

## S.S. N. 4 "SALARIA"

**ADEGUAMENTO DEL TRATTO TRISUNGO-ACQUASANTA TERME.  
TRATTO GALLERIA VALGARIZIA - ACQUASANTA TERME. LOTTO 2 DAL  
KM 155+400 AL KM 159+000 (EX AN6)**

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. **AN257**

**PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - ENGEKO - GDG - ICARIA**

**IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

Dott. Ing. Giorgio Guiducci  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Roma n° 14035

**IL PROGETTISTA:**

Ing. V. 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 COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

Dott. Ing. Marco Abram  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A2808

**IL RESPONSABILE DI PROGETTO**

Pianificatore Territoriale Marco Colazza

**IL R.U.P.**

Dott. Ing. Vincenzo Catone

PROTOCOLLO

DATA

**IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**

**MANDATARIA:**

**Sintagma**

Dott. Ing. N. Granieri  
Dott. Ing. V. Truffini  
Dott. Ing. L. Spaccini  
Dott. Arch. A. Bracchini  
Dott. Ing. E. Bartolocci  
Dott. Ing. L. Casavecchia  
Dott. Geol. G. Cerquiglini  
Dott. Ing. F. Pambianco  
Dott. Ing. M. Abram  
Dott. Arch. C. Presciutti  
Dott. Agr. F. Berti Nulli  
Geom. S. Scopetta  
Geom. M. Zucconi

**MANDANTI:**

**GPI INGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

Dott. Ing. G. Guiducci  
Dott. Ing. E. Moscatelli  
Dott. Ing. A. Signorelli  
Dott. Ing. A. Belà  
Dott. Ing. G. Lucibello  
Dott. Arch. G. Guastella  
Dott. Geol. M. Leonardi  
Dott. Ing. G. Parente

**engeko**  
Dott. Ing. C. Muller

**GEOTECHNICAL DESIGN GROUP**

Dott. Ing. D. Carlaccini  
Dott. Ing. C. Consorti  
Dott. Ing. E. Loffredo  
Dott. Ing. S. Sacconi

**ICARIA**  
società di ingegneria

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



### IDROLOGIA ED IDRAULICA VASCHE DI PRIMA PIOGGIA Relazione di calcolo

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. ANNO  
DPAN257 D 22

NOME FILE

T00-ID02-IDR-RE01

REVISIONE

SCALA:

CODICE ELAB.

T00ID02IDRRE01

A

Varie

<b>A</b>	Emissione	maggio 2022	V. Piunno	V. Rotisciani	G. Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
3	INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO .....	5
3.1	STRATIGRAFIE DI CALCOLO .....	5
4	MATERIALI .....	6
4.1	CALCESTRUZZO .....	6
4.1.1	Scelta della classe di esposizione .....	7
4.1.2	Copriferri .....	7
4.2	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO .....	8
5	CRITERI DI CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE .....	9
5.1	SPETTRI DI RISPOSTA.....	10
6	GEOMETRIA DELL'OPERA.....	14
7	ANALISI DEI CARICHI .....	15
7.1	COPERTURA .....	15
7.2	PLATEA.....	15
7.3	SPINTA DELL'ACQUA DI INVASO .....	15
7.4	SPINTA DEL TERRENO SULLE PARETI .....	16
8	CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO.....	19
8.1	CONDIZIONI DI CARICO .....	19
1.1.1	Combinazioni di carico .....	19
9	ANALISI SVOLTE CON CODICI DI CALCOLO .....	24
9.1	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO .....	24
9.2	AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI.....	24
9.3	GIUDIZIO MOTIVATO SULL'ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI DEI CALCOLI .....	24

9.4	MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI .....	25
9.4.1	Convenzioni relative alle caratteristiche di sollecitazione .....	25
10	RISULTATI DELL'ANALISI.....	29
10.1	DATI INPUT MODELLAZIONE .....	29
10.2	RAPPRESENTAZIONE GRAFICA MODELLO.....	34
10.2.1	Applicazione carichi.....	34
10.2.2	Risultati Sollecitazioni.....	38
10.3	VERIFICHE STRUTTURALI .....	43
10.3.1	Verifiche pareti.....	43
10.3.2	Verifiche platea di fondazione.....	50
11	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	53
11.1	VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO .....	53
11.2	VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL COMPLESSO TERRENO-FONDAZIONE.....	53
12	SINTESI DEI RISULTATI DELLE VERIFICHE.....	56
12.1	PLATEA DI FONDAZIONE .....	56
12.2	PARETI .....	56

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione vengono presentati i calcoli di verifica delle opere strutturali delle vasche di prima pioggia da realizzarsi nell'ambito dell'adeguamento del tratto Trisungo-Acquasanta Terme. Tratto galleria Valgarizia - Acquasanta Terme. Lotto 2 dal km 155+400 al km 159+000 della S.S. n.4 "Salaria".

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

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

### 3 INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO

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

#### 3.1 STRATIGRAFIE DI CALCOLO

Essendo le vasche di prima pioggia dislocate in vari punti lungo il percorso stradale in oggetto, ai fini delle verifiche, si considera, a vantaggio di sicurezza, il litotipo con caratteristiche meccaniche più scadenti che va ad interessare le vasche.

Pertanto, facendo riferimento a quanto riportato nella relazione geotecnica, si riportano, nella tabella che segue, i valori dei parametri meccanici degli strati interessati dal calcolo delle strutture in esame:

Litotipo	Unità geotecnica	$\gamma'$	$c'$	$\phi'$	$c_u$	$E'$
		[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[KPa]	[MPa]
Travertini	Trav	22	28-40	18-47	-	-

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

Per quanto riguarda la falda idrica, il livello piezometrico non è stato intercettato nella zona in oggetto. Per l'andamento lungo il tracciato si faccia riferimento al "Profilo geotecnico".

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

Cod.	Descrizione	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (KPa)	$\phi'$ (deg)
R	Riempimento	18	0	35

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

## 4 MATERIALI

### 4.1 CALCESTRUZZO

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

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

I componenti dovranno soddisfare i seguenti requisiti normativi:

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

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

#### CALCESTRUZZO TIPO 1 (Platea e pareti)

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 <sup>3</sup>
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	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.1 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17 \text{ N/mm}^2$
Fattore parz. di sicurezza resistenza	$\gamma_c = 1.5$
Coeff. Riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} = 0.85$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 18.81 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = 1.44 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità

$$E_{cm} = 22000 \cdot \left[ \frac{f_{cm}}{10} \right]^{-0.3} = 33642.8 \text{ N/mm}^2$$

Copriferro di calcolo

5 cm

**Calcestruzzo magro per fondazione:**

Si prevede un calcestruzzo di classe C 12/15.

#### 4.1.1 Scelta della classe di esposizione

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

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

#### 4.1.2 Copriferrì

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

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

**Tabella C4.1.IV Copriferrì minimi in mm**

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
$C_{min}$	$C_o$	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

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

PLATEA DI FONDAZIONE

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

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

PARETI

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

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

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

## 4.2 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

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

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

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

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

## 5 CRITERI DI CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE

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

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

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

latitudine: 42.763903 [°]

longitudine: 13.359869 [°]

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: B
- categoria topografica: T1
- periodo di riferimento: 100 anni
- coefficiente d'uso  $C_u$ : 2

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

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

$a_g$  – Accelerazione massima orizzontale al sito

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

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

Nel caso in esame risulta:

	$P_{vr}$ [%]	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T^*_c$ [-]
SLO	81	60	0.0988	2.380	0.291
SLD	63	101	0.1264	2.341	0.303
SLV	10	949	0.2994	2.411	0.351
SLC	5	1950	0.3789	2.444	0.366

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

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

$$S_S \text{ orizzontale SLO} = 1.2$$

$$S_S \text{ orizzontale SLD} = 1.2$$

$$S_S \text{ orizzontale SLV} = 1.07$$

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

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

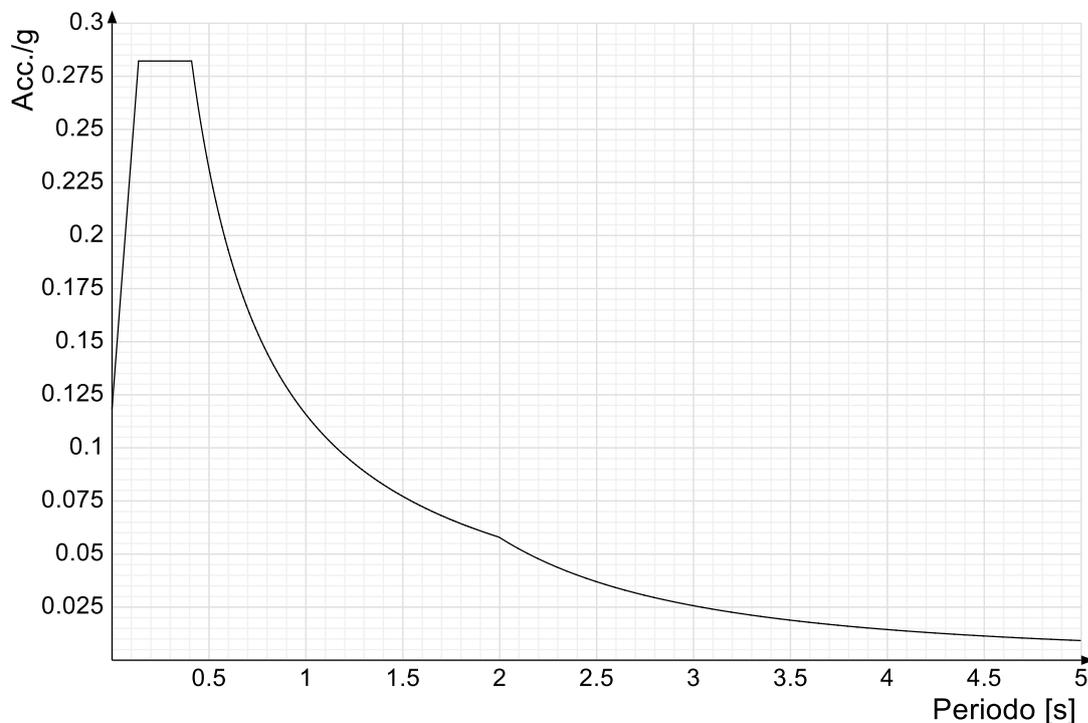
Il fattore di struttura risulta unitario e pertanto gli spettri di risposta di progetto coincidono con quelli elastici:

$$q_{ND} = 1.00$$

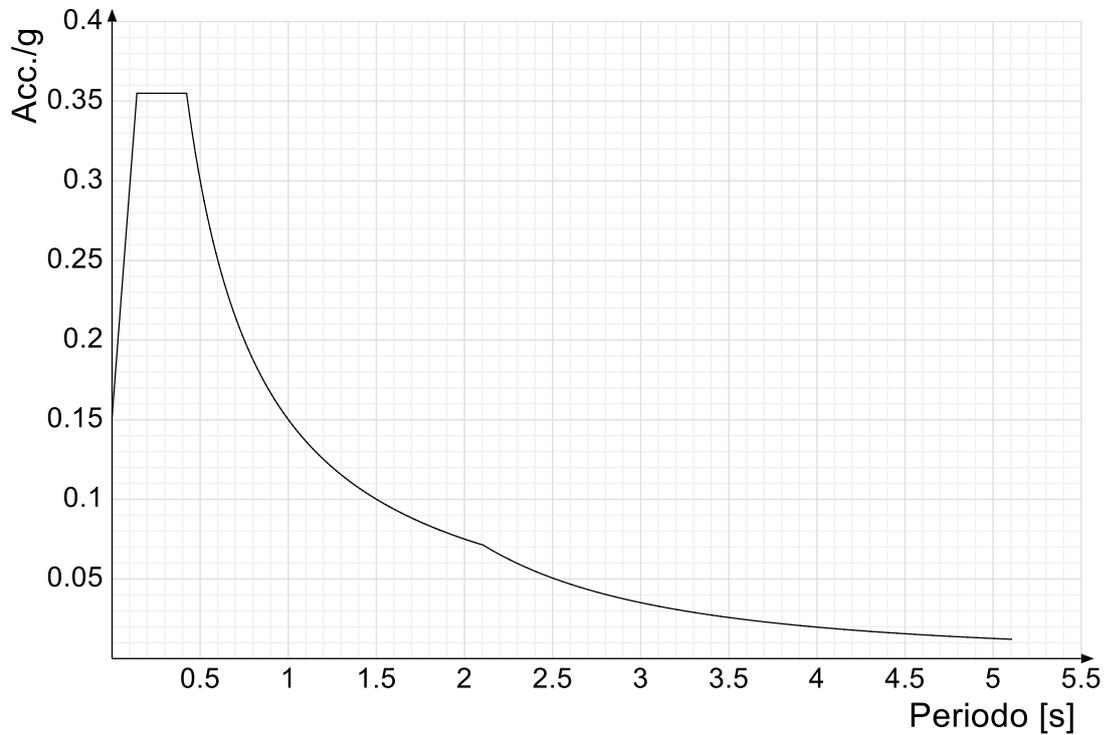
## 5.1 SPETTRI DI RISPOSTA

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

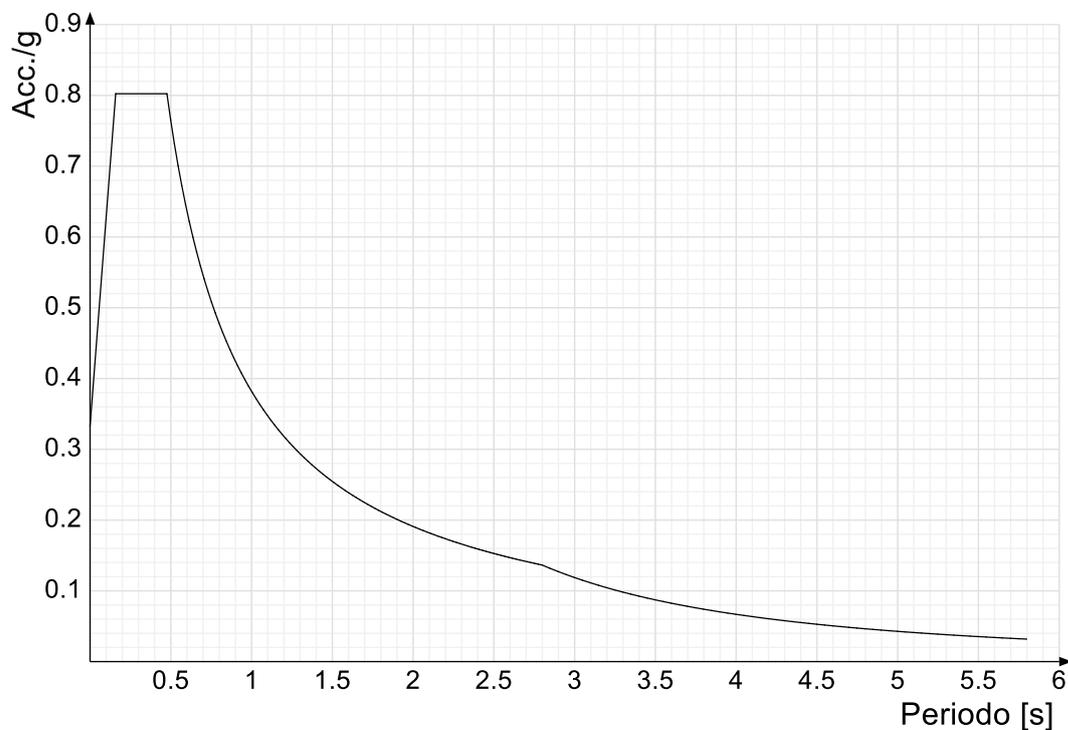
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



