



REGIONE LIGURIA

autostrade // per l'italia

COLLEGAMENTO TRA LA VALFONTANABUONA
E L'AUTOSTRADA A12 GENOVA-ROMA

PROGETTO DEFINITIVO

OPERE D'ARTE MINORI

PARTE GENERALE

**MURI IN C.A. SU FONDAZIONE DIRETTA
RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO**

<p>IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA Ing. Marco Pietro D'Angelantonio Ord. Ingg. Milano N.20155 RESPONSABILE UFFICIO APE</p>	<p>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova N. 9810A CAPO COMMESSA</p>	<p>IL DIRETTORE TECNICO Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE DIREZIONE OPERATIVA TECNICA E PROGETTAZIONE</p>
--	--	---

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO							DATA: DICEMBRE 2014	REVISIONE	
	DIRETTORIO			FILE					n.	data
-	codice	commessa	N.Prog.	unita'	ufficio	n. progressivo	Rev.			
-	1	1001302	STPAPE	0302						
	SCALA: -									

 ingegneria europea	<p>RESPONSABILE PROGETTO GENOVA Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496</p>	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
		ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	
CONSULENZA A CURA DI :		IL RESPONSABILE UNITA' STP	Ing. Andrea Tanzi O.l. Parma N.1154

	<p>VISTO DEL COMMITTENTE</p>  <p>R.U.P. - Ing. Andrea Frediani</p>	<p>VISTO DEL CONCEDENTE</p>  <p>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</p>
--	---	---

SPEA Ingegneria Europea

**COLLEGAMENTO TRA LA VALFONTANABUONA
E L'AUTOSTRADA A12 GENOVA-ROMA**

**MURI DI SOSTEGNO IN C.A. SU FONDAZIONE DIRETTA
RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO**

1. INTRODUZIONE	4
1.1 Oggetto e scopo del lavoro	4
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	8
2.1 Normative, raccomandazioni e linee guide	8
2.2 Bibliografia	8
2.3 Elaborati di progetto	8
3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	9
3.1 Acciaio	9
3.2 Calcestruzzo	9
4. STRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DI RIFERIMENTO	11
4.1 Profilo stratigrafico e caratteristiche geotecniche del terreno	11
4.2 Livello della falda	11
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	12
5.1 Categoria di sottosuolo	12
5.2 Periodo di riferimento per l'azione sismica	12
5.3 Azione sismica di riferimento	12
6. ANALISI DEI CARICHI	14
6.1 Azioni permanenti	14
6.1.1 Pesi propri	14
6.1.2 Spinta delle terre	14
6.2 Azioni variabili	15
6.2.1 Sovraccarico uniforme indefinito	15
6.2.2 Azioni climatiche	15
6.3 Azioni eccezionali	16
6.4 Azione sismica	16
6.4.1 Spinta sismica del terreno a tergo del muro	16
6.4.2 Forze d'inerzia	17
7. CRITERI DI VERIFICA E COMBINAZIONI DI CARICO	18
7.1 Verifiche geotecniche (GEO)	19
7.1.1 Verifiche GEO allo SLU	19
7.1.2 Verifiche GEO allo SLE	22
7.1.3 Coefficienti parziali per la resistenza	24
7.2 Verifiche strutturali (STR)	25
7.2.1 Verifiche STR allo SLE	25

