

SS.4 - Variante dell'abitato di Monterotondo Scalo - 2° Stralcio

PROGETTO DEFINITIVO

COD. RM190

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



Dott. Ing. N. Granieri	Dott. Ing. D. Carliaccini	Dott. Ing. V. Rotisciani
Dott. Arch. N. Kamenicky	Dott. Ing. S. Sacconi	Dott. Ing. F. Macchioni
Dott. Ing. V. Truffini	Dott. Ing. F. Aloe	Geom. C. Vischini
Dott. Arch. A. Bracchini	Dott. Ing. V. De Gori	Dott. Ing. V. Piunno
Dott. Ing. F. Durastanti	Dott. Ing. C. Consorti	Dott. Ing. G. Pulli
Dott. Ing. E. Bartolucci	Geom. M. Manzo	Geom. C. Sugaroni
Dott. Geol. G. Cerquiglini		
Geom. S. Scopetta		
Dott. Ing. L. Sbrenna		
Dott. Ing. M. Briganti Botta		
Dott. Ing. E. Sellari		
Dott. Ing. L. Dinelli		
Dott. Ing. L. Nani		
Dott. Ing. F. Pambianco		
Dott. Agr. F. Berti Nulli		

IL PROGETTISTA:

Vladimiro Rotisciani
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° A376

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

IL R.U.P.:

Dott. Ing. Achille Devitofranceschi

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

PROTOCOLLO

DATA



OPERE MINORI ELABORATI GENERALI Relazione di calcolo vasche , pozzetti

CODICE PROGETTO	NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO: DPRM0190 LIV. PROG.: D N. PROG.: 20	T00-OM00-STR-RE02-A CODICE ELAB.: T00OM00STRRE02	A	-
A	Emissione	<i>V. Piunno</i>	<i>F. Macchioni</i>
REV.	DESCRIZIONE	DATA	APPROVATO

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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.....	8
4.1 CALCESTRUZZO.....	8
4.2 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO.....	9
5. CRITERI DI CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE.....	10
6. VASCA DI PRIMA PIOGGIA TIPO A.....	12
6.1 GEOMETRIA DELL'OPERA.....	12
6.2 ANALISI DEI CARICHI.....	12
6.2.1 Copertura.....	12
6.2.2 Platea.....	12
6.2.3 Spinta dell'acqua di invaso.....	13
6.2.4 Spinta del terreno sulle pareti.....	13
6.3 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO.....	15
6.3.1 Condizioni di carico.....	15
6.3.2 Combinazioni di carico.....	16
6.4 RISULTATI DELL'ANALISI.....	19
6.4.1 Modellazione: Input.....	20
6.4.2 Modellazione: Output.....	30
6.5 VERIFICHE STRUTTURALI.....	38

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

6.5.1	Verifiche pareti.....	38
6.5.2	Verifiche platea di fondazione.....	43
6.6	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	45
6.6.1	Valutazione della costante di sottofondo.....	45
6.6.2	Verifica della capacità portante del complesso terreno-fondazione.....	45
7.	VASCA DI PRIMA PIOGGIA TIPO B.....	49
7.1	GEOMETRIA DELL'OPERA.....	49
7.2	ANALISI DEI CARICHI.....	49
7.2.1	Copertura.....	49
7.2.2	Platea.....	49
7.2.3	Spinta dell'acqua di invaso.....	50
7.2.4	Spinta del terreno sulle pareti.....	50
7.3	CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO.....	52
7.3.1	Condizioni di carico.....	52
7.3.2	Combinazioni di carico.....	53
7.4	RISULTATI DELL'ANALISI.....	56
7.4.1	Modellazione: Input.....	57
7.4.2	Modellazione: Output.....	67
7.5	VERIFICHE STRUTTURALI.....	75
7.5.1	Verifiche pareti.....	75
7.5.2	Verifiche platea di fondazione.....	81
7.6	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	82
7.6.1	Valutazione della costante di sottofondo.....	82

7.6.2 Verifica della capacità portante del complesso terreno-fondazione83

1. PREMESSA

Nella presente relazione vengono presentati i calcoli di verifica delle opere strutturali delle vasche di prima pioggia da realizzarsi nell'ambito della *"Progettazione Definitiva ed Esecutiva dell'intervento S.S.4 variante dell'abitato di Monterotondo scalo – 2° Stralcio"*

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

- D.M del 17.01.2018 "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circ. 21/01/2019 n. 7 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. 17 gennaio 2018

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]
Argilla sovraconsolidata	Aoc1	19	15	28	75	10
Argilla sovraconsolidata	Aoc2	19	15	28	75	-
argilla normalconsolidata	Anc	19	0	28	0.22x σ'_v	-
sabbie e ghiaie	S-Gh	18.5	-	35	-	50
argille consistenti plioceniche	Apl	19.5	30	26	150	80

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 -5.00	Aoc1	Argilla sovraconsolidata
Da -5.00 a -15.00	Aoc2	Argilla sovraconsolidata
Da -15.00 a -30.00	Anc	argilla normalconsolidata
Da -30.00 a -50.00	S-Gh	sabbie e ghiaie
Da -50.00 a -	Apl	argille consistenti plioceniche

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

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Per quanto riguarda la falda idrica, il livello piezometrico misurato si attesta, mediamente, ad una profondità compresa tra 1.5 e 5 m da p.c. Per l'andamento lungo il tracciato si faccia riferimento al "Profilo geologico" (T00-GE00-GEO-FG-01). Considerata la natura dei terreni e la variabilità marcatamente stagionale dei livelli idrici in progetto si assume, cautelativamente, di considerare il livello di falda medio a **-3 m da p.c.**

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	19	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)

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	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.1 \text{ N/mm}^2$

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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.

4.2 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: 42.061331 [°]

longitudine: 12.581379 [°]

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

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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	0.0568	2.561	0.275
SLD	63	101	0.0677	2.578	0.290
SLV	10	949	0.1395	2.600	0.335
SLC	5	1950	0.1721	2.590	0.342

Dal punto di vista sismico il suolo di fondazione è classificabile come di tipo "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 orizzontale SLO = 1.5

S_S orizzontale SLD = 1.5

S_S orizzontale SLV = 1.482

$S_T = 1.0$ (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, abbattuto di un fattore di comportamento q_{ND} , ridotto rispetto al valore minimo relativo alla CD"B" (Tab. 7.3.II) secondo l'espressione:

$$1 \leq q_{ND} = \frac{2}{3} q_{CD"B"} \leq 1,5$$

Tutti i tombini si configurano come "strutture in c.a. a pareti non accoppiate".

Pertanto il fattore di comportamento impiegato per la determinazione degli spettri di risposta di progetto risulta:

$$q_{ND} = 1.40$$

6. VASCA DI PRIMA PIOGGIA TIPO A

6.1 GEOMETRIA DELL'OPERA

Le vasche di prima pioggia TIPO A sono realizzate in c.a. gettato in opera, con forma in pianta rettangolare di lati 5.60 x 11.30 m, ed altezza di 2.80 m.

Le pareti presentano uno spessore di 30 cm. La copertura è costituita da lastre in c.a. amovibili di spessore pari a 30 cm. La fondazione è di tipo diretto a platea di spessore pari a 40 cm.

Per ulteriori dettagli si vedano gli elaborati grafici di progetto.

6.2 ANALISI DEI CARICHI

I valori dei carichi sono riepilogati di seguito.

6.2.1 Copertura

CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Copertura plotte in c.a. (sp=30 cm).....	<u>7.50</u> kN/m ²
Carico permanente non strutturale totale G _{1k}	7.50 kN/m ²

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Terreno di copertura e pacchetto stradale	<u>19.00</u> kN/m ²
Carico permanente non strutturale totale G _{2k}	19.00 kN/m ²

CARICHI VARIABILI

Copertura carrabile	<u>20.00</u> kN/m ²
Carico variabile totale Q _{1k}	20.00 kN/m ²

6.2.2 Platea

CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Peso dell'acqua (H _{max} = 1.50 m).....	<u>15.00</u> kN/m ²
Carico permanente non strutturale totale G _{1k}	15.00 kN/m ²

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Massetto (sp = 15 cm).....	3.75 kN/m ²
Carico permanente non strutturale totale G_{2k}	3.75 kN/m²

6.2.3 Spinta dell'acqua di invaso

La spinta statica dell'acqua presente all'interno della vasca è valutata di seguito, tenendo conto dell'altezza massima dell'invaso pari a 1.50 m:

$$p_w(H_w) = \gamma_w \cdot H_w = 15.00 \text{ kN/m}^2$$

dove:

γ_w , peso specifico dell'acqua;
 H_w , altezza massima dell'invaso.

L'azione sismica dell'acqua invasata è, inoltre, caratterizzata dalla relazione in seguito riportata, e risulta pari a **2.71 kN/m²**:

$$\Delta\sigma_a(z) = \frac{7}{8} \cdot a_g \cdot S \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{H_w \cdot z'}$$

dove:

$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$, peso specifico dell'acqua;
 $H_w = 1.50 \text{ m}$, altezza massima dell'invaso;
 $z' = 1.50 \text{ m}$, quota a cui viene calcolata la pressione;
 $a_g = 0.140 \text{ g}$, coefficiente sismico orizzontale;
 $S = 1.482$, coefficiente amplificativo del suolo.

6.2.4 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:

$\gamma_k = 19,0 \text{ kN/m}^3$ peso di volume caratteristico;
 $\varphi'_k = 35^\circ$ 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.

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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	= 0,3	m	Spessore alla base
s_2	= 0,3	m	Spessore in testa
h_1	= 0,4	m	Altezza suola fondazione
h	= 2,8	m	Altezza paramento
β	= 0	°	Ang. terrapieno sull'orizzontale (>0 antiorario)
ψ	= 90	°	Ang. par. interna sull'orizzontale (>0 orario)
H	= 3,2	m	Altezza totale muro

MODALITA' DI SPINTA

Spinta in quiete

PARAMETRI SISMICI

C Categoria suolo
T1 - Superficie pianeggianti, 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	= 0,140	g	Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale (riferita all'accel. di gravità g)
F_p	= 2,600		Fattore di amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale
T_g	= 0,335	s	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
C_e	= 1,506		Coefficiente che modifica il valore del periodo T_c
S_e	= 1,482		Coefficiente di amplificazione stratigrafica
S_t	= 1,000		Coefficiente di amplificazione topografica
S	= 1,482		Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo
a_{max}	= 0,207	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	= 0,207		Coefficiente sismico orizzontale
k_v	= 0,103		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso l'alto
k_v	= -0,103		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso il basso
θ_h	= 10,61	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso l'alto
θ_b	= 12,99	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso il basso

SOVRACCARICHI SUL RINTERRO

q_{1k}	q_{2k}	q_{3k}	
19	0	20	kN/m ²
s_{q1k}	s_{q2k}	s_{q3k}	
1	1	0,3	

Carico uniformemente distribuito a tergo del paramento
Coefficiente di riduzione della massa del sovraccarico

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi

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

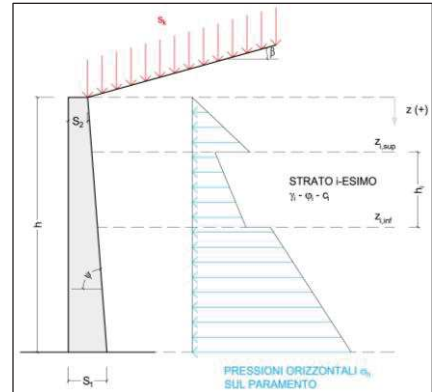
Coefficiente parziali di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

γ_s	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

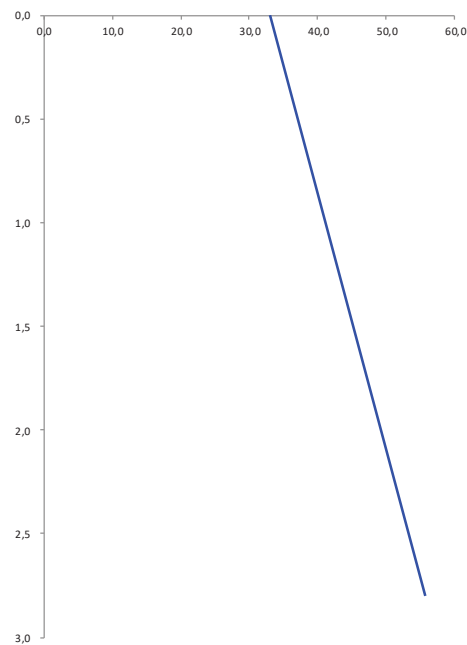
Strato	Z_{sup} [m]	Z_{inf} [m]	h [m]	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 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_u [°]	c_d [kN/m ²]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{s,d}$ [-]	$k_{es,d}$ [-]	$k_{sb,d}$ [-]	γ_d [kN/m ³]	ϕ_u [°]	δ_u [°]	c_d [kN/m ²]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{s,d}$ [-]	$k_{es,d}$ [-]	$k_{sb,d}$ [-]
1	0,00	2,80	2,80	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
2	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
3	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
4	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
5	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
6	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
7	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
8	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
9	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
10	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513



RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

PRESSIONI DI PROGETTO CONDIZIONI SISMICHE SLV

STRATO	Z_{sup} / Z_{inf} [m]	k_{hd} [-]	Tensione verticale litostatica σ_{vd} [kN/m ²]		σ_{hd} Terreno [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_{vd}	σ_{vd}										
1	0,00	0,43	0,00	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	32,96		
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
2	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
3	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
4	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
5	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
6	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
7	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
8	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
9	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
10	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	



6.3 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

6.3.1 Condizioni di carico

Con riferimento al D.M. 17 gennaio 2018 le condizioni di carico prese in considerazione saranno le seguenti:

Descrizione	Nome breve	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Pesi strutturali	Pesi			
Permanenti portati	Port.			
Variabile traffico	Variabile traffico	0.75	0.75	0
Spinta sismica terreno	Spinta sismica terreno	0	0	0
Spinta sismica acqua	Spinta sismica acqua	0	0	0
Spinta acqua	Spinta acqua	1	1	1
ΔT	ΔT	0.6	0.5	0
Sisma X SLV	X SLV			
Sisma Y SLV	Y SLV			
Sisma Z SLV	Z SLV			
Eccentricità Y per sisma X SLV	EY SLV			
Eccentricità X per sisma Y SLV	EX SLV			
Sisma X SLD	X SLD			
Sisma Y SLD	Y SLD			

Descrizione	Nome breve	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sisma Z SLD	Z SLD			
Eccentricità Y per sisma X SLD	EY SLD			
Eccentricità X per sisma Y SLD	EX SLD			
Sisma X SLO	X SLO			
Sisma Y SLO	Y SLO			
Sisma Z SLO	Z SLO			
Eccentricità Y per sisma X SLO	EY SLO			
Eccentricità X per sisma Y SLO	EX SLO			

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

6.3.2 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico da considerare ai fini delle verifiche sono state elaborate tenendo conto di quanto riportato nel D.M.17 gennaio 2018.

- 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;

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	ΔT
1	SLU 1	1	0.8	0	0	0	0	-1.5
2	SLU 2	1	0.8	0	0	0	0	0
3	SLU 3	1	0.8	0	0	0	0	1.5
6	SLU 6	1	0.8	1.125	0	0	0	-1.5
7	SLU 7	1	0.8	1.125	0	0	0	1.5
8	SLU 8	1	0.8	1.5	0	0	0	-0.9
9	SLU 9	1	0.8	1.5	0	0	0	0
10	SLU 10	1	0.8	1.5	0	0	0	0.9
11	SLU 11	1	1.5	0	0	0	0	-1.5
12	SLU 12	1	1.5	0	0	0	0	0
13	SLU 13	1	1.5	0	0	0	0	1.5
16	SLU 16	1	1.5	1.125	0	0	0	-1.5
17	SLU 17	1	1.5	1.125	0	0	0	1.5
18	SLU 18	1	1.5	1.5	0	0	0	-0.9
19	SLU 19	1	1.5	1.5	0	0	0	0
20	SLU 20	1	1.5	1.5	0	0	0	0.9
21	SLU 21	1.3	0.8	0	0	0	0	-1.5
22	SLU 22	1.3	0.8	0	0	0	0	0
23	SLU 23	1.3	0.8	0	0	0	0	1.5
26	SLU 26	1.3	0.8	1.125	0	0	0	-1.5
27	SLU 27	1.3	0.8	1.125	0	0	0	1.5
28	SLU 28	1.3	0.8	1.5	0	0	0	-0.9
29	SLU 29	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0
30	SLU 30	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0.9
31	SLU 31	1.3	1.5	0	0	0	0	-1.5
32	SLU 32	1.3	1.5	0	0	0	0	0
33	SLU 33	1.3	1.5	0	0	0	0	1.5
36	SLU 36	1.3	1.5	1.125	0	0	0	-1.5
37	SLU 37	1.3	1.5	1.125	0	0	0	1.5
38	SLU 38	1.3	1.5	1.5	0	0	0	-0.9
39	SLU 39	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0
40	SLU 40	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0.9

Famiglia SLE rara

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	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
6	SLE RA 6	1	1	0.75	0	0	0	-1
7	SLE RA 7	1	1	0.75	0	0	0	1
8	SLE RA 8	1	1	1	0	0	0	-0.6
9	SLE RA 9	1	1	1	0	0	0	0
10	SLE RA 10	1	1	1	0	0	0	0.6

Famiglia SLE frequente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0	-0.5
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLE FR 3	1	1	0	0	0	0	0.5
4	SLE FR 4	1	1	0.75	0	0	0	0

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Famiglia SLE quasi permanente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0	0	0	1	0
3	SLE QP 3	1	1	0	0	1	0	0
4	SLE QP 4	1	1	0	0	1	1	0
5	SLE QP 5	1	1	0.3	0	0	0	0
6	SLE QP 6	1	1	0.3	0	0	1	0

Famiglia SLO

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	ΔT	X SLO
1	SLO 1	1	1	0	1	1	1	0	-1
2	SLO 2	1	1	0	1	1	1	0	-1
3	SLO 3	1	1	0	1	1	1	0	-1
4	SLO 4	1	1	0	1	1	1	0	-1
5	SLO 5	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
6	SLO 6	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
7	SLO 7	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
8	SLO 8	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
9	SLO 9	1	1	0	1	1	1	0	0.3
10	SLO 10	1	1	0	1	1	1	0	0.3
11	SLO 11	1	1	0	1	1	1	0	0.3
12	SLO 12	1	1	0	1	1	1	0	0.3
13	SLO 13	1	1	0	1	1	1	0	1
14	SLO 14	1	1	0	1	1	1	0	1
15	SLO 15	1	1	0	1	1	1	0	1
16	SLO 16	1	1	0	1	1	1	0	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

Famiglia SLD

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	ΔT	X SLD
1	SLD 1	1	1	0	1	1	1	0	-1
2	SLD 2	1	1	0	1	1	1	0	-1
3	SLD 3	1	1	0	1	1	1	0	-1
4	SLD 4	1	1	0	1	1	1	0	-1
5	SLD 5	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
6	SLD 6	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
7	SLD 7	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
8	SLD 8	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
9	SLD 9	1	1	0	1	1	1	0	0.3
10	SLD 10	1	1	0	1	1	1	0	0.3
11	SLD 11	1	1	0	1	1	1	0	0.3
12	SLD 12	1	1	0	1	1	1	0	0.3
13	SLD 13	1	1	0	1	1	1	0	1
14	SLD 14	1	1	0	1	1	1	0	1
15	SLD 15	1	1	0	1	1	1	0	1

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	ΔT	X SLD
16	SLD 16	1	1	0	1	1	1	0	1

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

Famiglia SLV

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	ΔT	X SLV
1	SLV 1	1	1	0	1	1	1	0	-1
2	SLV 2	1	1	0	1	1	1	0	-1
3	SLV 3	1	1	0	1	1	1	0	-1
4	SLV 4	1	1	0	1	1	1	0	-1
5	SLV 5	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
6	SLV 6	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
7	SLV 7	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
8	SLV 8	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
9	SLV 9	1	1	0	1	1	1	0	0.3
10	SLV 10	1	1	0	1	1	1	0	0.3
11	SLV 11	1	1	0	1	1	1	0	0.3
12	SLV 12	1	1	0	1	1	1	0	0.3
13	SLV 13	1	1	0	1	1	1	0	1
14	SLV 14	1	1	0	1	1	1	0	1
15	SLV 15	1	1	0	1	1	1	0	1
16	SLV 16	1	1	0	1	1	1	0	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

6.4 RISULTATI DELL'ANALISI

La struttura è stata modellata con analisi agli elementi finiti (FEM), mediante il software Sismicad 12.16 della Concrete.