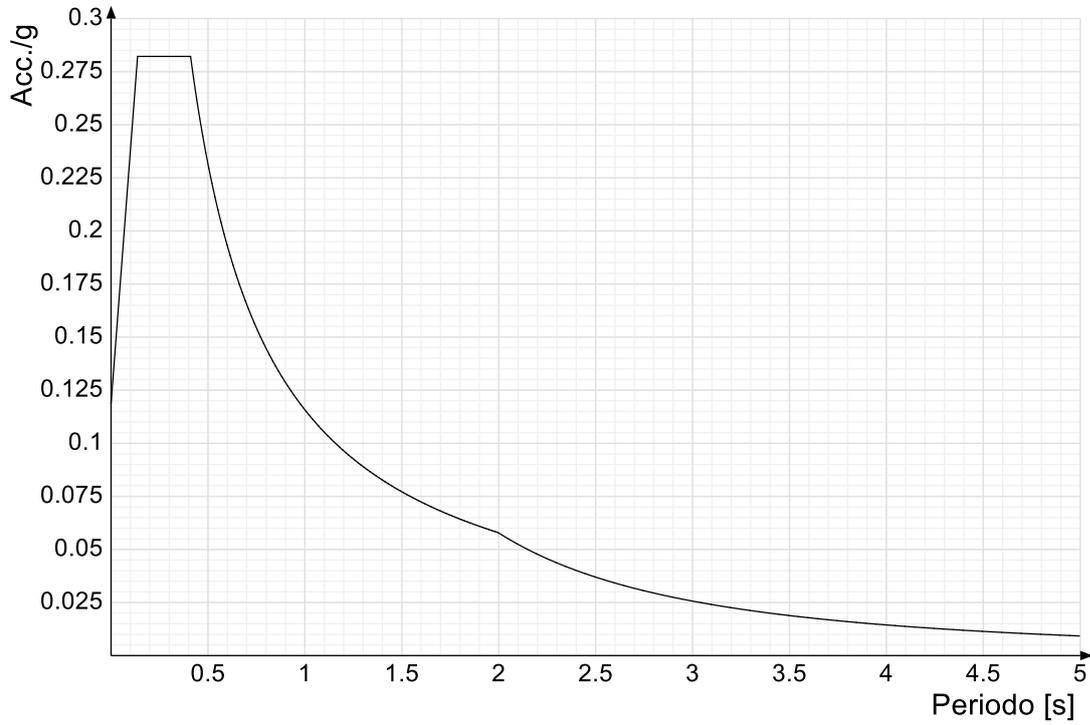
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



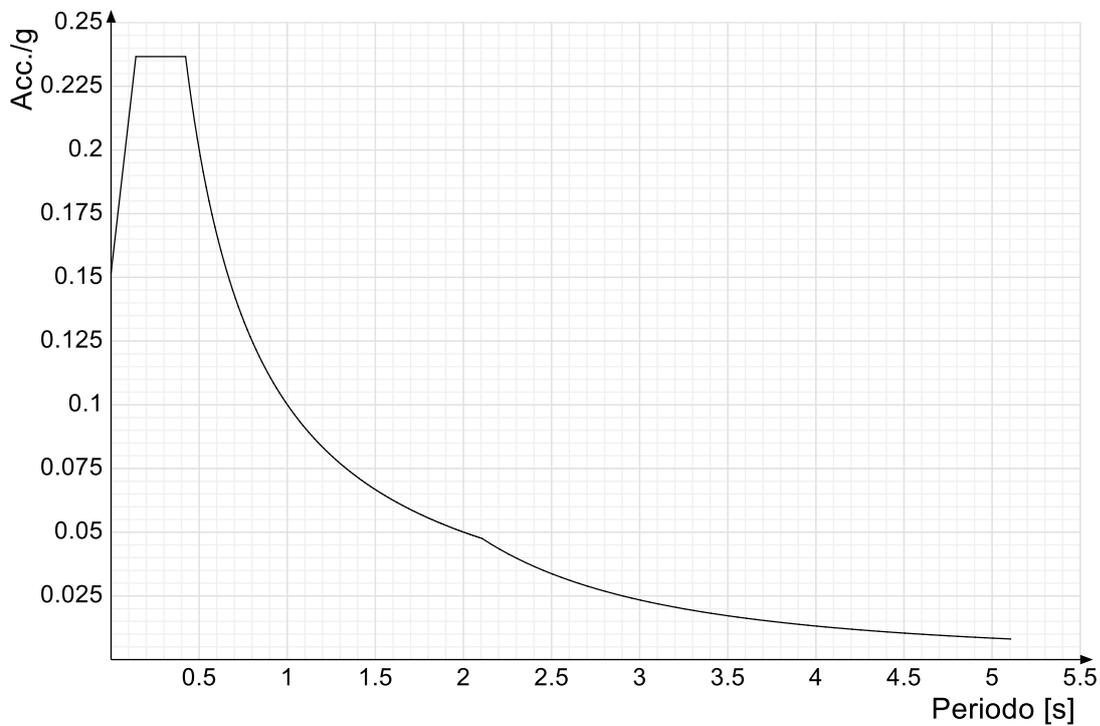
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



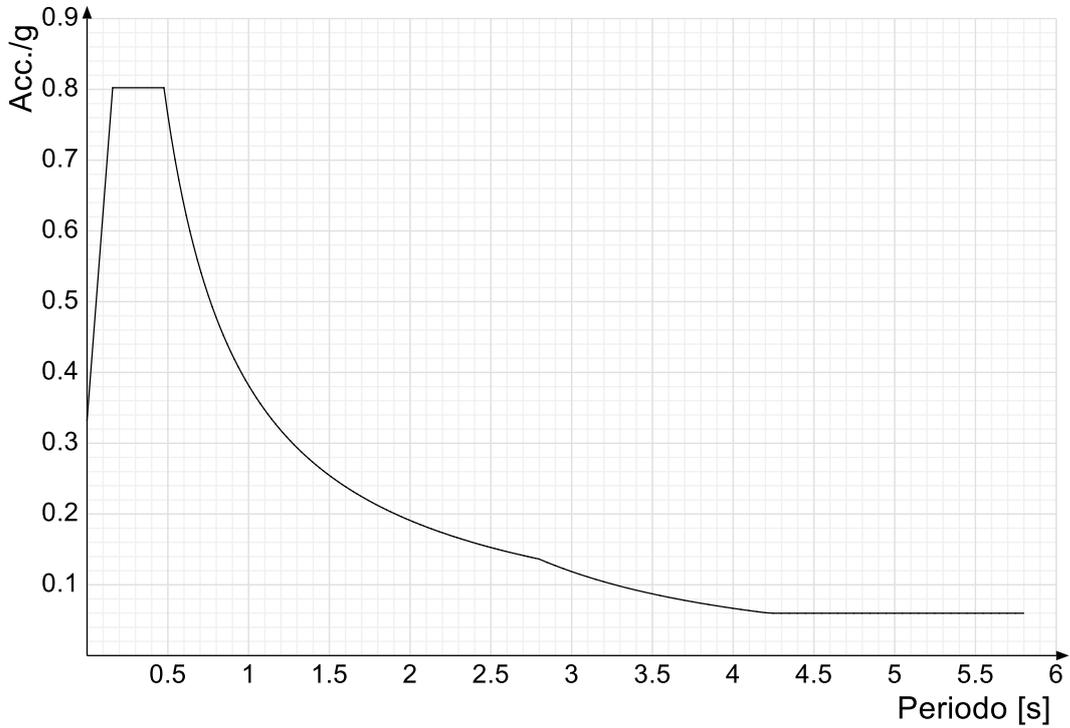
Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.4



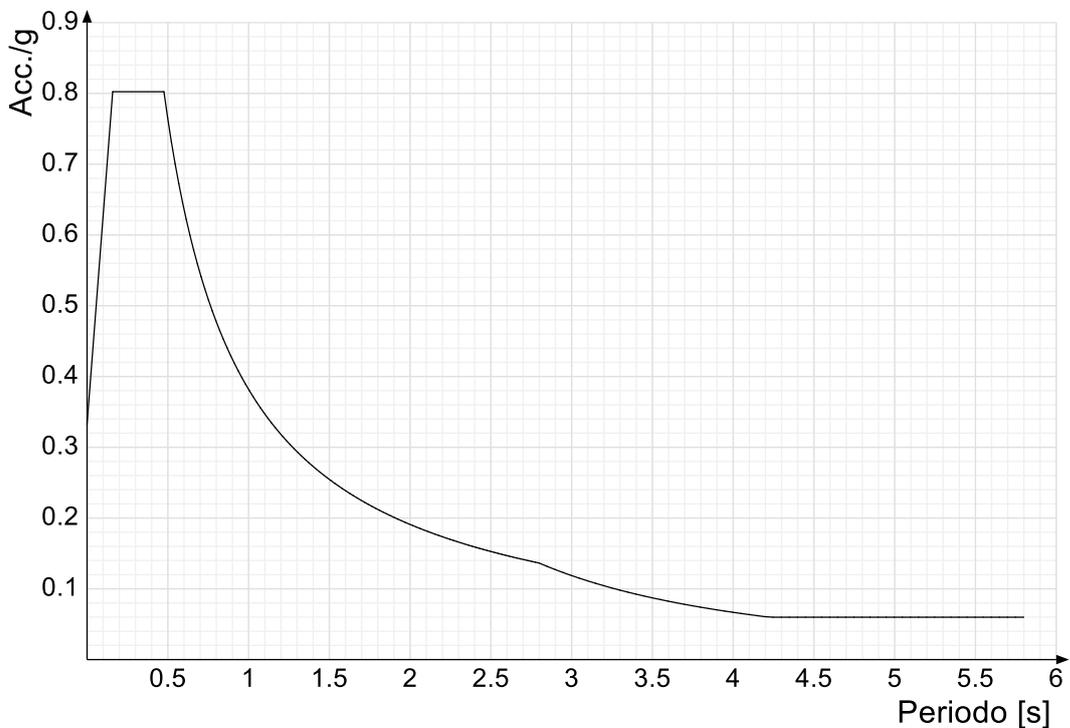
Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 7.3.7.1



Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5



Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5



## 6 GEOMETRIA DELL'OPERA

Le vasche di prima pioggia 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 ANALISI DEI CARICHI

I valori dei carichi sono riepilogati di seguito.

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

Si considerano i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo 25 kN/m<sup>3</sup>

### 7.1 COPERTURA

#### CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Copertura plotte in c.a. (sp=30 cm).....	7.50 kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico permanente non strutturale totale G<sub>1k</sub></b>	<b>7.50 kN/m<sup>2</sup></b>

#### CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Terreno di copertura e pacchetto stradale .....	19.00 kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico permanente non strutturale totale G<sub>2k</sub></b>	<b>19.00 kN/m<sup>2</sup></b>

#### CARICHI VARIABILI

Copertura carrabile .....	20.00 kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico variabile totale Q<sub>1k</sub></b>	<b>20.00 kN/m<sup>2</sup></b>

### 7.2 PLATEA

#### CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Peso dell'acqua (H <sub>max</sub> = 1.50 m).....	15.00 kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico permanente non strutturale totale G<sub>1k</sub></b>	<b>15.00 kN/m<sup>2</sup></b>

#### CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Massetto (sp = 15 cm).....	3.75 kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico permanente non strutturale totale G<sub>2k</sub></b>	<b>3.75 kN/m<sup>2</sup></b>

### 7.3 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:

- $\gamma_w$ , 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 **4.37** kN/m<sup>2</sup>:

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

dove:

$\gamma_w = 10$  kN/m<sup>3</sup>, peso specifico dell'acqua;

$H_w = 1.50$  m, altezza massima dell'invaso;

$z' = 1.50$  m, quota a cui viene calcolata la pressione;

$a_g = 0.299$  g, coefficiente sismico orizzontale;

$S = 1.111$ , coefficiente amplificativo del suolo.

#### 7.4 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:

$\gamma_k = 18,0$  kN/m<sup>3</sup> peso di volume caratteristico;

$\varphi'_k = 35$  ° angolo di operativo attrito caratteristico.