7.2.2	Verifiche STR allo SLU	25
8.	RISULTATI DI CALCOLO MURI TIPO S	26
8.1	Sezione di verifica S3	26
8.1.1	Risultati delle verifiche geotecniche allo SLU	26
8.1.2	Risultati delle verifiche geotecniche allo SLE	34
8.1.3	Risultati delle verifiche strutturali allo SLU e SLE	35
8.1.4	Considerazioni e riepilogo dei risultati	43
8.2	Sezione di verifica S5	44
8.2.1	Risultati delle verifiche geotecniche allo SLU	44
8.2.2	Risultati delle verifiche geotecniche allo SLE	51
8.2.3	Risultati delle verifiche strutturali allo SLU e SLE	52
8.2.4	Considerazioni e riepilogo dei risultati	60
8.3	Sezione di verifica S7	61
8.3.1	Risultati delle verifiche geotecniche allo SLU	61
8.3.2	Risultati delle verifiche geotecniche allo SLE	68
8.3.3	Risultati delle verifiche strutturali allo SLU e SLE	69
8.3.4	Considerazioni e riepilogo dei risultati	77
8.4	Sezione di verifica S9	78
8.4.1	Risultati delle verifiche geotecniche allo SLU	78
8.4.2	Risultati delle verifiche geotecniche allo SLE	85
8.4.3	Risultati delle verifiche strutturali allo SLU e SLE	86
8.4.4	Considerazioni e riepilogo dei risultati	94
8.5	Sezione di verifica S11	95
8.5.1	Risultati delle verifiche geotecniche allo SLU	95
8.5.2	Risultati delle verifiche geotecniche allo SLE	102
8.5.3	Risultati delle verifiche strutturali allo SLU e SLE	103
8.5.4	Considerazioni e riepilogo dei risultati	111
8.6	Sezione di verifica S13	112
8.6.1	Risultati delle verifiche geotecniche allo SLU	112
8.6.2	Risultati delle verifiche geotecniche allo SLE	119
8.6.3	Risultati delle verifiche strutturali allo SLU e SLE	120
8.6.4	Considerazioni e riepilogo dei risultati	128
8.7	Sezione di verifica S14	129
8.7.1	Risultati delle verifiche geotecniche allo SLU	129
8.7.2	Risultati delle verifiche geotecniche allo SLE	136
8.7.3	Risultati delle verifiche strutturali allo SLU e SLE	137
8.7.4	Considerazioni e riepilogo dei risultati	145

1. INTRODUZIONE

1.1 Oggetto e scopo del lavoro

La presente relazione è finalizzata alla progettazione delle opere di sostegno in cls gettati in opera denominate MS17, MS26 e MS24 (Muro di sistemazione finale imbocco lato Rapallo della Galleria Caravaggio) nell'ambito della nuovo collegamento tra la Valfontanabuona e l'autostrada A12- Genova-Roma