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

6.4.1 Modellazione: Input

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.

f_{yk}: resistenza caratteristica. [kN/m²]

σ_{amm}: 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	f _{yk}	σ _{amm}	Tipo	E	γ	Poisson	α	Livello di conoscenza

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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

2 Preferenze commessa

2.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vn	50
Classe d'uso	IV
Vr	100
Tipo di analisi	Lineare dinamica
Considera sisma Z	Solo se Ag >= 0.15 g, conformemente a §3.2.3.1
Località	Roma, Fonte Di Papa; Latitudine ED50 42,0613° (42° 3' 41"); Longitudine ED50 12,5814° (12° 34' 53"); Altitudine s.l.m. 21,47 m.
Categoria del suolo	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <=15°
Ss orizzontale SLO	1.5
Tb orizzontale SLO	0.147
Tc orizzontale SLO	0.442
Td orizzontale SLO	1.827
Ss orizzontale SLD	1.5
Tb orizzontale SLD	0.153
Tc orizzontale SLD	0.458
Td orizzontale SLD	1.871
Ss orizzontale SLV	1.4823
Tb orizzontale SLV	0.168
Tc orizzontale SLV	0.504
Td orizzontale SLV	2.158
St	1
PVr SLO (%)	81
Tr SLO	60.21
Ag/g SLO	0.0568
Fo SLO	2.561
Tc* SLO	0.275
PVr SLD (%)	63
Tr SLD	101
Ag/g SLD	0.0677
Fo SLD	2.578
Tc* SLD	0.29
PVr SLV (%)	10
Tr SLV	949.12
Ag/g SLV	0.1395
Fo SLV	2.6
Tc* SLV	0.335
Smorzamento viscoso (%)	5
Classe di duttilità	Non dissipativa
Rotazione del sisma	0
Quota dello '0' sismico	0
Regolarità in pianta	No
Regolarità in elevazione	No
Edificio C.A.	Si
Edificio esistente	No
Altezza costruzione	5.947
T1,x	0.05561
T1,y	0.17221
λ SLO,x	1
λ SLO,y	1
λ SLD,x	1
λ SLD,y	1
λ SLV,x	1
λ SLV,y	1
Numero modi	40
Metodo di Ritz	non applicato
Limite spostamenti interpiano SLD	0.005
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.07
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.07
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1.07

Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1.07
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3
Coefficiente di sicurezza per 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
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)	1.15

2.2 Preferenze di verifica

2.2.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in stato limite
Legno	Preferenze di verifica legno D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Acciaio	Preferenze di verifica acciaio D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

2.2 Preferenze di verifica

2.2.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in stato limite
Legno	Preferenze di verifica legno D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Acciaio	Preferenze di verifica acciaio D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

2.2.2 Normativa di verifica C.A.

Coefficiente di omogeneizzazione	15
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_s/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	0.0002 [m]
Dimensione limite fessure w_2 §4.1.2.2.4	0.0003 [m]
Dimensione limite fessure w_3 §4.1.2.2.4	0.0004 [m]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	No
Copriferro secondo EC2	No

2.2.4 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	si
L/e0 iniziale per profili accoppiati compressi	500
Metodo semplificato formula (4.2.82)	si
Escludi 6.2.6.7 e 6.2.6.8 in 7.5.4.3 e 7.5.4.5	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

2.3 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	0.8
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	0.8
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli

Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento non utilizzato
Metodo P-Delta	non utilizzata
Analisi buckling	0.2
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	No
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	1
Moltiplicatore rigidezza connettori pannelli pareti legno a diaframma	4.99
Tolleranza di parallelismo	0.1
Tolleranza di unicità punti	0.01
Tolleranza generazione nodi di aste	4.99
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	0.04
Tolleranza generazione nodi di gusci	1
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	No
Considera deformazione a taglio delle piastre	Gusci
Modello elastico pareti in muratura	No
Concentra masse pareti nei vertici	Analisi statica
Segno risultati analisi spettrale	8000000
Memoria utilizzabile dal solutore	Intel MKL PARDISO
Metodo di risoluzione della matrice	No
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

2.4 Moltiplicatori inerziali

Tipologia: tipo di entità a cui si riferiscono i moltiplicatori inerziali.

J2: moltiplicatore inerziale di J2. Il valore è adimensionale.

J3: moltiplicatore inerziale di J3. Il valore è adimensionale.

Jt: moltiplicatore inerziale di Jt. Il valore è adimensionale.

A: moltiplicatore dell'area della sezione. Il valore è adimensionale.

A2: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 2. Il valore è adimensionale.

A3: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 3. Il valore è adimensionale.

Conci rigidi: fattore di riduzione dei tronchi rigidi. Il valore è adimensionale.

Tipologia	J2	J3	Jt	A	A2	A3	Conci rigidi
Trave C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Pilastro C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Palo	1	1	0.01	1	1	1	0
Trave in legno	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in legno	1	1	1	1	1	1	1
Trave in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Trave di reticolare in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Maschio in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di accoppiamento in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di scala C.A. nervata	1	1	1	1	1	1	0.5
Trave tralicciata	1	1	0.01	1	1	1	0.5

2.5 Preferenze di analisi non lineare FEM

Metodo iterativo	Secante
Tolleranza iterazione	0.00001
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]

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

3 Quote

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	0.4
L2	Sfioro	1.5	0
L3	Copertura	2.8	0.3

3.2 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 - Copertura	Fondazione	Copertura
T2	Fondazione - Sfioro	Fondazione	Sfioro

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 Descrizione	Valore	Applicazione
COPERTURA	Pesi strutturali	19	Verticale
	Permanententi portati	0	Verticale
	Variabile traffico	20	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Spinta sismica acqua	0	Verticale
	Spinta acqua	0	Verticale
PLATEA	Pesi strutturali	15	Verticale
	Permanententi portati	3.75	Verticale
	Variabile traffico	0	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Spinta sismica acqua	0	Verticale
	Spinta acqua	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.

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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	Valori				
	Condizione	Valore i.	Quota i.	Valore f.	Quota f.
	Descrizione				
SPINTA PARETI	Pesi strutturali	0	2.8	30.8	0
	Permanenti portati	0	2.8	0	0
	Variabile traffico	8.53	2.8	8.53	0
	Spinta sismica terreno	12.6	2.8	12.6	0
	Spinta sismica acqua	-2.71	2.8	-2.71	0
	Spinta acqua	0	2.8	-15	0
SPINTA PARETI INTERNE	Pesi strutturali	0	1.5	0	0
	Permanenti portati	0	1.5	0	0
	Variabile traffico	0	1.5	0	0
	Spinta sismica terreno	0	1.5	0	0
	Spinta sismica acqua	0	1.5	2.71	0
	Spinta acqua	0	1.5	15	0

1.6 Definizioni di carichi termici

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Nome
gradiente_15°
gradiente_15° (-)

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Rappresentazione grafica modello input

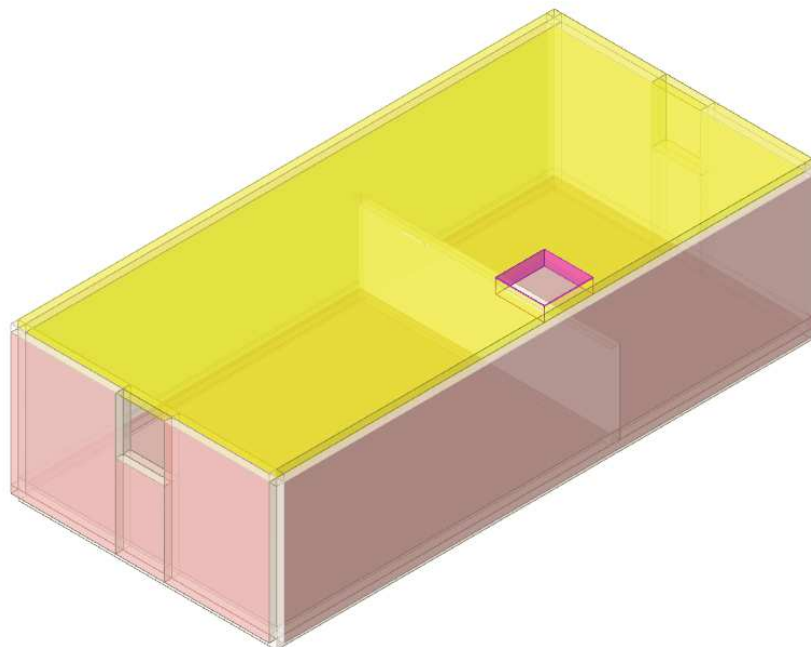


Figura 1 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

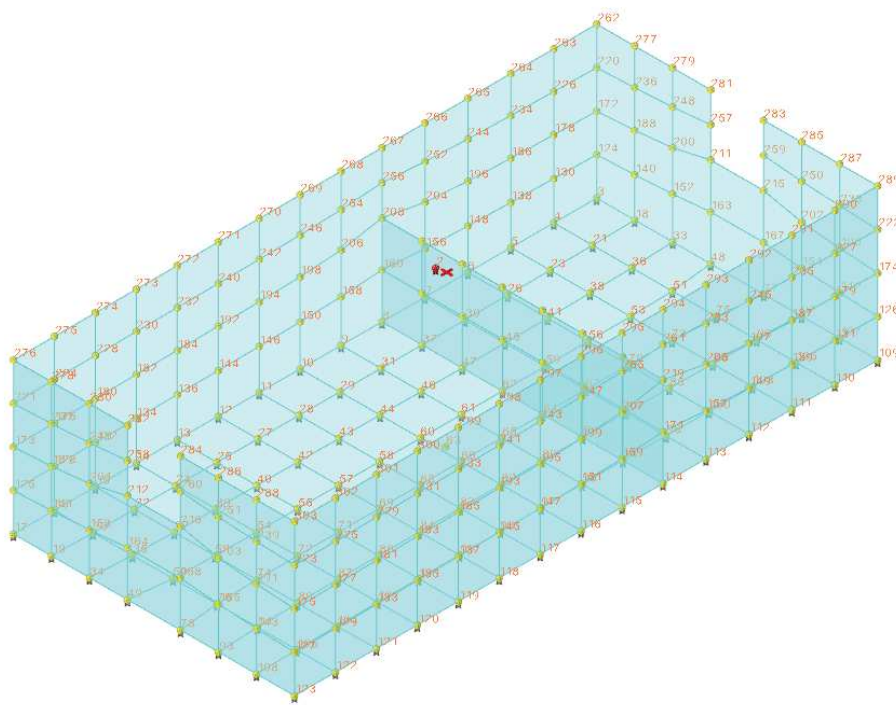


Figura 2 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo – Numerazione NODI

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

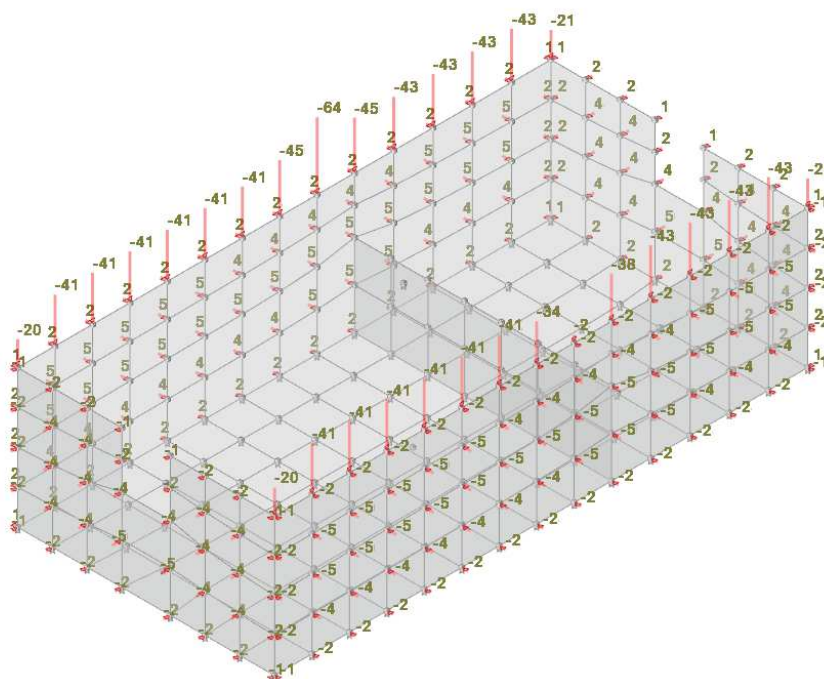


Figura 5 - Condizione sovraccarico accidentale (variabile traffico)

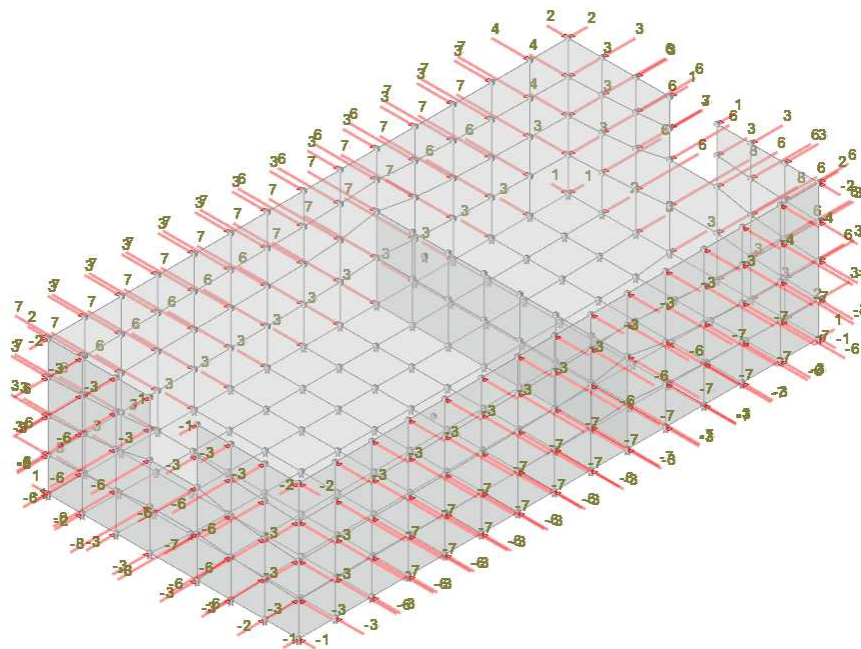


Figura 6 - Condizione spinta sismica terreno

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

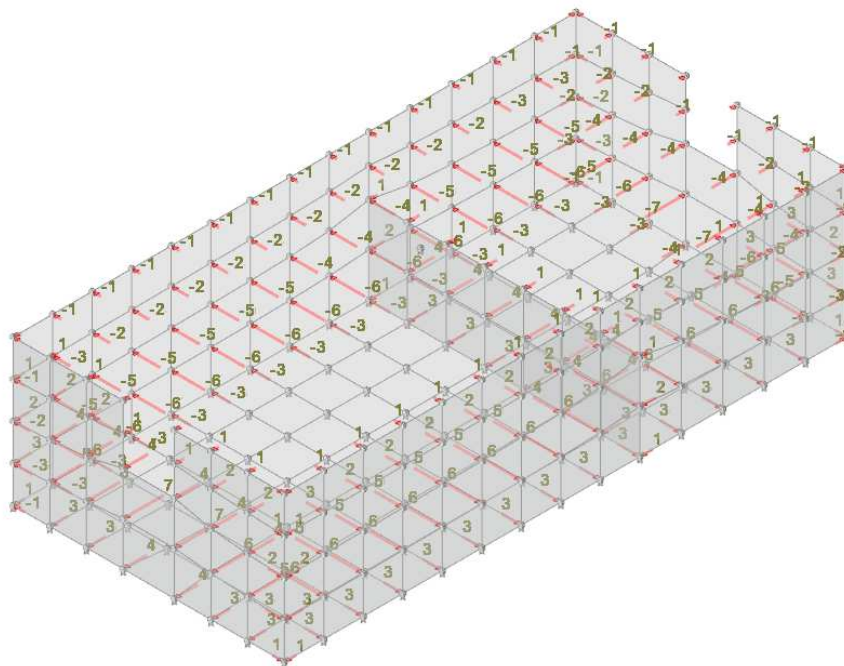


Figura 7 - Condizione spinta acqua

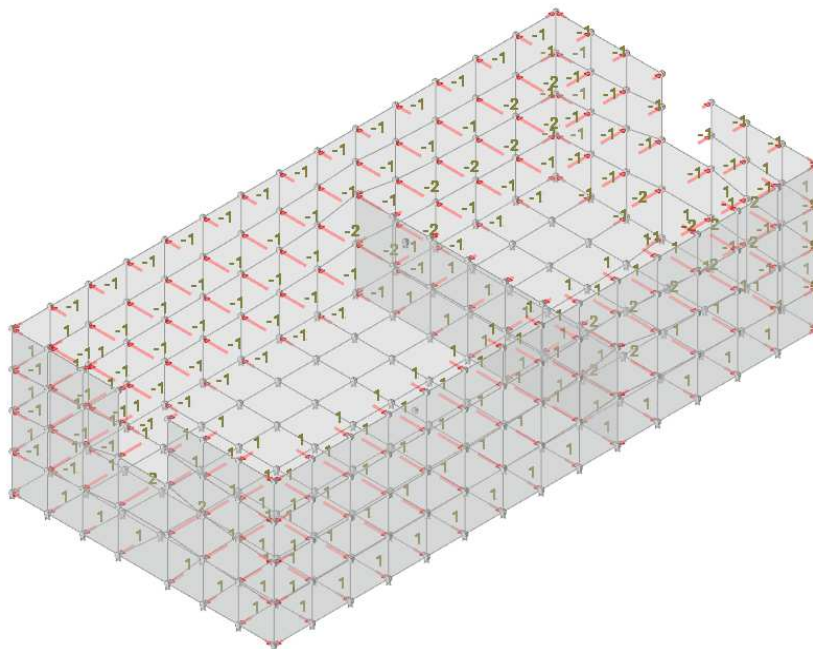


Figura 8 - Condizione spinta sismica acqua

6.4.2 Modellazione: Output

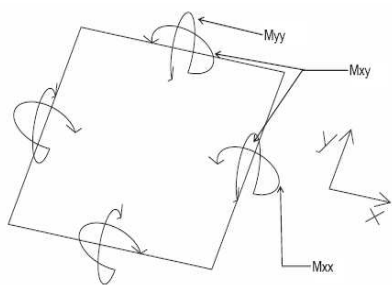
Si riportano i risultati grafici dell'analisi agli elementi finiti. I valori massimi delle caratteristiche di sollecitazione saranno utilizzati per le successive verifiche.

6.4.2.1 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:

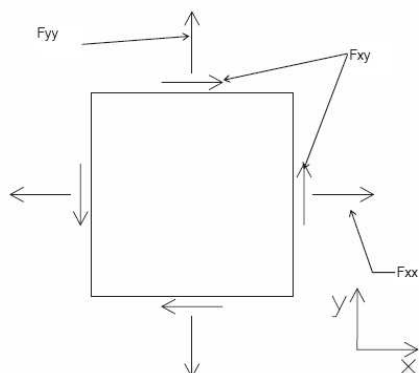
M_{xx} : momento flettente [Forza*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

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).

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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);

F_{yy} : 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);

F_{xy} : 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:

V_x : 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);

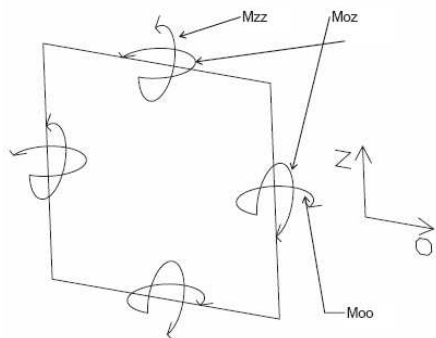
V_y : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse y (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti).

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 M_{oo} , M_{zz} , M_{oz} .