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

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 <sup>3</sup>	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
$\beta$	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

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

$a_g$	0,299	g	Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale (riferita all'accel. di gravità g)
$F_g$	2,411		Fattore di amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale
$T_g$	0,351	s	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
$C_e$	1,356		Coefficiente che modifica il valore del periodo $T_c$
$S_a$	1,111		Coefficiente di amplificazione stratigrafica
$S_t$	1,000		Coefficiente di amplificazione topografica
$S$	1,111		Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo
$a_{max}$	0,333	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
$k_h$	0,333		Coefficiente sismico orizzontale
$k_v$	0,166		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso l'alto
$k_v$	-0,166		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso il basso
$\theta_h$	15,92	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso l'alto
$\theta_b$	21,76	°	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 <sup>2</sup>
$s_{q1k}$	$s_{q2k}$	$s_{q3k}$	
1	1	0,3	

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

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi

$\gamma_{G1}$	$\gamma_{G2}$	$\gamma_Q$	$\gamma_E$
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

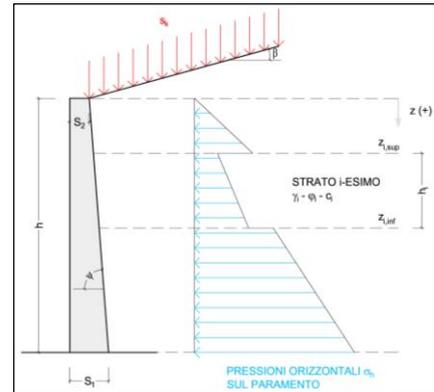
Coefficiente parziali di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

$\gamma_r$	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$
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)

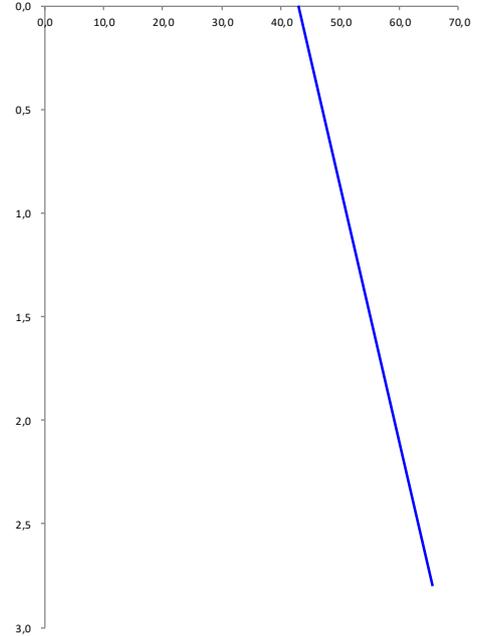
CARATTERISTICHE STRATI TERRENO

Strato	$Z_{sup}$ [m]	$Z_{inf}$ [m]	$h$ [m]	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICHI				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)			
				$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$\delta_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_u$ [°]	$\delta_u$ [°]	$c_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{s,d}$ [-]	$k_{ea,d}$ [-]	$k_{sb,d}$ [-]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_u$ [°]	$\delta_u$ [°]	$c_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{s,d}$ [-]	$k_{ea,d}$ [-]	$k_{sb,d}$ [-]
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	0,465	0,580	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
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	0,465	0,580	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
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	0,465	0,580	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
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	0,465	0,580	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
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	0,465	0,580	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
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	0,465	0,580	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
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	0,465	0,580	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
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	0,465	0,580	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
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	0,465	0,580	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
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	0,465	0,580	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715



PRESSIONI DI PROGETTO CONDIZIONI SISMICHE SLV

STRATO	$Z_{sup} / Z_{inf}$ [m]	$k_{hd}$ [-]	Tensione verticale litostatica $\sigma_{vd}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{vd}$ Terreno [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{hd}$ Sovraccarichi permanenti strutturali [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{hd}$ Sovraccarichi permanenti non strutturali [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{hd}$ Sovraccarichi variabili [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione della forza d'inerzia agente sul paramento [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione dell'incremento sismico di spinta [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi permanenti strutturali [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi permanenti non strutturali [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi variabili [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione orizzontale totale di progetto $\sigma_{hd,tot}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	0,00	0,43	0,0	0,00	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>42,90</b>
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
2	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
3	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
4	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
5	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
6	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
7	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
8	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
9	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
10	2,80	0,43	53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>
	2,80		53,2	22,69	8,10	0,00	8,53	2,50	20,23	2,70	0,00	0,85	<b>65,59</b>



## 8 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

### 8.1 CONDIZIONI DI CARICO

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

Descrizione	Nome breve	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Pesi strutturali	Pesi			
Permanententi 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
$\Delta T$	$\Delta T$	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			
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.

#### 1.1.1 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:

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

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

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

$\gamma_Q$  coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

$\gamma_{Qi}$  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	$\Delta T$
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

Relazione di calcolo vasche di prima pioggia

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	$\Delta T$
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	$\Delta T$
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	$\Delta T$
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

Famiglia SLE quasi permanente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	$\Delta T$
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	$\Delta T$	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

Relazione di calcolo vasche di prima pioggia

Nome	Nome breve	Y SLO	Z SLO	EY SLO	EX SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
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
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

Relazione di calcolo vasche di prima pioggia

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta sismica acqua	Spinta acqua	$\Delta T$	X SLV
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

## 9 ANALISI SVOLTE CON CODICI DI CALCOLO

### 9.1 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO

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

Nominativo	SismiCAD 12.18
Produttore	Concrete s.r.l, Padova
Nome utente finale	ICARIA s.r.l
Numero licenza	9692559

### 9.2 AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI

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

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

### 9.3 GIUDIZIO MOTIVATO SULL'ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI DEI CALCOLI

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

In particolare, trattandosi di strutture a pareti, sono state valutate le sollecitazioni su una parete, considerando uno schema statico a piastra omogenea e isotropa, vincolata alle estremità su tre lati.

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

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

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

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

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

Lo schema adottato è quello di piastra con vincolo di semincastro su tutti e quattro i lati.



Le caratteristiche della piastra sono:

$$l_x = 4.60 \text{ m}$$

$$l_y = 3.20 \text{ m}$$

$$p_{\text{tot}} = 8.53 \text{ kN/m}^2$$

Le azioni risultano pertanto come segue:

$$p_x = 1.62 \text{ kN/m}$$

$$p_y = 6.91 \text{ kN/m}$$

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

$$M_x = p_x l_x^2 / 10 = 3.42 \text{ kNm}$$

$$M_y = p_y l_y^2 / 10 = 7.08 \text{ kNm}$$

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

$$M_{00} = 3.90 \text{ kN m}$$

$$M_{zz} = 8.50 \text{ kN m}$$

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

## 9.4 MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

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

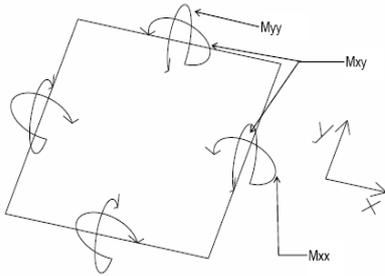
### 9.4.1 Convenzioni relative alle caratteristiche di sollecitazione

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

- sforzo normale F1 (N): viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di sforzo normale positivo (di trazione) viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 2 positivo;
- F2: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di F2 positivo viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 2 positivo;
- F3: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 3. Nel caso di F3 positivo viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 3 positivo;

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

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



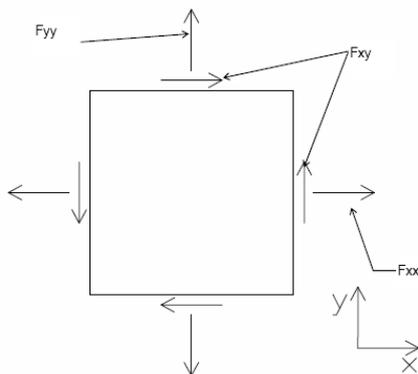
si definiscono:

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

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

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

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



Si definiscono:

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

$F_{yy}$ : 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:

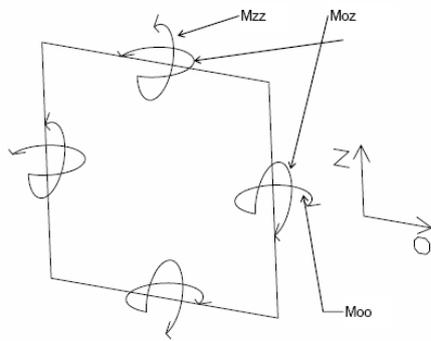
$V_x$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse x (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti);

$V_y$ : 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.

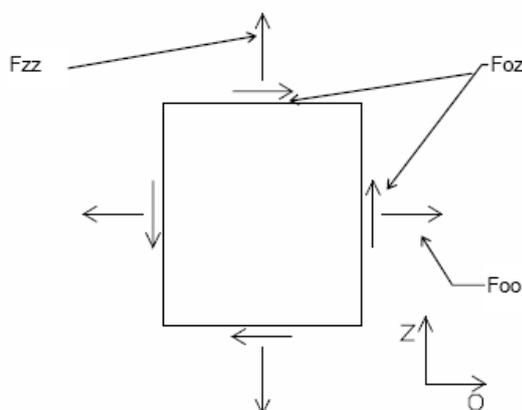
In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{oo}$ ,  $M_{zz}$ ,  $M_{oz}$ .



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

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

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



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

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).

## 10 RISULTATI DELL'ANALISI

La struttura è stata modellata con analisi agli elementi finiti (FEM), mediante il software Sismicad 12.18 della Concrete.

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

### 10.1 DATI INPUT MODELLAZIONE

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

#### 1 Dati generali

##### 1.1 Materiali

##### 1.1.1 Materiali c.a.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Rck: resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [kN/m<sup>2</sup>]

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m<sup>2</sup>]

G: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [kN/m<sup>2</sup>]

Poisson: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

γ: peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

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/m<sup>2</sup>]

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/m<sup>2</sup>]

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

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

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

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

##### 1.1.3 Armature

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

fyk: resistenza caratteristica. [kN/m<sup>2</sup>]

σamm.: tensione ammissibile. [kN/m<sup>2</sup>]

Tipo: tipo di barra.

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m<sup>2</sup>]

γ: peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

Poisson: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

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

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

**Relazione di calcolo vasche di prima pioggia**

2 Dati di definizione	
2.1 Preferenze commessa	
2.1.1 Preferenze di normativa	
Analisi	
Normativa	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 $Ag \geq 0.15$ g, conformemente a §3.2.3.1
Località	Ascoli Piceno, Acquasanta Terme, Favallanciatà; Latitudine ED50 42,7639° (42° 45' 50"); Longitudine ED50 13,3599° (13° 21'36"); Altitudine s.l.m. 165,06 m.
Categoria del suolo	B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
Ss orizzontale SLO	1.2
Tb orizzontale SLO	0.137[s]
Tc orizzontale SLO	0.41[s]
Td orizzontale SLO	1.995[s]
Ss orizzontale SLD	1.2
Tb orizzontale SLD	0.141[s]
Tc orizzontale SLD	0.423[s]
Td orizzontale SLD	2.106[s]
Ss orizzontale SLV	1.1112
Tb orizzontale SLV	0.159[s]
Tc orizzontale SLV	0.476[s]
Td orizzontale SLV	2.798[s]
Ss verticale	1
Tb verticale	0.05[s]
Tc verticale	0.15[s]
Td verticale	1[s]
St	1
PVr SLO (%)	81
Tr SLO	60.21
Ag/g SLO	0.0988
Fo SLO	2.38
Tc* SLO	0.291[s]
PVr SLD (%)	63
Tr SLD	101
Ag/g SLD	0.1264
Fo SLD	2.341
Tc* SLD	0.303[s]
PVr SLV (%)	10
Tr SLV	949.12
Ag/g SLV	0.2994
Fo SLV	2.411
Tc* SLV	0.351[s]
Smorzamento viscoso (%)	5
Classe di duttilità	Non dissipativa
Rotazione del sisma	0[deg]
Quota dello '0' sismico	0[m]
Regolarità in pianta	Si
Regolarità in elevazione	Si
Edificio C.A.	Si
Edificio esistente	No
Altezza costruzione	2.65[m]
T1,x	0.08362[s]
T1,y	0.12271[s]
$\lambda$ SLO,x	1
$\lambda$ SLO,y	1
$\lambda$ SLD,x	1

$\lambda$ SLD,y	1
$\lambda$ SLV,x	1
$\lambda$ SLV,y	1
Limite spostamenti interpiano SLD	0.005
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.4
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.4
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1.4
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1.4
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
Esegui verifiche in combinazioni SLD per elementi esistenti	Si
Verifiche C.A.	
Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
$\gamma_s$ (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)	1.15
$\gamma_c$ (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)	1.5
Limite $\sigma_c/f_{ck}$ in combinazione rara	0.6
Limite $\sigma_c/f_{ck}$ in combinazione quasi permanente	0.45
Limite $\sigma_f/f_{yk}$ in combinazione rara	0.8
Coefficiente di riduzione della $\tau$ per cattiva aderenza	0.7
Dimensione limite fessure w1 §4.1.2.2.4	0.0002[m]
Dimensione limite fessure w2 §4.1.2.2.4	0.0003[m]
Dimensione limite fessure w3 §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
$\alpha_{cc}$ elementi nuovi nelle combinazioni sismiche	0.85
$\alpha_{cc}$ elementi esistenti	0.85

#### 2.1.4 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	0.5[m]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	0.5[m]
Dimensione massima ottimale suddivisioni archi finestre/porte (default)	0.5[m]
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento
Metodo P-Delta	non utilizzato
Analisi buckling	non utilizzata
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	No
Moltiplicatore rigidità connettori pannelli pareti legno a diaframma	1
Tolleranza di parallelismo	4.99[deg]
Tolleranza di unicità punti	0.1[m]
Tolleranza generazione nodi di aste	0.01[m]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	0.04[m]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	1[m]
Considera deformabilità a taglio negli elementi guscio	No
Modello elastico pareti in muratura	Gusci
Concentra masse pareti nei vertici	No
Segno risultati analisi spettrale	Analisi statica
Memoria utilizzabile dal solutore	8000000
Metodo di risoluzione della matrice	AspenTech MA57

Scrivi commenti nel file di input	No
Scrivi file di output in formato testo	No
Solidi colle e corpi ruvidi (default)	Solidi reali
Moltiplicatore rigidità molla torsionale applicata ad aste di fondazione	1
Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare	Equilibrio elastico

2.5 Preferenze di analisi non lineare FEM	
Metodo iterativo	Secante
Tolleranza iterazione	0.00001
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]

### 2.3 Quote

#### 2.3.1 Livelli

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al livello.

