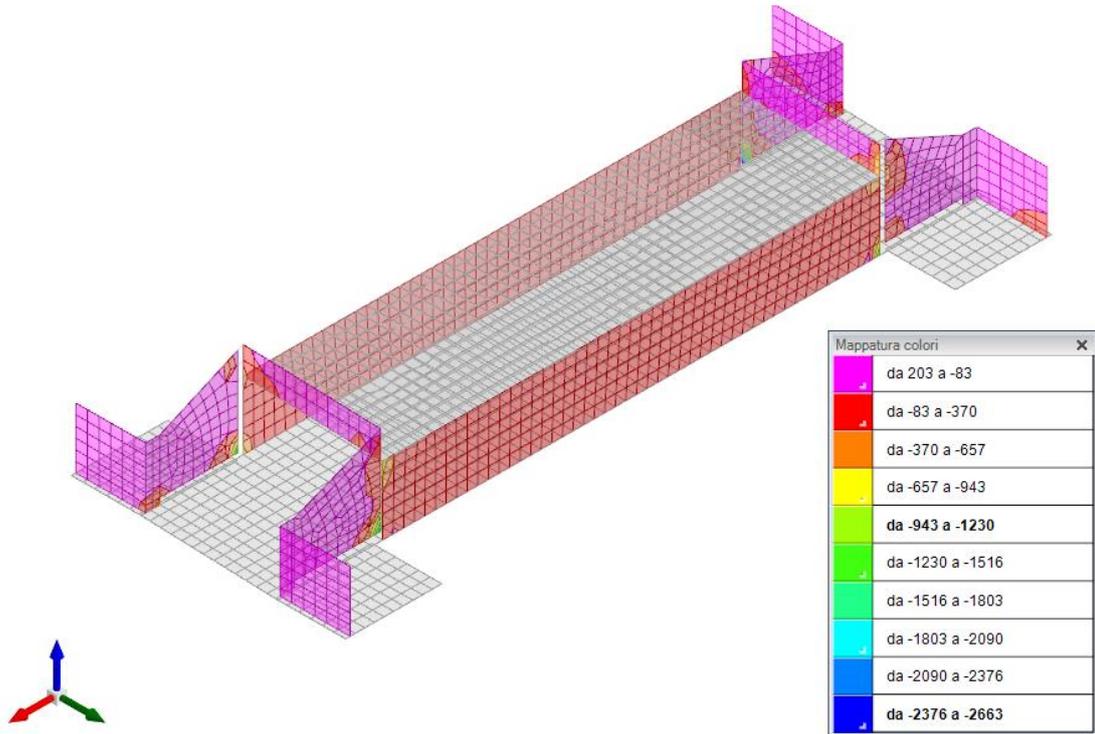


Figura 11 - Inviluppo sforzo di taglio Vz (Inviluppi SLU/SLV)

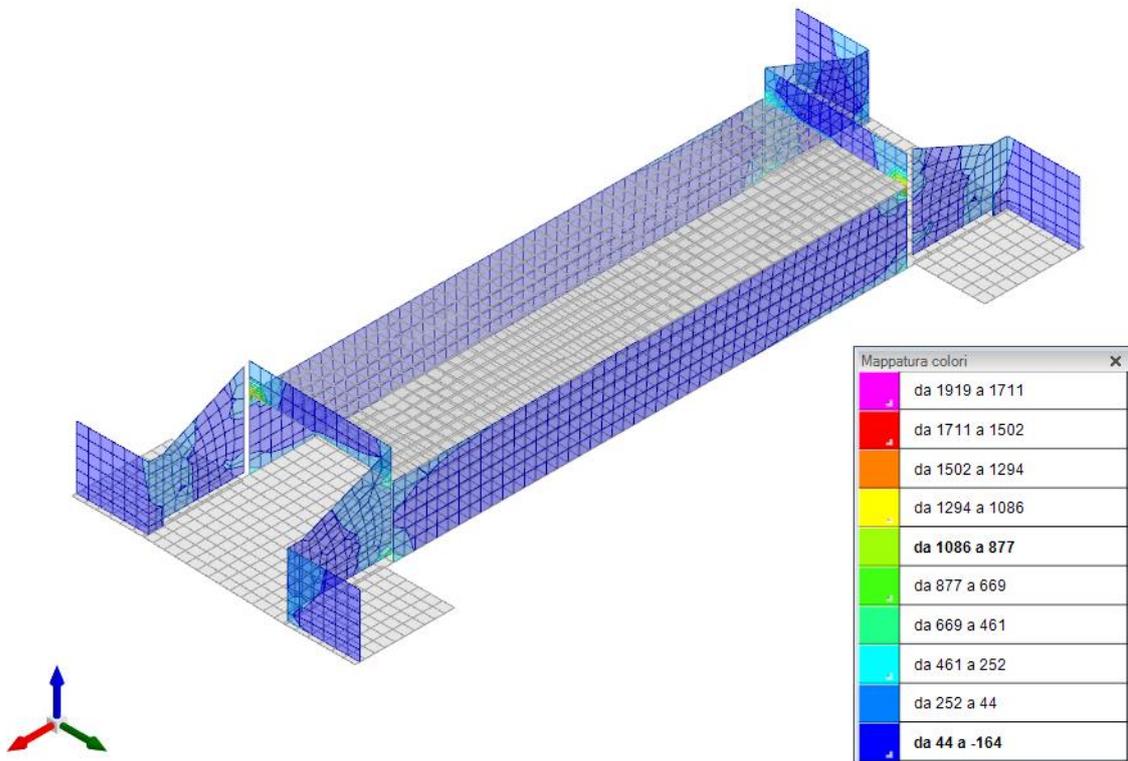


Figura 12 - Inviluppo sforzo di taglio V0 (Inviluppi SLU/SLV)

TOMBINO SCATOLARE TM21
RELAZIONE DI CALCOLO

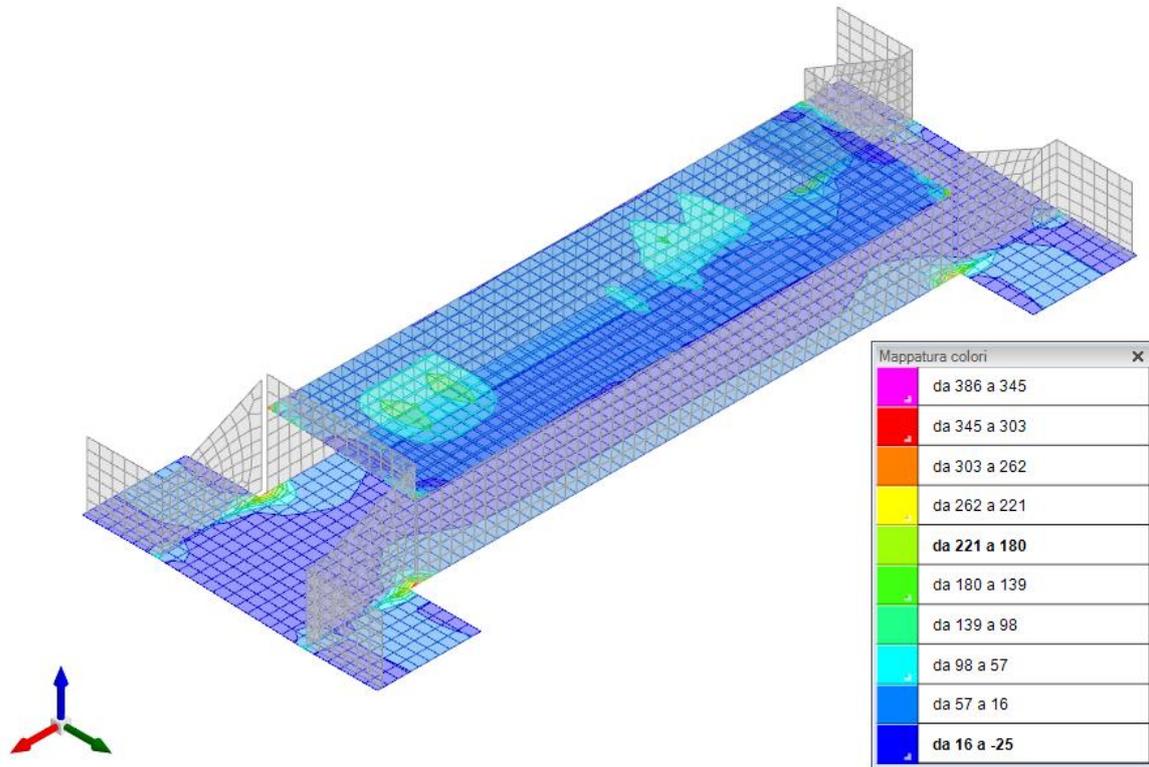


Figura 13 - Involuppo momento flettente Mxx (Involuppi SLU-SLV)