OPERA DI SOSTEGNO	SEZIONI TIPO
MS16	S14
MS19	S13 e S14
MS24	S3,S4,S5,S7,S9,S10,S11,S12,S13 e S14

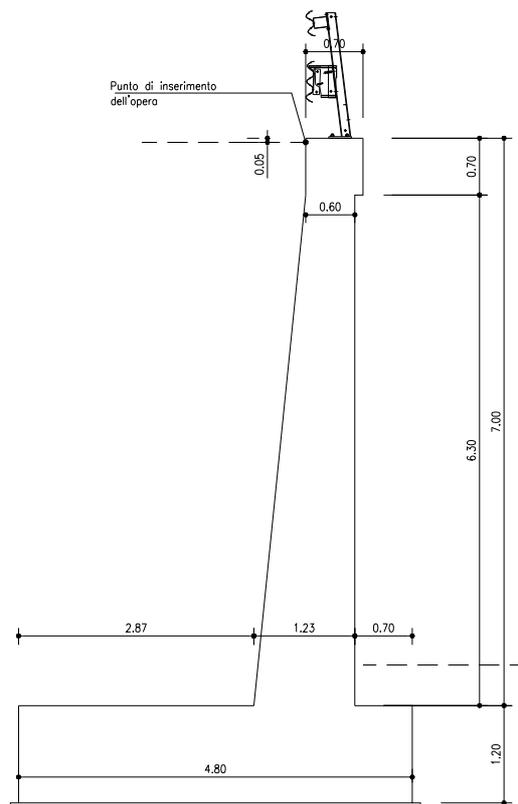


Figura 1: Muro di sostegno tipo S3

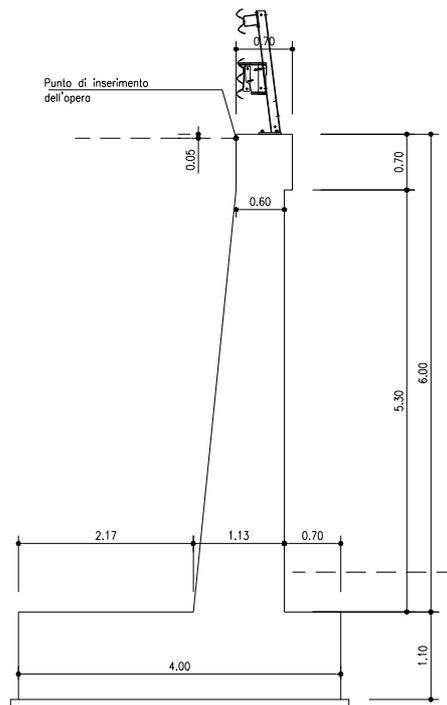


Figura 2: Muro di sostegno tipo S5

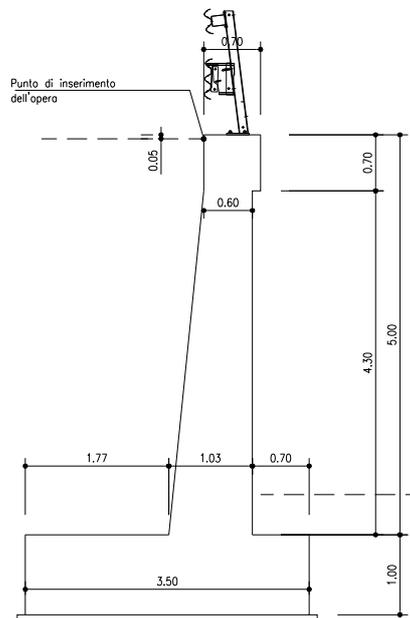


Figura 3: Muro di sostegno tipo S7

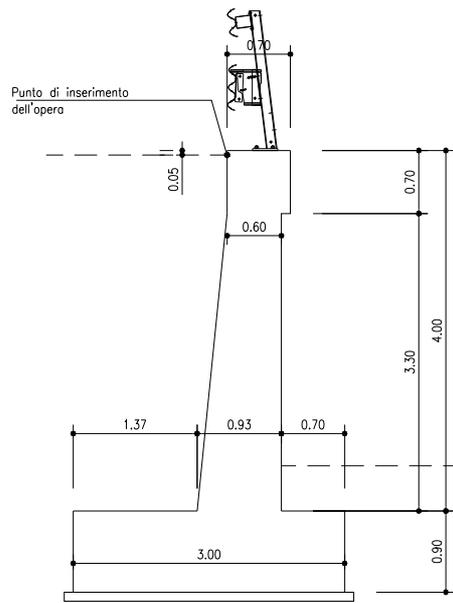


Figura 4: Muro di sostegno tipo S9

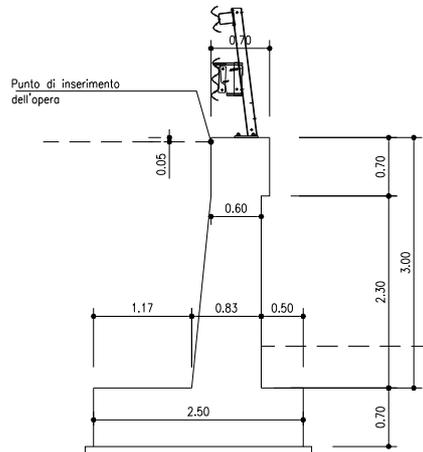


Figura 5: Muro di sostegno tipo S11

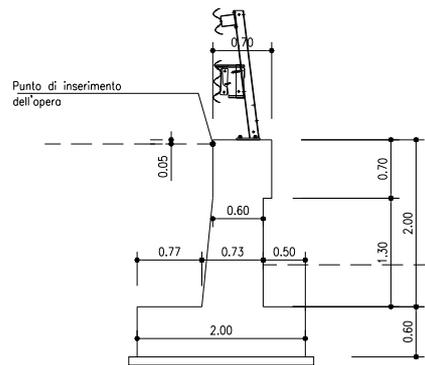


Figura 6: Muro di sostegno tipo S13

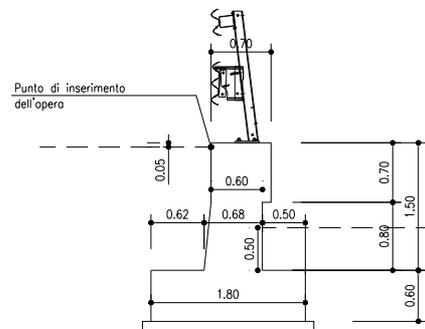


Figura 7: Muro di sostegno tipo S14

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Normative, raccomandazioni e linee guide

- [1] Legge 5.11.1971, n° 1086 – “*Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica*”.
- [2] D.M. 14/01/2008 “*Norme tecniche per le costruzioni*”.
- [3] Circolare 02/02/2009, n. 617 - “*Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008*”.
- [4] Eurocodice 8 “*Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici*”, febbraio 1998.
- [5] Linee Guida “*Valutazione della sicurezza sismica di opere d'arte esistenti nel loro stato attuale e successivo ad interventi strutturali di ampliamento*”.
- [6] Linee guida “*Progettazione geotecnica – opere di sostegno non tirantate su fondazione diretta*” (SPEA 2006).