Descrizione: nome assegnato al livello.

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

Spessore: spessore del livello. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.4
L2	Sfioro	1.5	0
L3	Copertura	2.8	0.3

#### 2.3.2 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 Azioni e carichi

#### 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/m<sup>2</sup>]

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

Nome	Valori		Applicazione
	Condizione	Valore	
	Descrizione		
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

Relazione di calcolo vasche di prima pioggia

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
	Descrizione		
	Permanenti portati	3.75	Verticale
	Variabile traffico	0	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Spinta sismica acqua	0	Verticale
	Spinta acqua	0	Verticale

2.2.8 Definizioni di carichi termici

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

$\Delta T$  faccia interna: variazione di temperatura della faccia interna dell'elemento rispetto alla temperatura di costruzione. [°C]

$\Delta T$  faccia esterna: variazione di temperatura della faccia esterna dell'elemento rispetto alla temperatura di costruzione. [°C]

Nome	$\Delta T$ faccia interna	$\Delta T$ faccia esterna
VARIAZIONE TERMICA	15	15

2.2.9 Definizioni di carichi potenziali

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

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

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Valore i.: valore del carico pressorio alla quota iniziale. [kN/m<sup>2</sup>]

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

Valore f.: valore del carico pressorio alla quota finale. [kN/m<sup>2</sup>]

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_parete	Pesi strutturali	0	2.4	18.42	0
	Permanenti portati	0	2.4	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	2.4	0	0
	Variabile traffico_distribuito	8.53	2.4	8.53	0
	Spinta sismica terreno	16.77	2.4	16.77	0
	Frenatura	0	2.4	0	0

## 10.2 RAPPRESENTAZIONE GRAFICA MODELLO

### 10.2.1 Applicazione carichi

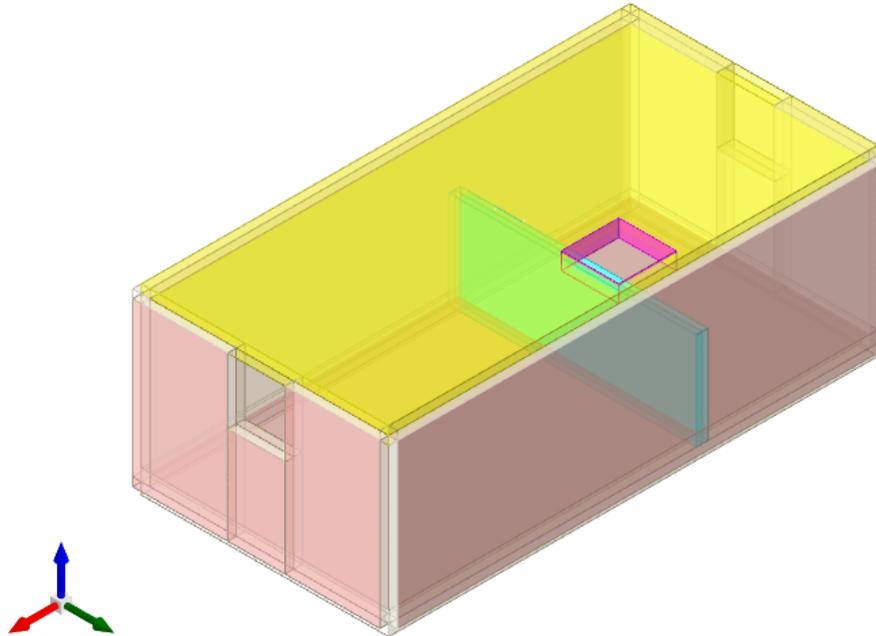


Figura 1 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

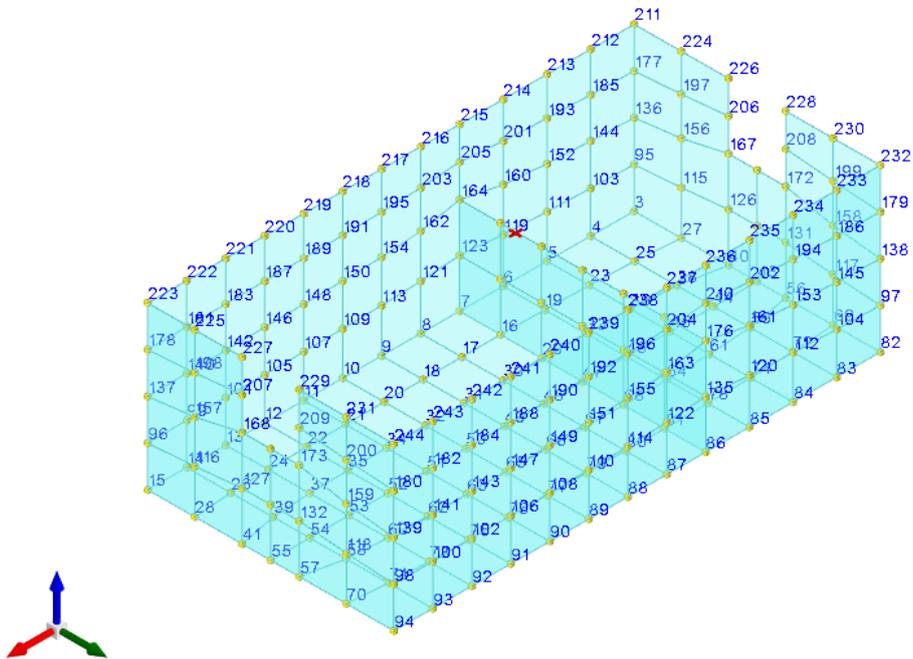


Figura 2 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

Relazione di calcolo vasche di prima pioggia

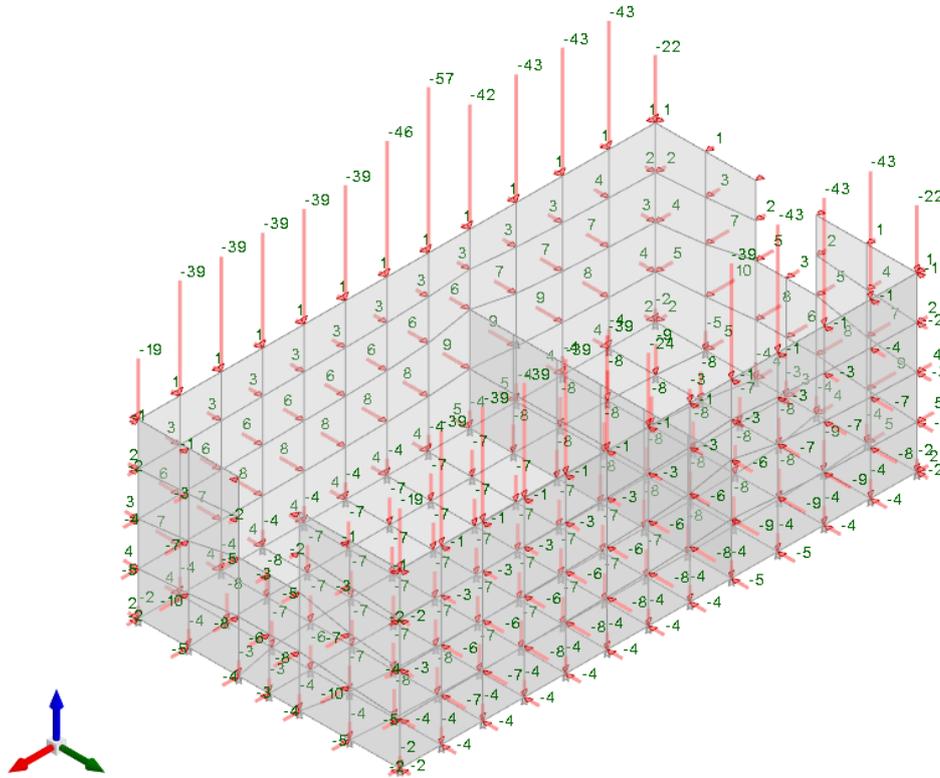


Figura 3 - Condizione permanenti strutturali

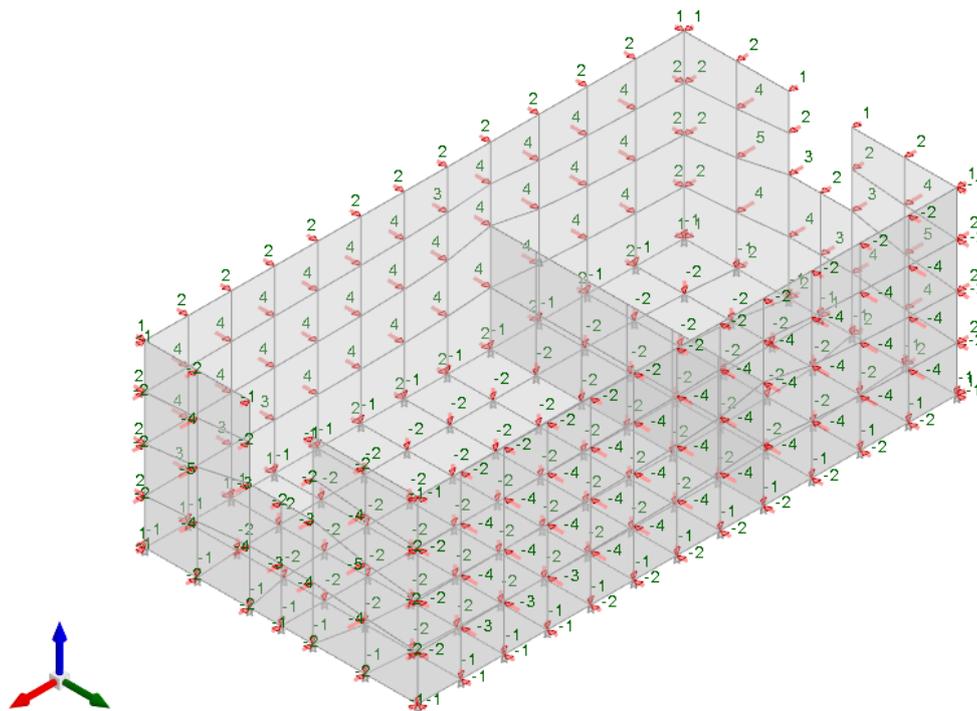


Figura 4 - Condizione permanenti non strutturali



Relazione di calcolo vasche di prima pioggia

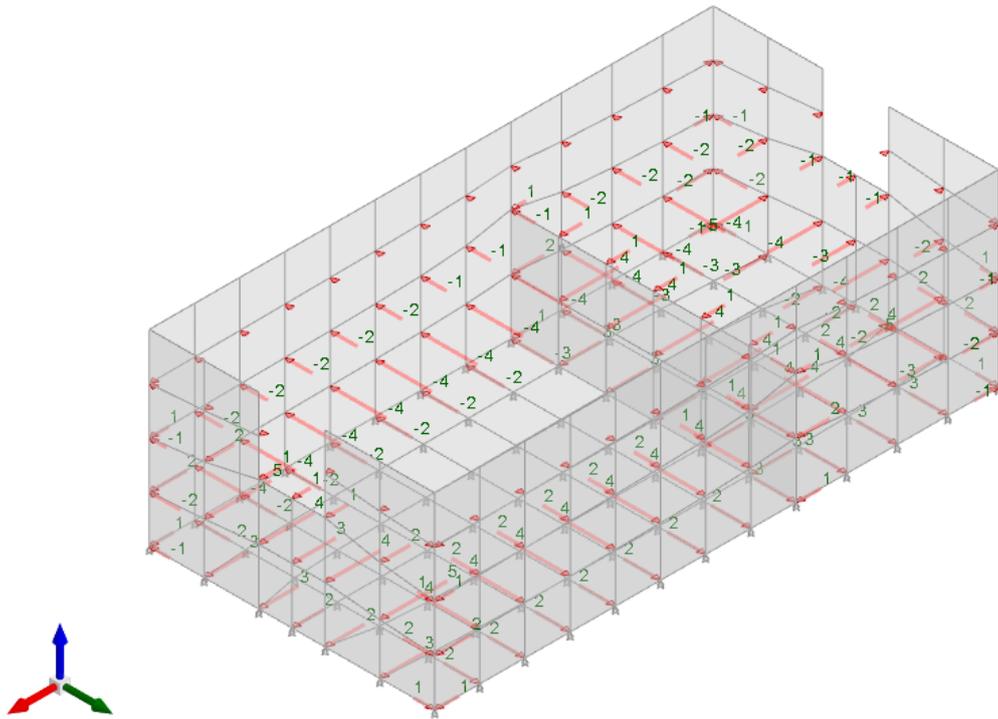


Figura 7 - Condizione spinta acqua

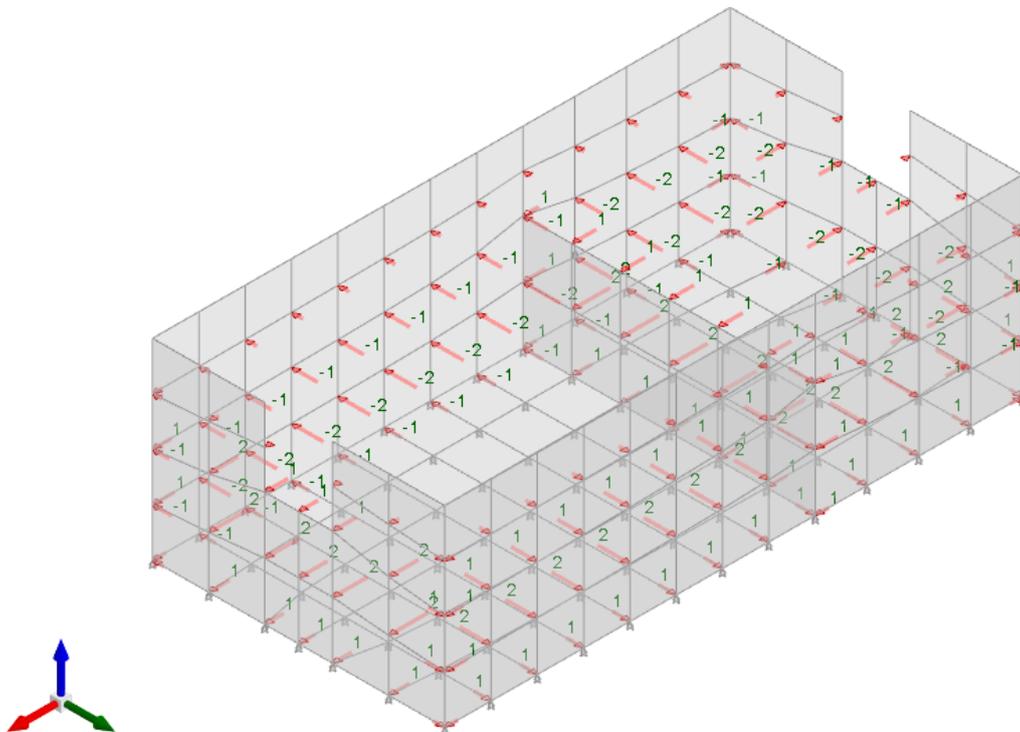


Figura 8 - Condizione spinta sismica acqua

### 10.2.2 Risultati Sollecitazioni

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

I valori delle sollecitazioni sono espressi in kN, m.