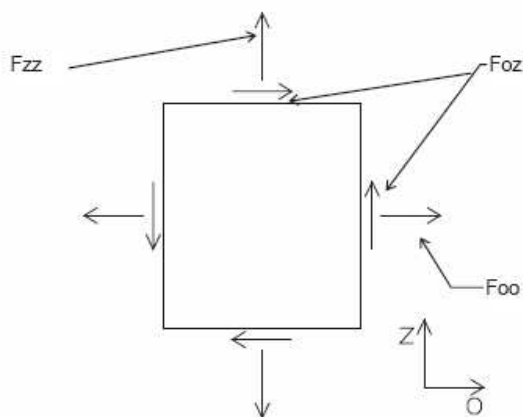
RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA



Moo: momento flettente distribuito $[Forza \cdot Lunghezza / Lunghezza]$ 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 $[Forza \cdot Lunghezza / Lunghezza]$ 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 $[Forza \cdot Lunghezza / Lunghezza]$ 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:



Fzz: 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);

Foo: 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);

Foz: sforzo tagliante distribuito $[Forza / Lunghezza]$ applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

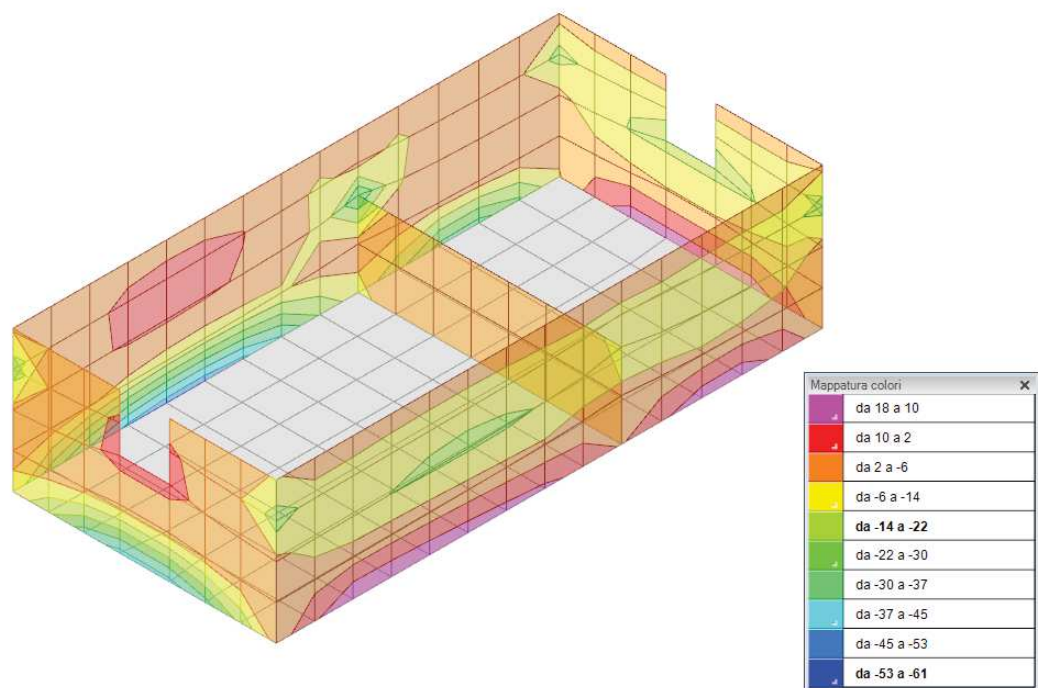


Figura 9 - Inviluppo momento flettente Mzz

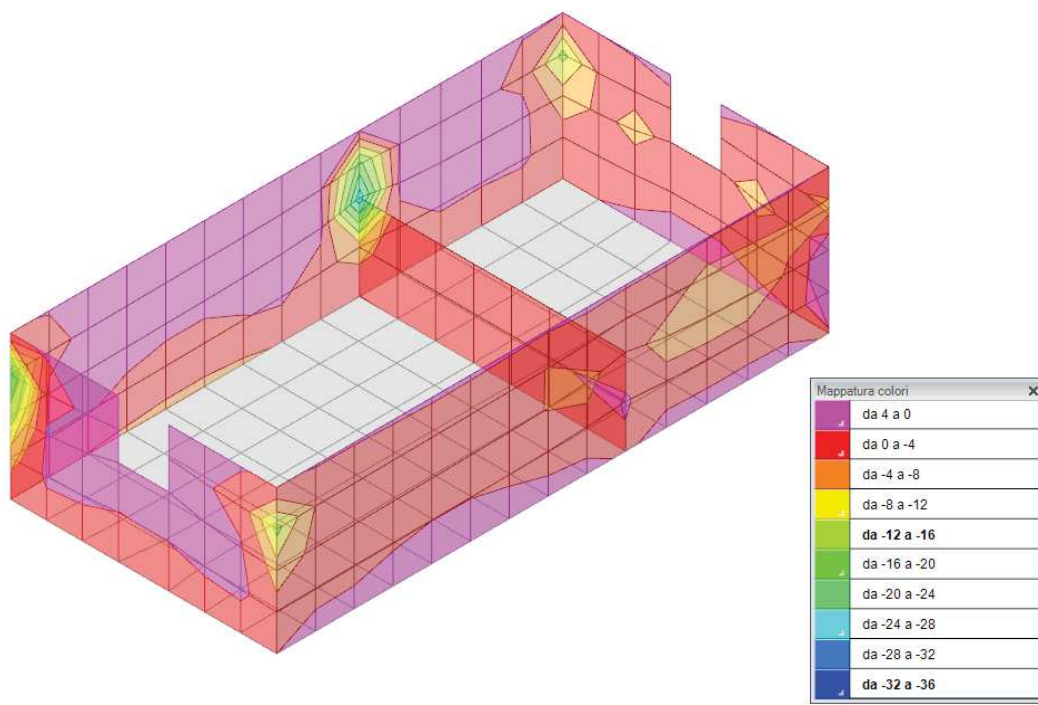


Figura 10 - Inviluppo momento flettente Moo

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

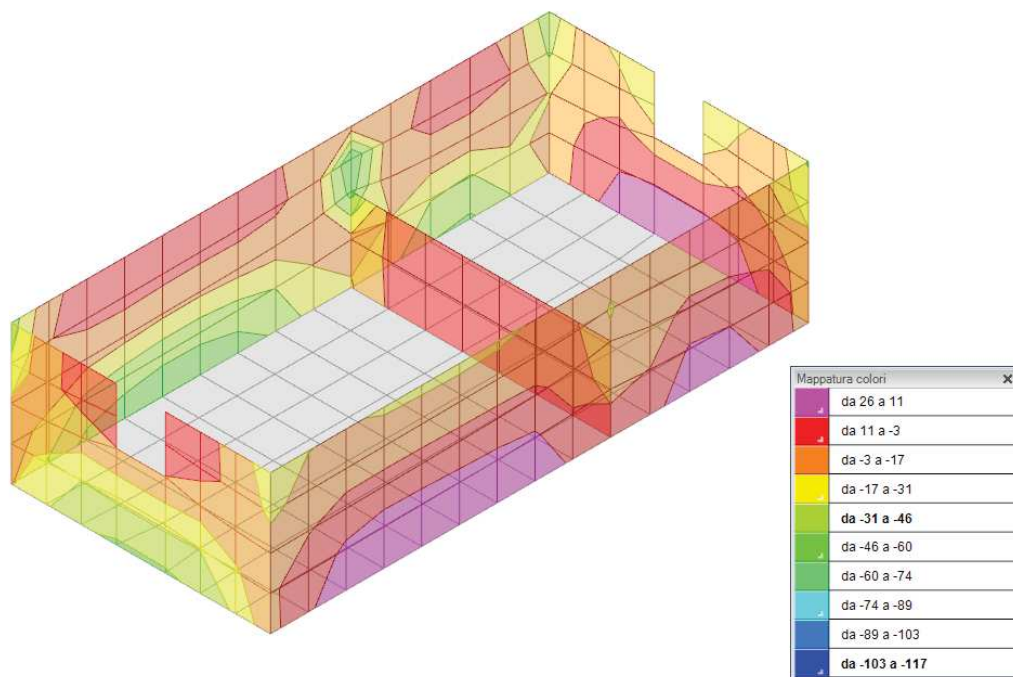


Figura 11 - Involuppo sforzo di taglio Vz

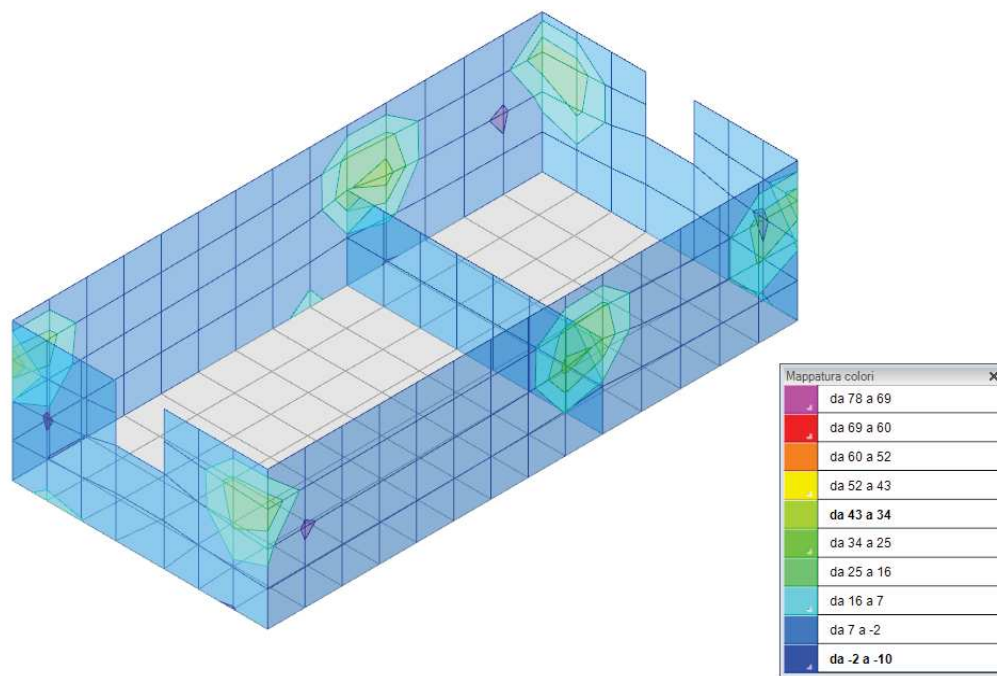


Figura 12 - Involuppo sforzo di taglio V0

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

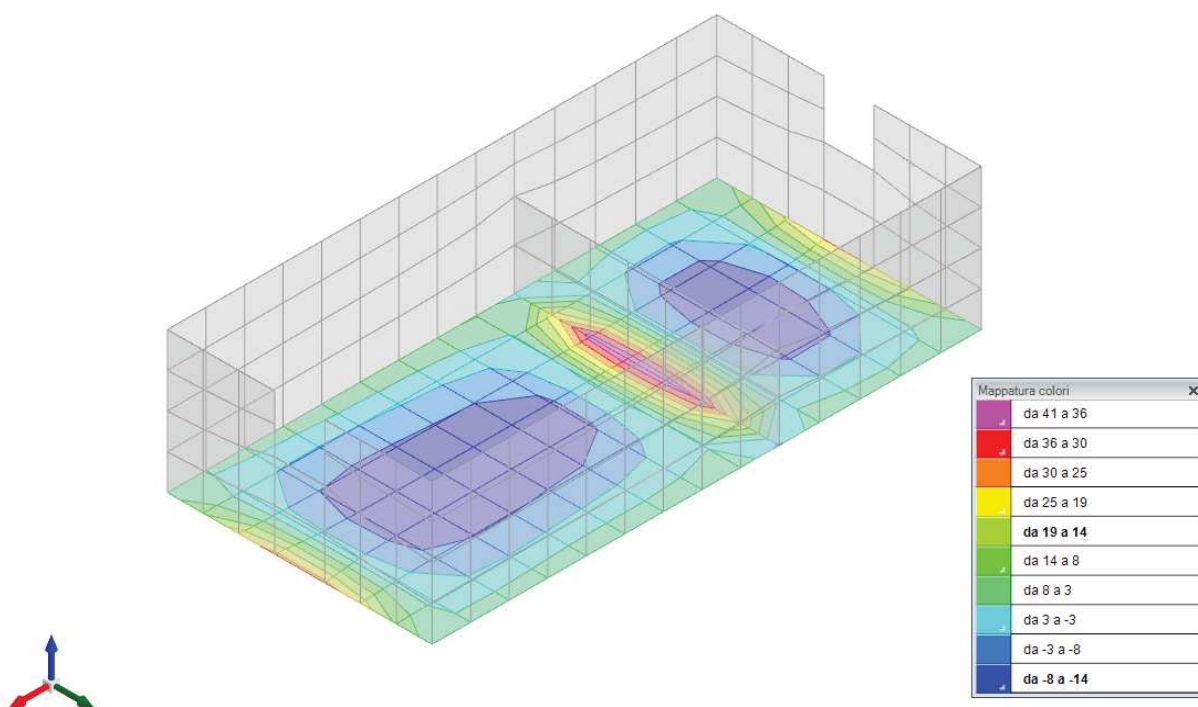


Figura 13 - Inviluppo momento flettente Mxx

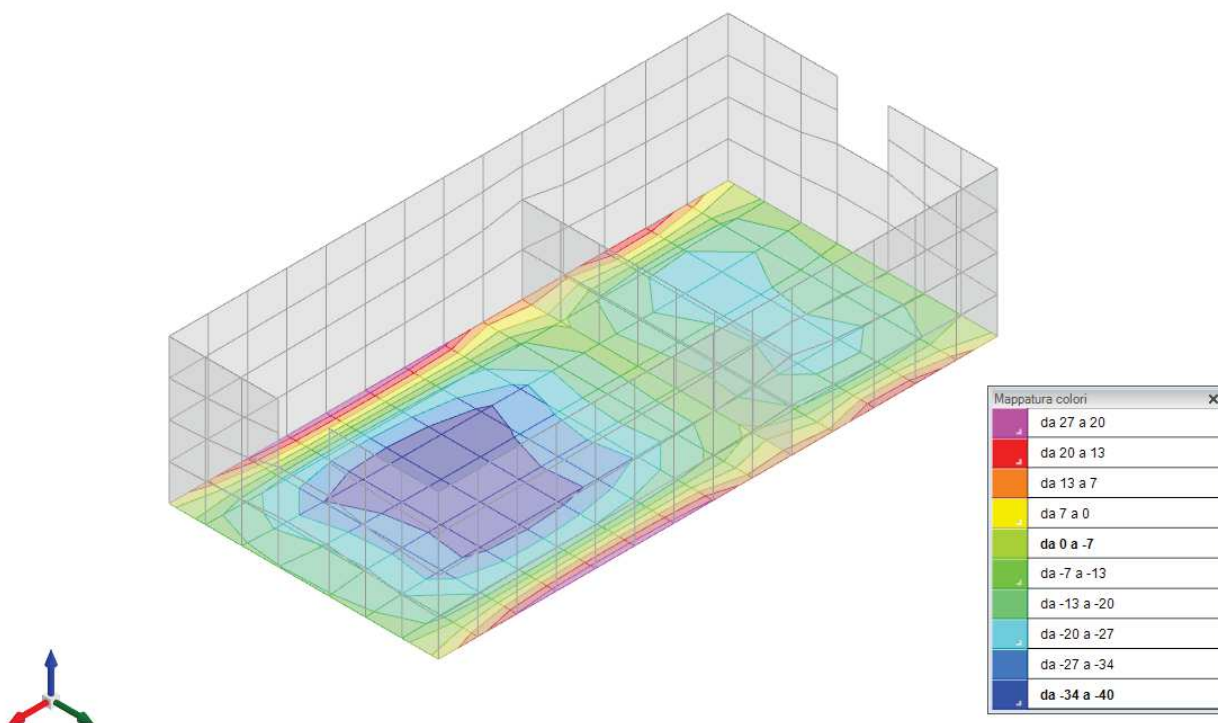


Figura 14 - Inviluppo momento flettente Myy

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

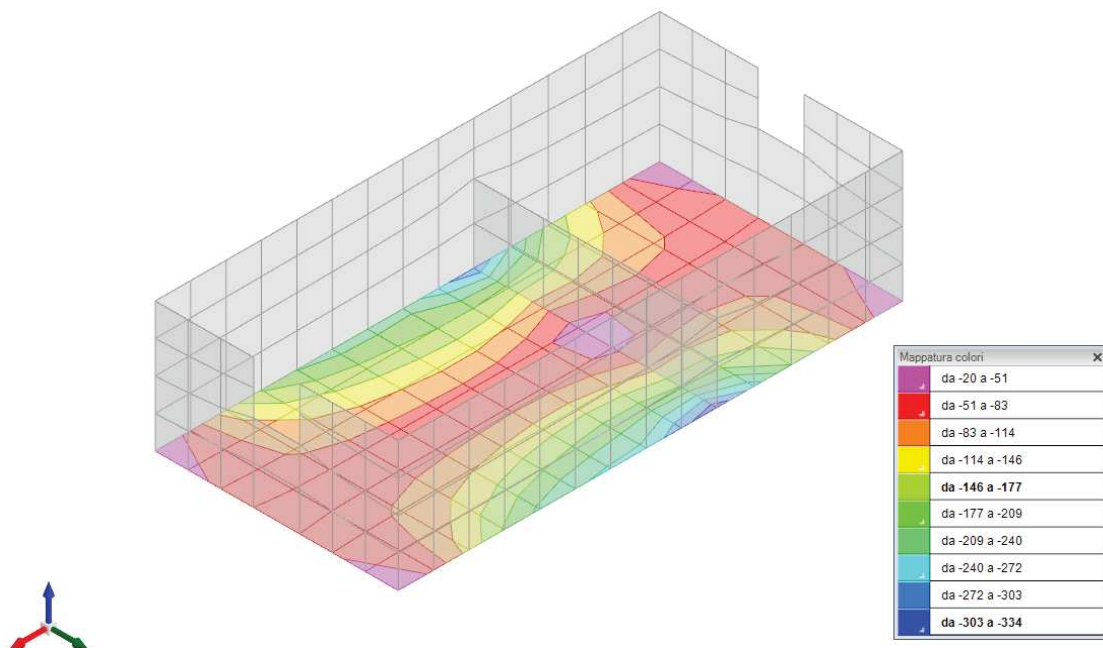


Figura 15 - Involuppo sforzo di taglio Fxx

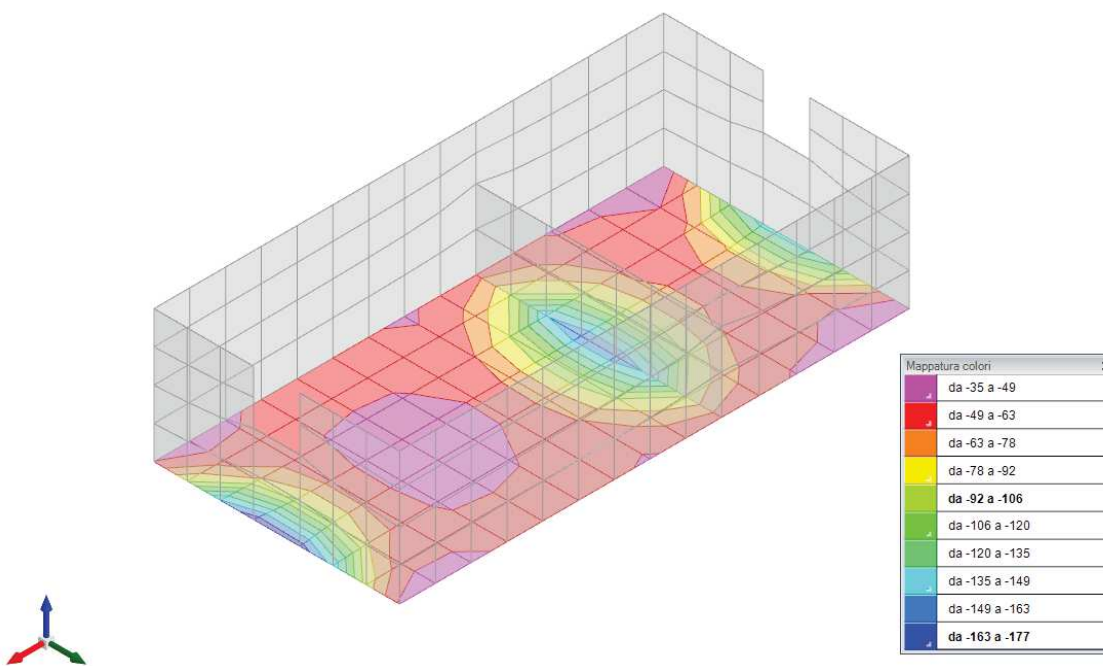


Figura 16 - Involuppo sforzo di taglio Fyy

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

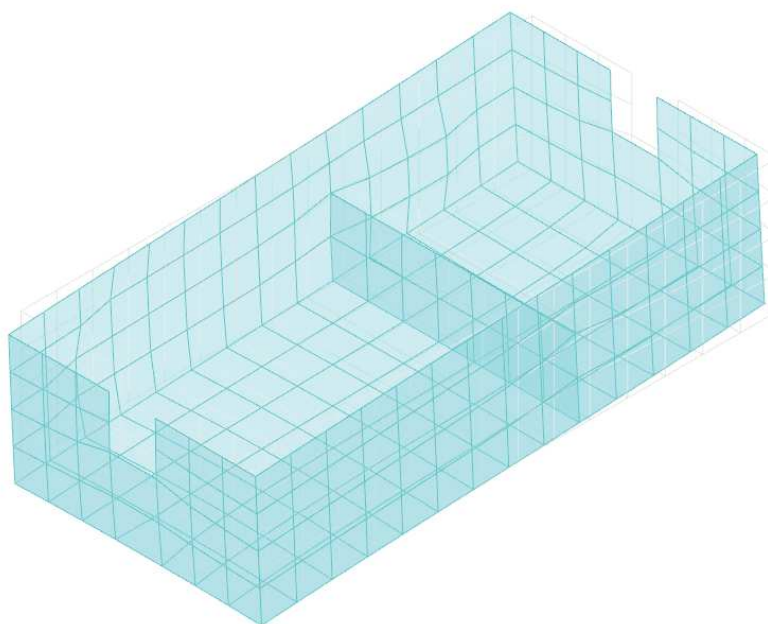


Figura 17 – Spostamenti condizione sisma X SLV

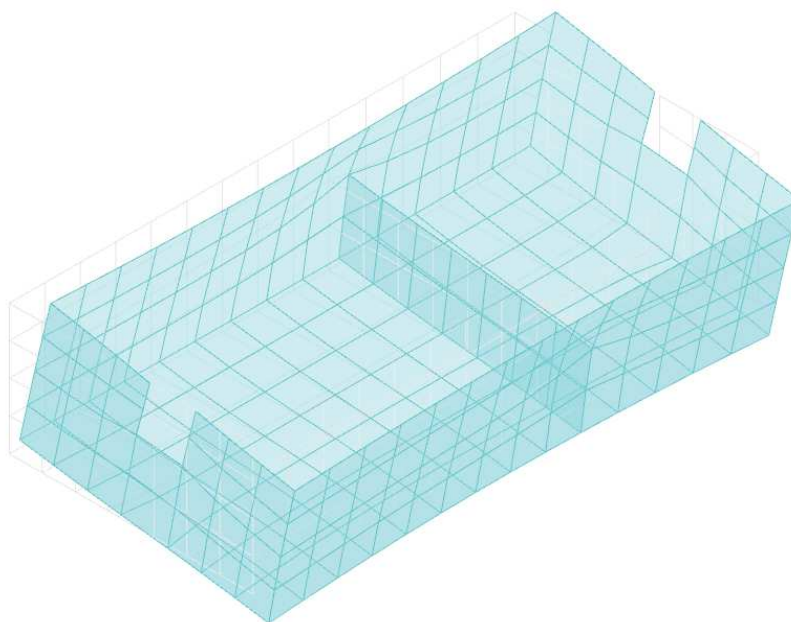


Figura 18 – Spostamenti condizione sisma Y SLV

6.5 VERIFICHE STRUTTURALI

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

6.5.1 Verifiche pareti

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

N_{min}: compressione massima [kN]