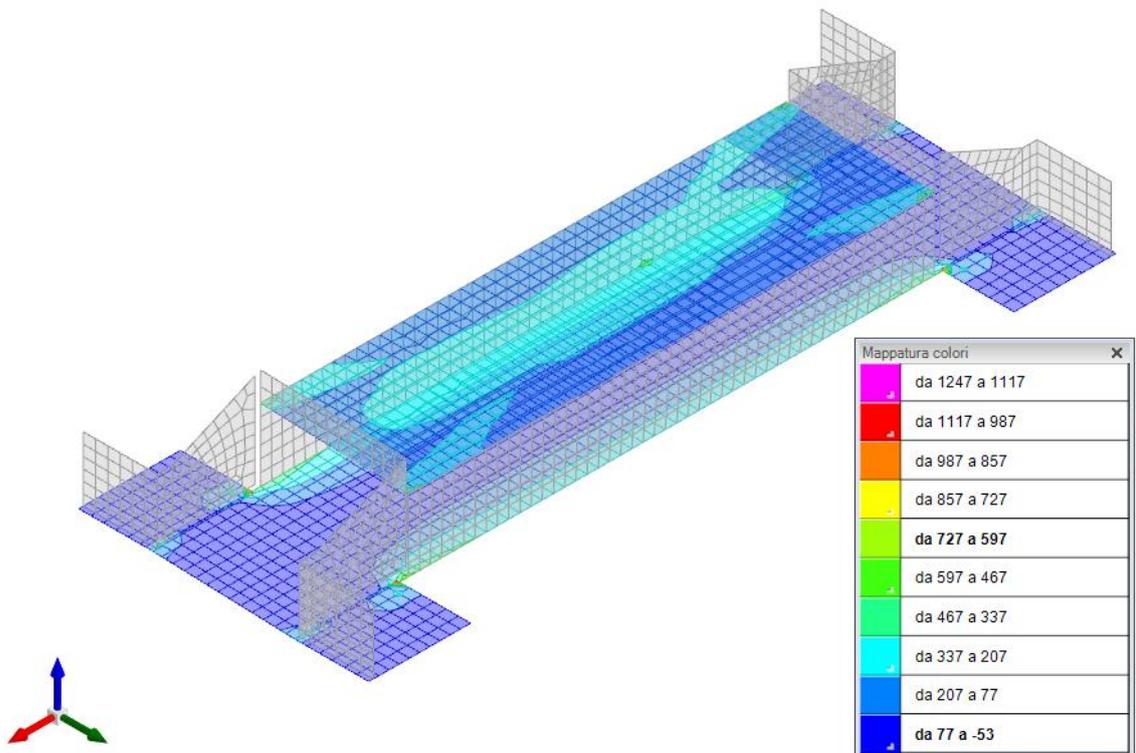


Figura 14 - Involuppo momento flettente Myy (Involuppi SLU-SLV)

TOMBINO SCATOLARE TM21
RELAZIONE DI CALCOLO

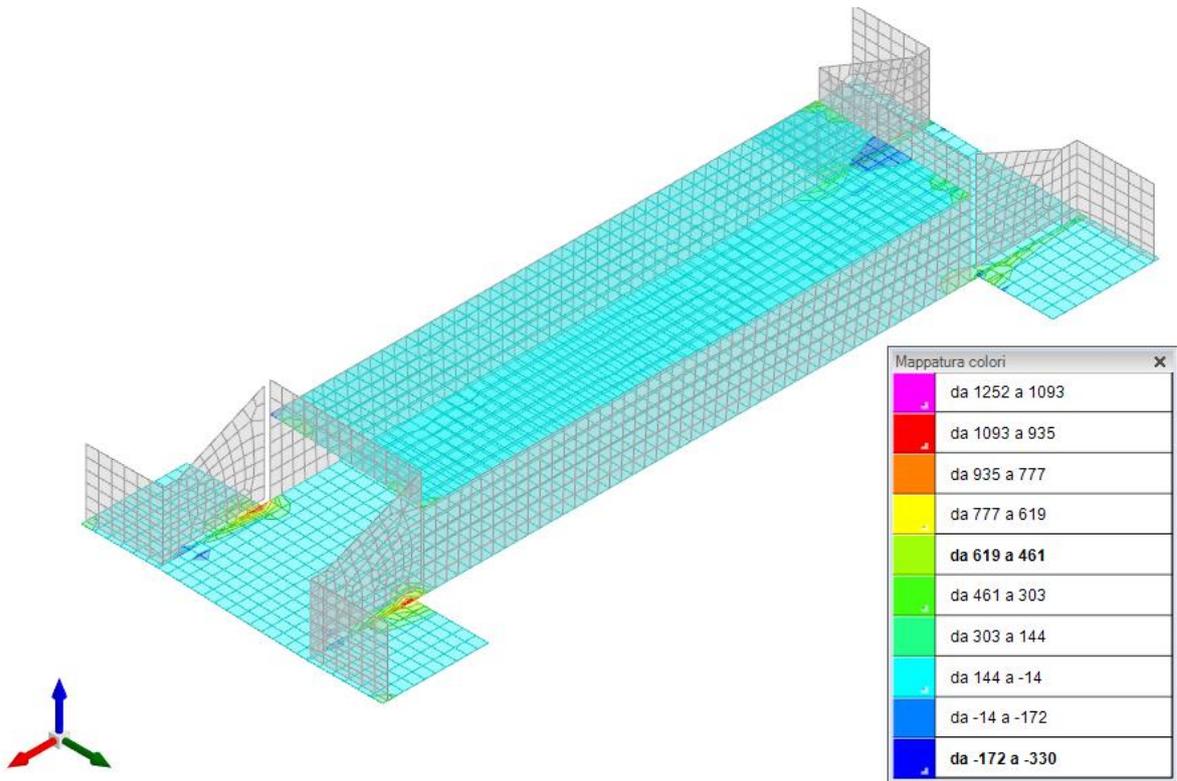


Figura 15 - Involuppo sforzo di taglio Vx (Involuppi SLU/SLV)

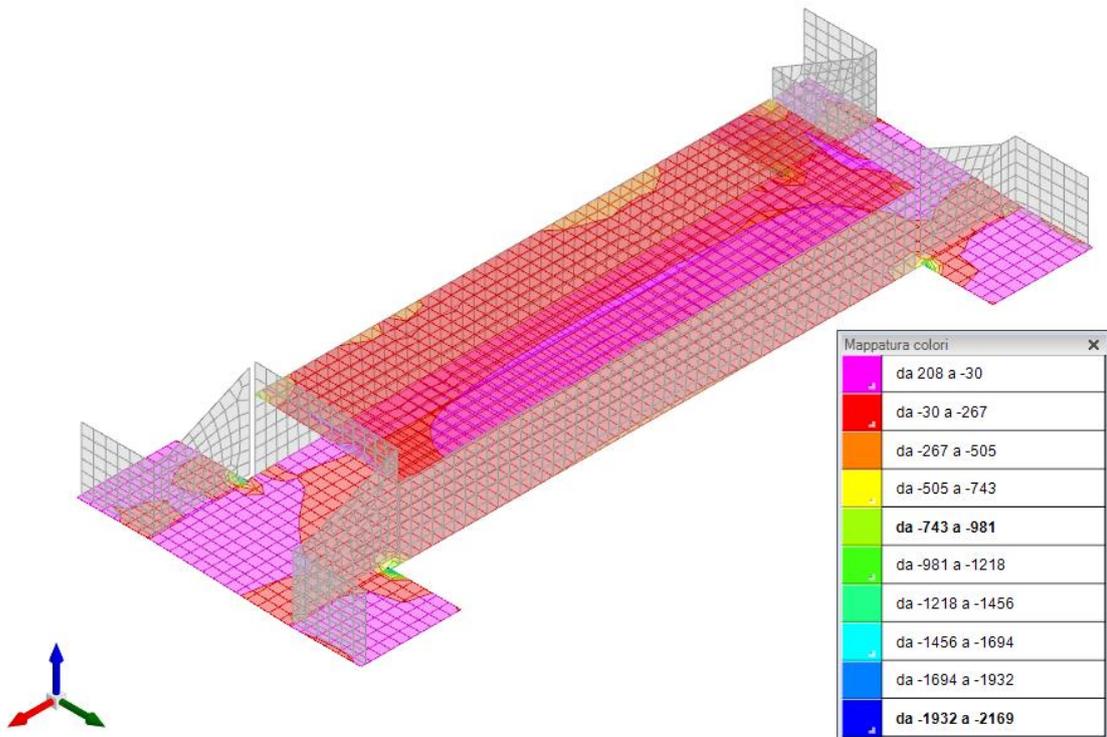


Figura 16 - Involuppo sforzo di taglio Vy (Involuppi SLU/SLV)