2.2 Bibliografia

- [7] LANCELLOTTA R. (1991): “*Geotecnica*” – Edizioni Zanichelli.
- [8] GEO-SLOPE (2004): “*Slope 5.20*”.
- [9] Poulos and Davis (1974) : “*Rectangle on Semi-infinite Mass*”.
- [10] BOWLES J.E. (1991): “*Fondazioni – Progetto e analisi*” – McGraw & Hill.

2.3 Elaborati di progetto

- [11] Relazione geotecnica generale APE0001
- [12] Muro MS16, Planimetria, Prospetto e Sezioni e particolari APE0500
- [13] Muro MS19, Planimetria, Prospetto, Sezioni e particolari APE0530
- [14] Sistemazione definitiva - Planimetria, prospetto e profilo AUA0011

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Il progetto strutturale, svolto secondo il metodo degli stati limite, prevede l'uso dei materiali con le caratteristiche meccaniche minime riportate nei paragrafi seguenti.

3.1 Acciaio

Acciaio per armatura strutture in c.a.

Barre ad aderenza migliorata, saldabile, tipo B450C dotato delle seguenti caratteristiche meccaniche:

modulo elastico	$E_s = 210000 \text{ MPa}$
resistenza caratteristica a rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
resistenza caratteristica a snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
resistenza di calcolo acciaio	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$
con	$\gamma_s = 1.15 \text{ per SLU}$
	$\gamma_s = 1.00 \text{ per SLE}$
resistenza di calcolo SLU	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3 \text{ MPa}$
resistenza di calcolo SLE	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450.0 \text{ MPa}$
con	
limite di trazione (combinazione rara)	$\sigma_s \leq 0.80 \times f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

3.2 Calcestruzzo

Calcestruzzo per fondazioni

Classe di resistenza	C28/35
classe di esposizione	XC2
copriferro minimo	$c_{f,\min} \geq 40 \text{ (-0 +5) mm}$
modulo elastico C28/35	$E_c = 32308 \text{ MPa}$
resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} = 35 \text{ MPa}$
resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 28 \text{ MPa}$
resistenza di calcolo calcestruzzo	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$
con	$\gamma_c = 1.50 \text{ per SLU}$
	$\gamma_c = 1.00 \text{ per SLE}$
resistenza di calcolo SLU	$f_{cd} = f_{ck} \times 0.85 / \gamma_c = 15.9 \text{ MPa}$
resistenza di calcolo SLE	$f_{cd} = f_{ck} \times 0.85 / \gamma_c = 23.8 \text{ MPa}$

con

limite di compressione (combinazione rara)

$$\sigma_c \leq 0.60 \times f_{ck} = 16.8 \text{ MPa}$$

limite di apertura delle fessure agli SLE

$$w_{lim} = 0.20 \text{ mm}$$

Calcestruzzo per elevazioni

Classe di resistenza

C32/40

classe di esposizione

XC4

copriferro minimo

$$c_{f,min} \geq 40 \text{ (-0 +5) mm}$$

modulo elastico C32/40

$$E_c = 33345 \text{ MPa}$$

resistenza caratteristica cubica

$$R_{ck} = 40 \text{ MPa}$$

resistenza caratteristica cilindrica

$$f_{ck} = 32 \text{ MPa}$$

resistenza di calcolo calcestruzzo

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$$

con

$$\gamma_c = 1.50 \text{ per SLU}$$

$$\gamma_c = 1.00 \text{ per SLE}$$

resistenza caratteristica di calcolo SLU

$$f_{cd} = f_{ck} \times 0.85 / \gamma_c = 18.1 \text{ MPa}$$

resistenza caratteristica di calcolo SLE

$$f_{cd} = f_{ck} \times 0.85 / \gamma_c = 27.2 \text{ MPa}$$

con

limite di compressione (combinazione rara)

$$\sigma_c \leq 0.60 \times f_{ck} = 19.2 \text{ MPa}$$

limite di apertura delle fessure agli SLE

$$w_{lim} = 0.20 \text{ mm}$$

4. STRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DI RIFERIMENTO

4.1 Profilo stratigrafico e caratteristiche geotecniche del terreno

Il terreno a tergo dell'opera di sostegno è costituito dal rilevato stradale mentre per quanto riguarda i terreni di fondazione sono presenti terreni di riporto.