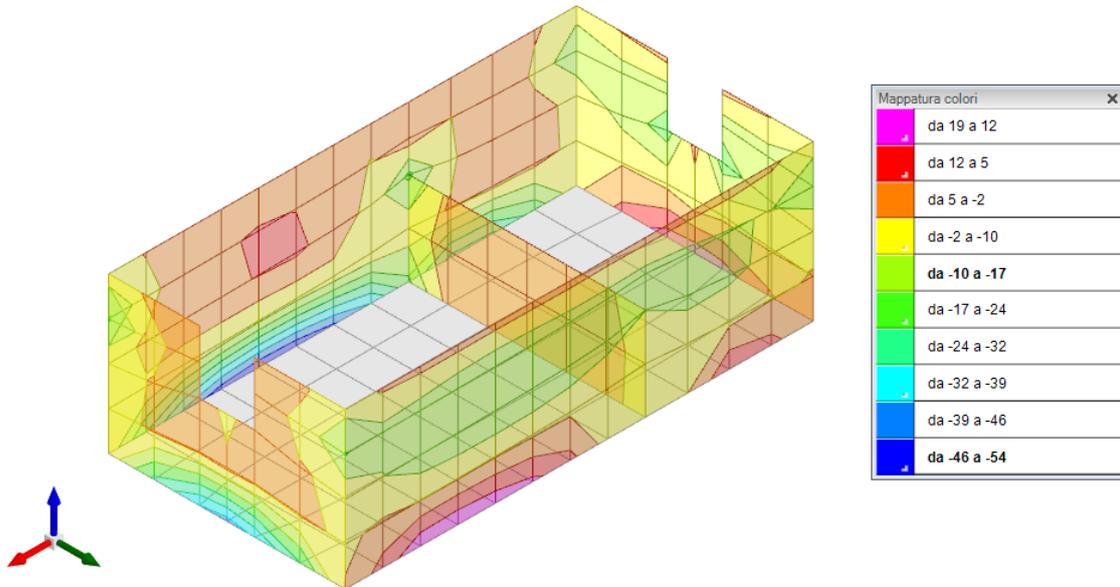


Figura 9 - Involuppo momento flettente Mzz (Involuppi SLU-SLV)

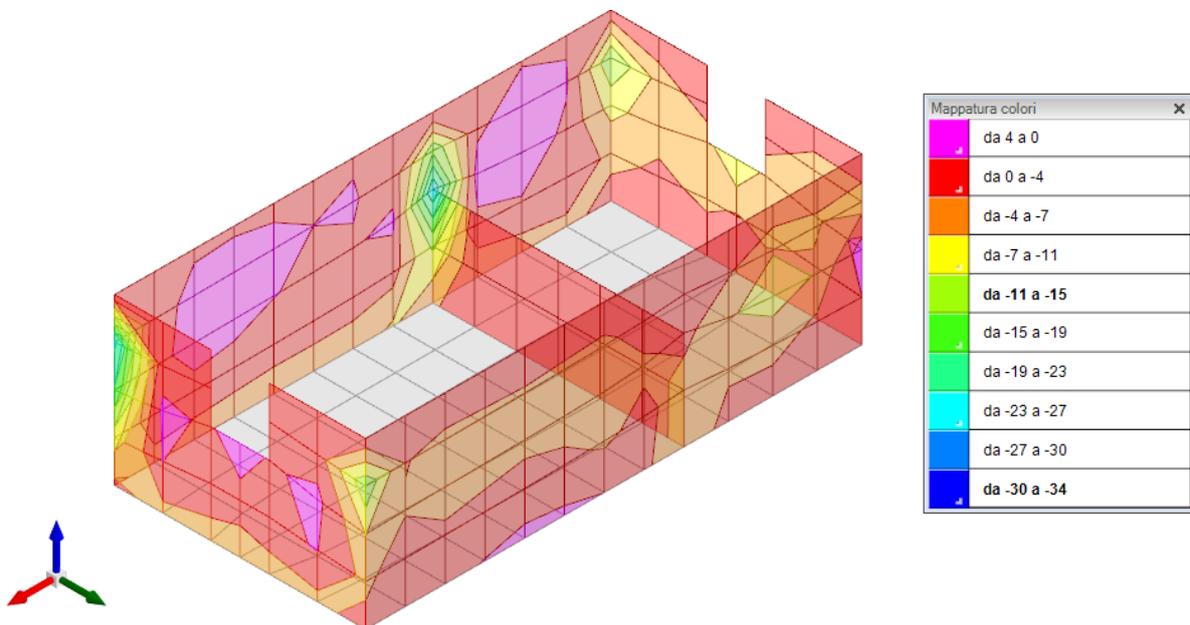


Figura 10 - Involuppo momento flettente Moo (Involuppi SLU-SLV)

Relazione di calcolo vasche di prima pioggia

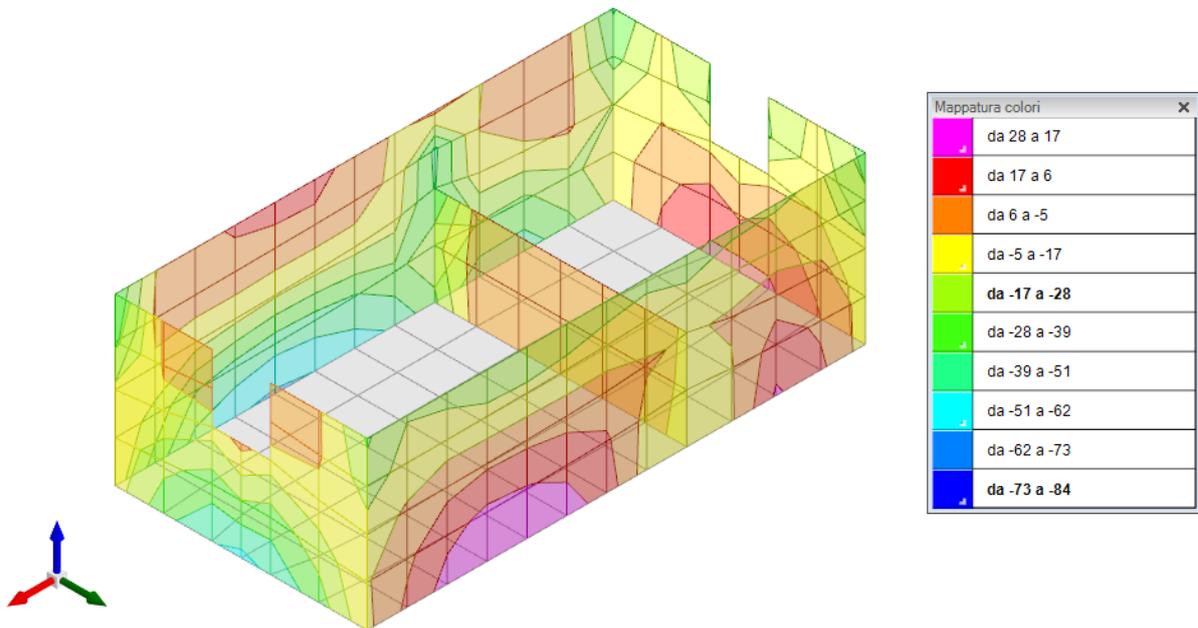


Figura 11 - Involuppo sforzo di taglio Vz (Involuppi SLU/SLV)

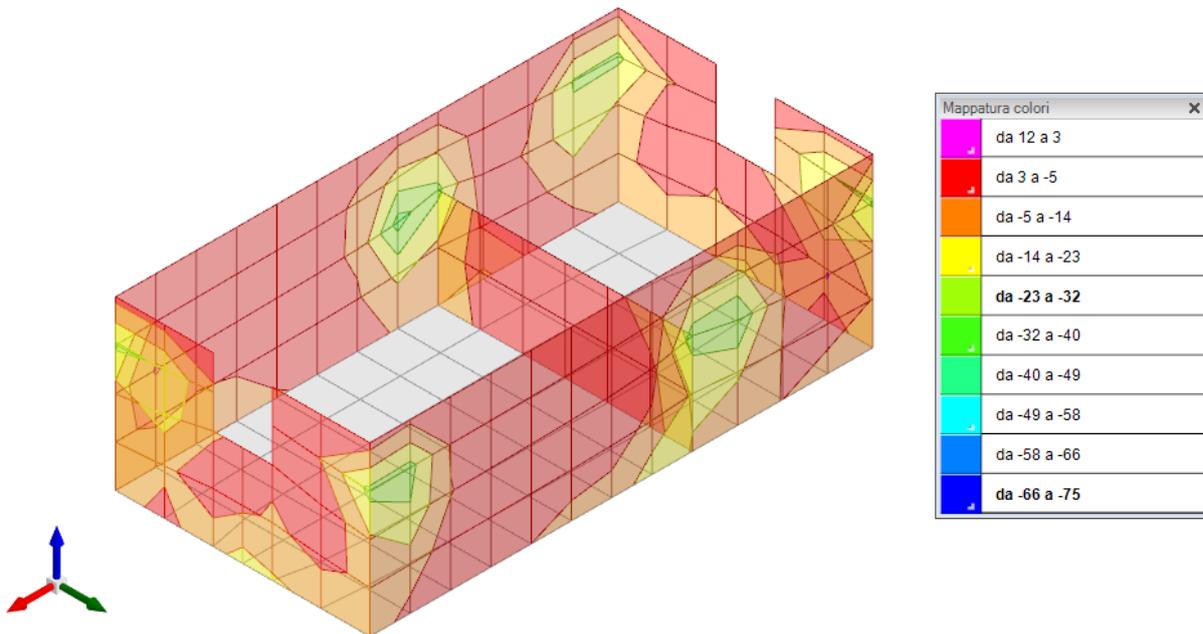


Figura 12 - Involuppo sforzo di taglio Vo (Involuppi SLU/SLV)

Relazione di calcolo vasche di prima pioggia

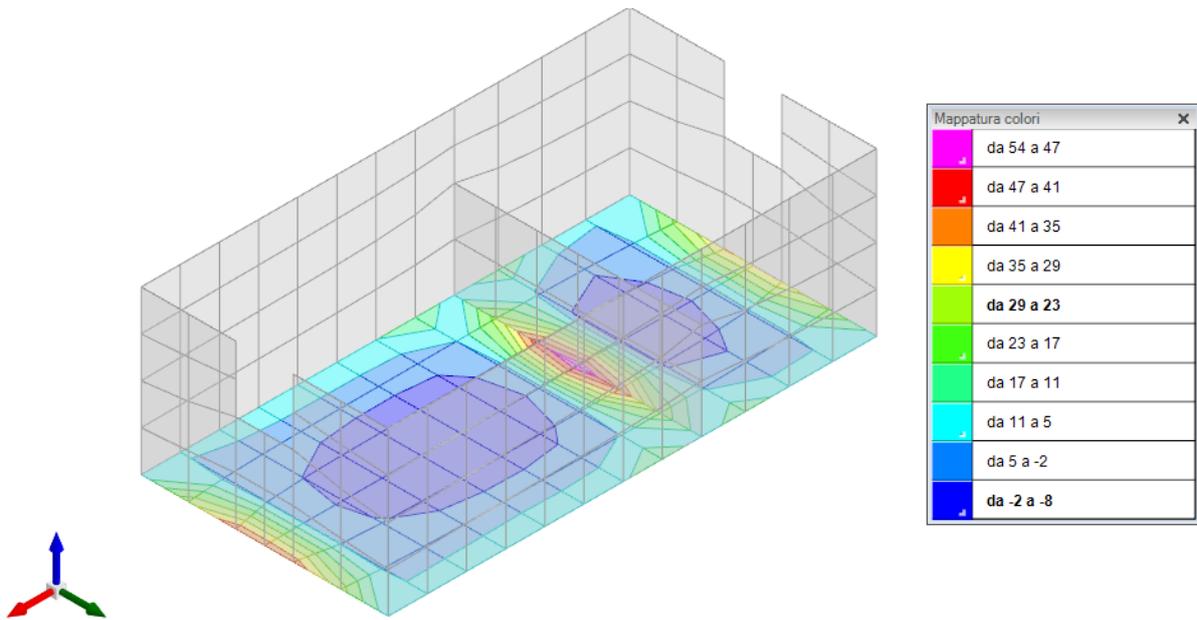


Figura 13 - Inviluppo momento flettente Mxx (Inviluppi SLU-SLV)