N_{lim}: compressione limite [kN]

Comb.N_{min}: 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

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

c.s.: coefficiente di sicurezza per la verifica nella direzione considerata
Direzione Y: dati della verifica a taglio in direzione Y
σ_{c,max}: tensione massima sul calcestruzzo [kN/m²]
σ_{f,max}: tensione massima sull'acciaio [kN/m²]

Parete 1

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
214 Prosp.A	Verticale	0.5	0.2	0.0424	0.0424	0.056	0.056
213 Prosp.A	Verticale	0.5	0.2	0.0424	0.0424	0.056	0.056
210 Prosp.A	Verticale	0.5	0.2	0.0424	0.0424	0.056	0.056
166 Prosp.A	Verticale	1	0.2	0.0393	0.0393	0.055	0.055
165 Prosp.A	Verticale	1	0.2	0.0393	0.0393	0.055	0.055
217 Prosp.A	Verticale	0.5	0.2	0.0424	0.0424	0.056	0.056
209 Prosp.A	Verticale	0.5	0.2	0.0424	0.0424	0.056	0.056

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
214 Prosp.A	Verticale	SLU 28	0.2728	302.73	0.2965	328.94	1.0866	Si
213 Prosp.A	Verticale	SLU 28	0.2555	302.66	0.2779	329.12	1.0874	Si
210 Prosp.A	Verticale	SLU 28	0.2164	264.04	0.2698	329.2	1.2468	Si
166 Prosp.A	Verticale	SLU 28	0.4138	238.91	0.5232	302.07	1.2644	Si
165 Prosp.A	Verticale	SLU 28	0.4103	238.17	0.5204	302.1	1.2684	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
213 Prosp.A	Verticale	SLD 2	-0.0934	119.27	-0.2552	325.99	2.7332	Si
214 Prosp.A	Verticale	SLD 3	-0.0847	119.3	-0.2318	326.53	2.737	Si
214 Prosp.A	Verticale	SLD 11	0.0575	112.91	0.1671	328.04	2.9052	Si
213 Prosp.A	Verticale	SLD 10	0.0567	112.89	0.1648	328.09	2.9062	Si
210 Prosp.A	Verticale	SLD 6	-0.1035	105.41	-0.3186	324.52	3.0787	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
171 Prosp.A	Orizzontale	0.13	0.5	Non necessaria	0	SLV 16	-2.38	-17.75	-0.6896	46.38	190.98	0	46.38	2.5	0.0004618	19.5047	Si
160 Prosp.A	Orizzontale	0.13	0.5	Non necessaria	0	SLV 13	-2.17	-23.09	-0.6251	46.9	191.52	0	46.9	2.5	0.0004618	21.5616	Si
170 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLV 16	-3.53	-59.33	0.0945	91.41	394.39	0	91.41	2.5	0.0007697	25.9287	Si
161 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLV 13	-3.42	-72	0.08	92.67	395.7	0	92.67	2.5	0.0007697	27.1141	Si
169 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLV 14	-3.23	-57.6	0.7448	91.24	394.21	0	91.24	2.5	0.0007697	28.2498	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
171 Prosp.A	Orizzontale	0.13	0.5	Non necessaria	0	SLD 16	-1.34	-16.36	-0.3838	46.24	190.84	0	46.24	2.5	0.0004618	34.385	Si
166 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLD 14	-2.39	-65.12	0.5281	91.99	394.99	0	91.99	2.5	0.0007697	38.4449	Si
165 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLD 15	-2.4	-67.1	0.5273	92.19	395.19	0	92.19	2.5	0.0007697	38.4802	Si
169 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLD 14	-2.31	-60.96	0.4245	91.57	394.56	0	91.57	2.5	0.0007697	39.6354	Si
162 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLD 15	-2.29	-69.25	0.4058	92.4	395.41	0	92.4	2.5	0.0007697	40.2798	Si

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
213 Prosp.A	Verticale	SLE QP 1	0.1449	128.28	No	1098	14940	15	13.6121	Si
214 Prosp.A	Verticale	SLE QP 1	0.1495	125.38	No	1071	14940	15	13.9561	Si
213 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	0.1449	128.28	No	1098	19920	15	18.1495	Si
214 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	0.1495	125.38	No	1071	19920	15	18.6081	Si
210 Prosp.A	Verticale	SLE QP 1	0.1116	91.24	No	778	14940	15	19.1964	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
214 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	0.1994	220.75	No	29751	360000	15	12.1003	Si
213 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	0.187	220.7	No	29721	360000	15	12.1125	Si
210 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	0.1586	192.47	No	25911	360000	15	13.8936	Si
217 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	0.183	184.43	No	24888	360000	15	14.4651	Si
209 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	-0.1606	100.04	No	13614	360000	15	26.4425	Si

Parete 2

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
219 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.0509	0.0693	0.056	0.057
261 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.0565	0.077	0.056	0.057
171 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.0565	0.077	0.056	0.057
219 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.072	0.072
197 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.0452	0.0616	0.056	0.057
187 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.0452	0.0616	0.056	0.057
185 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.072	0.072
193 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.072	0.072
233 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.072	0.072
293 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.068	0.072
297 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.068	0.072
253 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.072	0.072

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
219 Prosp.A	Verticale	SLV 9	19.116	13.49	42.0217	29.65	2.1982	Si
261 Prosp.A	Verticale	SLV 5	12.1548	9.98	45.8582	37.67	3.7728	Si
171 Prosp.A	Verticale	SLV 9	9.3621	11.38	43.9495	53.4	4.6944	Si
219 Prosp.A	Orizzontale	SLV 5	20.9897	-95.31	152.2822	-691.5	7.2551	Si
197 Prosp.A	Verticale	SLV 5	-4.7986	8.93	-44.1961	82.26	9.2102	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
219 Prosp.A	Verticale	SLD 9	15.7242	5.18	43.8721	14.46	2.7901	Si
261 Prosp.A	Verticale	SLD 5	9.7617	5.64	47.1167	27.24	4.8267	Si
171 Prosp.A	Verticale	SLD 9	8.1346	-3.79	53.3432	-24.83	6.5575	Si
197 Prosp.A	Verticale	SLD 5	-4.4337	0.28	-53.8541	3.4	12.1466	Si
187 Prosp.A	Verticale	SLD 5	-4.2938	-0.66	-55.2914	-8.53	12.8771	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrzd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
219 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLV 5	-48.13	-95.31	20.9897	140.48	676.84	0	140.48	2.5	0.0010053	2.9186	Si
219 Prosp.A	Verticale	0.244	1	Non necessaria	0	SLV 5	-34.84	10.78	19.2677	129.42	712.31	0	129.42	2.5	0.0005089	3.7148	Si
137 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLU 28	-39.45	-165.99	4.8808	148.54	685.18	0	148.54	2.5	0.0010053	3.7648	Si

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
145 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLU 28	-38.76	-159.6	4.4484	147.81	684.42	0	147.81	2.5	0.0010053	3.8138	Si
135 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLU 28	-38.08	-165.48	4.3506	148.48	685.12	0	148.48	2.5	0.0010053	3.8988	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
219 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLD 5	-36.93	-96.85	14.3098	140.66	677.02	0	140.66	2.5	0.0010053	3.8088	Si
219 Prosp.A	Verticale	0.244	1	Non necessaria	0	SLD 5	-29.04	1.49	15.8485	129.42	712.31	0	129.42	2.5	0.0005089	4.4566	Si
137 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLD 10	-29.34	-68.74	0.992	137.45	673.71	0	137.45	2.5	0.0010053	4.6842	Si
145 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLD 10	-28.9	-66.58	0.79	137.2	673.45	0	137.2	2.5	0.0010053	4.7484	Si
207 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 5	-27.19	-8.24	-2.6426	-130.08	710.43	0	130.08	2.5	0.0007697	4.784	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
219 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	12.0788	-162.78	No	-1238	19920	15	16.0962	Si
219 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	7.6771	-100.16	No	-777	14940	15	19.2377	Si
185 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	-9.1178	-121.94	No	-931	19920	15	21.3882	Si
193 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	-9.0817	-118.16	No	-918	19920	15	21.7066	Si
233 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	-8.5888	-122.57	No	-901	19920	15	22.1173	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
219 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	12.4638	-1.96	No	7268	360000	15	49.5308	Si
261 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	7.9447	4.12	No	4858	360000	15	74.1096	Si
293 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 1	-0.0664	-74.62	No	-3365	360000	15	106.9839	Si
297 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 1	0.0126	-71.01	No	-3214	360000	15	112.0273	Si
253 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 1	-0.9974	-75	No	-2928	360000	15	122.9625	Si

Parete 3

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
212 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.0753	0.0753
216 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.0753	0.0753
249 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.072	0.072
251 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.072	0.072
258 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.075	0.075
260 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.075	0.075

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
212 Prosp.A	Orizzontale	SLV 6	9.4383	43.38	31.2511	143.65	3.3111	Si
216 Prosp.A	Orizzontale	SLV 7	9.4812	41.15	31.8632	138.28	3.3607	Si
249 Prosp.A	Orizzontale	SLV 6	9.8098	28.73	61.2488	179.38	6.2436	Si
251 Prosp.A	Orizzontale	SLV 7	9.7975	27.36	61.9751	173.06	6.3256	Si
258 Prosp.A	Orizzontale	SLV 6	5.653	15.18	36.2322	97.3	6.4094	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
212 Prosp.A	Orizzontale	SLD 6	9.2817	13.59	40.6922	59.57	4.3841	Si

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
216 Prosp.A	Orizzontale	SLD 7	9.3237	11.54	41.5892	51.45	4.4606	Si
258 Prosp.A	Orizzontale	SLD 6	5.5241	5.38	42.4227	41.29	7.6796	Si
260 Prosp.A	Orizzontale	SLD 7	5.5192	4.73	42.9195	36.75	7.7764	Si
249 Prosp.A	Orizzontale	SLD 6	9.6218	6.18	76.1481	48.87	7.9142	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
153 Prosp.A	Orizzontale	0.227	1	Non necessaria	0	SLU 28	28.81	-109.24	-1.405	141.65	674.32	0	141.65	2.5	0.0010053	4.9174	Si
155 Prosp.A	Orizzontale	0.227	1	Non necessaria	0	SLU 28	28.52	-103.88	-0.0762	141.05	673.69	0	141.05	2.5	0.0010053	4.9463	Si
164 Prosp.A	Orizzontale	0.226	1	Non necessaria	0	SLU 28	28.95	-115.85	1.6657	146.44	673.84	0	146.44	2.5	0.0011058	5.0584	Si
168 Prosp.A	Orizzontale	0.226	1	Non necessaria	0	SLU 28	28.87	-115.27	1.7315	146.38	673.77	0	146.38	2.5	0.0011058	5.0702	Si
191 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLU 28	-20.82	-35.27	4.0497	133.36	713.83	0	133.36	2.5	0.0006158	6.4039	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
153 Prosp.A	Orizzontale	0.227	1	Non necessaria	0	SLD 2	20.44	-40.25	3.8487	133.84	666.24	0	133.84	2.5	0.0010053	6.5473	Si
155 Prosp.A	Orizzontale	0.227	1	Non necessaria	0	SLD 3	20.35	-38.37	3.9084	133.62	666.02	0	133.62	2.5	0.0010053	6.5667	Si
164 Prosp.A	Orizzontale	0.226	1	Non necessaria	0	SLD 2	20.33	-40.97	4.3532	137.98	665.08	0	137.98	2.5	0.0011058	6.7866	Si
168 Prosp.A	Orizzontale	0.226	1	Non necessaria	0	SLD 3	20.32	-41.08	4.3755	137.99	665.09	0	137.99	2.5	0.0011058	6.7923	Si
191 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 2	-19.5	-31.96	3.1142	132.96	713.41	0	132.96	2.5	0.0006158	6.8185	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
216 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	8.0495	-34.22	No	-1188	19920	15	16.761	Si
212 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	7.9993	-30.95	No	-1163	19920	15	17.1304	Si
216 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	5.2974	-22.15	No	-780	14940	15	19.1558	Si
212 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	5.2668	-20.29	No	-765	14940	15	19.5269	Si
260 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	4.7826	-10.55	No	-647	19920	15	30.7705	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
212 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	7.9993	-30.95	No	4716	360000	15	76.3336	Si
216 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	8.0495	-34.22	No	4471	360000	15	80.5229	Si
258 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	4.7922	-9.52	No	3720	360000	15	96.7782	Si
260 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	4.7826	-10.55	No	3619	360000	15	99.4774	Si
249 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	8.1566	-29.8	No	2568	360000	15	140.2042	Si

Parete 4

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
211 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.0753	0.0753
215 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.0753	0.0753
248 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.072	0.072
250 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.072	0.072
257 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.075	0.075

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
259 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.075	0.075

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
211 Prosp.A	Orizzontale	SLV 9	-9.7298	44.66	-31.2634	143.51	3.2132	Si
215 Prosp.A	Orizzontale	SLV 12	-9.767	44.01	-31.4651	141.78	3.2216	Si
248 Prosp.A	Orizzontale	SLV 9	-10.0779	29.91	-61.0413	181.15	6.0569	Si
250 Prosp.A	Orizzontale	SLV 12	-10.0757	29.82	-61.0828	180.81	6.0624	Si
257 Prosp.A	Orizzontale	SLV 9	-5.8161	15.77	-36.154	98	6.2162	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
211 Prosp.A	Orizzontale	SLD 9	-9.5801	15.98	-39.9221	66.59	4.1672	Si
215 Prosp.A	Orizzontale	SLD 12	-9.6158	15.5	-40.1298	64.69	4.1733	Si
257 Prosp.A	Orizzontale	SLD 9	-5.6896	6.33	-41.8482	46.56	7.3552	Si
259 Prosp.A	Orizzontale	SLD 12	-5.6591	6.2	-41.9197	45.91	7.4075	Si
250 Prosp.A	Orizzontale	SLD 12	-9.9059	8.26	-74.6495	62.21	7.5359	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
152 Prosp.A	Orizzontale	0.227	1	Non necessaria	0	SLU 28	-27.09	-92.5	-3.5144	139.76	672.36	0	139.76	2.5	0.0010053	5.1586	Si
154 Prosp.A	Orizzontale	0.227	1	Non necessaria	0	SLU 28	-26.74	-85.51	-3.6621	138.96	671.54	0	138.96	2.5	0.0010053	5.1974	Si
163 Prosp.A	Orizzontale	0.226	1	Non necessaria	0	SLU 28	-27.03	-95.26	-4.0562	144.12	671.43	0	144.12	2.5	0.0011058	5.332	Si
167 Prosp.A	Orizzontale	0.226	1	Non necessaria	0	SLU 28	-26.9	-93.12	-4.1312	143.87	671.18	0	143.87	2.5	0.0011058	5.3488	Si
190 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLU 28	22.79	-37.98	-3.9534	133.69	714.17	0	133.69	2.5	0.0006158	5.8668	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
215 Prosp.A	Orizzontale	0.225	0.5	Non necessaria	0	SLD 16	10.38	-0.92	-9.9344	68.54	328.03	0	68.54	2.5	0.0006032	6.602	Si
190 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 13	20.07	-33.09	-3.1289	133.1	713.55	0	133.1	2.5	0.0006158	6.6317	Si
188 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 16	-19.93	-31.95	-3.1518	132.96	713.41	0	132.96	2.5	0.0006158	6.6705	Si
211 Prosp.A	Orizzontale	0.225	0.5	Non necessaria	0	SLD 13	10.26	-0.07	-9.8962	68.45	327.94	0	68.45	2.5	0.0006032	6.6717	Si
152 Prosp.A	Orizzontale	0.227	1	Non necessaria	0	SLD 13	-19.83	-34.23	-4.5165	133.15	665.53	0	133.15	2.5	0.0010053	6.7158	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
215 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	-8.5045	-25.18	No	-1190	19920	15	16.735	Si
211 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	-8.4602	-24.64	No	-1182	19920	15	16.8568	Si
215 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-5.5937	-16.54	No	-783	14940	15	19.086	Si
211 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-5.5664	-16.24	No	-778	14940	15	19.2113	Si
257 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	-5.0725	-7.14	No	-663	19920	15	30.0652	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
211 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	-8.4602	-24.64	No	5710	360000	15	63.0513	Si
215 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	-8.5045	-25.18	No	5703	360000	15	63.1214	Si
257 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	-5.0725	-7.14	No	4199	360000	15	85.731	Si
259 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	-5.0365	-7.25	No	4155	360000	15	86.6437	Si
250 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 8	-8.6159	-24.21	No	3042	360000	15	118.3284	Si

6.5.2 Verifiche platea di fondazione

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

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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.

σ_c : tensione nel calcestruzzo. [kN/m²]

σ_{lim} : tensione limite. [kN/m²]

Es/Ec: coefficiente di omogeneizzazione.

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

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

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
62	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLU 28	79.8921	11.34	131.8363	18.72	1.6502	Si
64	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLU 28	77.1073	3.69	133.7362	6.4	1.7344	Si
47	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLU 28	67.3566	1.11	134.3818	2.22	1.9951	Si
55	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLU 28	-69.6379	-42.11	-147.5018	-89.2	2.1181	Si
57	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLU 28	-68.5418	-49.09	-150.3329	-107.67	2.1933	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
62	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLD 8	36.13	-3.83	125.1533	-13.25	3.464	Si
64	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLD 5	34.9872	-6.98	127.0603	-25.36	3.6316	Si
47	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLD 12	27.9431	17.14	112.1403	68.77	4.0132	Si
55	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLD 13	-34.8943	-40.31	-142.6547	-164.8	4.0882	Si
71	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLD 16	-33.6677	-40.33	-143.767	-172.23	4.2702	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
25	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 28	-113.62	-61.9	164.13	164.13	0	959.52	2.5	0.0010053	1.4445	Si
13	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 28	-113.62	-63.9	164.37	164.37	0	959.78	2.5	0.0010053	1.4466	Si
27	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 28	-111.43	-62.16	164.16	164.16	0	959.56	2.5	0.0010053	1.4732	Si
12	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 28	-111.43	-63.48	164.32	164.32	0	959.72	2.5	0.0010053	1.4746	Si
24	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 28	-110.61	-62.02	164.14	164.14	0	959.54	2.5	0.0010053	1.4839	Si

Verifiche SLD Resistenza 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
25	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 9	-64.66	-48.05	233.09	233.09	0	957.77	2.5	0.0010053	3.6051	Si
13	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 9	-64.66	-49.8	233.31	233.31	0	957.99	2.5	0.0010053	3.6083	Si
24	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 9	-63.4	-47.5	233.03	233.03	0	957.7	2.5	0.0010053	3.6755	Si
14	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 9	-63.4	-49.1	233.22	233.22	0	957.9	2.5	0.0010053	3.6784	Si
27	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 9	-63.06	-48.1	233.1	233.1	0	957.78	2.5	0.0010053	3.6967	Si

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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
62	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 8	58.3499	7.46	-1947	19920	15	Si
64	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 8	56.3408	1.94	-1892	19920	15	Si
55	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 8	-50.8682	-31.29	-1823	19920	15	Si
57	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 8	-50.0673	-36.4	-1807	19920	15	Si
71	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 8	-48.7057	-31.25	-1749	19920	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
62	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 8	58.3499	7.46	21178	360000	15	Si
64	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 8	56.3408	1.94	20266	360000	15	Si
47	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 8	49.1601	-0.14	17619	360000	15	Si
55	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 8	-50.8682	-31.29	15450	360000	15	Si
79	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 8	44.1136	-17.14	15217	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

6.6 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le strutture di fondazione del tombino scatolare sono costituite da una platea in c.a. di spessore pari a 1.00 m, con larghezza pari a 7.20 m e sviluppo di 29.50 m (lunghezza del tombino), il cui piano di posa è disposto ad una profondità di 6.10 m circa.

6.6.1 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 89905 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: $k = 89905$ kN/m³. Pertanto in sede di modellazione è stato assunto un valore della costante di sottofondo pari a 89905 kN/m³.

6.6.2 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

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

In accordo con le sezioni di progetto e con i profili geotecnici, la platea di fondazione del tombino scatolare risulta interessare il litotipo Aoc1. Pertanto ai fini della verifica della capacità portante si impiegano le caratteristiche di questo litotipo.