Quindi, secondo quanto indicato nella relazione geotecnica generale si farà riferimento ai seguenti parametri geotecnici caratteristici:

Rilevato stradale (Terreno di riempimento):

γ	= peso di volume totale	19 kN/m ³
ϕ'	= angolo di resistenza al taglio	35°
c'	= coesione in termini di sforzi efficaci	0 kPa

Riporto (Terreno di fondazione):

γ	= peso di volume totale	20 kN/m ³
ϕ'	= angolo di resistenza al taglio	34°
c'	= coesione in termini di sforzi efficaci	0 kPa
E	= modulo di Young	20 MPa
ν	= modulo di Poisson	0.25

I parametri di progetto per le verifiche geotecniche agli stati limite ultimi saranno definiti applicando i coefficienti riduttivi definiti dalla normativa vigente (vedi § 7).

4.2 Livello della falda

La quota di falda è tale da poter essere trascurata nei calcoli in quanto risulta essere ad una profondità non significativa per le verifiche dei muri.

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

5.1 Categoria di sottosuolo

Sulla base di quanto evidenziato nella relazione geotecnica generale il terreno di fondazione può essere classificato di Categoria E: "Depositi di terreni a grana grossa o terreni a grana fina con spessori non superiore a 20 m posti sul substrato di riferimento (con V_s 800 m/s)".

5.2 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Come stabilito nel C.S.A. la progettazione delle strutture farà riferimento a:

- vita nominale $V_N = 50$ anni
- classe d'uso / Coefficiente d'uso $IV / C_U = 2.0$

in base a ciò risulta:

- periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \times C_U = 100$ anni

5.3 Azione sismica di riferimento

Si riporta, nelle illustrazioni seguenti, l'identificazione sismica del sito in esame:

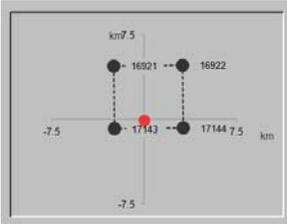
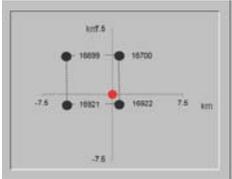
ID	Denominazione	Punti della griglia adiacenti (da Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLLPP, 2009)	Parametri di definizione dell'azione sismica interpolati al punto di interesse.																									
1	Svincolo A12		<table border="1"> <thead> <tr> <th>SLATO LIMITE</th> <th>T_R [anni]</th> <th>a_g [g]</th> <th>F_o [-]</th> <th>T_C^* [s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SLO</td> <td>60</td> <td>0.039</td> <td>2.551</td> <td>0.228</td> </tr> <tr> <td>SLD</td> <td>101</td> <td>0.047</td> <td>2.527</td> <td>0.254</td> </tr> <tr> <td>SLV</td> <td>949</td> <td>0.108</td> <td>2.518</td> <td>0.292</td> </tr> <tr> <td>SLC</td> <td>1950</td> <td>0.140</td> <td>2.484</td> <td>0.297</td> </tr> </tbody> </table>	SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]	SLO	60	0.039	2.551	0.228	SLD	101	0.047	2.527	0.254	SLV	949	0.108	2.518	0.292	SLC	1950	0.140	2.484	0.297
SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]																								
SLO	60	0.039	2.551	0.228																								
SLD	101	0.047	2.527	0.254																								
SLV	949	0.108	2.518	0.292																								
SLC	1950	0.140	2.484	0.297																								
4	SP22		<table border="1"> <thead> <tr> <th>SLATO LIMITE</th> <th>T_R [anni]</th> <th>a_g [g]</th> <th>F_o [-]</th> <th>T_C^* [s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SLO</td> <td>60</td> <td>0.041</td> <td>2.534</td> <td>0.230</td> </tr> <tr> <td>SLD</td> <td>101</td> <td>0.051</td> <td>2.529</td> <td>0.251</td> </tr> <tr> <td>SLV</td> <td>949</td> <td>0.119</td> <td>2.505</td> <td>0.290</td> </tr> <tr> <td>SLC</td> <td>1950</td> <td>0.153</td> <td>2.476</td> <td>0.294</td> </tr> </tbody> </table>	SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]	SLO	60	0.041	2.534	0.230	SLD	101	0.051	2.529	0.251	SLV	949	0.119	2.505	0.290	SLC	1950	0.153	2.476	0.294
SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]																								
SLO	60	0.041	2.534	0.230																								
SLD	101	0.051	2.529	0.251																								
SLV	949	0.119	2.505	0.290																								
SLC	1950	0.153	2.476	0.294																								