TOMBINO SCATOLARE TM21
RELAZIONE DI CALCOLO

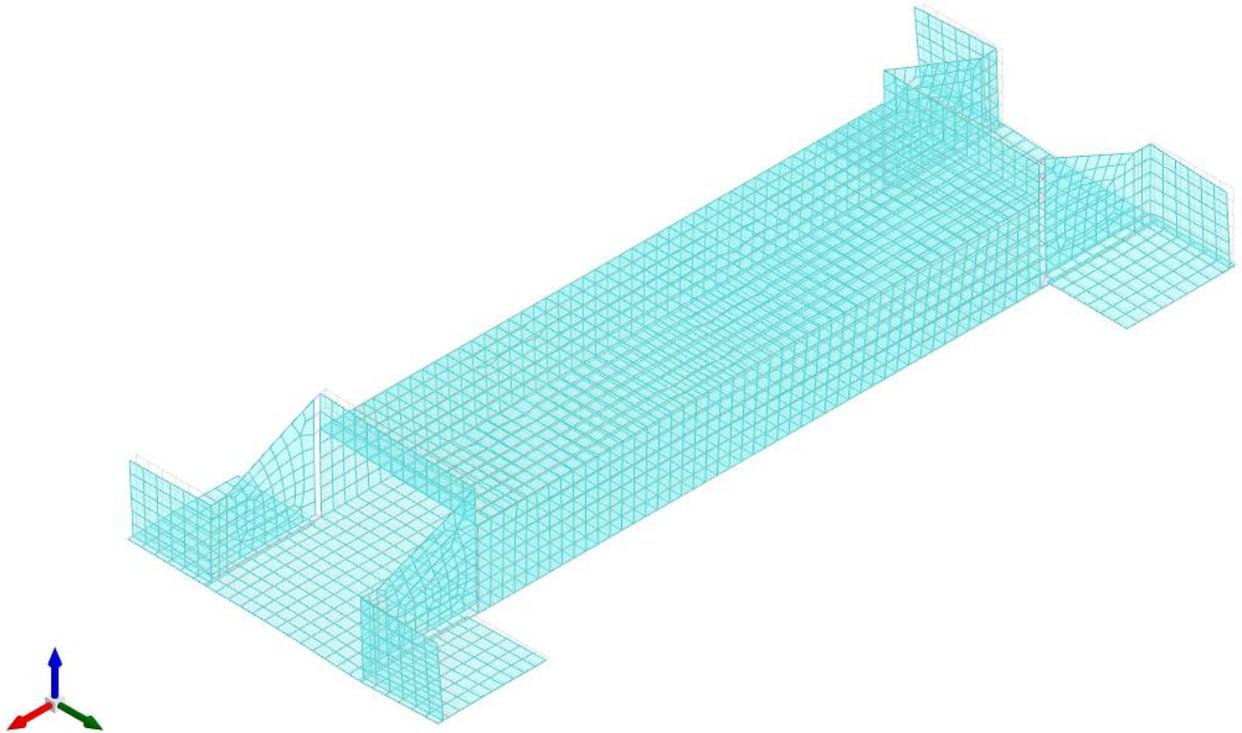


Figura 17 – Spostamenti condizione sisma X SLV

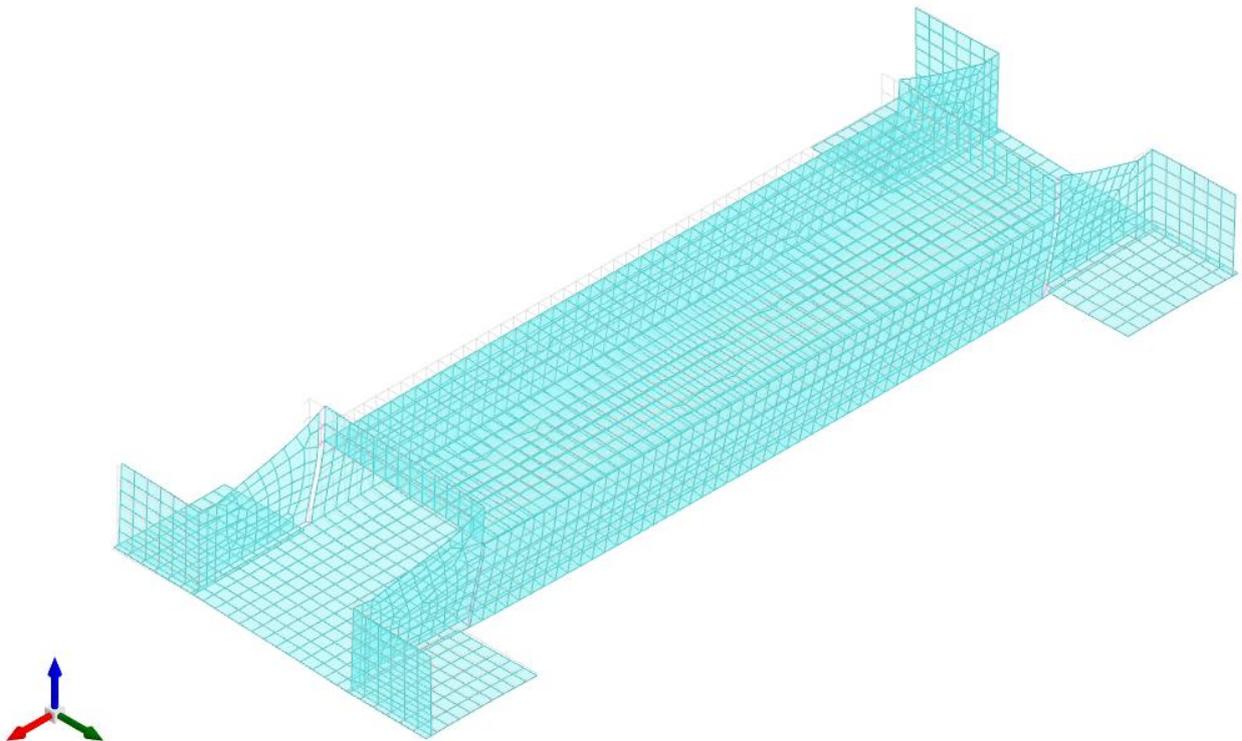


Figura 18 – Spostamenti condizione sisma Y SLV

10.3 VERIFICHE STRUTTURALI

Si riportano di seguito i tabulati di calcolo delle verifiche dei vari elementi strutturali.

10.3.1 Verifiche copertura

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, kN] ove non espressamente specificato.

Nodo: indice del nodo di verifica.

Dir.: direzione della sezione di verifica.

B: base della sezione rettangolare di verifica. [m]

H: altezza della sezione rettangolare di verifica. [m]

A. sup.: area barre armatura superiori. [m²]

C. sup.: distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [m]

A. inf.: area barre armatura inferiori. [m²]

C. inf.: distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [m]

Comb.: combinazione di verifica.

M: momento flettente. [kN*m]

N: sforzo normale. [kN]

Mu: momento flettente ultimo. [kN*m]

Nu: sforzo normale ultimo. [kN]

c.s.: coefficiente di sicurezza.

Verifica: stato di verifica.

σc: tensione nel calcestruzzo. [kN/m²]

σlim: tensione limite. [kN/m²]

Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.

σf: tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m²]

Verifiche condotte secondo D.M. 14-01-08 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Tombino

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
2873	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLV 27	-380.5395	0	-380.8829	0	1.0009	Si
2908	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLV 23	-378.9293	0	-380.8829	0	1.0052	Si
2263	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLV 21	-377.1076	0	-380.8829	0	1.01	Si
2229	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLV 25	-374.5999	0	-380.8829	0	1.0168	Si
2874	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLV 27	-374.1465	0	-380.8829	0	1.018	Si

Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrds	Vrdsd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
2795	Y	0.5	0.7	0.000196	0.055	0.000196	0.055	0	0	SLV 27	116.08	0	126.34	126.34	0	941.48	2.5	0.0001963	1.0884	Si
2744	Y	0.5	0.7	0.000196	0.055	0.000196	0.055	0	0	SLV 5	-95.99	0	126.34	126.34	0	941.48	2.5	0.0001963	1.3161	Si
2744	Y	0.5	0.7	0.000196	0.055	0.000196	0.055	0	0	SLV 27	91.38	0	126.34	126.34	0	941.48	2.5	0.0001963	1.3825	Si
2696	Y	0.5	0.7	0.000196	0.055	0.000196	0.055	0	0	SLV 5	-72.63	0	126.34	126.34	0	941.48	2.5	0.0001963	1.7394	Si
2795	Y	0.5	0.7	0.000196	0.055	0.000196	0.055	0	0	SLV 5	-67.7	0	126.34	126.34	0	941.48	2.5	0.0001963	1.8662	Si

Verifiche SLU taglio globale nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrds	Vrdsd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
2336	X	0.5	0.7	0.000785	0.07	0.000785	0.07	0.0025	0	SLV 21	130.45	0	1059.48	124.18	1059.48	1099.11	1.9	0.0007854		
	Y	0.5	0.7	0.000196	0.055	0.000196	0.055	0.0025	0		-131.81	0	1084.7	126.34	1084.7	1125.28	1.9	0.0001963	4.0875	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
2519	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	242.0573	0	-2625	19920	15	Si
2556	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	237.9819	0	-2581	19920	15	Si
2540	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	234.7377	0	-2545	19920	15	Si
2558	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	232.5448	0	-2522	19920	15	Si
2557	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	232.5186	0	-2521	19920	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
2519	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	242.0573	0	31497	360000	15	Si

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_f	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
2556	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	237.9819	0	30966	360000	15	Si
2540	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	234.7377	0	30544	360000	15	Si
2558	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	232.5448	0	30259	360000	15	Si
2557	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	232.5186	0	30255	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

10.3.2 Verifiche pareti

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, kN] ove non espressamente specificato.