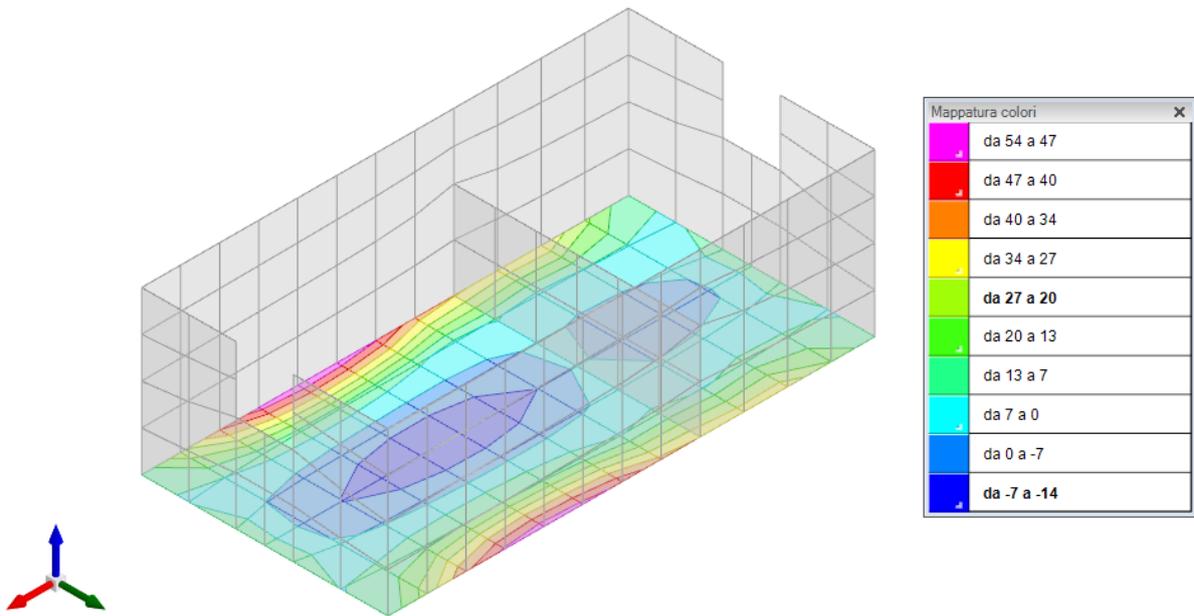


Figura 14 - Inviluppo momento flettente Myy (Inviluppi SLU-SLV)

Relazione di calcolo vasche di prima pioggia

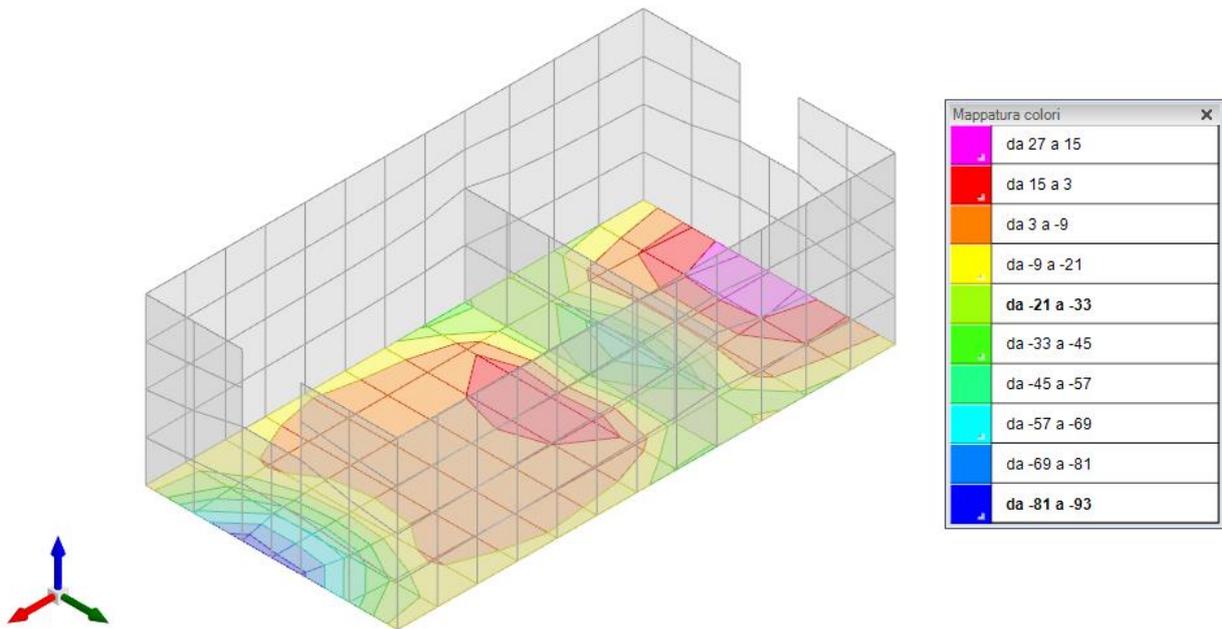


Figura 15 - Inviluppo sforzo di taglio Vx (Inviluppi SLU/SLV)

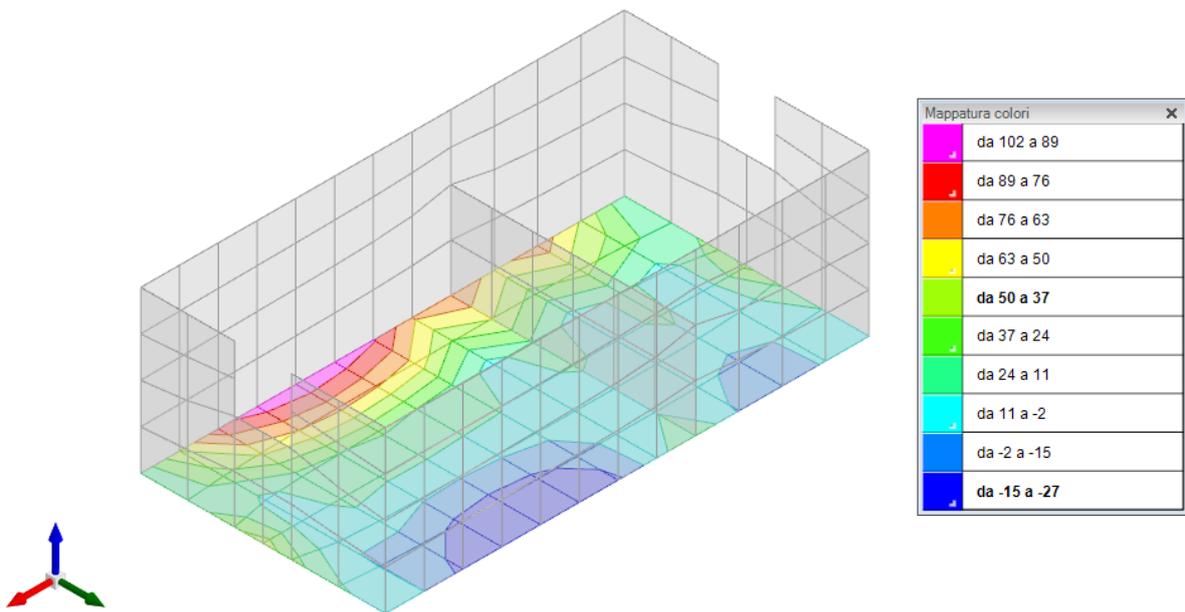


Figura 16 - Inviluppo sforzo di taglio Vy (Inviluppi SLU/SLV)

Relazione di calcolo vasche di prima pioggia

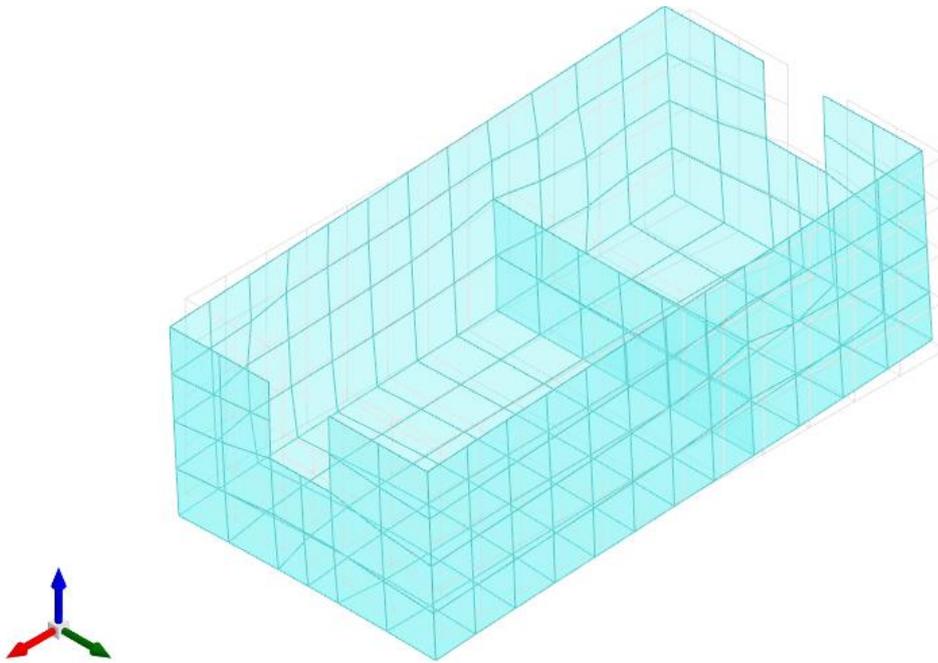


Figura 17 – Spostamenti condizione sisma X SLV

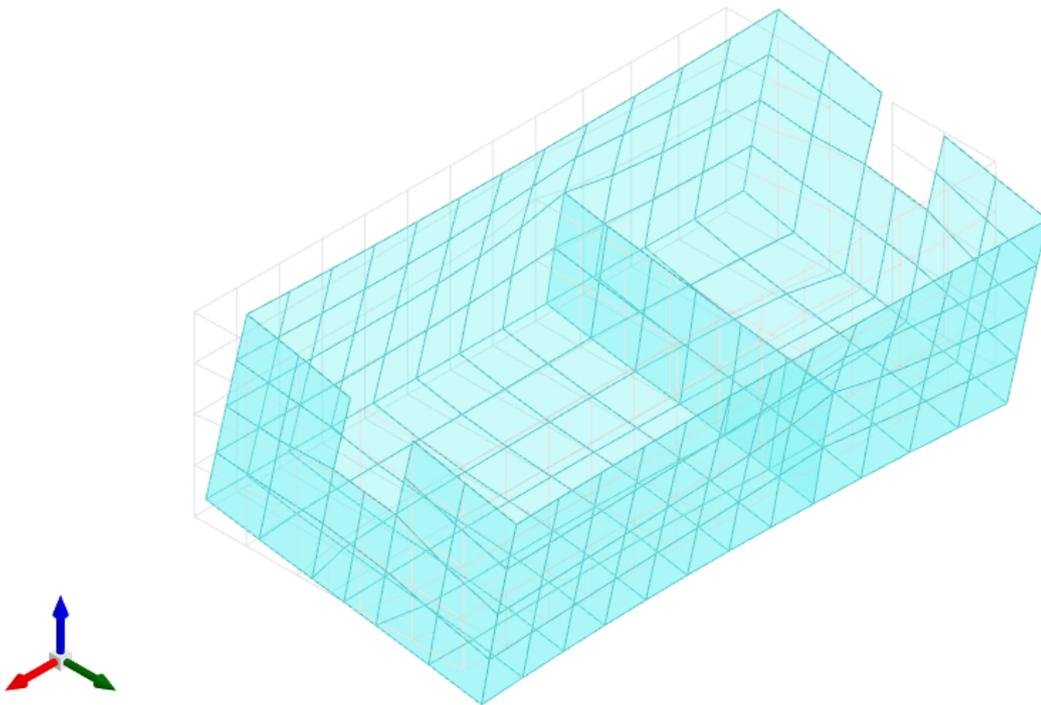


Figura 18 – Spostamenti condizione sisma Y SLV

## 10.3 VERIFICHE STRUTTURALI

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

### 10.3.1 Verifiche pareti

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

*Q.inf.:* quota inferiore [m]  
*Q.sup.:* quota superiore [m]  
*Sezione:* sezione impiegata  
*Esistente:* campata esistente  
*Secondaria:* campata secondaria  
*Dissipativa:* campata dissipativa  
*Sovreresistenza:* aliquota di sovreresistenza da assicurare in verifica  
*Materiale CLS:* materiale calcestruzzo impiegato  
*Materiale Acciaio:* materiale/i acciaio impiegato/i  
*FC:* fattore di confidenza riferito al materiale CLS  
*Posizione:* posizione della barra  
*X:* ascissa relativa della barra rispetto al baricentro della sezione [m]  
*Y:* ordinata relativa della barra rispetto al baricentro della sezione [m]  
*Diametro:* diametro nominale della barra [m]  
*Area:* area nominale della barra [m<sup>2</sup>]  
*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 [m<sup>2</sup>]  
*%:* percentuale di acciaio  
*At:* area delle armature verticali destinata alla verifica di torsione [m<sup>2</sup>]  
*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<sub>cu</sub>:* deformazione ultima utilizzata per il calcestruzzo [‰]  
*ε<sub>fk</sub>:* deformazione ultima utilizzata per l'acciaio [‰]  
*C.S.:* coefficiente di sicurezza minimo  
*N<sub>min</sub>:* compressione massima [kN]  
*N<sub>lim</sub>:* compressione limite [kN]  
*Comb.N<sub>min</sub>:* 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:* cotagente delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata  
*c.s.:* coefficiente di sicurezza per la verifica nella direzione considerata  
*Direzione Y:* dati della verifica a taglio in direzione Y  
*σ<sub>c,max</sub>:* tensione massima sul calcestruzzo [kN/m<sup>2</sup>]  
*σ<sub>f,max</sub>:* tensione massima sull'acciaio [kN/m<sup>2</sup>]

#### Parete 1

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

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

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.4
L2	Sfioro	1.5	0
L3	Copertura	2.8	0.3