Figura 8: Identificazione del grado di sismicità del sito

Si verifica allo stato limite di salvaguardia della vita con una probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R pari al 10%, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R :

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = -100 / \ln(1 - 0.10) = 949 \text{ anni}$$

Trattandosi di zone con inclinazione media del pendio nell'intorno dell'opera superiore a 15° , si associa al sito di riferimento una categoria topografica T2.

Di seguito si riportano i valori di accelerazione di picco e gli altri parametri significativi degli spettri di progetto, per la zona di interesse:

DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO ALLO STATO LIMITE SLV ($T_R = 475$ ANNI)						
Sito	Sottosuolo	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]	S_S [-]	S_T [-]
Svincolo A12	E	0.108	2.518	0.254	1.6	1.2
SP22	E	0.119	2.505	0.290	1.6	1.2

Tabella 1: Parametri di riferimento per la progettazione sismica

6. ANALISI DEI CARICHI

Nel seguito si riassumono le condizioni di carico considerate nell'analisi di verifica delle strutture.

6.1 Azioni permanenti

6.1.1 Pesì propri

Per il calcolo del peso proprio delle strutture si assumono i pesi unitari di seguito indicati:

- Struttura in c.a. $\gamma_1 = 25.0 \text{ kN/m}^3$;
- Terreno di ritombamento: $\gamma_2 = 19.0 \text{ kN/m}^3$.

6.1.2 Spinta delle terre

La valutazione delle spinte delle terre viene effettuata considerando quale paramento ideale del muro il piano verticale passante dal filo interno della platea di fondazione; l'angolo di attrito tra paramento verticale e terreno può essere considerato pari a $0.50\phi'$, con ϕ' angolo di resistenza al taglio di progetto.

Nelle verifiche la spinta del terreno viene determinata con la seguente espressione:

$$p'_a(z) = [\sigma'_v(z) + q] \cdot K_a - 2c' \sqrt{K_a}$$

- $\sigma'_v(z)$ = tensione verticale efficace alla generica quota z;
- K_a = coefficiente di spinta attiva;
- q = eventuale sovraccarico uniformemente distribuito;
- c' = coesione efficace.

Per il calcolo di K_a si utilizza la formula di Mueller-Breslau (1924), valida per superfici di rottura piane, e generalizzata per tener conto delle condizioni sismiche in base alla teoria di Mononobe ed Okabe riportata di seguito (si veda Eurocodice 8 – rif. [4]):

- per $\beta \leq \phi - \theta$:

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \text{sen}^2 \psi \text{sen}(\psi - \theta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \beta - \theta)}{\text{sen}(\psi - \theta - \delta) \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

- per $\beta > \phi - \theta$:

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \text{sen}^2 \psi \text{sen}(\psi - \theta - \delta)}$$

in cui:

- ϕ = angolo di resistenza al taglio del terreno
- β = inclinazione del terreno a monte del muro rispetto all'orizzontale (positivo per terreno che sale allontanandosi dal muro)
- ψ = inclinazione del muro rispetto all'orizzontale ($>90^\circ$ per parete inclinata verso valle)
- δ = angolo di attrito muro-terreno
- θ = angolo dipendente dalla accelerazione sismica e definito dalle seguenti espressioni:

$$\theta = \operatorname{tg}^{-1} (k_h / (1 \pm k_v))$$

essendo k_h e k_v rispettivamente i coefficienti di accelerazione sismica orizzontale e verticale (si veda il successivo par. § 6.4.1).