Q.inf.: quota inferiore [m]

Q.sup.: quota superiore [m]

Sezione: sezione impiegata

Esistente: campata esistente

Secondaria: campata secondaria

Dissipativa: campata dissipativa

Sovreresistenza: aliquota di sovreresistenza da assicurare in verifica

Materiale CLS: materiale calcestruzzo impiegato

Materiale Acciaio: materiale/i acciaio impiegato/i

FC: fattore di confidenza riferito al materiale CLS

Posizione: posizione della barra

X: ascissa relativa della barra rispetto al baricentro della sezione [m]

Y: ordinata relativa della barra rispetto al baricentro della sezione [m]

Diametro: diametro nominale della barra [m]

Area: area nominale della barra [m²]

Q.inf.: quota inferiore della barra [m]

Q.sup.: quota superiore della barra [m]

Materiale: materiale della barra

Quota: quota della sezione [m]

As: area complessiva delle armature verticali [m²]

%: percentuale di acciaio

At: area delle armature verticali destinata alla verifica di torsione [m²]

Pos.: posizioni barre longitudinali presenti nella sezione

Mx: momento Mx [kN*m]

My: momento My [kN*m]

N: sforzo normale [kN]

MRdx: momento resistente in direzione X [kN*m]

MRdy: momento resistente in direzione Y [kN*m]

Comb.: combinazione peggiore

Coeff.s.: coefficiente di sicurezza minimo

Verifica: stato di verifica

ϵ_{cu} : deformazione ultima utilizzata per il calcestruzzo [%]

ϵ_{fk} : deformazione ultima utilizzata per l'acciaio [%]

C.S.: coefficiente di sicurezza minimo

Nmin: compressione massima [kN]

Nlim: compressione limite [kN]

Comb.Nmin: combinazione in cui si ottiene la compressione massima

Ver.: stato di verifica

Staffe: staffatura presente nella sezione

Direzione X: dati della verifica a taglio in direzione X

V: taglio di verifica per la direzione considerata [kN]

N: sforzo normale per la verifica nella direzione considerata [kN]

Comb.: combinazione per la verifica nella direzione considerata

VRd: resistenza a taglio del calcestruzzo non staffato per la verifica nella direzione considerata [kN]

VRsd: resistenza a taglio delle staffe per la verifica nella direzione considerata [kN]

VRcd: resistenza a taglio delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata [kN]

Cot: cotangente delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata

c.s.: coefficiente di sicurezza per la verifica nella direzione considerata

Direzione Y: dati della verifica a taglio in direzione Y

$\sigma_{c,max}$: tensione massima sul calcestruzzo [kN/m²]

$\sigma_{f,max}$: tensione massima sull'acciaio [kN/m²]

Verifiche condotte secondo D.M. 14-01-08 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali
Acciaio: B450C Fyk 450000
Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Parete 1 tombino

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
1351 Prosp.A	Verticale	0.725	0.6	0.0452	0.0452	0.056	0.056
1347 Prosp.A	Verticale	0.725	0.6	0.0452	0.0452	0.056	0.056
1352 Prosp.A	Verticale	0.725	0.6	0.0452	0.0452	0.056	0.056
2225 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.199	0.199	0.0789	0.0789
1353 Prosp.A	Verticale	0.725	0.6	0.0452	0.0452	0.056	0.056
2240 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.199	0.199	0.0789	0.0789
2239 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.199	0.199	0.0789	0.0789
2238 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.199	0.199	0.0789	0.0789
2241 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.199	0.199	0.0789	0.0789
2237 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.199	0.199	0.0789	0.0789
2242 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.199	0.199	0.0789	0.0789

Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1351 Prosp.A	Verticale	SLU 119	-13.3087	308.93	-13.3233	309.26	1.0011	Si
1347 Prosp.A	Verticale	SLU 119	-13.0517	307.16	-13.1597	309.71	1.0083	Si
1352 Prosp.A	Verticale	SLU 119	-13.1029	305.74	-13.2536	309.25	1.0115	Si
2225 Prosp.A	Orizzontale	SLV 25	-466.0438	-327.17	-472.6293	-331.79	1.0141	Si
1353 Prosp.A	Verticale	SLU 119	-12.8549	302.06	-13.1828	309.77	1.0255	Si

Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
1380 Prosp.A	Orizzontale	0.506	0.876	Necessaria	0.1	SLV 5	-279.01	-521.89	82.6609	275.46	1362.86	390.42	390.42	2.5	0.001885	1.3993	Si
1379 Prosp.A	Orizzontale	0.528	1	Necessaria	0.1	SLV 27	381.38	-103.64	-285.8155	233.29	1555.55	586.31	586.31	2.5	0.0015708	1.5373	Si
2223 Prosp.A	Orizzontale	0.503	0.874	Necessaria	0.1	SLV 9	-299.82	10.88	-308.2823	218.37	1282.22	482.84	482.84	2.5	0.0021691	1.6104	Si
1517 Prosp.A	Orizzontale	0.52	1	Necessaria	0.1	SLV 7	305.18	-111.32	-120.9315	232.49	1533.01	577.42	577.42	2.5	0.0015708	1.8921	Si
1516 Prosp.A	Orizzontale	0.52	1	Necessaria	0.1	SLV 23	304.05	-30.93	-120.1082	222.04	1522.2	577.42	577.42	2.5	0.0015708	1.8991	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
2240 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-164.4776	-276.23	No	-2777	19920	15	7.1721	Si
2239 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-163.7887	-276.87	No	-2769	19920	15	7.1952	Si
2238 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-161.0026	-272.62	No	-2722	19920	15	7.3178	Si
2241 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-161.6437	-263.61	No	-2718	19920	15	7.3298	Si
2237 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-157.4556	-269.03	No	-2666	19920	15	7.4723	Si

Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
2240 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-164.4776	-276.23	No	20137	360000	15	17.8774	Si
2239 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-163.7887	-276.87	No	20012	360000	15	17.9892	Si
2241 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-161.6437	-263.61	No	19969	360000	15	18.028	Si
2238 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-161.0026	-272.62	No	19661	360000	15	18.3104	Si
2242 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-156.2858	-242.26	No	19594	360000	15	18.3731	Si

Parete 2 tombino

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
1403 Prosp.A	Verticale	0.725	0.6	0.0452	0.0452	0.056	0.056
1404 Prosp.A	Verticale	0.725	0.6	0.0452	0.0452	0.056	0.056
1405 Prosp.A	Verticale	0.725	0.6	0.0452	0.0452	0.056	0.056
1402 Prosp.A	Verticale	0.725	0.6	0.0452	0.0452	0.056	0.056
1401 Prosp.A	Verticale	0.725	0.6	0.0452	0.0452	0.056	0.056
2886 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.199	0.199	0.0789	0.0789
2885 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.199	0.199	0.0789	0.0789
2887 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.199	0.199	0.0789	0.0789
2884 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.199	0.199	0.0789	0.0789
2888 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.199	0.199	0.0789	0.0789

Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1403 Prosp.A	Verticale	SLU 119	12.5658	306.56	12.7429	310.88	1.0141	Si
1404 Prosp.A	Verticale	SLU 119	12.515	306.68	12.6966	311.13	1.0145	Si

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1405 Prosp.A	Verticale	SLU 119	12.4278	306.3	12.628	311.24	1.0161	Si
1402 Prosp.A	Verticale	SLU 119	12.5825	306	12.7883	311	1.0164	Si
1401 Prosp.A	Verticale	SLU 119	12.569	305.03	12.8114	310.92	1.0193	Si

Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
1382 Prosp.A	Orizzontale	0.528	1	Necessaria	0.1	SLV 21	-378.01	-100.75	284.3692	232.91	1555.15	586.29	586.29	2.5	0.0015708	1.551	Si
2913 Prosp.A	Orizzontale	0.503	0.876	Necessaria	0.1	SLV 23	313.55	12.65	315.644	218.76	1285.7	489.03	489.03	2.5	0.0021691	1.5597	Si
1381 Prosp.A	Orizzontale	0.506	0.874	Necessaria	0.1	SLV 11	278.09	-519.64	-80.7554	274.79	1359.06	453.89	453.89	2.5	0.001885	1.6322	Si
2103 Prosp.A	Orizzontale	0.52	1	Necessaria	0.1	SLV 11	324.71	-343.33	312.1736	262.65	1564.21	577.4	577.4	2.5	0.0015708	1.7782	Si
2868 Prosp.A	Orizzontale	0.521	1	Necessaria	0.1	SLV 11	322.15	-384.95	474.2782	286.31	1573.14	578.63	578.63	2.5	0.0019905	1.7961	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
2886 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	158.9588	-204.7	No	-2590	19920	15	7.6915	Si
2885 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	158.8604	-204.15	No	-2588	19920	15	7.6982	Si
2887 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	158.5384	-204.86	No	-2584	19920	15	7.7087	Si
2884 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	158.1221	-202.66	No	-2575	19920	15	7.7366	Si
2888 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	157.7962	-205.18	No	-2574	19920	15	7.7391	Si

Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
2886 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	158.9588	-204.7	No	20877	360000	15	17.2438	Si
2885 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	158.8604	-204.15	No	20874	360000	15	17.2464	Si
2887 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	158.5384	-204.86	No	20806	360000	15	17.3027	Si
2884 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	158.1221	-202.66	No	20789	360000	15	17.3167	Si
2888 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	157.7962	-205.18	No	20679	360000	15	17.4086	Si

Muri ala 1

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
2018 Prosp.A	Verticale	0.9881	0.4	0.0653	0.0653	0.0566	0.0566
2016 Prosp.A	Verticale	0.9881	0.4	0.0653	0.0653	0.0566	0.0566
1646 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1648 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
2196 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0427	0.0427	0.0569	0.0569
1330 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.0804	0.0603	0.1037	0.0716
1332 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.0804	0.0603	0.1037	0.0716
1326 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.1407	0.1206	0.0892	0.0708
1328 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.1407	0.1206	0.0892	0.0708

Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
2018 Prosp.A	Verticale	SLV 5	33.7001	205.09	45.423	276.43	1.3479	Si
2016 Prosp.A	Verticale	SLV 7	33.6696	204.74	45.4232	276.21	1.3491	Si
1646 Prosp.A	Verticale	SLV 7	49.3122	68.71	66.5911	92.78	1.3504	Si
1648 Prosp.A	Verticale	SLV 5	49.4134	65.21	67.3075	88.83	1.3621	Si
2196 Prosp.A	Verticale	SLV 5	18.5978	132	27.1712	192.85	1.461	Si

Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
1308 Prosp.A	Orizzontale	0.328	0.5	Non necessaria	0	SLV 1	53.61	-9.73	-0.0847	81.95	480.65	0	81.95	2.5	0.0006032	1.5288	Si
1286 Prosp.A	Orizzontale	0.328	0.5	Non necessaria	0	SLV 3	33.75	-16.26	0.18	82.76	481.48	0	82.76	2.5	0.0006032	2.4521	Si
1326 Prosp.A	Orizzontale	0.329	1	Non necessaria	0.1	SLV 29	-121.76	15.57	55.6	161.68	961.09	342.96	342.96	2.5	0.0012064	2.8167	Si
1330 Prosp.A	Orizzontale	0.328	0.5	Non necessaria	0	SLV 29	-48.32	4.41	30.0292	80.75	479.41	143.05	143.05	2.5	0.0006032	2.9602	Si
1328 Prosp.A	Orizzontale	0.329	1	Non necessaria	0.1	SLV 31	-122.45	16.76	55.3582	161.68	961.09	374.2	374.2	2.5	0.0012064	3.056	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1330 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	10.5201	-2.75	No	-722	19920	15	27.5897	Si
1332 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	10.4509	-2.92	No	-718	19920	15	27.7399	Si
1326 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	19.1567	-1.42	No	-648	19920	15	30.7176	Si
1328 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	18.9887	-2.14	No	-644	19920	15	30.9092	Si
1330 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	6.2012	-9.77	No	-462	14940	15	32.3078	Si

Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1646 Prosp.A	Verticale	SLE RA 12	14.453	36	No	6786	360000	15	53.0466	Si
1330 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	10.5201	-2.75	No	6731	360000	15	53.4808	Si
1332 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	10.4509	-2.92	No	6674	360000	15	53.937	Si
1648 Prosp.A	Verticale	SLE RA 12	14.0241	32.29	No	6490	360000	15	55.47	Si
1326 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	19.1567	-1.42	No	6243	360000	15	57.6681	Si

Muri ala 2

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As.sup	As.inf	c.sup	c.inf
2015 Prosp.A	Verticale	0.9881	0.4	0.0653	0.0653	0.0566	0.0566
2017 Prosp.A	Verticale	0.9881	0.4	0.0653	0.0653	0.0566	0.0566
1647 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1645 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
2177 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0427	0.0427	0.0569	0.0569
1331 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.0603	0.0804	0.0716	0.1037
1329 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.0804	0.0603	0.1037	0.0716
1327 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.1206	0.1407	0.0708	0.0892
1325 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.1407	0.1206	0.0892	0.0708

Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
2015 Prosp.A	Verticale	SLV 11	-33.6654	204.96	-45.395	276.37	1.3484	Si
2017 Prosp.A	Verticale	SLV 9	-33.6403	204.57	-45.4232	276.22	1.3503	Si
1647 Prosp.A	Verticale	SLV 9	-49.2757	68.73	-66.5911	92.88	1.3514	Si
1645 Prosp.A	Verticale	SLV 11	-49.3395	65.88	-67.1698	89.69	1.3614	Si
2177 Prosp.A	Verticale	SLV 11	-18.5775	131.91	-27.1711	192.93	1.4626	Si

Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
1281 Prosp.A	Orizzontale	0.328	0.5	Non necessaria	0	SLV 15	-54.18	-9.6	0.114	81.94	480.63	0	81.94	2.5	0.0006032	1.5122	Si
1303 Prosp.A	Orizzontale	0.328	0.5	Non necessaria	0	SLV 13	-32.56	-16.09	-0.1534	82.73	481.46	0	82.73	2.5	0.0006032	2.5411	Si
1325 Prosp.A	Orizzontale	0.329	1	Non necessaria	0.1	SLV 17	122.38	16.71	-55.3659	161.68	961.09	345.34	345.34	2.5	0.0012064	2.822	Si
1329 Prosp.A	Orizzontale	0.328	0.5	Non necessaria	0.1	SLV 17	48.57	5.22	-29.9423	80.75	479.41	145.42	145.42	2.5	0.0006032	2.9942	Si
1327 Prosp.A	Orizzontale	0.329	1	Non necessaria	0.1	SLV 19	121.71	15.6	-55.6105	161.68	961.09	374.2	374.2	2.5	0.0012064	3.0746	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1331 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	-10.5387	-2.61	No	-723	19920	15	27.5662	Si
1329 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	-10.4694	-2.79	No	-719	19920	15	27.7153	Si
1327 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	-19.1944	-1.14	No	-649	19920	15	30.6877	Si
1325 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	-19.0296	-1.86	No	-645	19920	15	30.8741	Si
1331 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	-6.2098	-9.75	No	-463	14940	15	32.2736	Si

Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1647 Prosp.A	Verticale	SLE RA 25	-14.5588	35.77	No	6818	360000	15	52.7988	Si
1331 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	-10.5387	-2.61	No	6753	360000	15	53.308	Si
1329 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	-10.4694	-2.79	No	6696	360000	15	53.7643	Si
1645 Prosp.A	Verticale	SLE RA 12	-14.09	32.48	No	6522	360000	15	55.1987	Si
1327 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	-19.1944	-1.14	No	6265	360000	15	57.4662	Si

Parete 1 imbocco

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As.sup	As.inf	c.sup	c.inf
1464 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1626 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1870 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1512 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1624 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1308 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.0603	0.0804	0.0716	0.1037
2156 Prosp.A	Orizzontale	0.5001	0.4	0.0804	0.0901	0.1037	0.0711
1984 Prosp.A	Orizzontale	0.5001	0.4	0.0804	0.0603	0.1037	0.0716
1504 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1301 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0283	0.0283	0.056	0.056
1498 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056

Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1464 Prosp.A	Verticale	SLV 11	31.4638	276.35	31.8159	279.44	1.0112	Si
1626 Prosp.A	Verticale	SLV 7	49.2181	177.8	50.2843	181.65	1.0217	Si
1870 Prosp.A	Verticale	SLV 5	-49.518	174.44	-50.7881	178.91	1.0256	Si
1512 Prosp.A	Verticale	SLV 5	-68.7832	65.7	-71.0943	67.9	1.0336	Si
1624 Prosp.A	Verticale	SLV 5	-65.7918	81.19	-68.1585	84.11	1.036	Si

Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
1308 Prosp.A	Orizzontale	0.328	0.5	Non necessaria	0	SLV 25	-98.42	-217.85	26.8587	107.58	507.14	0	107.58	2.5	0.0006032	1.0931	Si
1622 Prosp.A	Orizzontale	0.328	0.5	Necessaria	0.1	SLV 25	-119.84	-77.85	-11.9914	90.35	489.41	171.41	171.41	2.5	0.0006032	1.4303	Si
2987 Prosp.A	Orizzontale	0.33	0.439	Non necessaria	0	SLV 27	-46.52	42.66	7.6413	69.27	422.79	0	69.27	2.5	0.000259	1.489	Si
2943 Prosp.A	Orizzontale	0.329	0.906	Non necessaria	0	SLV 27	-93.56	77.25	39.3155	142.7	870.1	0	142.7	2.5	0.0009154	1.5253	Si
2972 Prosp.A	Orizzontale	0.329	0.509	Non necessaria	0	SLV 27	-47.53	39.08	17.3213	81.11	488.48	0	81.11	2.5	0.0005888	1.7064	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1308 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	7.1392	-159.61	No	-1203	14940	15	12.4153	Si
1308 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 21	9.55	-203.21	No	-1563	19920	15	12.7434	Si
2156 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 19	13.0034	-99.92	No	-1271	19920	15	15.6744	Si
1984 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 17	9.989	-100.13	No	-1126	19920	15	17.6841	Si
2156 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	7.1301	-77.34	No	-793	14940	15	18.8386	Si

Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1504 Prosp.A	Verticale	SLE RA 12	-24.249	100.29	No	12821	360000	15	28.0798	Si
1512 Prosp.A	Verticale	SLE RA 12	-23.9721	98.4	No	12647	360000	15	28.4644	Si
1301 Prosp.A	Verticale	SLE RA 7	-6.4983	91.3	No	11507	360000	15	31.2862	Si
1498 Prosp.A	Verticale	SLE RA 25	-17.67	112.35	No	10755	360000	15	33.473	Si
1626 Prosp.A	Verticale	SLE RA 12	19.5683	90.42	No	10687	360000	15	33.6844	Si

Parete 2 imbocco

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
1869 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
2918 Prosp.A	Verticale	0.8771	0.4	0.0709	0.0709	0.0625	0.0625
1625 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1511 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1623 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1281 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.0603	0.0804	0.0716	0.1037
1452 Prosp.A	Orizzontale	0.825	0.4	0.0989	0.119	0.0717	0.0933
2154 Prosp.A	Orizzontale	0.5001	0.4	0.0804	0.0901	0.1037	0.0711
1277 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0396	0.0396	0.056	0.056
1278 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0396	0.0396	0.056	0.056
1275 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0396	0.0396	0.056	0.056
1503 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056

Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1869 Prosp.A	Verticale	SLV 11	49.3471	174.61	50.6786	179.32	1.027	Si
2918 Prosp.A	Verticale	SLV 11	64.7524	197.3	66.5201	202.69	1.0273	Si
1625 Prosp.A	Verticale	SLV 9	-48.9968	175.42	-50.4472	180.62	1.0296	Si
1511 Prosp.A	Verticale	SLV 11	68.6637	64.69	71.2313	67.11	1.0374	Si
1623 Prosp.A	Verticale	SLV 11	65.6458	80.45	68.2423	83.63	1.0396	Si

Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
1281 Prosp.A	Orizzontale	0.328	0.5	Non necessaria	0	SLV 23	98	-217.85	-26.8432	107.58	507.16	0	107.58	2.5	0.0006032	1.0978	Si
1620 Prosp.A	Orizzontale	0.328	0.5	Necessaria	0.1	SLV 23	120.23	-77.33	11.9353	90.29	489.36	172.73	172.73	2.5	0.0006032	1.4366	Si
2986 Prosp.A	Orizzontale	0.323	0.439	Non necessaria	0	SLV 21	46.71	42.49	-7.6524	68.24	413.47	0	68.24	2.5	0.000259	1.4609	Si
2213 Prosp.A	Verticale	0.334	0.5	Non necessaria	0	SLV 11	51.16	125.32	9.229	79.52	487.1	89.76	89.76	2.5	0.0004674	1.7544	Si
2183 Prosp.A	Verticale	0.335	0.5	Necessaria	0.1	SLV 7	90	132.1	-26.1473	79.78	489.53	161.84	161.84	2.5	0.0005565	1.7982	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1281 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	-7.143	-159.7	No	-1204	14940	15	12.4083	Si
1281 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	-9.354	-194.44	No	-1510	19920	15	13.1895	Si

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1452 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	4.4097	-238.34	No	-838	14940	15	17.8376	Si
2154 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	-7.106	-76.95	No	-828	14940	15	18.0462	Si
1452 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 21	5.3296	-296.51	No	-1036	19920	15	19.2361	Si

Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1277 Prosp.A	Verticale	SLE RA 12	12.9999	79.64	No	15277	360000	15	23.5643	Si
1278 Prosp.A	Verticale	SLE RA 12	12.7198	64	No	13962	360000	15	25.7835	Si
1275 Prosp.A	Verticale	SLE RA 25	9.3566	83.83	No	12873	360000	15	27.9657	Si
1503 Prosp.A	Verticale	SLE RA 12	24.2608	100.4	No	12829	360000	15	28.0617	Si
1511 Prosp.A	Verticale	SLE RA 12	23.9958	97.89	No	12638	360000	15	28.4856	Si

Parete 1 sbocco

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As _{sup}	As _{inf}	c _{sup}	c _{inf}
1816 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1442 Prosp.A	Verticale	0.9024	0.4	0.0532	0.0532	0.056	0.056
1814 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1458 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1872 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1621 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.0804	0.0603	0.1036	0.0716
2155 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.1251	0.105	0.0916	0.0709
1458 Prosp.A	Orizzontale	0.825	0.4	0.119	0.0989	0.0933	0.0716
1500 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1502 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1508 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056

Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1816 Prosp.A	Verticale	SLV 9	-66.6448	81	-68.3295	83.04	1.0253	Si
1442 Prosp.A	Verticale	SLV 23	-24.0043	277.51	-24.9426	288.36	1.0391	Si
1814 Prosp.A	Verticale	SLV 9	-62.0142	98.98	-64.6955	103.26	1.0432	Si
1458 Prosp.A	Verticale	SLV 9	60.2037	94.83	64.8795	102.19	1.0777	Si
1872 Prosp.A	Verticale	SLV 9	-51.301	138.35	-55.9574	150.91	1.0908	Si

Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
2155 Prosp.A	Orizzontale	0.329	0.5	Non necessaria	0	SLV 11	71.33	-195.8	37.4193	121.39	505.42	119.44	121.39	2.5	0.0010496	1.7017	Si
1297 Prosp.A	Verticale	0.344	0.5	Necessaria	0.1	SLV 21	-98.63	-76.15	3.5727	90.99	512.3	186.27	186.27	2.5	0.0002827	1.8886	Si
2189 Prosp.A	Verticale	0.336	0.5	Necessaria	0.1	SLV 5	-90.85	144.11	24.8635	79.81	489.77	182.78	182.78	2.5	0.0005528	2.0119	Si
2971 Prosp.A	Orizzontale	0.329	0.5	Non necessaria	0	SLV 23	-62.13	-28.36	25.7755	91.4	483.67	127.81	127.81	2.5	0.0007765	2.0572	Si
2216 Prosp.A	Verticale	0.331	0.5	Non necessaria	0	SLV 9	-48.65	148.13	-11.7417	79.12	483.5	101.36	101.36	2.5	0.000365	2.0834	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1621 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-3.7363	-171.61	No	-1028	14940	15	14.5321	Si
1621 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 25	-6.2494	-194.64	No	-1302	19920	15	15.3026	Si
2155 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 19	8.1323	-132.86	No	-1076	19920	15	18.509	Si
2155 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	5.3261	-110.12	No	-803	14940	15	18.5956	Si
1458 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	-4.383	-226.06	No	-803	14940	15	18.6146	Si

Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1442 Prosp.A	Verticale	SLE RA 27	-20.5608	117.81	No	13320	360000	15	27.0271	Si
1500 Prosp.A	Verticale	SLE RA 27	-27.0021	34.8	No	11508	360000	15	31.2817	Si
1502 Prosp.A	Verticale	SLE RA 25	-25.6728	42.71	No	11289	360000	15	31.89	Si
1508 Prosp.A	Verticale	SLE RA 27	-22.291	54.21	No	10417	360000	15	34.56	Si
1458 Prosp.A	Verticale	SLE RA 12	22.9283	36.41	No	10021	360000	15	35.9238	Si

Parete 2 sbocco

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As _{sup}	As _{inf}	c _{sup}	c _{inf}
2165 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0679	0.0679	0.056	0.056
2916 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0817	0.0817	0.0614	0.0614
1815 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
2159 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0743	0.0743	0.056	0.056
2041 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0679	0.0679	0.056	0.056
1619 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.0804	0.0603	0.1036	0.0716

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As.sup	As.inf	c.sup	c.inf
1454 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0679	0.0679	0.056	0.056
2153 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.1251	0.105	0.0916	0.0709
1269 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0396	0.0396	0.056	0.056
1270 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0396	0.0396	0.056	0.056
1441 Prosp.A	Verticale	0.9024	0.4	0.0645	0.0645	0.056	0.056
1499 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056
1501 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0565	0.0565	0.056	0.056

Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
2165 Prosp.A	Verticale	SLV 7	55.36	242.42	55.4029	242.6	1.0008	Si
2916 Prosp.A	Verticale	SLV 7	71.8324	258.84	72.0552	259.64	1.0031	Si
1815 Prosp.A	Verticale	SLV 7	66.6438	80.91	68.3765	83.01	1.026	Si
2159 Prosp.A	Verticale	SLV 7	67.2314	209.09	69.5019	216.15	1.0338	Si
2041 Prosp.A	Verticale	SLV 7	60.9964	191.59	63.3724	199.05	1.039	Si

Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
1276 Prosp.A	Verticale	0.344	0.5	Necessaria	0.1	SLV 27	-98.64	-73.67	-3.5964	90.66	511.94	188.05	188.05	2.5	0.0003958	1.9064	Si
2184 Prosp.A	Verticale	0.337	0.5	Necessaria	0.1	SLV 11	-91.13	143.69	-24.8872	82.68	491.22	181.56	181.56	2.5	0.0006265	1.9923	Si
2215 Prosp.A	Verticale	0.331	0.5	Non necessaria	0	SLV 7	-48.66	147.72	11.7277	79.12	483.51	99.64	99.64	2.5	0.000365	2.0474	Si
2945 Prosp.A	Orizzontale	0.329	0.5	Non necessaria	0	SLV 25	62.15	-27.69	-25.5496	91.31	483.58	127.25	127.25	2.5	0.0007765	2.0475	Si
2932 Prosp.A	Orizzontale	0.329	1	Non necessaria	0	SLV 5	79.55	-23.26	-33.8463	173.1	964.42	0	173.1	2.5	0.0014074	2.176	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1619 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	3.7331	-172.55	No	-1032	14940	15	14.4733	Si
1619 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 25	5.9914	-205.49	No	-1334	19920	15	14.9375	Si
1454 Prosp.A	Verticale	SLE RA 27	-27.3892	-95.72	No	-1179	19920	15	16.8888	Si
1454 Prosp.A	Verticale	SLE QP 3	-20.013	-75.24	No	-874	14940	15	17.0855	Si
2153 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-7.3007	-149.69	No	-1096	19920	15	18.1793	Si

Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1269 Prosp.A	Verticale	SLE RA 27	14.606	83.68	No	16758	360000	15	21.4829	Si
1270 Prosp.A	Verticale	SLE RA 25	13.8152	69.03	No	15133	360000	15	23.7883	Si
1441 Prosp.A	Verticale	SLE RA 27	20.1104	133.31	No	13592	360000	15	26.487	Si
1499 Prosp.A	Verticale	SLE RA 27	26.544	39.12	No	11495	360000	15	31.318	Si
1501 Prosp.A	Verticale	SLE RA 25	25.3971	45.62	No	11292	360000	15	31.8796	Si

10.3.3 Verifiche platea di fondazione

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, kN] ove non espressamente specificato.

Nodo: indice del nodo di verifica.

Dir.: direzione della sezione di verifica.

B: base della sezione rettangolare di verifica. [m]

H: altezza della sezione rettangolare di verifica. [m]

A. sup.: area barre armatura superiori. [m²]

C. sup.: distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [m]

A. inf.: area barre armatura inferiori. [m²]

C. inf.: distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [m]

Comb.: combinazione di verifica.

*M: momento flettente. [kN*m]*

N: sforzo normale. [kN]

*Mu: momento flettente ultimo. [kN*m]*

Nu: sforzo normale ultimo. [kN]

c.s.: coefficiente di sicurezza.

Verifica: stato di verifica.

σc: tensione nel calcestruzzo. [kN/m²]

σlim: tensione limite. [kN/m²]

Es/Ec: coefficiente di omogeneizzazione.