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
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
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
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
198 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.078	0.078
178 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0731	0.0731	0.0826	0.0826
180 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0731	0.0731	0.088	0.088
171 Prosp.A	Verticale	0.5	0.3	0.093	0.093	0.058	0.058

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

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
168 Prosp.A	Orizzontale	SLV 6	7.95	74.79	22.765	214.15	2.8635	Si
173 Prosp.A	Orizzontale	SLV 7	7.9703	71.77	23.2879	209.69	2.9218	Si
198 Prosp.A	Verticale	SLU 1	-0.4722	152.15	-1.8313	590.03	3.8779	Si
200 Prosp.A	Verticale	SLU 1	-0.4692	151.48	-1.8278	590.14	3.8958	Si
198 Prosp.A	Verticale	SLU 26	0.7669	136.15	3.2698	580.5	4.2638	Si

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

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
168 Prosp.A	Orizzontale	SLD 6	7.7387	30.16	32.7491	127.65	4.2318	Si
173 Prosp.A	Orizzontale	SLD 7	7.7607	28.09	33.4787	121.19	4.3139	Si
207 Prosp.A	Orizzontale	SLD 6	4.8682	11.11	36.0678	82.29	7.4089	Si
209 Prosp.A	Orizzontale	SLD 7	4.8618	10.45	36.4906	78.42	7.5056	Si
198 Prosp.A	Orizzontale	SLD 6	6.1214	5.57	72.7912	66.23	11.8913	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 38	51.59	-90.41	3.4184	138.19	658.47	0	138.19	2.5	0.0010053	2.6789	Si
127 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLU 38	33.56	-70.9	2.3719	140.14	655.95	0	140.14	2.5	0.0011058	4.176	Si
132 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLU 38	33.23	-70.47	2.3946	140.09	655.9	0	140.09	2.5	0.0011058	4.2162	Si
244 Prosp.A	Orizzontale	0.238	0.5	Non necessaria	0	SLU 13	13.25	51.15	0.7717	63.68	347.4	0	63.68	2.5	0.0004021	4.8045	Si
223 Prosp.A	Orizzontale	0.238	0.5	Non necessaria	0	SLU 13	13.22	50.81	0.7685	63.68	347.4	0	63.68	2.5	0.0004021	4.8167	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	33.36	-43.15	4.2552	132.95	653.04	0	132.95	2.5	0.0010053	3.9852	Si
159 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 2	-25.21	-45.2	3.3384	134.57	715.07	0	134.57	2.5	0.0007697	5.3379	Si
157 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 3	24.82	-43.08	3.287	134.31	714.81	0	134.31	2.5	0.0007697	5.411	Si
127 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLD 6	22.12	-19.54	2.5879	134.44	650.06	0	134.44	2.5	0.0011058	6.0788	Si
132 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLD 11	22.14	-27.82	2.0877	135.36	651.01	0	135.36	2.5	0.0011058	6.1135	Si

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

Relazione di calcolo vasche di prima pioggia

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	$\sigma_c$	$\sigma_c$ limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
173 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	7.6795	-14.78	No	-1033	19920	15	19.2771	Si
168 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	7.6673	-12.84	No	-1020	19920	15	19.5238	Si
178 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	3.9077	-85.04	No	-973	19920	15	20.48	Si
180 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	3.8927	-83.75	No	-969	19920	15	20.5571	Si
173 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 5	4.7987	-18.19	No	-699	14940	15	21.3742	Si

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	$\sigma_f$	$\sigma_f$ limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
171 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	1.8204	91.91	No	9615	360000	15	37.4399	Si
180 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 3	-4.147	47.67	No	7855	360000	15	45.829	Si
178 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 3	-4.1369	46.87	No	7733	360000	15	46.5546	Si
168 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	7.6673	-12.84	No	5784	360000	15	62.2434	Si
173 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	7.6795	-14.78	No	5621	360000	15	64.041	Si

## Parete 2

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

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

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.4
L2	Sfioro	1.5	0
L3	Copertura	2.8	0.3

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	$A_{s,sup}$	$A_{s,inf}$	$c_{sup}$	$c_{inf}$
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
169 Prosp.A	Verticale	0.5	0.3	0.0776	0.0776	0.0582	0.0582
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
206 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.0841	0.0841
208 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0603	0.0603	0.0841	0.0841
197 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.078	0.078
177 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0731	0.0731	0.088	0.088
179 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0731	0.0731	0.088	0.088

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

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
167 Prosp.A	Orizzontale	SLV 9	-9.0397	73.45	-24.5168	199.2	2.7121	Si
172 Prosp.A	Orizzontale	SLV 12	-9.0826	71.66	-24.8676	196.21	2.7379	Si
169 Prosp.A	Verticale	SLU 36	-5.0976	136.39	-17.9996	481.58	3.531	Si
197 Prosp.A	Verticale	SLU 36	-4.2759	133.52	-18.0836	564.67	4.2292	Si
199 Prosp.A	Verticale	SLU 36	-4.249	132.31	-18.2388	567.93	4.2925	Si

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

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
167 Prosp.A	Orizzontale	SLD 9	-8.8377	30.81	-33.8392	117.98	3.829	Si
172 Prosp.A	Orizzontale	SLD 12	-8.8785	29.88	-34.1759	115.01	3.8493	Si
206 Prosp.A	Orizzontale	SLD 9	-7.3611	11.38	-38.5403	59.57	5.2357	Si
208 Prosp.A	Orizzontale	SLD 12	-7.286	11.11	-38.6145	58.88	5.2998	Si
197 Prosp.A	Orizzontale	SLD 9	-9.0287	5.66	-74.9423	47.01	8.3004	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
128 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLU 38	-48.69	-75.67	-5.1575	136.56	656.78	0	136.56	2.5	0.0010053	2.8044	Si
126 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLU 38	-31.64	-59.76	-5.553	138.9	654.67	0	138.9	2.5	0.0011058	4.3894	Si
131 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLU 38	-31.31	-57.17	-5.6524	138.61	654.38	0	138.61	2.5	0.0011058	4.4273	Si
158 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLU 37	30.13	-39.51	-5.8395	134.28	714.36	0	134.28	2.5	0.0009236	4.4566	Si
156 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLU 37	-29.6	-37.51	-5.8067	133.68	714.11	0	133.68	2.5	0.000916	4.5156	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 13	-32.07	-36.37	-5.3584	132.19	652.26	0	132.19	2.5	0.0010053	4.1221	Si
158 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 16	24.47	-35.95	-5.3215	133.85	713.91	0	133.85	2.5	0.0009236	5.4707	Si
156 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 13	-24.22	-34.16	-5.326	133.27	713.69	0	133.27	2.5	0.000916	5.5027	Si
126 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLD 5	-21.39	-22.49	-4.8226	134.77	650.4	0	134.77	2.5	0.0011058	6.2995	Si
131 Prosp.A	Orizzontale	0.222	1	Non necessaria	0	SLD 12	-21.12	-13.89	-5.3603	133.81	649.41	0	133.81	2.5	0.0011058	6.3359	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
172 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-8.8595	-11.42	No	-1159	19920	15	17.1924	Si
167 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-8.8255	-11.11	No	-1153	19920	15	17.283	Si
169 Prosp.A	Verticale	SLE RA 7	-3.8403	-114.96	No	-1099	19920	15	18.1179	Si
177 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-4.6326	-84.48	No	-1065	19920	15	18.7065	Si
179 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-4.5625	-83.3	No	-1049	19920	15	18.9838	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	-3.5798	90.54	No	11618	360000	15	30.9875	Si
179 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 3	4.3261	46.9	No	7948	360000	15	45.2953	Si
177 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 3	4.34	46.15	No	7895	360000	15	45.5988	Si
172 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-8.8595	-11.42	No	6987	360000	15	51.5232	Si
167 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-8.8255	-11.11	No	6985	360000	15	51.541	Si

Parete 3

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

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Livelli significativi

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.4
L2	Sfioro	1.5	0
L3	Copertura	2.8	0.3

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
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
202 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
149 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.072	0.072
190 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.0978	0.0978	0.078	0.078
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

Relazione di calcolo vasche di prima pioggia

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
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

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
176 Prosp.A	Verticale	SLU 36	25.785	327.75	27.6301	351.21	1.0716	Si
196 Prosp.A	Verticale	SLU 16	-3.8866	479	-4.635	571.24	1.1926	Si
192 Prosp.A	Verticale	SLU 16	-3.4993	475.93	-4.2196	573.89	1.2058	Si
190 Prosp.A	Verticale	SLU 16	-2.6965	464.3	-3.3665	579.65	1.2484	Si
202 Prosp.A	Verticale	SLU 36	-1.6738	459.42	-2.1422	587.98	1.2798	Si

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

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
176 Prosp.A	Verticale	SLD 5	19.8589	1.9	60.0392	5.73	3.0233	Si
135 Prosp.A	Verticale	SLD 9	13.0189	3.98	64.7354	19.77	4.9724	Si
153 Prosp.A	Verticale	SLD 9	-7.1849	-2.18	-56.3619	-17.08	7.8444	Si
149 Prosp.A	Orizzontale	SLD 6	-15.1281	-44.59	-118.9189	-350.49	7.8608	Si
190 Prosp.A	Orizzontale	SLD 6	-14.8297	-49.39	-120.4788	-401.27	8.1242	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
176 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLU 36	-49.87	327.75	25.785	129.08	709.39	0	129.08	2.5	0.0006927	2.5882	Si
176 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLU 36	-54.61	-136.42	20.9913	145.17	681.69	0	145.17	2.5	0.0010053	2.6581	Si
163 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLU 36	-46.16	288.78	-2.1627	129.08	709.39	0	129.08	2.5	0.0007697	2.796	Si
161 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLU 36	44.08	265.15	-4.1701	129.08	709.39	0	129.08	2.5	0.0007697	2.9284	Si
108 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLU 40	-44.8	-153.24	4.9444	147.08	683.67	0	147.08	2.5	0.0010053	3.2832	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	-37.83	1.9	19.8589	129.08	709.39	0	129.08	2.5	0.0006927	3.4117	Si
163 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 5	-36.06	-4.33	-1.9655	129.6	709.94	0	129.6	2.5	0.0007697	3.5945	Si
176 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLD 5	-35.36	-65.33	8.7934	137.06	673.31	0	137.06	2.5	0.0010053	3.876	Si
108 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLD 10	-33.31	-48.08	-0.2873	135.1	671.27	0	135.1	2.5	0.0010053	4.056	Si
106 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLD 10	-32.19	-47.28	-0.177	135	671.18	0	135	2.5	0.0010053	4.1937	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
176 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	14.7239	-100.61	No	-1212	19920	15	16.4312	Si
180 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-5.3459	-90.21	No	-1211	19920	15	16.4439	Si
179 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-5.0267	-92.78	No	-1187	19920	15	16.7838	Si
196 Prosp.A	Verticale	SLE RA 7	-1.3736	-345.31	No	-1153	19920	15	17.2783	Si
204 Prosp.A	Verticale	SLE RA 7	-1.1513	-349.64	No	-1153	19920	15	17.2818	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
176 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	17.862	217.83	No	20441	360000	15	17.6114	Si
196 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	-2.8736	317.1	No	16358	360000	15	22.0074	Si
192 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	-2.5143	315.41	No	16075	360000	15	22.3948	Si
236 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	2.1019	199.19	No	15456	360000	15	23.2922	Si
190 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	-1.9209	308.53	No	15418	360000	15	23.3493	Si

### Parete 4

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

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

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.4
L2	Sfioro	1.5	0
L3	Copertura	2.8	0.3

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
164 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.0693	0.0693	0.057	0.057
195 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.077	0.077	0.057	0.057
191 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.077	0.077	0.057	0.057
189 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.077	0.077	0.057	0.057
201 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.077	0.077	0.057	0.057
123 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.077	0.077	0.057	0.057
152 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.0616	0.0616	0.057	0.057
189 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.0978	0.0978	0.078	0.078
148 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.072	0.072
164 Prosp.A	Orizzontale	1	0.3	0.1005	0.1005	0.072	0.072
178 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0549	0.0549	0.0841	0.0841
177 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.3	0.0549	0.0549	0.0841	0.0841
215 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

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
164 Prosp.A	Verticale	SLU 36	-26.3472	338.77	-27.4201	352.56	1.0407	Si
195 Prosp.A	Verticale	SLU 16	3.9041	479.29	4.6514	571.04	1.1914	Si
191 Prosp.A	Verticale	SLU 11	2.8059	478.39	3.3989	579.48	1.2113	Si
189 Prosp.A	Verticale	SLU 16	2.6072	461.45	3.2788	580.32	1.2576	Si
201 Prosp.A	Verticale	SLU 16	1.4422	456.87	1.8619	589.83	1.291	Si