La spinta attiva risultante P_a risulta inclinata dell'angolo δ sull'orizzontale. Pertanto il valore della spinta orizzontale P_{AH} è pari a:

$$P_{AH} = P_a \cdot \cos \delta$$

mentre la componente verticale P_{AV} risulta:

$$P_{AV} = P_a \cdot \sin \delta$$

Le componenti della spinta sono costituite in generale da due aliquote, l'una dovuta al peso proprio del terreno l'altra dovuta al sovraccarico, che avranno distribuzione diversa lungo l'altezza dell'opera: la prima di tipo triangolare l'altra di tipo rettangolare, se carico distribuito uniforme (permanente o accidentale che sia), o differente per aree di carico diverso (nastri-forme, ...).

Le diverse aliquote saranno considerate distintamente in fase di combinazione dei carichi a seconda che si tratti di azioni permanenti, strutturali o non strutturali, o variabili.

6.2 Azioni variabili

6.2.1 Sovraccarico uniforme indefinito

Nel caso specifico si terrà conto di un sovraccarico accidentale uniforme indefinito dovuto al traffico stradale pari a 20 kPa, che dà luogo ad un incremento di spinta attiva dovuta al solo peso proprio del terreno secondo quanto indicato nel paragrafo § 6.1.2.

Nelle condizioni sismiche si terrà conto di un sovraccarico accidentale dovuto al traffico stradale pari a 20% del sovraccarico stradale in condizioni statiche.

6.2.2 Azioni climatiche

Nel caso specifico in assenza delle strutture frangivento come ad esempio barriere antirumore non si hanno azioni climatiche.

6.3 Azioni eccezionali

Nel caso specifico, considerando il traffico veicolare al di sopra della sommità del muro e la presenza della barriera stradale montata sopra la sommità del muro, si è tenuto conto di un sovraccarico eccezionale dovuto all'azione dell'urto causata da collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza stessi (Guard-Rail), attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione di 50 kN applicata a 1.0 m sopra il livello del piano di marcia.

6.4 Azione sismica

Nelle verifiche sismiche le azioni generate dal sisma ed agenti sulla struttura sono considerate come segue:

1. spinta sismica del terreno a tergo del muro
2. forze d'inerzia orizzontali F_i del muro e del terreno.
3. Aliquota pari al 20% del sovraccarico accidentale in condizioni statiche

6.4.1 Spinta sismica del terreno a tergo del muro

Per muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca ad $H/2$ con distribuzione rettangolare. La spinta a tergo del muro in condizioni sismiche è stata valutata, in modulo, semplicemente sostituendo al coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche K_a il coefficiente K_{as} (coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche):

$$p'_a(z) = [\sigma'_v(z) + q] \cdot K_{as} - 2c' \sqrt{K_{as}}$$

Il calcolo del coefficiente di spinta in condizioni sismiche viene effettuato come già indicato nel precedente paragrafo 6.1.2. La risultante delle spinte totali è coincidente con la componente delle spinte orizzontali in quanto per le condizioni sismiche $\delta = 0$.

I coefficienti di accelerazione sismica k_h e k_v valgono rispettivamente:

$$k_h = \beta_m a_{max}/g$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

dove:

- a_{max} = accelerazione massima attesa al sito in considerazione
- g = accelerazione di gravità
- β_m = coefficiente riduttivo che tiene conto dei possibili spostamenti dell'opera

L'accelerazione massima è stata valutata come:

$$a_{max} = a_g S_S S_T$$

in cui:

- a_g = accelerazione massima attesa al sito di riferimento sul substrato rigido
- S_S = coefficiente di amplificazione stratigrafica
- S_T = coefficiente di amplificazione topografica

Il coefficiente riduttivo β_m viene desunto dalla tabella 7.11. II della normativa vigente qui di seguito riprodotta:

Intervallo dell'accelerazione sismica	β_m	
	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
$0.2 < a_g \leq 0.4$	0.31	0.31
$0.1 < a_g \leq 0.2$	0.29	0.24
$a_g \leq 0.1$	0.20	0.18

Tabella 2: Coefficiente riduttivo β_m per gli spostamenti dell'opera

Per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno il coefficiente β_m viene assunto pari all'unità.

6.4.2 Forze d'inerzia

Le forze di inerzia del muro, del terreno direttamente poggiante su di esso e delle eventuali strutture collegate sono state valutate come:

$$F_p = k_h W_i$$

$$F_v = \pm k_v W_i$$

in cui k_h e k_v sono, rispettivamente, il coefficiente di accelerazione sismica orizzontale ed il coefficiente di accelerazione sismica verticale di cui al paragrafo precedente e W_i è il peso della struttura considerata. Tali azioni sono applicate nel baricentro della struttura.