σf: tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m²]

Verifiche condotte secondo D.M. 14-01-08 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Fondazione tombino

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1027	Y	1	0.6	0.000393	0.055	0.000506	0.055	SLV FO 11	-88.781	0	-89.6316	0	1.0096	Si
236	Y	1	0.6	0.000393	0.055	0.000506	0.055	SLV FO 21	-88.2482	0	-89.617	0	1.0155	Si
195	X	1	0.6	0.00234	0.069	0.00234	0.071	SLV FO 27	447.0343	0	458.3532	0	1.0253	Si
1071	X	1	0.6	0.00234	0.069	0.00234	0.071	SLV FO 21	440.1465	0	458.6937	0	1.0421	Si
241	Y	1	0.6	0.000393	0.055	0.000506	0.055	SLV FO 21	105.0436	0	111.166	0	1.0583	Si

Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
1118	Y	0.5	0.6	0.000196	0.055	0.000309	0.055	0.0025	0	SLV FO 27	-261.52	0	915.92	111.77	915.92	950.18	1.9	0.0003094	3.5023	Si
1025	X	1	0.6	0.00234	0.069	0.00234	0.071	0.005	0	SLV FO 9	447.75	0	1779.2	251.05	1779.2	1845.76	1.9	0.0023405	3.9737	Si
1024	X	1	0.6	0.00234	0.069	0.00234	0.071	0.005	0	SLV FO 9	442.74	0	1779.2	251.05	1779.2	1845.76	1.9	0.0023405	4.0186	Si
241	X	1	0.6	0.00234	0.069	0.00234	0.071	0.005	0	SLV FO 7	-428.47	0	1779.2	251.05	1779.2	1845.76	1.9	0.0023405	4.1525	Si
242	X	1	0.6	0.00234	0.069	0.00234	0.071	0.005	0	SLV FO 7	-421.35	0	1779.2	251.05	1779.2	1845.76	1.9	0.0023405	4.2226	Si

Verifiche SLU taglio globale nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
1118	X	1	0.6	0.00234	0.069	0.00234	0.071	0.005	0	SLV FO 27	394.27	0	1779.2	251.05	1779.2	1845.76	1.9	0.0023405		
	Y	0.5	0.6	0.000196	0.055	0.000309	0.055	0.0025	0		-261.52	0	915.92	111.77	915.92	950.18	1.9	0.0003094	1.9719	Si
289	X	1	0.6	0.00234	0.069	0.00234	0.071	0.005	0	SLV FO 25	-418.44	0	1785.93	251.5	1785.93	1852.74	1.9	0.0023405		
	Y	1	0.6	0.000393	0.055	0.000506	0.055	0.005	0		-259.36	0	1832.31	223.58	1832.31	1900.86	1.9	0.0005058	2.6606	Si
1119	X	1	0.6	0.00234	0.069	0.00234	0.071	0.005	0	SLV FO 27	268.04	0	1779.2	251.05	1779.2	1845.76	1.9	0.0023405		
	Y	0.5	0.6	0.000196	0.055	0.000309	0.055	0.0025	0		-189.6	0	915.92	111.77	915.92	950.18	1.9	0.0003094	2.796	Si
1026	X	1	0.6	0.00234	0.069	0.00234	0.071	0.005	0	SLV FO 11	345.15	0	1785.93	251.5	1785.93	1852.74	1.9	0.0023405		
	Y	1	0.6	0.000393	0.055	0.000506	0.055	0.005	0		-224.65	0	1833.06	223.65	1833.06	1901.64	1.9	0.0003927	3.1664	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	oc	olim	Es/Ec	Verifica
140	X	0.5	0.6	0.001093	0.069	0.001093	0.071	SLE QP 3	59.985	0	-1676	14940	15	Si
1070	X	1	0.6	0.00234	0.069	0.00234	0.071	SLE QP 3	119.4135	0	-1649	14940	15	Si
206	X	0.5	0.6	0.001093	0.069	0.001093	0.071	SLE QP 3	58.7656	0	-1642	14940	15	Si
206	X	0.5	0.6	0.001093	0.069	0.001093	0.071	SLE RA 21	78.1748	0	-2184	19920	15	Si
1127	X	0.5	0.6	0.001247	0.069	0.001247	0.071	SLE QP 3	59.8156	0	-1634	14940	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	of	olim	Es/Ec	Verifica
206	X	0.5	0.6	0.001093	0.069	0.001093	0.071	SLE RA 21	78.1748	0	25249	360000	15	Si
1127	X	0.5	0.6	0.001247	0.069	0.001247	0.071	SLE RA 21	79.6878	0	25156	360000	15	Si
140	X	0.5	0.6	0.001093	0.069	0.001093	0.071	SLE RA 21	77.1137	0	24906	360000	15	Si
205	X	0.925	0.6	0.002069	0.069	0.002069	0.071	SLE RA 21	140.6254	0	24459	360000	15	Si
1126	X	0.927	0.6	0.002225	0.069	0.002225	0.071	SLE RA 21	142.5081	0	24439	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

Fondazione muri ala

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
130	Y	1	0.6	0.000448	0.055	0.000393	0.055	SLV FO 25	-99.1508	0	-99.9063	0	1.0076	Si
1166	Y	1	0.6	0.000393	0.055	0.000393	0.055	SLV FO 27	-87.1628	0	-89.3694	0	1.0253	Si
109	Y	1	0.6	0.000393	0.055	0.000393	0.055	SLV FO 25	-86.0259	0	-89.3694	0	1.0389	Si
133	Y	1	0.6	0.000448	0.055	0.000393	0.055	SLV FO 25	-94.9256	0	-99.9063	0	1.0525	Si
1165	Y	1	0.6	0.000393	0.055	0.000393	0.055	SLV FO 27	-83.9303	0	-89.3694	0	1.0648	Si

Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
1139	X	0.5	0.6	0.000785	0.07	0.000785	0.07	0.0025	0	SLV FO 27	-459.44	0	891.31	110	891.31	924.65	1.9	0.0007854	1.94	Si
1060	Y	0.5	0.6	0.000196	0.055	0.000196	0.055	0	0	SLV FO 25	54.95	0	111.82	111.82	0	795.51	2.5	0.0001963	2.0349	Si
1139	X	0.5	0.6	0.000785	0.07	0.000785	0.07	0.0025	0	SLV FO 5	393.39	0	891.31	110	891.31	924.65	1.9	0.0007854	2.2657	Si
1150	Y	1	0.6	0.000393	0.055	0.000393	0.055	0	0	SLV FO 27	-70.73	0	223.65	223.65	0	1591.02	2.5	0.0003927	3.1621	Si
1196	Y	1	0.6	0.000393	0.055	0.000393	0.055	0	0	SLV FO 5	-69.19	0	223.65	223.65	0	1591.02	2.5	0.0003927	3.2325	Si

Verifiche SLU taglio globale nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
1140	X	0.944	0.6	0.001483	0.07	0.001483	0.07	0.0047	0	SLV FO 27	-464.14	0	1683.15	207.73	1683.15	1746.12	1.9	0.0014832		
	Y	1	0.6	0.000393	0.055	0.000393	0.055	0.005	0		-288.1	0	1833.06	223.65	1833.06	1901.64	1.9	0.0003927	2.3099	Si
129	X	0.942	0.6	0.00148	0.07	0.00148	0.07	0.0044	0	SLV FO 25	455.02	0	1656.25	207.25	1656.25	1690.77	2	0.0014798		
	Y	1	0.6	0.000448	0.055	0.000393	0.055	0.005	0		-287.41	0	1833.06	223.65	1833.06	1901.64	1.9	0.0004478	2.3174	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	oc	olim	Es/Ec	Verifica
1060	X	0.5	0.6	0.000785	0.07	0.000785	0.07	SLE RA 21	45.038	0	-1319	19920	15	Si
231	X	0.5	0.6	0.000785	0.07	0.000785	0.07	SLE RA 21	43.885	0	-1285	19920	15	Si
1060	X	0.5	0.6	0.000785	0.07	0.000785	0.07	SLE QP 3	32.8451	0	-962	14940	15	Si

TOMBINO SCATOLARE TM21
RELAZIONE DI CALCOLO

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
1058	X	0.925	0.6	0.001453	0.07	0.001453	0.07	SLE RA 21	80.0765	0	-1267	19920	15	Si
1058	X	0.925	0.6	0.001453	0.07	0.001453	0.07	SLE QP 3	59.3402	0	-939	14940	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
1060	X	0.5	0.6	0.000785	0.07	0.000785	0.07	SLE RA 21	45.038	0	15164	360000	15	Si
231	X	0.5	0.6	0.000785	0.07	0.000785	0.07	SLE RA 21	43.885	0	14776	360000	15	Si
1058	X	0.925	0.6	0.001453	0.07	0.001453	0.07	SLE RA 21	80.0765	0	14574	360000	15	Si
229	X	0.925	0.6	0.001453	0.07	0.001453	0.07	SLE RA 21	77.8415	0	14167	360000	15	Si
1056	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 21	78.1529	0	13157	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

11 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le strutture di fondazione del tombino scatolare sono costituite da una platea in c.a. di spessore pari a 0.40 m, con larghezza pari a 7.20 m e sviluppo di 32.00 m (lunghezza del tombino), il cui piano di posa è disposto ad una profondità di 1.00 m circa.

11.1 VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO

La rigidità delle molle, attraverso la quale viene schematizzata l'interazione terreno-struttura, viene calcolata utilizzando un coefficiente di sottofondo pari a 63000 kN/m³.