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

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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="5,60"/>	m	Base
$L =$	<input type="text" value="11,30"/>	m	Lunghezza
$H =$	<input type="text" value="0,40"/>	m	Altezza
$D =$	<input type="text" value="3,20"/>	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="5,60"/>	m	Base ridotta
$L' =$	<input type="text" value="11,30"/>	m	Lunghezza ridotta
$A' =$	<input type="text" value="63,28"/>		Area ridotta

PARAMETRI DEL TERRENO

$\gamma =$	<input type="text" value="19"/>	kN/m ³	Peso per unità di volume del terreno di fondazione
$\varphi =$	<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="75"/>	kN/m ²	Coesione non drenata
$\gamma_r =$	<input type="text" value="19"/>	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="60,80"/>	kN/m ²	Pressione litostatica alla profondità del piano di posa

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

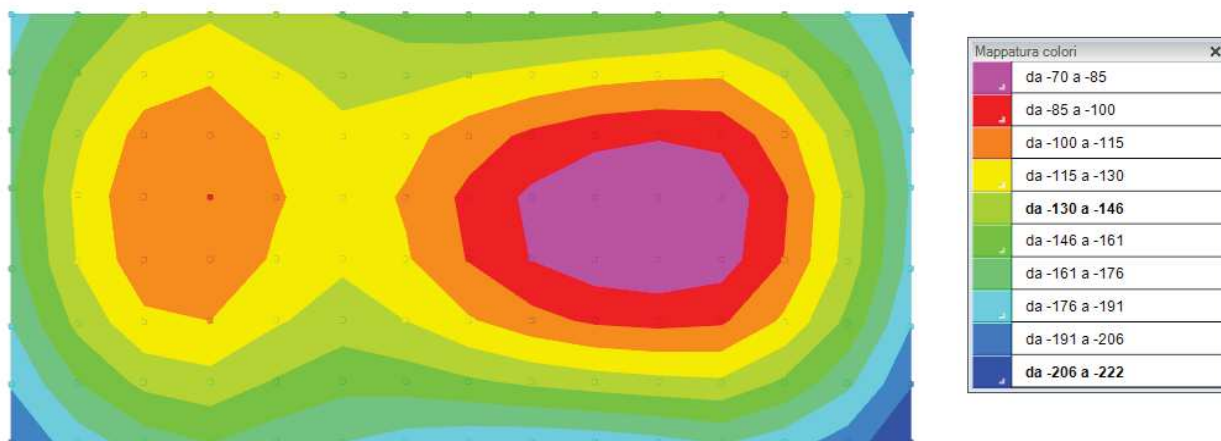
PARAMETRI DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE (BRINCH-HANSEN)

k=	0,57	Fattore di profondità
m _b =	1,67	Parametro di forma per carico agente in direzione della base
m _l =	1,33	Parametro di forma per carico agente in direzione della lunghezza
m=	1,67	Parametro di forma complessivo
N _c =	25,80	Fattori di capacità portante
N _q =	14,72	
N _γ =	14,59	
s _c =	1,25	Fattori di forma
s _q =	1,23	
s _γ =	0,85	
b _c =	1,00	Fattori di inclinazione del piano di posa
b _q =	1,00	
b _γ =	1,00	
i _c =	1,00	Fattori di inclinazione del carico
i _q =	1,00	
i _γ =	1,00	

PRESSIONI LIMITE ED AMMISSIBILI

Condizioni drenate	
F.S.=	2,3
q _{LIM} =	2247,644 kN/m ²
q _{R,D} =	977,24 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.

7. VASCA DI PRIMA PIOGGIA TIPO B

7.1 GEOMETRIA DELL'OPERA

Le vasche di prima pioggia TIPO A sono realizzate in c.a. gettato in opera, con forma in pianta rettangolare di lati 4.60 x 8.80 m, ed altezza di 2.80 m.

Le pareti presentano uno spessore di 30 cm. La copertura è costituita da lastre in c.a. amovibili di spessore pari a 30 cm. La fondazione è di tipo diretto a platea di spessore pari a 40 cm.

Per ulteriori dettagli si vedano gli elaborati grafici di progetto.

7.2 ANALISI DEI CARICHI

I valori dei carichi sono riepilogati di seguito.

7.2.1 Copertura

CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Copertura plotte in c.a. (sp=30 cm).....	<u>7.50</u> kN/m ²
Carico permanente non strutturale totale G _{1k}	7.50 kN/m ²

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Terreno di copertura e pacchetto stradale.....	<u>19.00</u> kN/m ²
Carico permanente non strutturale totale G _{2k}	19.00 kN/m ²

CARICHI VARIABILI

Copertura carrabile.....	<u>20.00</u> kN/m ²
Carico variabile totale Q _{1k}	20.00 kN/m ²

7.2.2 Platea

CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Peso dell'acqua (H _{max} = 1.50 m).....	<u>15.00</u> kN/m ²
Carico permanente non strutturale totale G _{1k}	15.00 kN/m ²

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Massetto (sp = 15 cm).....	3.75 kN/m ²
Carico permanente non strutturale totale G_{2k}	3.75 kN/m²

7.2.3 Spinta dell'acqua di invaso

La spinta statica dell'acqua presente all'interno della vasca è valutata di seguito, tenendo conto dell'altezza massima dell'invaso pari a 1.50 m:

$$p_w(H_w) = \gamma_w \cdot H_w = 15.00 \text{ kN/m}^2$$

dove:

γ_w , peso specifico dell'acqua;
 H_w , altezza massima dell'invaso.

L'azione sismica dell'acqua invasata è, inoltre, caratterizzata dalla relazione in seguito riportata, e risulta pari a **2.71 kN/m²**:

$$\Delta\sigma_a(z) = \frac{7}{8} \cdot a_g \cdot S \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{H_w \cdot z'}$$

dove:

$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$, peso specifico dell'acqua;
 $H_w = 1.50 \text{ m}$, altezza massima dell'invaso;
 $z' = 1.50 \text{ m}$, quota a cui viene calcolata la pressione;
 $a_g = 0.140 \text{ g}$, coefficiente sismico orizzontale;
 $S = 1.482$, coefficiente amplificativo del suolo.

7.2.4 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:

$\gamma_k = 19,0 \text{ kN/m}^3$ peso di volume caratteristico;
 $\varphi'_k = 35^\circ$ 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.

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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

GEOMETRIA MURO E RINTERRO

$\gamma_M =$	25	kN/m ³	Peso per unità di volume
$s_1 =$	0,3	m	Spessore alla base
$s_2 =$	0,3	m	Spessore in testa
$h_f =$	0,4	m	Altezza suola fondazione
$h =$	2,8	m	Altezza paramento
$\beta =$	0	°	Ang. terrapieno sull'orizzontale (>0 antiorario)
$\psi =$	90	°	Ang. par. interna sull'orizzontale (>0 orario)
$H =$	3,2	m	Altezza totale muro

MODALITA' DI SPINTA

Spinta in quiete

PARAMETRI SISMICI

C Categoria suolo
T1 - Superficie pianeggianti, 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

$a_g =$	0,140	g	Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale (riferita all'accel. di gravità g)
$F_p =$	2,600		Fattore di amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale
$T_g =$	0,335	s	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
$C_e =$	1,506		Coefficiente che modifica il valore del periodo T_c
$S_e =$	1,482		Coefficiente di amplificazione stratigrafica
$S_t =$	1,000		Coefficiente di amplificazione topografica
$S =$	1,482		Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo
$a_{max} =$	0,207	g	Accelerazione massima attesa al sito (riferita all'accelerazione di gravità g)
$\beta_{red} =$	1,00		Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito
$k_h =$	0,207		Coefficiente sismico orizzontale
$k_v =$	0,103		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso l'alto
$k_v =$	-0,103		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso il basso
$\theta_h =$	10,61	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso l'alto
$\theta_b =$	12,99	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso il basso

SOVRACCARICHI SUL RINTERRO

q_{1k}	q_{2k}	q_{3k}	
19	0	20	kN/m ²
s_{q1k}	s_{q2k}	s_{q3k}	
1	1	0,3	

Carico uniformemente distribuito a tergo del paramento
Coefficiente di riduzione della massa del sovraccarico

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi

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

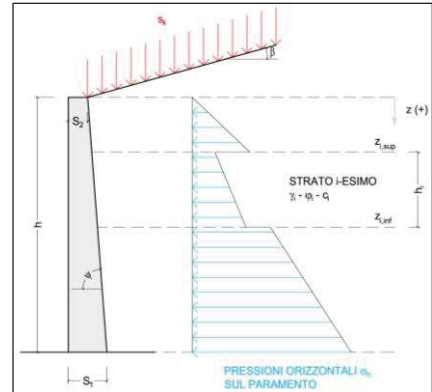
Coefficiente parziali di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

γ_τ	γ_ϕ	$\gamma_{c'}$
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

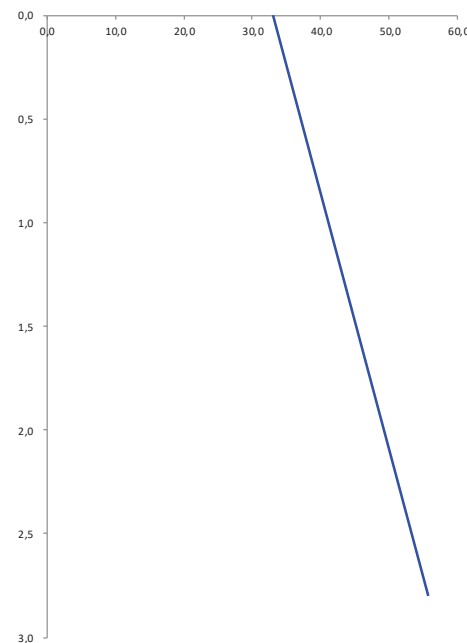
Strato	Z_{sup} [m]	Z_{inf} [m]	h [m]	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 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_u [°]	c'_d [kN/m ²]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{e,d}$ [-]	$k_{es,d}$ [-]	$k_{sb,d}$ [-]	γ_d [kN/m ³]	ϕ_u [°]	δ_u [°]	c'_d [kN/m ²]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{e,d}$ [-]	$k_{es,d}$ [-]	$k_{sb,d}$ [-]
1	0,00	2,80	2,80	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
2	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
3	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
4	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
5	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
6	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
7	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
8	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
9	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
10	2,80	2,80	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513



RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

PRESSIONI DI PROGETTO CONDIZIONI SISMICHE SLV

STRATO	Z_{sup} / Z_{inf} [m]	k_{hd} [-]	Tensione verticale litostatica σ_{vd} [kN/m ²]		σ_{hd} Terreno [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_{vd}	σ_{vd}										
1	0,00	0,43	0,0	0,00	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	32,96	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
2	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
3	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
4	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
5	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
6	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
7	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
8	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
9	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
10	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	1,55	12,57	1,68	0,00	0,53	55,64	



7.3 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

7.3.1 Condizioni di carico

Con riferimento al D.M. 17 gennaio 2018 le condizioni di carico prese in considerazione saranno le seguenti:

Descrizione	Nome breve	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Pesi strutturali	Pesi			
Permanenti portati	Port.			
Variabile traffico	Variabile traffico	0.75	0.75	0
Spinta sismica terreno	Spinta sismica terreno	0	0	0
Spinta sismica acqua	Spinta sismica acqua	0	0	0
Spinta acqua	Spinta acqua	1	1	1
ΔT	ΔT	0.6	0.5	0
Sisma X SLV	X SLV			
Sisma Y SLV	Y SLV			
Sisma Z SLV	Z SLV			
Eccentricità Y per sisma X SLV	EY SLV			
Eccentricità X per sisma Y SLV	EX SLV			
Sisma X SLD	X SLD			
Sisma Y SLD	Y SLD			

Descrizione	Nome breve	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sisma Z SLD	Z SLD			
Eccentricità Y per sisma X SLD	EY SLD			
Eccentricità X per sisma Y SLD	EX SLD			
Sisma X SLO	X SLO			
Sisma Y SLO	Y SLO			
Sisma Z SLO	Z SLO			
Eccentricità Y per sisma X SLO	EY SLO			
Eccentricità X per sisma Y SLO	EX SLO			

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

7.3.2 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico da considerare ai fini delle verifiche sono state elaborate tenendo conto di quanto riportato nel D.M.17 gennaio 2018.

- 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;

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	ΔT
1	SLU 1	1	0.8	0	0	0	0	-1.5
2	SLU 2	1	0.8	0	0	0	0	0
3	SLU 3	1	0.8	0	0	0	0	1.5
6	SLU 6	1	0.8	1.125	0	0	0	-1.5
7	SLU 7	1	0.8	1.125	0	0	0	1.5
8	SLU 8	1	0.8	1.5	0	0	0	-0.9
9	SLU 9	1	0.8	1.5	0	0	0	0
10	SLU 10	1	0.8	1.5	0	0	0	0.9
11	SLU 11	1	1.5	0	0	0	0	-1.5
12	SLU 12	1	1.5	0	0	0	0	0
13	SLU 13	1	1.5	0	0	0	0	1.5
16	SLU 16	1	1.5	1.125	0	0	0	-1.5
17	SLU 17	1	1.5	1.125	0	0	0	1.5
18	SLU 18	1	1.5	1.5	0	0	0	-0.9
19	SLU 19	1	1.5	1.5	0	0	0	0
20	SLU 20	1	1.5	1.5	0	0	0	0.9
21	SLU 21	1.3	0.8	0	0	0	0	-1.5
22	SLU 22	1.3	0.8	0	0	0	0	0
23	SLU 23	1.3	0.8	0	0	0	0	1.5
26	SLU 26	1.3	0.8	1.125	0	0	0	-1.5
27	SLU 27	1.3	0.8	1.125	0	0	0	1.5
28	SLU 28	1.3	0.8	1.5	0	0	0	-0.9
29	SLU 29	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0
30	SLU 30	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0.9
31	SLU 31	1.3	1.5	0	0	0	0	-1.5
32	SLU 32	1.3	1.5	0	0	0	0	0
33	SLU 33	1.3	1.5	0	0	0	0	1.5
36	SLU 36	1.3	1.5	1.125	0	0	0	-1.5
37	SLU 37	1.3	1.5	1.125	0	0	0	1.5
38	SLU 38	1.3	1.5	1.5	0	0	0	-0.9
39	SLU 39	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0
40	SLU 40	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0.9

Famiglia SLE rara

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	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
6	SLE RA 6	1	1	0.75	0	0	0	-1
7	SLE RA 7	1	1	0.75	0	0	0	1
8	SLE RA 8	1	1	1	0	0	0	-0.6
9	SLE RA 9	1	1	1	0	0	0	0
10	SLE RA 10	1	1	1	0	0	0	0.6

Famiglia SLE frequente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0	-0.5
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLE FR 3	1	1	0	0	0	0	0.5
4	SLE FR 4	1	1	0.75	0	0	0	0

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Famiglia SLE quasi permanente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0	0	0	1	0
3	SLE QP 3	1	1	0	0	1	0	0
4	SLE QP 4	1	1	0	0	1	1	0
5	SLE QP 5	1	1	0.3	0	0	0	0
6	SLE QP 6	1	1	0.3	0	0	1	0

Famiglia SLO

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	ΔT	X SLO
1	SLO 1	1	1	0	1	1	1	0	-1
2	SLO 2	1	1	0	1	1	1	0	-1
3	SLO 3	1	1	0	1	1	1	0	-1
4	SLO 4	1	1	0	1	1	1	0	-1
5	SLO 5	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
6	SLO 6	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
7	SLO 7	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
8	SLO 8	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
9	SLO 9	1	1	0	1	1	1	0	0.3
10	SLO 10	1	1	0	1	1	1	0	0.3
11	SLO 11	1	1	0	1	1	1	0	0.3
12	SLO 12	1	1	0	1	1	1	0	0.3
13	SLO 13	1	1	0	1	1	1	0	1
14	SLO 14	1	1	0	1	1	1	0	1
15	SLO 15	1	1	0	1	1	1	0	1
16	SLO 16	1	1	0	1	1	1	0	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

Famiglia SLD

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	ΔT	X SLD
1	SLD 1	1	1	0	1	1	1	0	-1
2	SLD 2	1	1	0	1	1	1	0	-1
3	SLD 3	1	1	0	1	1	1	0	-1
4	SLD 4	1	1	0	1	1	1	0	-1
5	SLD 5	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
6	SLD 6	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
7	SLD 7	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
8	SLD 8	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
9	SLD 9	1	1	0	1	1	1	0	0.3
10	SLD 10	1	1	0	1	1	1	0	0.3
11	SLD 11	1	1	0	1	1	1	0	0.3
12	SLD 12	1	1	0	1	1	1	0	0.3
13	SLD 13	1	1	0	1	1	1	0	1
14	SLD 14	1	1	0	1	1	1	0	1
15	SLD 15	1	1	0	1	1	1	0	1

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	ΔT	X SLD
16	SLD 16	1	1	0	1	1	1	0	1

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

Famiglia SLV

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	ΔT	X SLV
1	SLV 1	1	1	0	1	1	1	0	-1
2	SLV 2	1	1	0	1	1	1	0	-1
3	SLV 3	1	1	0	1	1	1	0	-1
4	SLV 4	1	1	0	1	1	1	0	-1
5	SLV 5	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
6	SLV 6	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
7	SLV 7	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
8	SLV 8	1	1	0	1	1	1	0	-0.3
9	SLV 9	1	1	0	1	1	1	0	0.3
10	SLV 10	1	1	0	1	1	1	0	0.3
11	SLV 11	1	1	0	1	1	1	0	0.3
12	SLV 12	1	1	0	1	1	1	0	0.3
13	SLV 13	1	1	0	1	1	1	0	1
14	SLV 14	1	1	0	1	1	1	0	1
15	SLV 15	1	1	0	1	1	1	0	1
16	SLV 16	1	1	0	1	1	1	0	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

7.4 RISULTATI DELL'ANALISI

La struttura è stata modellata con analisi agli elementi finiti (FEM), mediante il software Sismicad 12.16 della Concrete.

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

7.4.1 Modellazione: Input

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.

f_{yk}: resistenza caratteristica. [kN/m²]

σ_{amm}: 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	f _{yk}	σ _{amm}	Tipo	E	γ	Poisson	α	Livello di conoscenza

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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

2 Preferenze commessa

2.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vn	50
Classe d'uso	IV
Vr	100
Tipo di analisi	Lineare dinamica
Considera sisma Z	Solo se Ag >= 0.15 g, conformemente a §3.2.3.1
Località	Roma, Fonte Di Papa; Latitudine ED50 42,0613° (42° 3' 41"); Longitudine ED50 12,5814° (12° 34' 53"); Altitudine s.l.m. 21,47 m.
Categoria del suolo	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <=15°
Ss orizzontale SLO	1.5
Tb orizzontale SLO	0.147
Tc orizzontale SLO	0.442
Td orizzontale SLO	1.827
Ss orizzontale SLD	1.5
Tb orizzontale SLD	0.153
Tc orizzontale SLD	0.458
Td orizzontale SLD	1.871
Ss orizzontale SLV	1.4823
Tb orizzontale SLV	0.168
Tc orizzontale SLV	0.504
Td orizzontale SLV	2.158
St	1
PVr SLO (%)	81
Tr SLO	60.21
Ag/g SLO	0.0568
Fo SLO	2.561
Tc* SLO	0.275
PVr SLD (%)	63
Tr SLD	101
Ag/g SLD	0.0677
Fo SLD	2.578
Tc* SLD	0.29
PVr SLV (%)	10
Tr SLV	949.12
Ag/g SLV	0.1395
Fo SLV	2.6
Tc* SLV	0.335
Smorzamento viscoso (%)	5
Classe di duttilità	Non dissipativa
Rotazione del sisma	0
Quota dello '0' sismico	0
Regolarità in pianta	No
Regolarità in elevazione	No
Edificio C.A.	Si
Edificio esistente	No
Altezza costruzione	5.947
T1,x	0.05561
T1,y	0.17221
λ SLO,x	1
λ SLO,y	1
λ SLD,x	1
λ SLD,y	1
λ SLV,x	1
λ SLV,y	1
Numero modi	40
Metodo di Ritz	non applicato
Limite spostamenti interpiano SLD	0.005
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.07
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.07
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1.07

Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1.07
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3
Coefficiente di sicurezza per 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
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)	1.15

2.2 Preferenze di verifica

2.2.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in stato limite
Legno	Preferenze di verifica legno D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Acciaio	Preferenze di verifica acciaio D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

2.2 Preferenze di verifica

2.2.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in stato limite
Legno	Preferenze di verifica legno D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Acciaio	Preferenze di verifica acciaio D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

2.2.2 Normativa di verifica C.A.

Coefficiente di omogeneizzazione	15
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_s/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	0.0002 [m]
Dimensione limite fessure w_2 §4.1.2.2.4	0.0003 [m]
Dimensione limite fessure w_3 §4.1.2.2.4	0.0004 [m]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	No
Copriferro secondo EC2	No

2.2.4 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	si
L/e0 iniziale per profili accoppiati compressi	500
Metodo semplificato formula (4.2.82)	si
Escludi 6.2.6.7 e 6.2.6.8 in 7.5.4.3 e 7.5.4.5	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

2.3 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	0.8
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	0.8
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento non utilizzato
Metodo P-Delta	non utilizzata
Analisi buckling	0.2
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	No
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	1
Moltiplicatore rigidezza connettori pannelli pareti legno a diaframma	4.99
Tolleranza di parallelismo	0.1
Tolleranza di unicità punti	0.01
Tolleranza generazione nodi di aste	4.99
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	0.04
Tolleranza generazione nodi di gusci	1
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	No
Considera deformazione a taglio delle piastre	Gusci
Modello elastico pareti in muratura	No
Concentra masse pareti nei vertici	Analisi statica
Segno risultati analisi spettrale	8000000
Memoria utilizzabile dal solutore	Intel MKL PARDISO
Metodo di risoluzione della matrice	No
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

2.4 Moltiplicatori inerziali

Tipologia: tipo di entità a cui si riferiscono i moltiplicatori inerziali.