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

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
164 Prosp.A	Verticale	SLD 8	-20.1859	7.09	-58.2864	20.48	2.8875	Si
123 Prosp.A	Verticale	SLD 12	-12.8635	9.49	-61.6994	45.52	4.7965	Si
152 Prosp.A	Verticale	SLD 8	6.9606	-0.83	55.1053	-6.54	7.9168	Si
189 Prosp.A	Orizzontale	SLD 7	14.7202	-52.79	125.2791	-449.31	8.5107	Si
148 Prosp.A	Orizzontale	SLD 7	14.8749	-51.43	128.3106	-443.6	8.626	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
164 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLU 36	51.06	338.77	-26.3472	129.08	709.39	0	129.08	2.5	0.0006927	2.528	Si
164 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLU 36	57.48	-181.25	-22.7508	150.28	686.98	0	150.28	2.5	0.0010053	2.6143	Si
162 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLU 36	47.21	303.54	2.21	129.08	709.39	0	129.08	2.5	0.0007697	2.7338	Si
160 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLU 36	-44.98	266.08	4.1547	129.08	709.39	0	129.08	2.5	0.0007697	2.8698	Si
107 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLU 40	45.71	-174.32	-6.1269	149.49	686.16	0	149.49	2.5	0.0010053	3.2705	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
164 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 8	38.57	7.09	-20.1859	129.08	709.39	0	129.08	2.5	0.0006927	3.3463	Si
162 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 8	36.73	2.55	2.0305	129.08	709.39	0	129.08	2.5	0.0007697	3.5146	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
164 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLD 8	36.88	-86.17	-9.663	139.44	675.77	0	139.44	2.5	0.0010053	3.7813	Si
107 Prosp.A	Orizzontale	0.228	1	Non necessaria	0	SLD 11	33.74	-56.75	-0.2005	136.08	672.29	0	136.08	2.5	0.0010053	4.0335	Si
160 Prosp.A	Verticale	0.243	1	Non necessaria	0	SLD 8	-31.28	6.33	5.0695	129.08	709.39	0	129.08	2.5	0.0007697	4.1264	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
164 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	-16.0049	-133.28	No	-1390	19920	15	14.3286	Si
178 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	5.3768	-91.81	No	-1225	19920	15	16.2628	Si
177 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	5.0665	-93.93	No	-1199	19920	15	16.617	Si
195 Prosp.A	Verticale	SLE RA 7	1.4548	-340.29	No	-1142	19920	15	17.4384	Si
201 Prosp.A	Verticale	SLE RA 7	2.1784	-323.72	No	-1135	19920	15	17.5456	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
164 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	-18.2698	225.86	No	21051	360000	15	17.1015	Si
195 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	2.8845	317.49	No	16382	360000	15	21.9747	Si
191 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	2.4566	313.79	No	15967	360000	15	22.5462	Si
215 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	-2.1719	196.48	No	15329	360000	15	23.485	Si
189 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	1.8453	306.12	No	15263	360000	15	23.5868	Si

## Parete Sfiato

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

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Livelli significativi

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.4
L2	Sfiato	1.5	0

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
134 Prosp.A	Verticale	1	0.2	0.0393	0.0393	0.055	0.055
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
170 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

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

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
129 Prosp.A	Verticale	SLU 27	0.3449	234.55	0.4454	302.86	1.2912	Si
125 Prosp.A	Verticale	SLU 27	0.3165	234.11	0.4099	303.21	1.2952	Si
133 Prosp.A	Verticale	SLU 27	0.3215	232.16	0.4197	303.12	1.3057	Si
124 Prosp.A	Verticale	SLU 27	-0.1774	154.14	-0.3497	303.82	1.9711	Si
134 Prosp.A	Verticale	SLU 27	-0.1817	147.4	-0.3742	303.57	2.0596	Si

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

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Relazione di calcolo vasche di prima pioggia

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
166 Prosp.A	Verticale	SLD 5	-1.582	19.95	-8.2634	104.22	5.2233	Si
174 Prosp.A	Verticale	SLD 8	-1.576	18.49	-8.5627	100.45	5.4333	Si
170 Prosp.A	Verticale	SLD 2	-1.4636	19.12	-8.1171	106.03	5.5458	Si
165 Prosp.A	Verticale	SLD 5	-1.0487	1.8	-14.4067	24.78	13.7382	Si
175 Prosp.A	Verticale	SLD 8	-1.0442	-0.19	-16.4723	-3	15.775	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	-12.22	-51.41	-0.6715	90.62	393.57	0	90.62	2.5	0.0007697	7.4147	Si
165 Prosp.A	Verticale	0.144	0.5	Non necessaria	0	SLV 10	-5.58	0.26	-0.6028	41.99	210.21	0	41.99	2.5	0.000311	7.5202	Si
175 Prosp.A	Verticale	0.144	0.5	Non necessaria	0	SLV 11	5.55	0.92	-0.5999	41.99	210.21	0	41.99	2.5	0.000311	7.5653	Si
125 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLV 15	-10.48	-47.41	-1.1206	90.22	393.16	0	90.22	2.5	0.0007697	8.6081	Si
133 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLV 14	-10.42	-42.19	-1.1067	89.7	392.62	0	89.7	2.5	0.0007697	8.6103	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
165 Prosp.A	Verticale	0.144	0.5	Non necessaria	0	SLD 10	-5.55	-36.45	-1.1175	45.92	214.28	0	45.92	2.5	0.000311	8.276	Si
175 Prosp.A	Verticale	0.144	0.5	Non necessaria	0	SLD 11	5.52	-35.65	-1.1193	45.84	214.19	0	45.84	2.5	0.000311	8.2995	Si
129 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLD 16	-10.94	-55.6	-0.8749	91.04	394.01	0	91.04	2.5	0.0007697	8.3193	Si
133 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLD 14	-9.21	-48.95	-1.3112	90.38	393.32	0	90.38	2.5	0.0007697	9.8148	Si
125 Prosp.A	Orizzontale	0.133	1	Non necessaria	0	SLD 15	-9.24	-54.23	-1.3197	90.9	393.86	0	90.9	2.5	0.0007697	9.8416	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
165 Prosp.A	Verticale	SLE QP 4	-1.1538	-25.86	No	-565	14940	15	26.4479	Si
175 Prosp.A	Verticale	SLE QP 4	-1.1575	-24.88	No	-557	14940	15	26.8245	Si
165 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	-0.0225	-79.39	No	-733	19920	15	27.1924	Si
175 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	-0.025	-77.86	No	-719	19920	15	27.6956	Si
134 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	0.0569	-134.83	No	-645	19920	15	30.89	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
129 Prosp.A	Verticale	SLE RA 7	0.241	151.75	No	10983	360000	15	32.7766	Si
125 Prosp.A	Verticale	SLE RA 7	0.222	151.56	No	10952	360000	15	32.8718	Si
133 Prosp.A	Verticale	SLE RA 7	0.2257	150.14	No	10855	360000	15	33.1659	Si
170 Prosp.A	Verticale	SLE RA 10	0.1285	76.09	No	10687	360000	15	33.6871	Si
166 Prosp.A	Verticale	SLE RA 10	0.1009	71.17	No	9958	360000	15	36.1522	Si

### 10.3.2 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. [m<sup>2</sup>]

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

*A. inf.:* area barre armatura inferiori. [m<sup>2</sup>]

*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.

Relazione di calcolo vasche di prima pioggia

Verifica: stato di verifica.

oc: tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

olim: tensione limite. [kN/m<sup>2</sup>]

Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.

of: tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

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	50.2358	8.96	131.1145	23.39	2.61	Si
29	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLU 27	41.6938	12.96	128.5558	39.97	3.0833	Si
11	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLU 40	52.6674	-75.19	171.3167	-244.57	3.2528	Si
68	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLU 27	39.048	5.99	131.6084	20.19	3.3704	Si
10	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLU 40	51.279	-76.63	173.5942	-259.42	3.3853	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
11	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLD 15	33.3649	-53.32	155.0777	-247.81	4.6479	Si
90	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLD 14	32.4148	-53.17	156.382	-256.53	4.8244	Si
12	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLD 15	32.0815	-52.01	155.7907	-252.58	4.8561	Si
91	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLD 14	31.1661	-51.76	157.0181	-260.78	5.0381	Si
10	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLD 11	30.6129	-50.13	156.2903	-255.92	5.1054	Si

Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrds	Vrzd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
21	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 40	-99.67	-71.99	165.36	165.36	0	960.8	2.5	0.0010053	1.6591	Si
11	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 40	-99.67	-75.19	165.75	165.75	0	961.2	2.5	0.0010053	1.663	Si
20	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 40	-97.4	-72.7	165.45	165.45	0	960.89	2.5	0.0010053	1.6986	Si
10	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 40	-97.4	-76.63	165.93	165.93	0	961.39	2.5	0.0010053	1.7036	Si
12	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 40	-94.51	-73.02	165.49	165.49	0	960.93	2.5	0.0010053	1.751	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	Vrds	Vrzd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
21	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 9	-60.82	-51.29	233.49	233.49	0	958.18	2.5	0.0010053	3.8387	Si
11	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 9	-60.83	-54.34	233.86	233.86	0	958.57	2.5	0.0010053	3.8448	Si
12	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 9	-59.83	-52.56	233.64	233.64	0	958.34	2.5	0.0010053	3.905	Si
20	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 9	-57.55	-49.62	233.28	233.28	0	957.97	2.5	0.0010053	4.0537	Si
10	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 9	-57.55	-53.17	233.72	233.72	0	958.42	2.5	0.0010053	4.0614	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	oc	olim	Es/Ec	Verifica
11	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 10	37.7814	-53.58	-1425	19920	15	Si
11	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE QP 5	27.7803	-42.07	-1054	14940	15	Si
10	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 10	36.6898	-54.5	-1389	19920	15	Si
90	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 10	36.3493	-53.2	-1374	19920	15	Si
90	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE QP 5	26.7763	-41.81	-1019	14940	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	of	olim	Es/Ec	Verifica
47	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 7	36.1457	1.74	13019	360000	15	Si
29	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 7	30.1114	4.15	10939	360000	15	Si
11	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 10	37.7814	-53.58	10418	360000	15	Si
68	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 7	28.1834	-0.94	10071	360000	15	Si

Relazione di calcolo vasche di prima pioggia

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	af	olim	Es/Ec	Verifica
10	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 10	36.6898	-54.5	10030	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

## 11 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le strutture di fondazione del tombino scatolare sono costituite da una platea in c.a. di spessore pari a 0.40 m, con dimensioni pari a 4.60 x 8.80 m, il cui piano di posa è disposto ad una profondità di 3.20 m circa.

### 11.1 VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO

La rigidità delle molle, attraverso la quale viene schematizzata l'interazione terreno-struttura, viene calcolata utilizzando un coefficiente di sottofondo pari a 170534 kN/m<sup>3</sup>.

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:  $k = 170534$  kN/m<sup>3</sup>. Pertanto in sede di modellazione è stato assunto un valore della costante di sottofondo pari a 170000 kN/m<sup>3</sup>.

### 11.2 VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL COMPLESSO TERRENO-FONDAZIONE

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

- Combinazione 1 : A1 + M1 + R3

Essendo le vasche di prima pioggia dislocate in vari punti lungo il percorso stradale in oggetto, per la verifica della capacità portante si considera, a vantaggio di sicurezza, con riferimento ai profili geotecnici, al litotipo con caratteristiche meccaniche più scadenti su cui si va a fondare una delle vasche, coincidente con il complesso denominato "Trav". Pertanto ai fini della verifica della capacità portante si impiegano le caratteristiche di questo litotipo, riepilogate al paragrafo 3.

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 <sup>3</sup>	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="22"/>	kN/m <sup>3</sup>	Peso per unità di volume del terreno di fondazione
$\varphi =$	<input type="text" value="32"/>	°	Angolo di attrito
$c' =$	<input type="text" value="28"/>	kN/m <sup>2</sup>	Coesione efficace
$c_u =$	<input type="text" value="0"/>	kN/m <sup>2</sup>	Coesione non drenata
$\gamma_r =$	<input type="text" value="19"/>	kN/m <sup>3</sup>	Peso per unità di volume del terreno di riempimento laterale
$K_p =$	<input type="text" value="3,255"/>		Coefficiente di spinta passiva
$q =$	<input type="text" value="60,80"/>	kN/m <sup>2</sup>	Pressione litostatica alla profondità del piano di posa

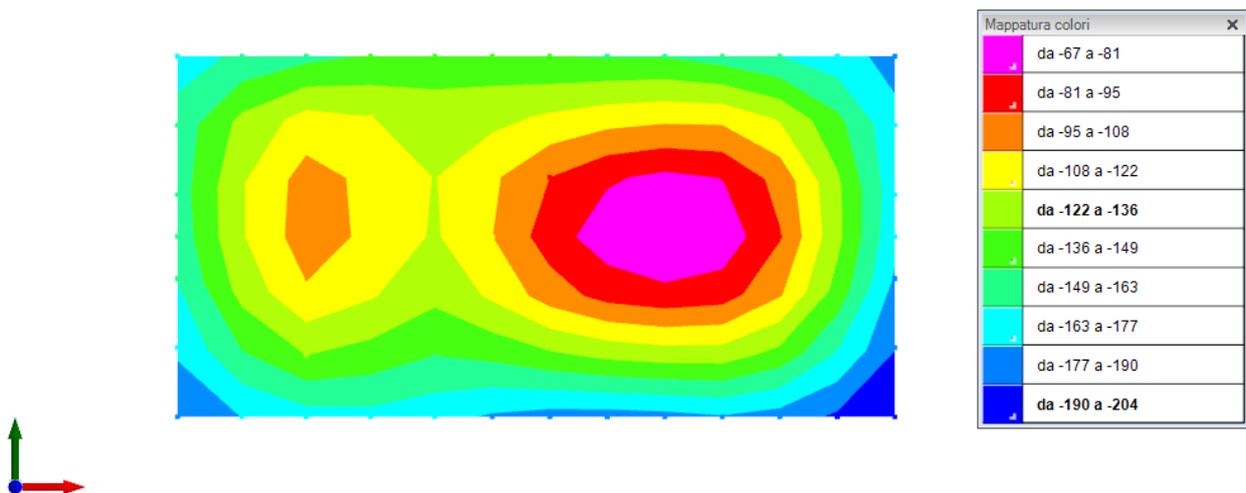
PARAMETRI DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE (BRINCH-HANSEN)

$k=$	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
$N_c=$	35,49	Fattori di capacità portante
$N_q=$	23,18	
$N_\gamma=$	27,72	
$s_c=$	1,29	Fattori di forma
$s_q=$	1,28	
$s_\gamma=$	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	Fattore di sicurezza
$q_{LIM}=$	4263,360 kN/m <sup>2</sup>	Pressione limite
$q_{R,D}=$	1853,63 kN/m <sup>2</sup>	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.

## 12 SINTESI DEI RISULTATI DELLE VERIFICHE

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

### 12.1 PLATEA DI FONDAZIONE

La platea di fondazione in c.a. (sp = 40 cm): armata con  $\Phi 16/20$  superiormente ed inferiormente in entrambe le direzioni, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

### 12.2 PARETI

Le pareti in c.a. (sp = 30 cm): armate con  $\Phi 16/20$  verticali all'intradosso e all'estradosso e con  $\Phi 14/20$  orizzontali all'intradosso e all'estradosso, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

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