Tale valore è stato valutato mediante la metodologia di Joseph E. Bowles, che permette di stimare la costante di Winkler verticale per fondazioni superficiali rettangolari sulla base della capacità portante (carico ultimo) della fondazione, calcolata tramite la formula di Hansen, con la seguente formula:

$$k = 40 \times q_{lim}$$

dove la resistenza ultima del terreno corrisponde ad un cedimento $w = 2.5$ cm, limite per le condizioni di esercizio di una struttura.

In relazione al valore di capacità portante calcolato nei paragrafi successivi si ottiene: $k = 63228$ kN/m³. Pertanto in sede di modellazione è stato assunto un valore della costante di sottofondo pari a 63000 kN/m³.

11.2 VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL COMPLESSO TERRENO-FONDAZIONE

Per il calcolo del carico limite della fondazione del tombino si utilizza la formula di Brinch-Hansen. La verifica viene condotta allo stato limite ultimo secondo l'Approccio di progetto 2:

- Combo 1 : A1 + M1 + R3

In accordo con le sezioni di progetto e con i profili geotecnici, la platea di fondazione del tombino scatolare risulta interessare il litotipo "a_fine". Pertanto ai fini della verifica della capacità portante si impiegano le caratteristiche di questo litotipo, assumendo, a vantaggio di sicurezza, i valori riportati di seguito:

Litotipo	Unità geotecnica	γ'	c'	ϕ'	c_u	E'
		[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]
Alluvioni (grana fine)	a_fine	17-19	5-15	23-28	100	20

I calcoli per la valutazione della pressione limite di progetto sono riepilogati nelle tabelle di seguito:

TOMBINO SCATOLARE TM21
RELAZIONE DI CALCOLO

AZIONI IN TESTA ALLA FONDAZIONE

$F_x =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Forza di taglio in direzione X (Direzione parallela alla base)
$F_y =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Forza di taglio in direzione Y (Direzione parallela alla lunghezza)
$F_z =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Forza in direzione verticale (>0 se di compressione)
$M_x =$	<input type="text" value="0,00"/>	kNm	Momento in direzione X
$M_y =$	<input type="text" value="0,00"/>	kNm	Momento in direzione Y

CARATTERISTICHE FONDAZIONE

$B =$	<input type="text" value="7,00"/>	m	Base
$L =$	<input type="text" value="32,00"/>	m	Lunghezza
$H =$	<input type="text" value="0,60"/>	m	Altezza
$D =$	<input type="text" value="1,00"/>	m	Profondità piano di posa
$\alpha =$	<input type="text" value="0"/>	°	Inclinazione del piano di posa

Considera peso proprio fondazione

$\gamma_p =$	<input type="text" value="25,00"/>	kN/m ³	Peso per unità di volume fondazione
$P_p =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Peso proprio plinto

AZIONI DALLA BASE DELLA FONDAZIONE

Considera momenti di trasporto

$F_{xd} =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Forza di taglio in direzione X
$F_{yd} =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Forza di taglio in direzione Y
$F_{zd} =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Forza in direzione verticale (>0 se di compressione)
$M_{xd} =$	<input type="text" value="0,00"/>	kNm	Momento in direzione X
$M_{yd} =$	<input type="text" value="0,00"/>	kNm	Momento in direzione Y
$V =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Componente verticale del carico
$H =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Componente orizzontale del carico
$\theta_v =$	<input type="text" value="0,00"/>	°	Inclinazione del carico rispetto alla verticale
$\theta_H =$	<input type="text" value="90,00"/>	°	Inclinazione del carico orizzontale rispetto alla direzione della lunghezza
$e_x =$	<input type="text" value="0,00"/>	m	Eccentricità in direzione X
$e_y =$	<input type="text" value="0,00"/>	m	Eccentricità in direzione Y

CARATTERISTICHE FONDAZIONE RIDOTTA

$B' =$	<input type="text" value="7,00"/>	m	Base ridotta
$L' =$	<input type="text" value="32,00"/>	m	Lunghezza ridotta
$A' =$	<input type="text" value="224,00"/>		Area ridotta

PARAMETRI DEL TERRENO

$\gamma =$	<input type="text" value="18"/>	kN/m ³	Peso per unità di volume del terreno di fondazione
$\phi' =$	<input type="text" value="28"/>	°	Angolo di attrito
$c' =$	<input type="text" value="15"/>	kN/m ²	Coesione efficace
$c_u =$	<input type="text" value="100"/>	kN/m ²	Coesione non drenata
$\gamma_r =$	<input type="text" value="18"/>	kN/m ³	Peso per unità di volume del terreno di riempimento laterale
$K_p =$	<input type="text" value="2,770"/>		Coefficiente di spinta passiva
$q =$	<input type="text" value="18,00"/>	kN/m ²	Pressione litostatica alla profondità del piano di posa

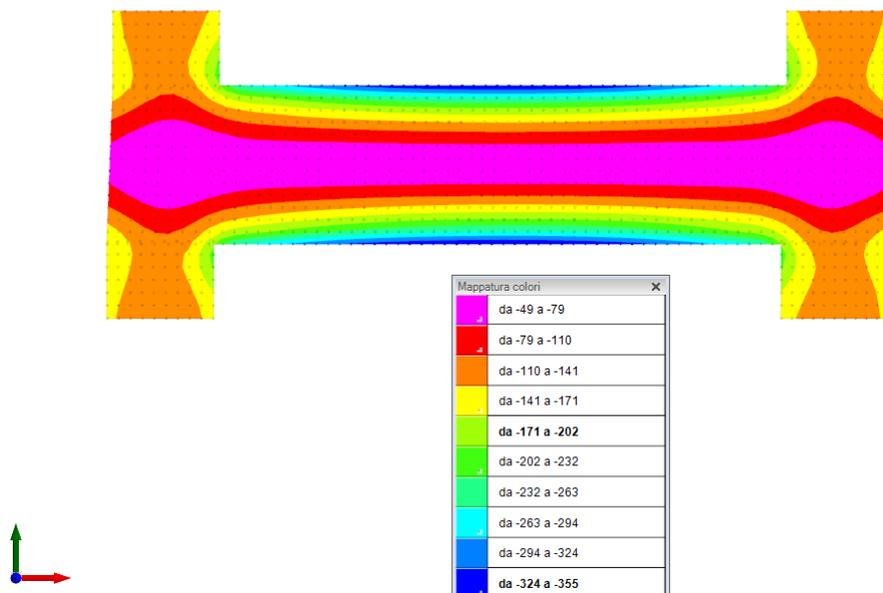
PARAMETRI DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE (BRINCH-HANSEN)

$k=$	0,14	Fattore di profondità
$m_B=$	1,82	Parametro di forma per carico agente in direzione della base
$m_L=$	1,18	Parametro di forma per carico agente in direzione della lunghezza
$m=$	1,82	Parametro di forma complessivo
$N_c=$	25,80	Fattori di capacità portante
$N_q=$	14,72	
$N_\gamma=$	14,59	
$s_c=$	1,11	Fattori di forma
$s_q=$	1,10	
$s_\gamma=$	0,93	
$b_c=$	1,00	Fattori di inclinazione del piano di posa
$b_q=$	1,00	
$b_\gamma=$	1,00	
$i_c=$	1,00	Fattori di inclinazione del carico
$i_q=$	1,00	
$i_\gamma=$	1,00	

PRESSIONI LIMITE ED AMMISSIBILI

Condizioni drenate	
F.S.=	2,3
$q_{LIM}=$	1580,713 kN/m ²
$q_{R,D}=$	687,27 kN/m ²

La verifica della capacità portante del complesso terreno fondazione viene effettuata confrontando le pressioni esercitate dalla struttura sul terreno, ottenute dall'analisi ad elementi finiti, con la pressione resistente limite precedentemente determinata. I valori massimi delle pressioni sul terreno sono riportati graficamente nello schema seguente:



Essendo la pressione sul terreno inferiore a quella limite di progetto la verifica risulta soddisfatta.

12 SINTESI DEI RISULTATI DELLE VERIFICHE

Per maggiore chiarezza nella lettura dei tabulati di calcolo e verifica e nell'interpretazione dei risultati delle verifiche si esplicitano i seguenti aspetti riguardanti le armature degli elementi strutturali.

12.1 PLATEA DI FONDAZIONE

12.1.1 Tombino, sbocco e imbocco, muri ala

Platea di fondazione in c.a. (sp = 70 cm): armata con $\Phi 20/20$ superiormente ed inferiormente in direzione ortogonale all'asse del tombino e con $\Phi 10/20$ superiormente ed inferiormente in direzione parallela all'asse del tombino, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

E' presente un'armatura di rinforzo parallela ai lati corti ai bordi, con barre $\Phi 14/20$ all'intradosso e all'estradosso.

12.2 PARETI

12.2.1 Tombino

Pareti in c.a. (sp = 50 cm): armate con $\Phi 20/20$ verticali all'intradosso e all'estradosso e con $\Phi 12/20$ orizzontali all'intradosso e all'estradosso, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

E' presente un'armatura di rinforzo verticale in testa alla parete, con barre $\Phi 12/20$ all'intradosso e all'estradosso.

12.2.2 Sbocco, imbocco, muri ala

Pareti in c.a. (sp = 40 cm): armate con $\Phi 16/20$ verticali all'intradosso e all'estradosso e con $\Phi 12/20$ orizzontali all'intradosso e all'estradosso, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

12.3 SOLAIO DI COPERTURA

Soletta di copertura in c.a. (sp = 70 cm): armata con $\Phi 20/20$ superiormente ed inferiormente in direzione ortogonale all'asse del tombino e con $\Phi 10/20$ superiormente ed inferiormente in direzione parallela all'asse del tombino, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

Per ulteriori dettagli si faccia riferimento agli elaborati grafici di progetto.