J2: moltiplicatore inerziale di J2. Il valore è adimensionale.

J3: moltiplicatore inerziale di J3. Il valore è adimensionale.

Jt: moltiplicatore inerziale di Jt. Il valore è adimensionale.

A: moltiplicatore dell'area della sezione. Il valore è adimensionale.

A2: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 2. Il valore è adimensionale.

A3: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 3. Il valore è adimensionale.

Conci rigidi: fattore di riduzione dei tronchi rigidi. Il valore è adimensionale.

Tipologia	J2	J3	Jt	A	A2	A3	Conci rigidi
Trave C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Pilastro C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Palo	1	1	0.01	1	1	1	0
Trave in legno	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in legno	1	1	1	1	1	1	1
Trave in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Trave di reticolare in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Maschio in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di accoppiamento in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di scala C.A. nervata	1	1	1	1	1	1	0.5
Trave tralicciata	1	1	0.01	1	1	1	0.5

2.5 Preferenze di analisi non lineare FEM

Metodo iterativo	Secante
Tolleranza iterazione	0.00001
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]

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

3 Quote

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	0.4
L2	Sfioro	1.5	0
L3	Copertura	2.8	0.3

3.2 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 - Copertura	Fondazione	Copertura
T2	Fondazione - Sfioro	Fondazione	Sfioro

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 Descrizione	Valore	Applicazione
COPERTURA	Pesi strutturali	19	Verticale
	Permanenti portati	0	Verticale
	Variabile traffico	20	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Spinta sismica acqua	0	Verticale
	Spinta acqua	0	Verticale
PLATEA	Pesi strutturali	15	Verticale
	Permanenti portati	3.75	Verticale
	Variabile traffico	0	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Spinta sismica acqua	0	Verticale
	Spinta acqua	0	Verticale

2.2.9 Definizioni di carichi potenziali

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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	Valori				
	Condizione	Valore i.	Quota i.	Valore f.	Quota f.
	Descrizione				
SPINTA PARETI	Pesi strutturali	0	2.8	30.8	0
	Permanenti portati	0	2.8	0	0
	Variabile traffico	8.53	2.8	8.53	0
	Spinta sismica terreno	12.6	2.8	12.6	0
	Spinta sismica acqua	-2.71	1.5	-2.71	0
	Spinta acqua	0	1.5	-15	0
SPINTA PARETI INTERNE	Pesi strutturali	0	1.5	0	0
	Permanenti portati	0	1.5	0	0
	Variabile traffico	0	1.5	0	0
	Spinta sismica terreno	0	1.5	0	0
	Spinta sismica acqua	0	1.5	1.51	0
	Spinta acqua	0	1.5	15	0

1.6 Definizioni di carichi termici

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Nome
gradiente_15°
gradiente_15° (-)

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Rappresentazione grafica modello input

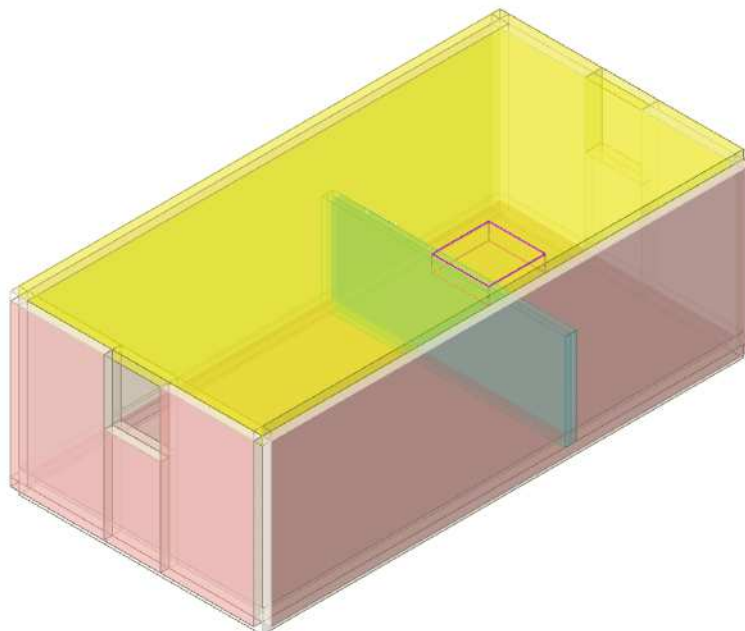


Figura 19 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

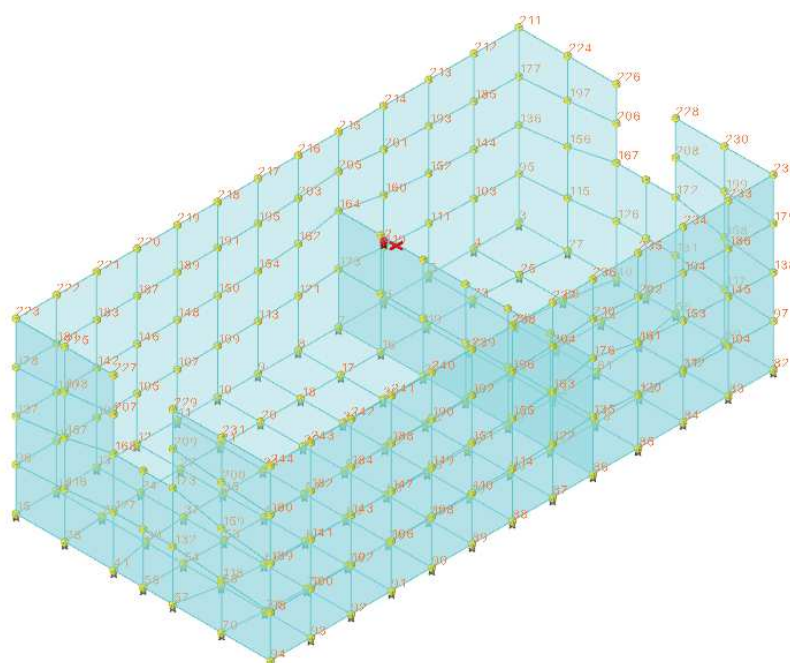


Figura 20 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo – Numerazione NODI

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

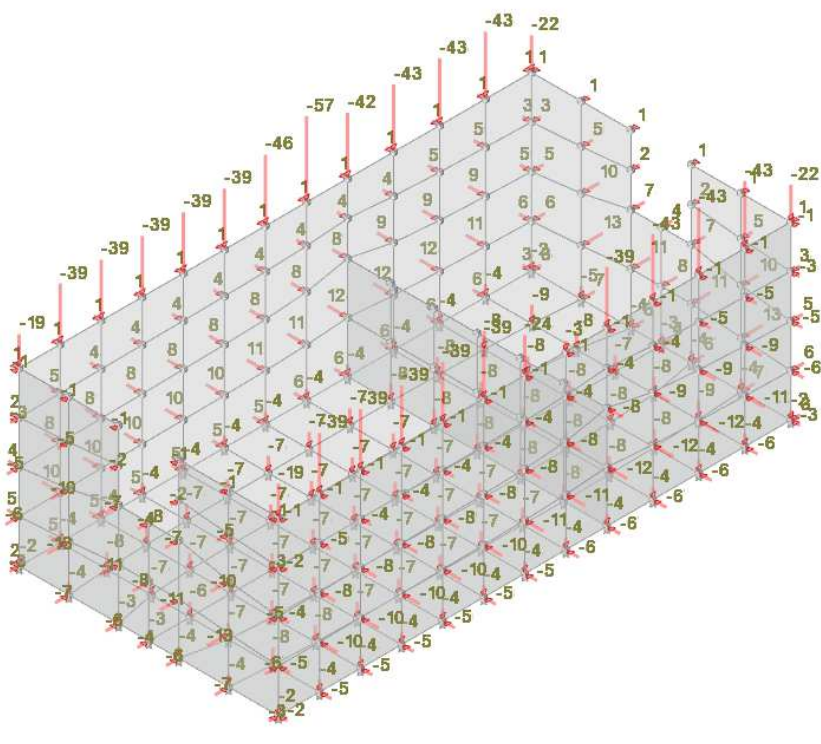


Figura 21 - Condizione carichi permanenti strutturali

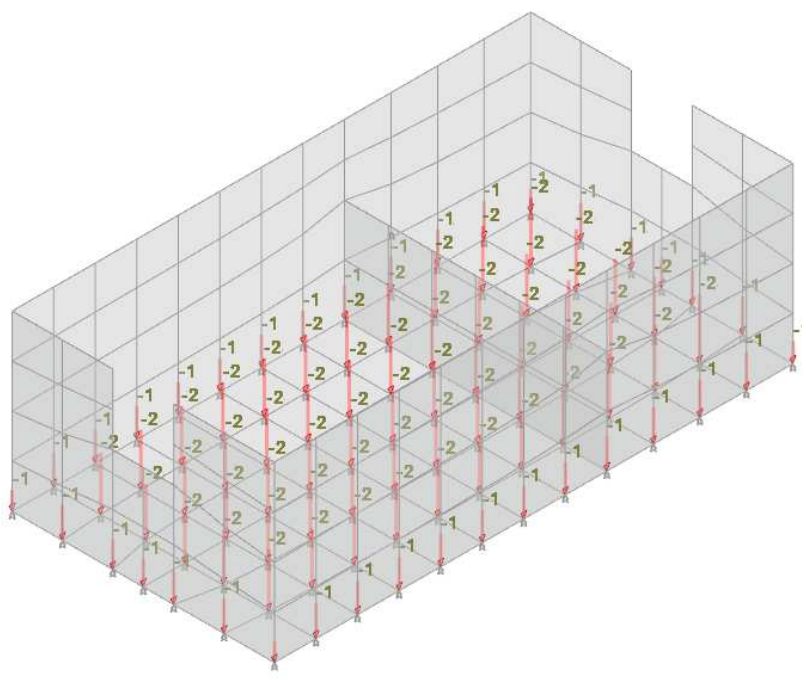


Figura 22 - Condizione carichi permanenti non strutturali

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

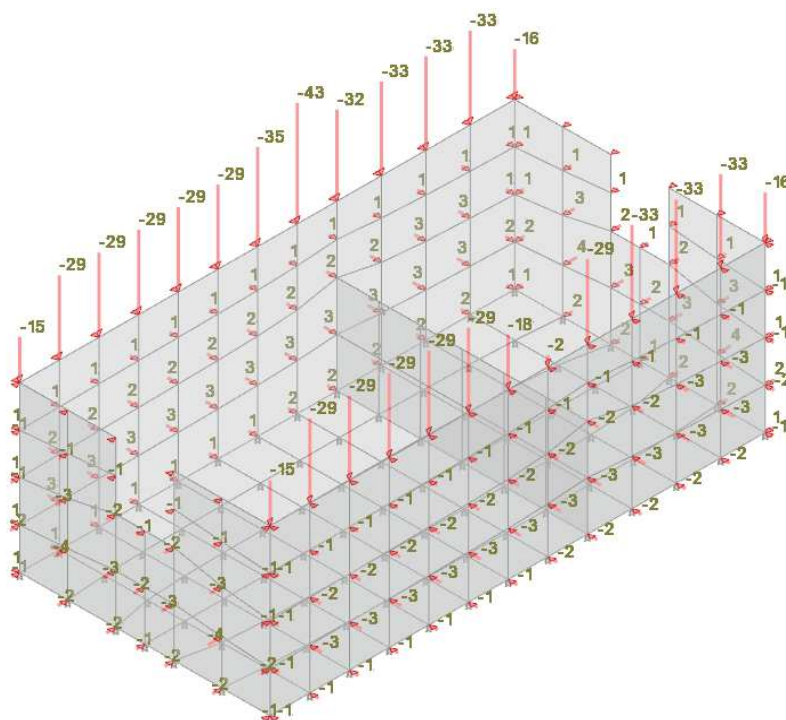


Figura 23 - Condizione sovraccarico accidentale (variabile traffico)

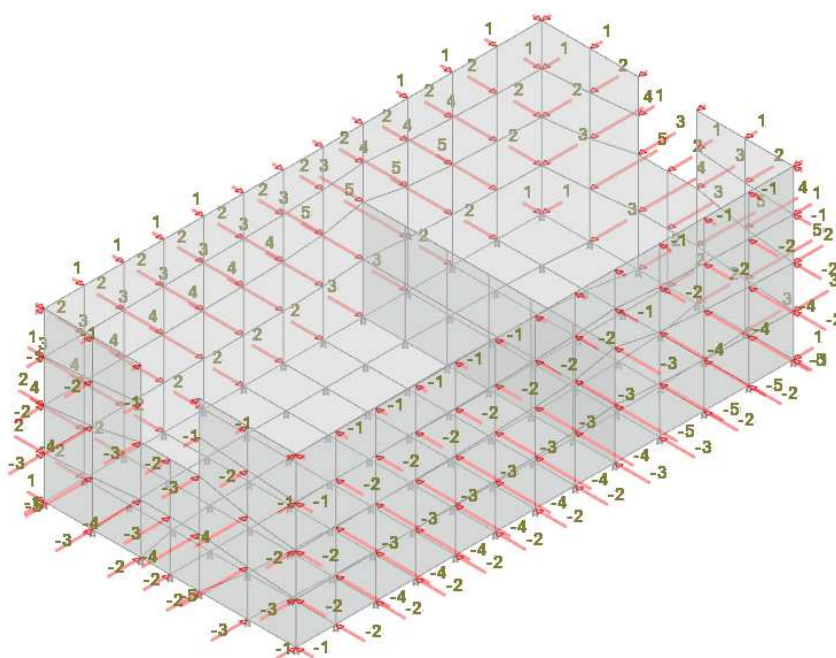


Figura 24 - Condizione spinta sismica terreno

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

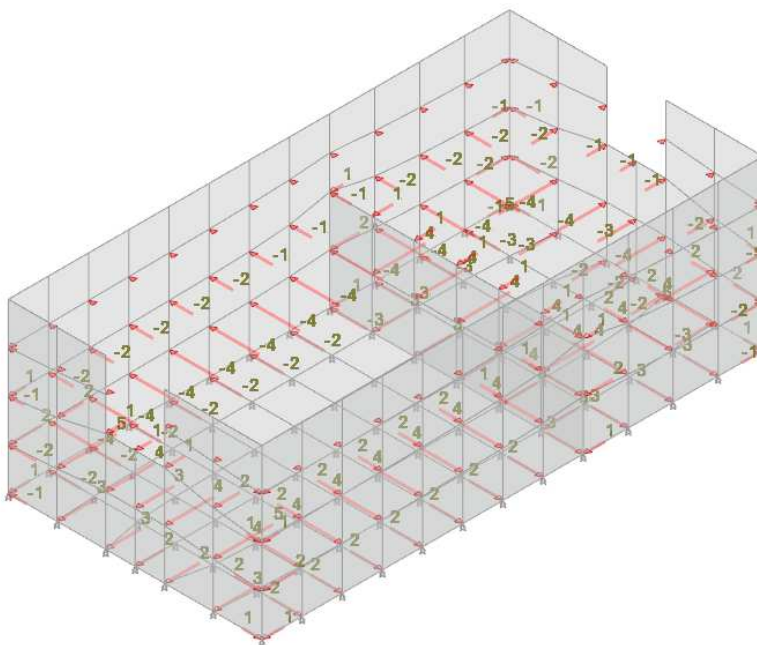


Figura 25 - Condizione spinta acqua

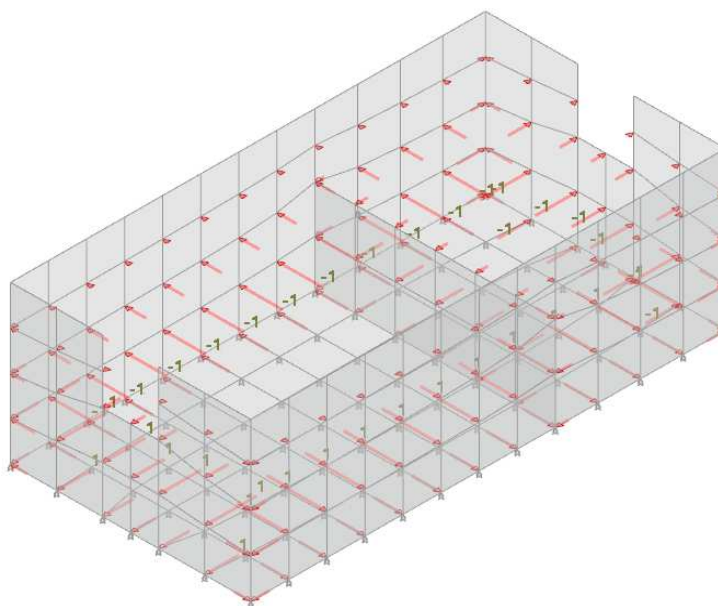


Figura 26 - Condizione spinta sismica acqua

7.4.2 Modellazione: Output

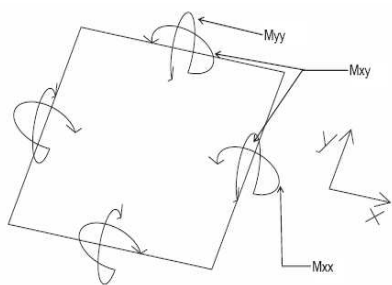
Si riportano i risultati grafici dell'analisi agli elementi finiti. I valori massimi delle caratteristiche di sollecitazione saranno utilizzati per le successive verifiche.

7.4.2.1 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 $M1$ (M_t): 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:

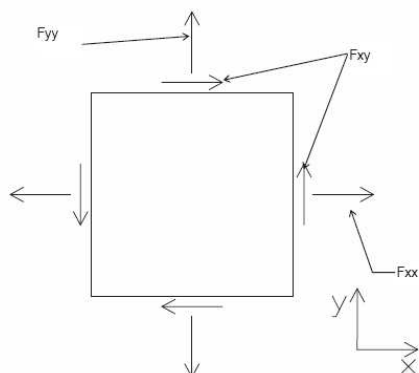
M_{xx} : momento flettente [$\text{Forza} \cdot \text{Lunghezza} / \text{Lunghezza}$] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

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

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

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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);

F_{yy} : 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);

F_{xy} : 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:

V_x : 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);

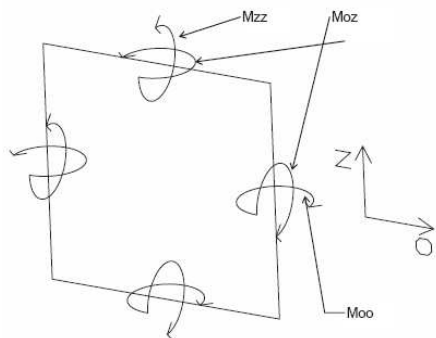
V_y : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse y (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti).

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 M_{oo} , M_{zz} , M_{oz} .

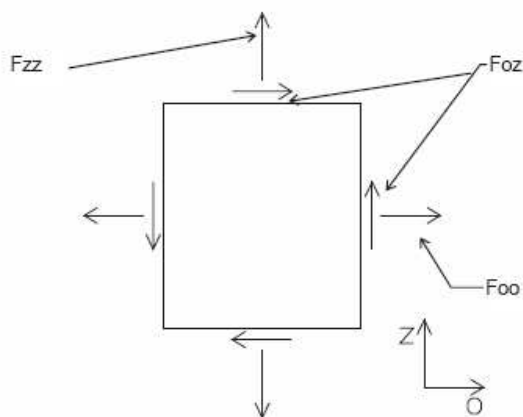
RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA



Moo: momento flettente distribuito $[Forza \cdot Lunghezza / Lunghezza]$ 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 $[Forza \cdot Lunghezza / Lunghezza]$ 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 $[Forza \cdot Lunghezza / Lunghezza]$ 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:



Fzz: 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);

Foo: 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);

Foz: sforzo tagliante distribuito $[Forza / Lunghezza]$ applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

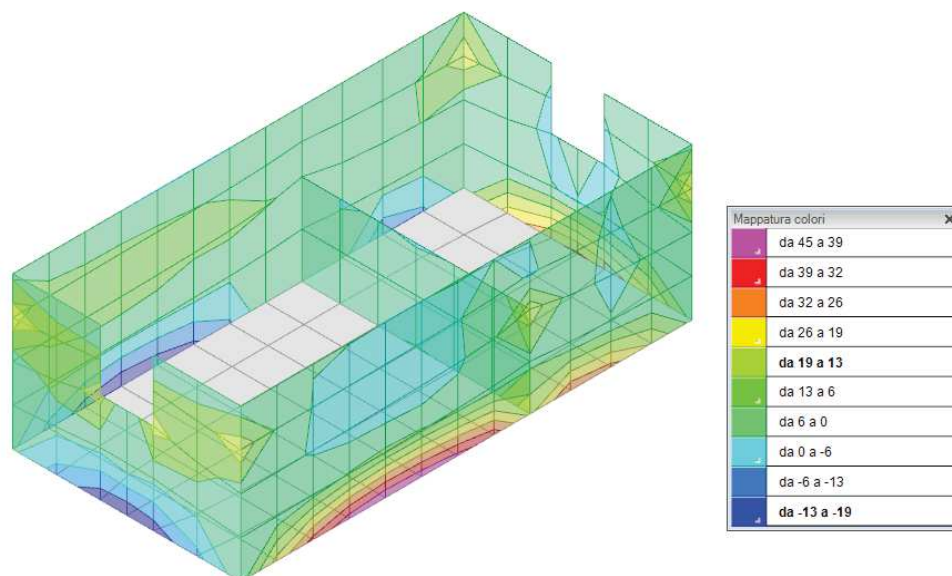


Figura 27 - Inviluppo momento flettente Mzz

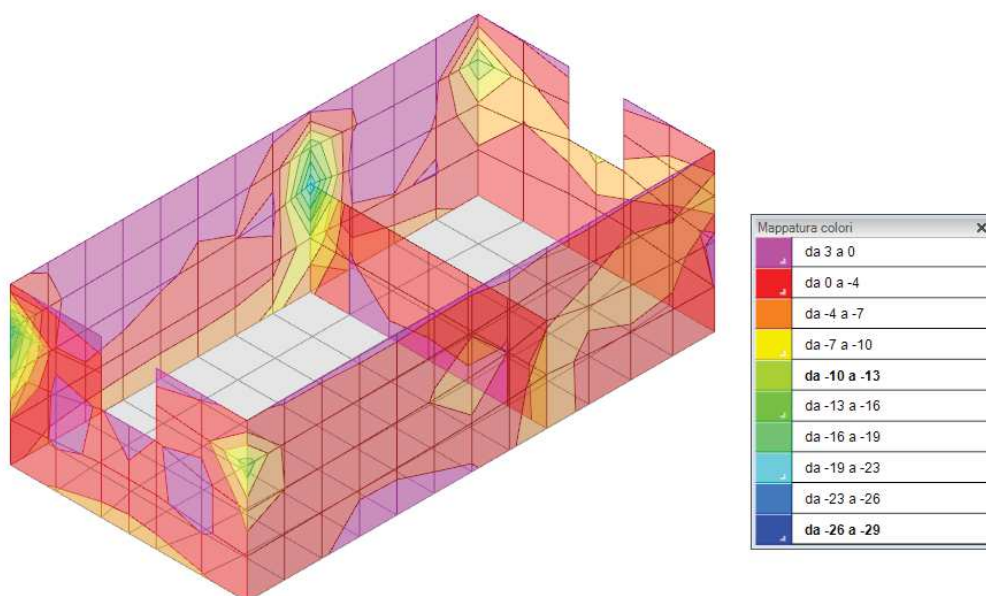


Figura 28 - Inviluppo momento flettente Moo

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

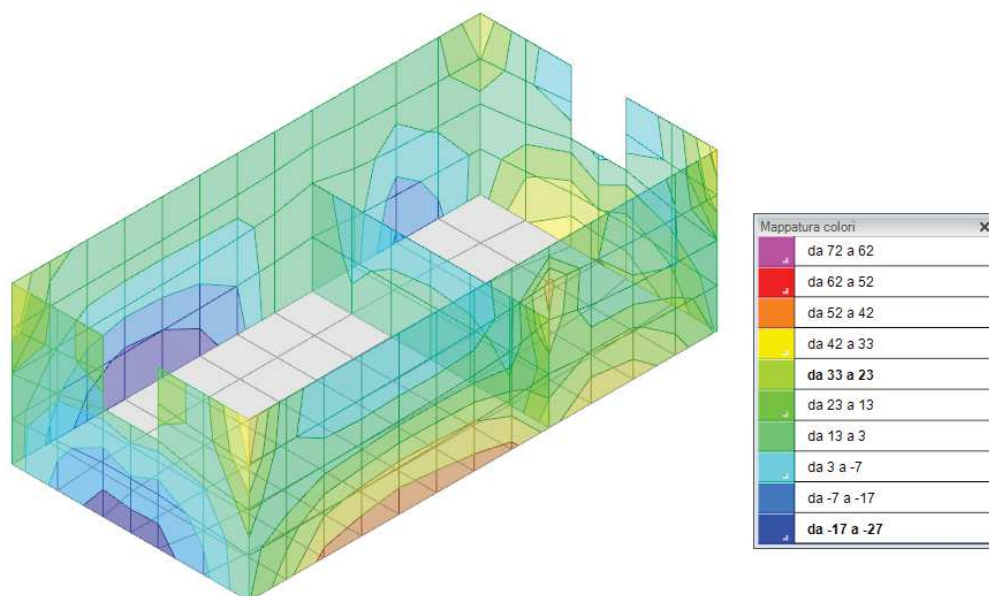


Figura 29 - Involuppo sforzo di taglio Vz

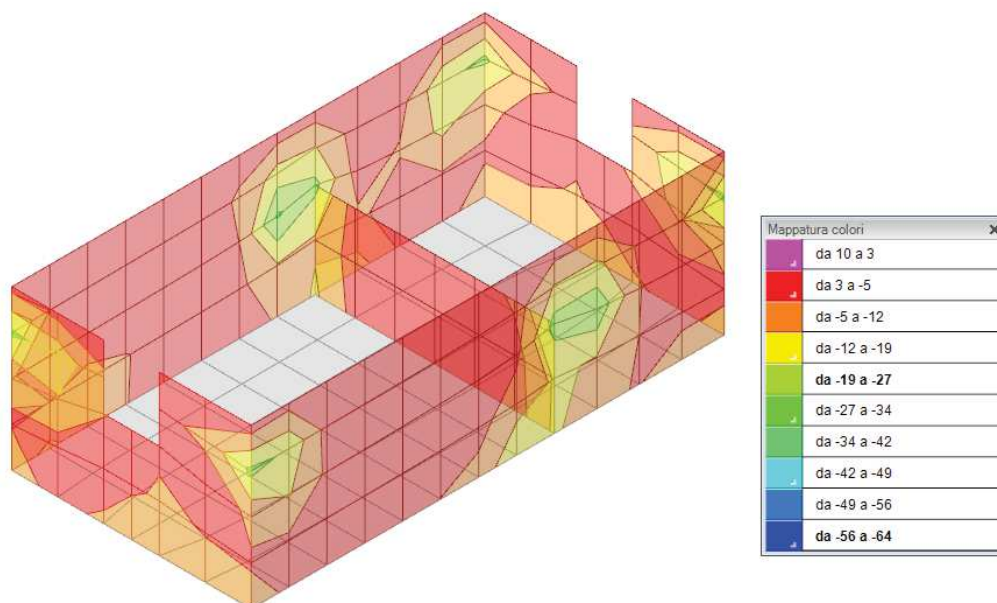


Figura 30 - Involuppo sforzo di taglio Vo

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

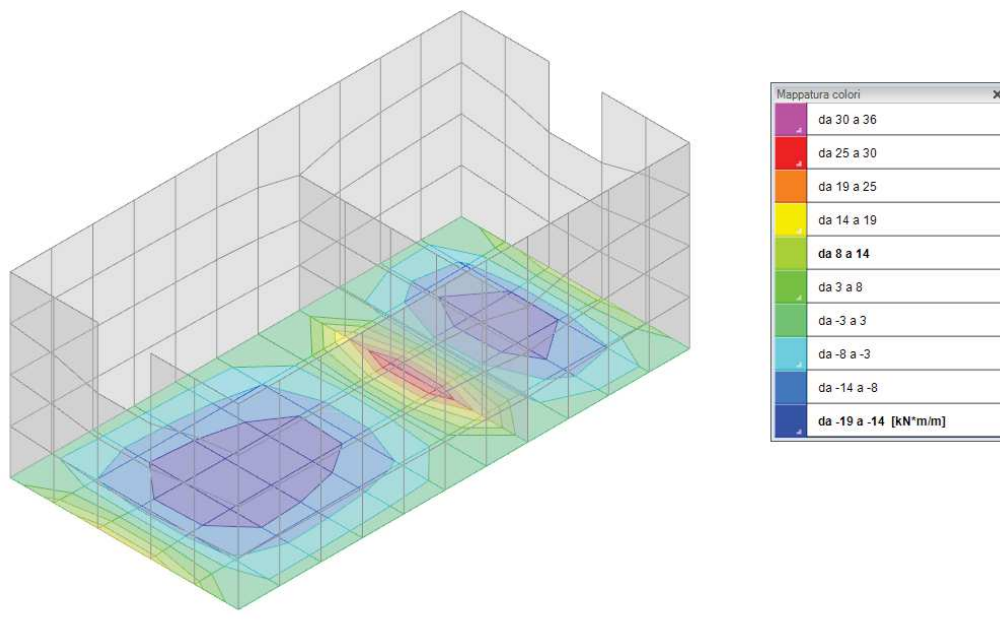


Figura 31 - Involuppo momento flettente Mxx

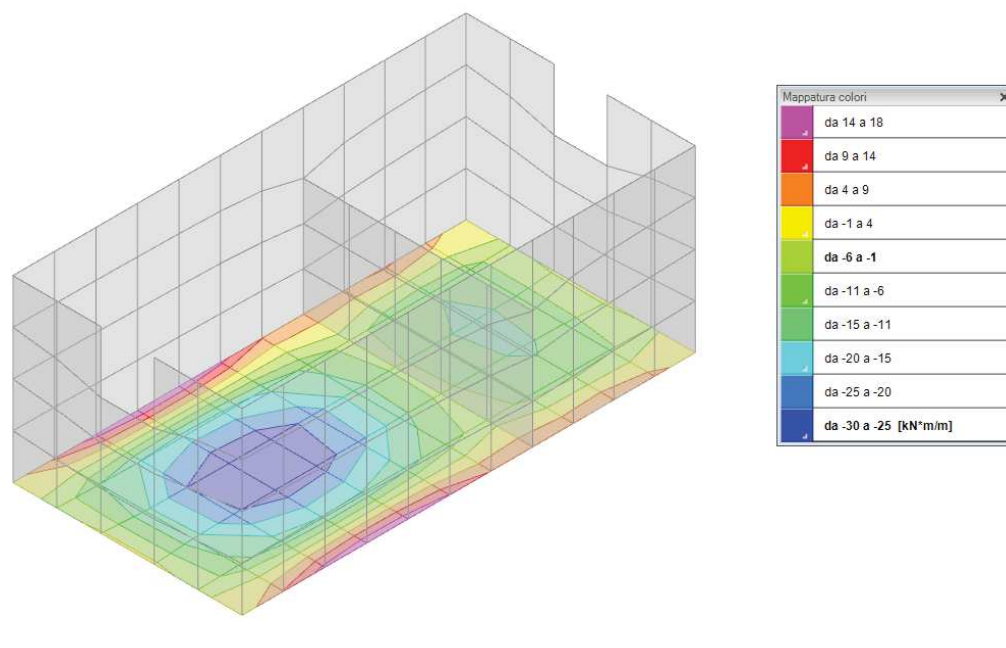


Figura 32 - Involuppo momento flettente Myy

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

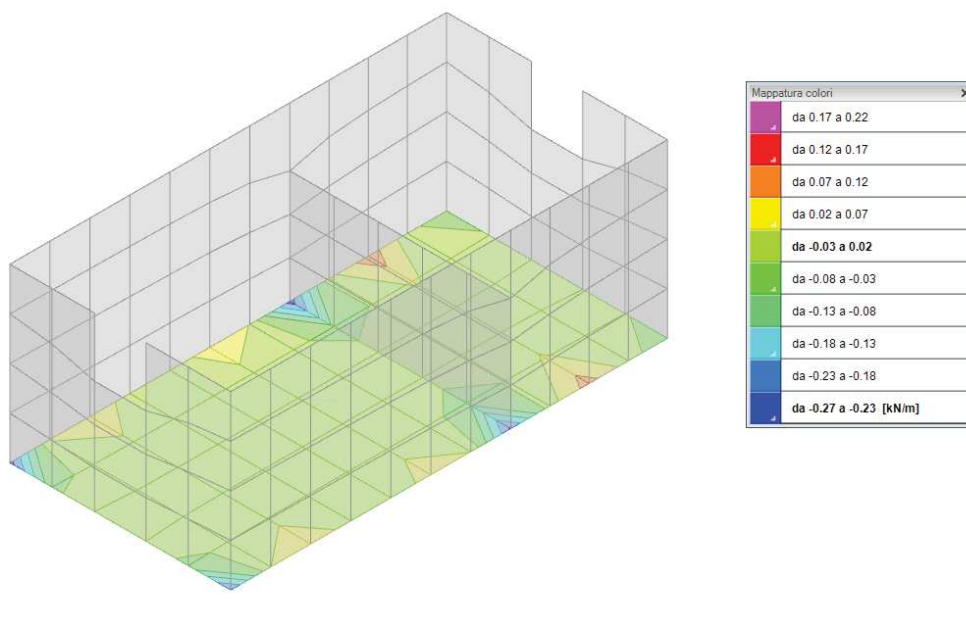


Figura 33 - Inviluppo sforzo di taglio Fxx

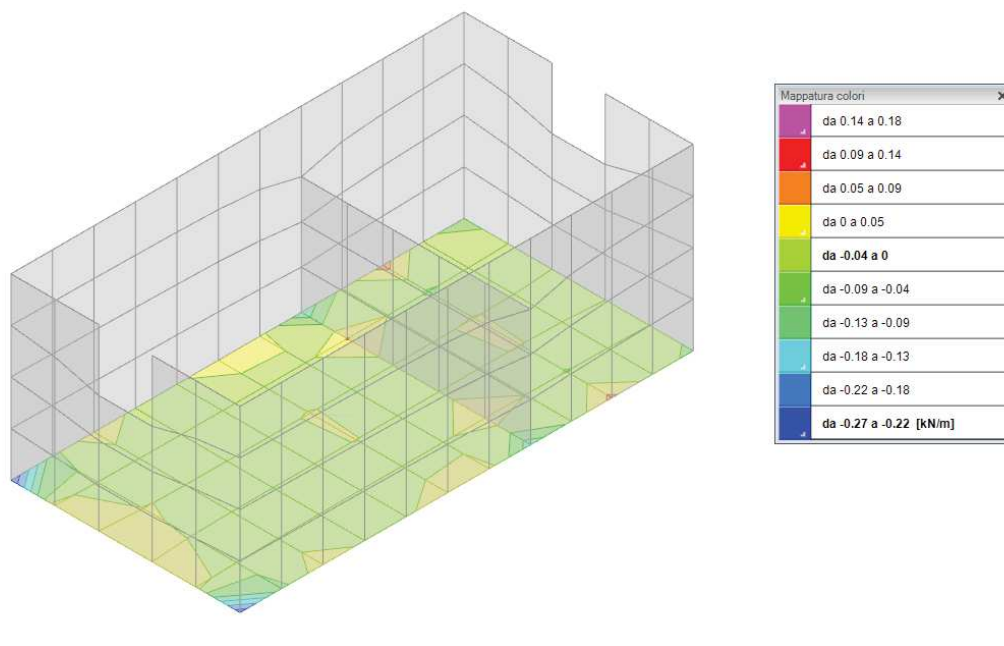


Figura 34 - Inviluppo sforzo di taglio Fyy

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

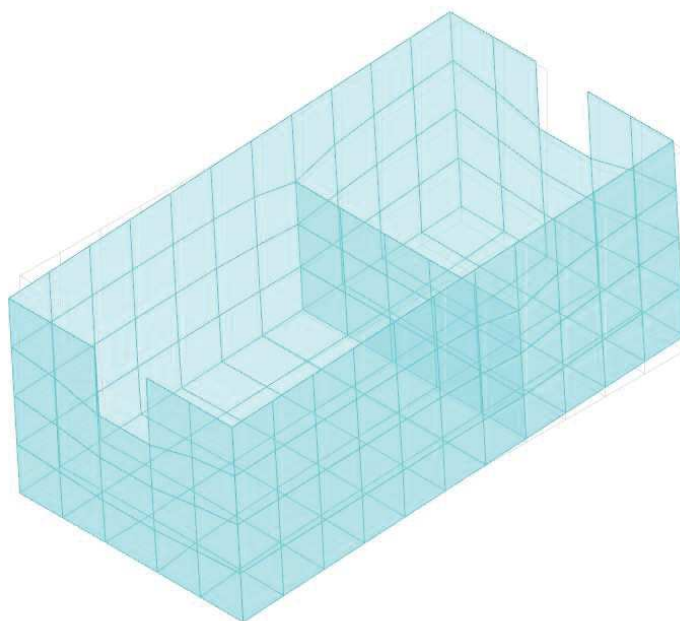


Figura 35 – Spostamenti condizione sisma X SLV

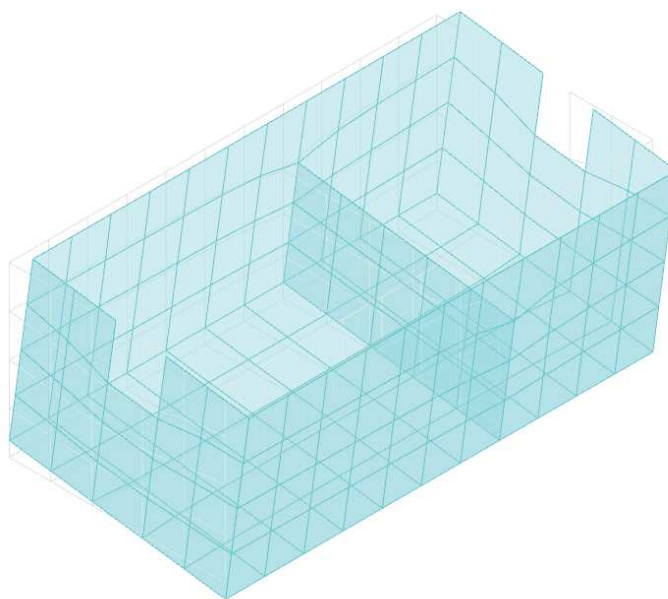


Figura 36 – Spostamenti condizione sisma Y SLV

7.5 VERIFICHE STRUTTURALI

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

7.5.1 Verifiche pareti

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

N_{min}: compressione massima [kN]

N_{lim}: compressione limite [kN]

Comb.N_{min}: 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

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

c.s.: coefficiente di sicurezza per la verifica nella direzione considerata
Direzione Y: dati della verifica a taglio in direzione Y
 σ_c ,max: tensione massima sul calcestruzzo [kN/m²]
 σ_f ,max: tensione massima sull'acciaio [kN/m²]

Parete 1

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
129 Prosp.A	Verticale	1	0.2	0.0393	0.0393	0.055	0.055
125 Prosp.A	Verticale	1	0.2	0.0393	0.0393	0.055	0.055
133 Prosp.A	Verticale	1	0.2	0.0393	0.0393	0.055	0.055
124 Prosp.A	Verticale	1	0.2	0.0393	0.0393	0.055	0.055
170 Prosp.A	Verticale	0.5	0.2	0.0311	0.0311	0.056	0.056
166 Prosp.A	Verticale	0.5	0.2	0.0311	0.0311	0.056	0.056
174 Prosp.A	Verticale	0.5	0.2	0.0311	0.0311	0.056	0.056
165 Prosp.A	Verticale	0.5	0.2	0.0311	0.0311	0.056	0.056
175 Prosp.A	Verticale	0.5	0.2	0.0311	0.0311	0.056	0.056
124 Prosp.A	Orizzontale	1	0.2	0.077	0.077	0.067	0.067
134 Prosp.A	Verticale	1	0.2	0.0393	0.0393	0.055	0.055
125 Prosp.A	Orizzontale	1	0.2	0.077	0.077	0.067	0.067

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
129 Prosp.A	Verticale	SLU 27	0.353	247.83	0.4316	302.99	1.2226	Si
125 Prosp.A	Verticale	SLU 27	0.3229	247.51	0.3958	303.35	1.2256	Si
133 Prosp.A	Verticale	SLU 27	0.3277	245.56	0.4047	303.26	1.235	Si
124 Prosp.A	Verticale	SLU 27	-0.1893	169.35	-0.3398	303.92	1.7946	Si
170 Prosp.A	Verticale	SLU 30	0.1896	129.31	0.3518	239.87	1.855	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
166 Prosp.A	Verticale	SLD 6	-0.9524	51.35	-3.1557	170.12	3.3133	Si
174 Prosp.A	Verticale	SLD 7	-0.9474	49.89	-3.2075	168.92	3.3857	Si
170 Prosp.A	Verticale	SLD 2	-0.8682	50.56	-2.9883	174.01	3.4418	Si
165 Prosp.A	Verticale	SLD 5	-0.651	29.69	-3.5731	162.92	5.4883	Si
175 Prosp.A	Verticale	SLD 8	-0.6452	27.69	-3.743	160.64	5.8016	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
129 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLV 16	-8.22	-52.64	-0.5321	90.74	393.7	0	90.74	2.5	0.0007697	11.0408	Si
165 Prosp.A	Verticale	0.144	0.5	Non necessaria	0	SLV 14	-3.55	-19.65	-0.9206	44.11	212.4	0	44.11	2.5	0.000311	12.4095	Si
175 Prosp.A	Verticale	0.144	0.5	Non necessaria	0	SLV 15	3.51	-19.26	-0.9107	44.07	212.36	0	44.07	2.5	0.000311	12.5459	Si
125 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLV 15	-7.15	-51.41	-0.8084	90.62	393.57	0	90.62	2.5	0.0007697	12.6788	Si
133 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLV 14	-7.11	-46.14	-0.7984	90.1	393.03	0	90.1	2.5	0.0007697	12.6804	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
129 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLD 16	-7.46	-55.12	-0.6527	90.99	393.96	0	90.99	2.5	0.0007697	12.1962	Si
165 Prosp.A	Verticale	0.144	0.5	Non necessaria	0	SLD 14	-3.4	-26.45	-0.7962	44.84	213.16	0	44.84	2.5	0.000311	13.1786	Si

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
175 Prosp.A	Verticale	0.144	0.5	Non necessaria	0	SLD 11	3.25	-10.08	-0.7011	43.07	211.33	0	43.07	2.5	0.000311	13.2494	Si
133 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLD 14	-6.39	-50.16	-0.9196	90.5	393.44	0	90.5	2.5	0.0007697	14.1677	Si
125 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLD 15	-6.41	-55.46	-0.9263	91.03	393.99	0	91.03	2.5	0.0007697	14.2023	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
124 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-0.0979	-139.44	No	-639	19920	15	31.1654	Si
134 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	0.0465	-125.45	No	-599	19920	15	33.2508	Si
165 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	-0.0442	-63.72	No	-595	19920	15	33.4549	Si
125 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 6	-0.9074	-68.75	No	-439	14940	15	34.0041	Si
175 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	-0.0463	-62.17	No	-582	19920	15	34.2357	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
170 Prosp.A	Verticale	SLE RA 10	0.1357	92.98	No	13018	360000	15	27.6548	Si
166 Prosp.A	Verticale	SLE RA 10	0.1029	88.37	No	12322	360000	15	29.2167	Si
129 Prosp.A	Verticale	SLE RA 7	0.2514	168.84	No	12204	360000	15	29.4976	Si
125 Prosp.A	Verticale	SLE RA 7	0.2305	168.83	No	12183	360000	15	29.549	Si
133 Prosp.A	Verticale	SLE RA 7	0.234	167.41	No	12086	360000	15	29.7867	Si

Parete 2

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
210 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.077	0.077	0.057	0.057
176 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.0693	0.0693	0.057	0.057
196 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.077	0.077	0.057	0.057
192 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.077	0.077	0.057	0.057
190 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.077	0.077	0.057	0.057
135 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.077	0.077	0.057	0.057
153 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.0616	0.0616	0.057	0.057
143 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.0616	0.0616	0.057	0.057
176 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.072	0.072
180 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0549	0.0549	0.0841	0.0841
179 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0549	0.0549	0.0841	0.0841
204 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.077	0.077	0.057	0.057
236 Prosp.A	Verticale	0.65	0.3	0.0776	0.0776	0.0582	0.0582

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
210 Prosp.A	Verticale	SLU 26	13.0924	503.77	13.3073	512.04	1.0164	Si
176 Prosp.A	Verticale	SLU 26	21.5856	331.43	24.3735	374.23	1.1292	Si
196 Prosp.A	Verticale	SLU 21	-2.6479	482.3	-3.1889	580.84	1.2043	Si
192 Prosp.A	Verticale	SLU 1	-2.0156	480.94	-2.4551	585.8	1.218	Si
190 Prosp.A	Verticale	SLU 21	-1.5236	466.98	-1.9232	589.44	1.2622	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
176 Prosp.A	Verticale	SLD 5	11.9316	3.38	58.7419	16.66	4.9232	Si
210 Prosp.A	Verticale	SLD 5	6.2372	6.11	60.1188	58.86	9.6387	Si
135 Prosp.A	Verticale	SLD 9	6.2164	1.56	65.1371	16.38	10.4783	Si
153 Prosp.A	Verticale	SLD 5	-3.4912	4.1	-47.5847	55.84	13.63	Si
143 Prosp.A	Verticale	SLD 10	-1.8102	7.64	-35.7906	151.06	19.7714	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
176 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLU 26	-48.49	-137.75	22.629	145.32	681.85	0	145.32	2.5	0.0010053	2.9968	Si
176 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLU 26	-41.28	331.43	21.5856	129.08	709.39	0	129.08	2.5	0.0006927	3.1267	Si
163 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLU 26	-37.77	292.49	-1.3137	129.08	709.39	0	129.08	2.5	0.0007697	3.4178	Si
161 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLU 26	36.01	269.97	-2.5202	129.08	709.39	0	129.08	2.5	0.0007697	3.5842	Si
108 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLU 30	-35.3	-152.65	6.8218	147.02	683.6	0	147.02	2.5	0.0010053	4.1646	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
176 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 5	-22.7	3.38	11.9316	129.08	709.39	0	129.08	2.5	0.0006927	5.6861	Si
176 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLD 5	-23.61	-68.46	9.0906	137.42	673.68	0	137.42	2.5	0.0010053	5.8199	Si
163 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 5	-21.38	-3.35	-0.9949	129.48	709.81	0	129.48	2.5	0.0007697	6.0561	Si
108 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLD 10	-21.3	-51.84	2.0002	135.52	671.72	0	135.52	2.5	0.0010053	6.3612	Si
106 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLD 10	-20.96	-52.36	1.8373	135.58	671.78	0	135.58	2.5	0.0010053	6.4692	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
176 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	15.7251	-101.38	No	-1276	19920	15	15.6067	Si
180 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-5.0861	-86.9	No	-1159	19920	15	17.1872	Si
179 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-4.811	-89.61	No	-1141	19920	15	17.4609	Si
204 Prosp.A	Verticale	SLE RA 7	-0.9819	-348.48	No	-1139	19920	15	17.4933	Si
210 Prosp.A	Verticale	SLE RA 7	0.8528	-344.55	No	-1119	19920	15	17.8076	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
210 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	9.2575	335.35	No	20841	360000	15	17.2735	Si
176 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	15.2647	220.02	No	19052	360000	15	18.8953	Si
196 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	-2.1565	318.22	No	16002	360000	15	22.4973	Si
192 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	-1.6606	318.4	No	15728	360000	15	22.8895	Si
236 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	1.9167	199.44	No	15317	360000	15	23.5026	Si

Parete 3

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
169 Prosp.A	Verticale	0.5	0.3	0.0776	0.0776	0.0582	0.0582
179 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0731	0.0731	0.088	0.088
177 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0731	0.0731	0.088	0.088
197 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.0879	0.0879	0.057	0.057
199 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.0885	0.0885	0.057	0.057
167 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.0782	0.0782
172 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.0782	0.0782
208 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.0841	0.0841
206 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.0841	0.0841
226 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0402	0.0603	0.062	0.0841
197 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.078	0.078
199 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.078	0.078

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
169 Prosp.A	Verticale	SLU 26	-3.2874	143.88	-11.9897	524.75	3.6472	Si
179 Prosp.A	Orizzontale	SLU 3	6.3331	79.62	28.9322	363.73	4.5684	Si
177 Prosp.A	Orizzontale	SLU 3	6.3452	78.87	29.1335	362.14	4.5914	Si
197 Prosp.A	Verticale	SLU 1	0.5026	141.92	2.3811	672.34	4.7374	Si
199 Prosp.A	Verticale	SLU 1	0.4941	136.44	2.4488	676.25	4.9563	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
167 Prosp.A	Orizzontale	SLD 9	-4.8486	14.16	-35.4607	103.56	7.3136	Si
172 Prosp.A	Orizzontale	SLD 12	-4.8767	13.45	-35.952	99.15	7.3722	Si
208 Prosp.A	Orizzontale	SLD 12	-3.3421	4.68	-39.0618	54.75	11.6877	Si
206 Prosp.A	Orizzontale	SLD 9	-3.3149	4.88	-38.8129	57.09	11.7085	Si
226 Prosp.A	Orizzontale	SLD 9	1.4736	4.14	27.2624	76.57	18.5001	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
128 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLU 28	-41.31	-76.75	-3.5535	136.68	656.9	0	136.68	2.5	0.0010053	3.3083	Si
211 Prosp.A	Orizzontale	0.238	0.5	Non necessaria	0	SLU 26	16.16	-83.9	2.6118	73.67	357.73	0	73.67	2.5	0.0004021	4.5588	Si
232 Prosp.A	Orizzontale	0.238	0.5	Non necessaria	0	SLU 26	15.97	-83.19	2.4894	73.58	357.64	0	73.58	2.5	0.0004021	4.6077	Si
126 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLU 26	-25.9	-37.04	-4.2023	136.38	652.06	0	136.38	2.5	0.0011058	5.2661	Si
131 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLU 26	-25.6	-34.81	-4.2813	136.13	651.81	0	136.13	2.5	0.0011058	5.3186	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
128 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLD 1	-23.39	-61.14	-1.5467	134.94	655.11	0	134.94	2.5	0.0010053	5.7701	Si
126 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLD 5	-14.71	-30.51	-2.3187	135.66	651.32	0	135.66	2.5	0.0011058	9.222	Si
131 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLD 8	-14.54	-29.07	-2.3515	135.5	651.15	0	135.5	2.5	0.0011058	9.3186	Si
158 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 13	12.24	-23.6	-2.948	132.35	712.36	0	132.35	2.5	0.0009236	10.8125	Si
156 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 16	-11.99	-22.08	-2.9481	131.8	712.17	0	131.8	2.5	0.000916	10.9954	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
177 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-4.3007	-81.32	No	-1005	19920	15	19.8129	Si
179 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-4.2784	-80.14	No	-996	19920	15	20.0047	Si
172 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-7.064	-14.02	No	-953	19920	15	20.9007	Si
169 Prosp.A	Verticale	SLE RA 7	-2.7516	-110.37	No	-949	19920	15	20.9826	Si
167 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-7.0369	-13.71	No	-948	19920	15	21.0155	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
169 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	-2.4948	95.13	No	10869	360000	15	33.1212	Si
179 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 3	4.364	48.67	No	8136	360000	15	44.2502	Si
177 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 3	4.3764	47.92	No	8081	360000	15	44.5481	Si
197 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-9.2204	25.79	No	5310	360000	15	67.7946	Si
199 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-9.1669	26.24	No	5306	360000	15	67.8448	Si

Parete 4

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
198 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.077	0.077	0.057	0.057
200 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.077	0.077	0.057	0.057
180 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0731	0.0731	0.088	0.088
178 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0731	0.0731	0.0826	0.0826
171 Prosp.A	Verticale	0.5	0.3	0.093	0.093	0.058	0.058
168 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.0782	0.0782
173 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.0782	0.0782
207 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.0841	0.0841
209 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.0841	0.0841
157 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.077	0.077	0.057	0.057
198 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.078	0.078

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
198 Prosp.A	Verticale	SLU 1	-0.6771	153.4	-2.5825	585.01	3.8138	Si
200 Prosp.A	Verticale	SLU 1	-0.6749	152.69	-2.586	585.08	3.8319	Si
180 Prosp.A	Orizzontale	SLU 3	-6.278	80.76	-28.5221	366.92	4.5432	Si
178 Prosp.A	Orizzontale	SLU 3	-6.2676	79.96	-28.6701	365.78	4.5744	Si
171 Prosp.A	Verticale	SLU 21	1.1537	146.76	5.4311	690.88	4.7076	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
168 Prosp.A	Orizzontale	SLD 6	4.1499	12.06	35.5064	103.15	8.556	Si
173 Prosp.A	Orizzontale	SLD 7	4.1588	10.25	36.8742	90.89	8.8665	Si
207 Prosp.A	Orizzontale	SLD 6	2.1442	4.06	37.3365	70.67	17.4126	Si
209 Prosp.A	Orizzontale	SLD 7	2.1319	3.49	38.2149	62.58	17.9254	Si
157 Prosp.A	Verticale	SLD 6	1.581	6.22	45.5531	179.23	28.8124	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
130 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLU 28	44.62	-93	1.6531	138.48	658.77	0	138.48	2.5	0.0010053	3.1035	Si
244 Prosp.A	Orizzontale	0.238	0.5	Non necessaria	0	SLU 3	13.13	52.89	0.7818	63.68	347.4	0	63.68	2.5	0.0004021	4.8517	Si
223 Prosp.A	Orizzontale	0.238	0.5	Non necessaria	0	SLU 3	13.09	52.56	0.7782	63.68	347.4	0	63.68	2.5	0.0004021	4.8649	Si
127 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLU 28	28.54	-74.94	0.9801	140.59	656.42	0	140.59	2.5	0.0011058	4.9266	Si
132 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLU 28	28.19	-74.52	1.0077	140.54	656.37	0	140.54	2.5	0.0011058	4.9861	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
130 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLD 2	24.71	-50.43	1.696	133.76	653.88	0	133.76	2.5	0.0010053	5.414	Si
127 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLD 10	15.98	-37.8	0.3683	136.46	652.15	0	136.46	2.5	0.0011058	8.5399	Si
132 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLD 11	15.83	-37.39	0.3744	136.42	652.11	0	136.42	2.5	0.0011058	8.6159	Si
159 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 2	-11.83	-23.64	1.7948	131.95	712.36	0	131.95	2.5	0.0007697	11.1578	Si
157 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 3	11.49	-21.8	1.7589	131.72	712.13	0	131.72	2.5	0.0007697	11.4681	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
178 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	3.7268	-81.77	No	-932	19920	15	21.3846	Si
180 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	3.7114	-80.47	No	-928	19920	15	21.4768	Si
173 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	6.0866	-17.94	No	-856	19920	15	23.2703	Si
168 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	6.0804	-16.01	No	-844	19920	15	23.6081	Si
171 Prosp.A	Verticale	SLE RA 7	1.6897	-108.33	No	-795	19920	15	25.0511	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
-------------	------	-------	-----	-----	-------------------	----	-----------	-------	------	----------

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
171 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	1.0069	96.77	No	9191	360000	15	39.1678	Si
180 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 3	-4.2484	49.5	No	8105	360000	15	44.4163	Si
178 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 3	-4.238	48.69	No	7981	360000	15	45.1063	Si
198 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	-0.2183	100.2	No	4776	360000	15	75.3756	Si
198 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 1	7.3948	31.81	No	4764	360000	15	75.5684	Si

7.5.2 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.

ac: tensione nel calcestruzzo. [kN/m²]

alim: tensione limite. [kN/m²]

Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.

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

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

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
47	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLU 27	50.2235	11.14	130.266	28.89	2.5937	Si
29	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLU 27	41.7364	15.29	127.5153	46.72	3.0553	Si
68	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLU 27	39.0903	8.31	130.4441	27.74	3.337	Si
11	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLU 30	46.2814	-61.11	167.7872	-221.54	3.6254	Si
10	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLU 27	45.1552	-62.78	170.0711	-236.44	3.7664	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
47	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLD 1	23.5383	-17.13	138.9945	-101.16	5.905	Si
11	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLD 15	24.9161	-34.95	149.3388	-209.46	5.9937	Si
12	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLD 15	24.3201	-34.86	150.2167	-215.33	6.1767	Si
90	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLD 14	24.0162	-34.8	150.6573	-218.27	6.2732	Si
91	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLD 14	23.4591	-34.58	151.3914	-223.18	6.4534	Si

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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
21	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 30	-95.42	-58.15	163.67	163.67	0	959.05	2.5	0.0010053	1.7152	Si
11	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 30	-95.43	-61.11	164.03	164.03	0	959.42	2.5	0.0010053	1.7189	Si
20	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 30	-93.23	-59.46	163.83	163.83	0	959.21	2.5	0.0010053	1.7573	Si
10	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 30	-93.22	-63.05	164.27	164.27	0	959.67	2.5	0.0010053	1.7621	Si
12	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 30	-90.98	-60.14	163.91	163.91	0	959.3	2.5	0.0010053	1.8016	Si

Verifiche SLD Resistenza 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
21	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 9	-52.74	-33.59	231.33	231.33	0	955.94	2.5	0.0010053	4.3863	Si
11	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 9	-52.74	-35.66	231.58	231.58	0	956.2	2.5	0.0010053	4.3912	Si
12	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 9	-52.35	-35.24	231.53	231.53	0	956.15	2.5	0.0010053	4.4228	Si
20	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 9	-49.88	-32.71	231.22	231.22	0	955.83	2.5	0.0010053	4.6352	Si
10	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 9	-49.88	-35.12	231.51	231.51	0	956.14	2.5	0.0010053	4.6411	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
11	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE QP 5	25.2678	-36.73	-955	14940	15	Si
11	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 10	33.8597	-45.24	-1270	19920	15	Si
10	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 7	32.9322	-46.29	-1241	19920	15	Si
12	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE QP 5	24.3329	-36.41	-922	14940	15	Si
90	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE QP 5	24.2686	-36.47	-920	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
47	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 7	36.2905	6.15	13225	360000	15	Si
29	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 7	30.3194	8.74	11174	360000	15	Si
68	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 7	28.3907	3.65	10305	360000	15	Si
11	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 10	33.8597	-45.24	9433	360000	15	Si
10	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 7	32.9322	-46.29	9095	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

7.6 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le strutture di fondazione del tombino scatolare sono costituite da una platea in c.a. di spessore pari a 1.00 m, con larghezza pari a 7.20 m e sviluppo di 29.50 m (lunghezza del tombino), il cui piano di posa è disposto ad una profondità di 6.10 m circa.

7.6.1 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 85650 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: $k = 85647 \text{ kN/m}^3$. Pertanto in sede di modellazione è stato assunto un valore della costante di sottofondo pari a 85650 kN/m^3 .

7.6.2 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 Aoc1. Pertanto ai fini della verifica della capacità portante si impiegano le caratteristiche di questo litotipo.

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

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

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="4,60"/>	m	Base
$L =$	<input type="text" value="8,80"/>	m	Lunghezza
$H =$	<input type="text" value="0,40"/>	m	Altezza
$D =$	<input type="text" value="3,20"/>	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="4,60"/>	m	Base ridotta
$L' =$	<input type="text" value="8,80"/>	m	Lunghezza ridotta
$A' =$	<input type="text" value="40,48"/>		Area ridotta

PARAMETRI DEL TERRENO

$\gamma =$	<input type="text" value="19"/>	kN/m ³	Peso per unità di volume del terreno di fondazione
$\varphi' =$	<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="75"/>	kN/m ²	Coesione non drenata
$\gamma_r =$	<input type="text" value="19"/>	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="60,80"/>	kN/m ²	Pressione litostatica alla profondità del piano di posa

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

PARAMETRI DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE (BRINCH-HANSEN)

$k=$	0,70	Fattore di profondità
$m_b=$	1,66	Parametro di forma per carico agente in direzione della base
$m_l=$	1,34	Parametro di forma per carico agente in direzione della lunghezza
$m=$	1,66	Parametro di forma complessivo
$N_c=$	25,80	Fattori di capacità portante
$N_q=$	14,72	
$N_\gamma=$	14,59	
$s_c=$	1,26	Fattori di forma
$s_q=$	1,25	
$s_\gamma=$	0,84	
$b_c=$	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

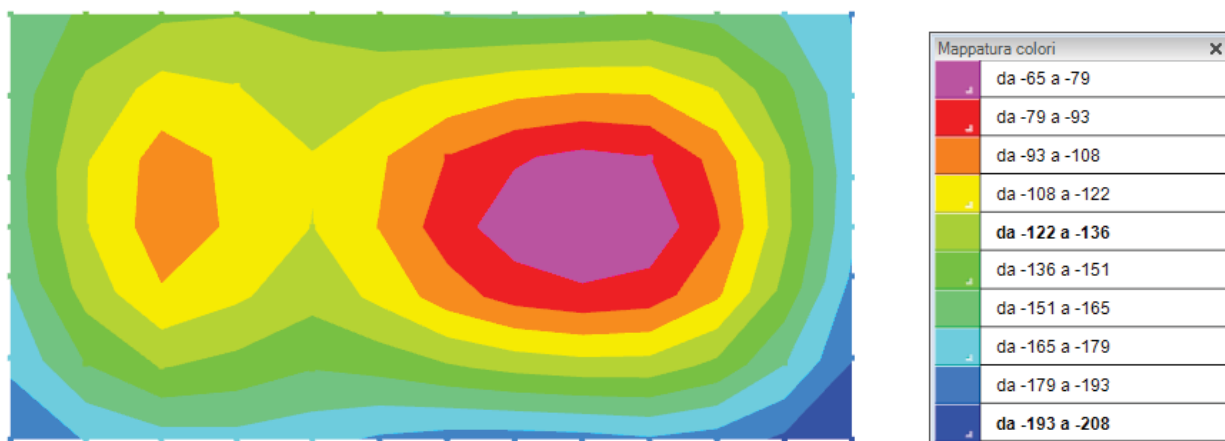
Condizioni drenate	
F.S.=	2,3
$q_{LIM}=$	2141,154 kN/m ²
$q_{R,D}=$	930,94 kN/m ²

Fattore di sicurezza

Pressione limite

Pressione resistente di progetto

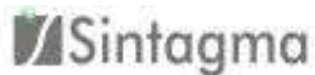
La verifica della capacità portante del complesso terreno fondazione viene effettuata confrontando le pressioni esercitate dalla struttura sul terreno, ottenute dall'analisi ad elementi finiti, con la pressione resistente limite precedentemente determinata. I valori massimi delle pressioni sul terreno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



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

RELAZIONE DI CALCOLO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

MANDATARIA



MANDANTE



ICARIA
società di ingegneria