7. CRITERI DI VERIFICA E COMBINAZIONI DI CARICO

Il progetto e la verifica della struttura in questione è stata eseguita mediante il metodo degli "Stati Limite", verificando:

1. SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU):
 - scorrimento sul piano di posa
 - verifica al ribaltamento
 - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
 - stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno
2. SLE di tipo geotecnico (GEO):
 - Cedimenti dell'opera
 - Spostamenti orizzontali
 - Rotazioni
3. SLU di tipo strutturale (STR):
 - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali
4. SLE di tipo strutturale (STR):
 - raggiungimento dello stato limite nei confronti della corrosione e/o dell'eccessivo degrado.

Le verifiche sono state effettuate con riferimento all'Approccio 1, Combinazioni 1 (A1+M1+R1) e 2 (A2+M2+R2) rispettivamente per le verifiche strutturali (STR) e geotecniche (GEO). Fa eccezione la verifica al ribaltamento del muro per cui, in accordo alla normativa vigente, la verifica è stata condotta utilizzando i coefficienti parziali delle azioni della tabella 2.6.I (colonna EQU) della normativa ed i coefficienti parziali del gruppo M2 per il calcolo delle spinte.

Nelle verifiche allo scorrimento è stata del tutto trascurata la presenza di reazione passiva da parte del terreno a valle dell'opera.

Ai fini delle verifiche allo scorrimento ed al ribaltamento si considera la spinta del terreno agente sul piano verticale passante per l'estremo di monte della platea di fondazione mentre l'elemento resistente risulta costituito dall'insieme dell'opera in c.a. e del terreno di ricoprimento, lato monte, della platea di fondazione.

La stima di cedimenti dell'opera, viste le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dall'opera, non sono mai critiche. Pertanto, i calcoli vengono eseguiti solo formalmente a conferma di tale affermazione.

Nel seguito si riporta una breve descrizione dei criteri di verifica sia con riferimento alle condizioni statiche che sismiche.

7.1 Verifiche geotecniche (GEO)

Nelle verifiche geotecniche si applicano alle azioni ed ai parametri geotecnici del terreno i coefficienti parziali propri delle verifiche GEO (A2+M2+R2) per svolgere le verifiche allo SLU, e si considerano coefficienti parziali unitari sulle azioni e i parametri caratteristici del terreno per svolgere le verifiche allo SLE.

7.1.1 Verifiche GEO allo SLU

7.1.1.1 Verifica allo scorrimento sul piano di posa

La risultante delle azioni orizzontali agenti sul muro deve risultare non superiore alla forza resistente costituita dall'attrito sul piano di imposta. Questa a sua volta è valutata come prodotto della risultante delle azioni verticali (ortogonali al piano di imposta) per il coefficiente di attrito in fondazione $\mu = \tan(\phi')$.

In condizioni sismiche si è tenuto conto, oltre che dell'incremento di spinta del terreno, anche delle forze di inerzia delle masse del muro e/o ad esso collegate.

7.1.1.2 Verifica al ribaltamento

La somma dei momenti, valutati rispetto allo spigolo di valle della platea di fondazione, dovuti alle azioni agenti sul muro deve risultare non superiore al momento dovuto al peso proprio della struttura e delle masse ad esso collegate (terreno di ricoprimento, eventuale barriera acustica, ...).

In condizioni sismiche si è tenuto conto, oltre che dell'incremento di spinta del terreno, anche delle forze di inerzia delle masse del muro e/o ad esso collegate.

Ai fini pratici le verifiche sono state condotte utilizzando le medesime azioni e forze resistenti valutate con riferimento alla verifica allo scorrimento (condizione A2+M2+R2) moltiplicando i valori delle diverse azioni/reazioni secondo i coefficienti 0.9 ed 1.1 come indicato nella tabella sottostante:

Fattori amplificativi per l'equilibrio di corpo rigido		
Azioni/Reazioni	favorevole	sfavorevole
Peso del muro e del rinterro	0.9	
Eventuali masse aggiuntive collegate al muro	0.9	
Azione di eventuali tiranti	0.9	
Spinta del terreno, componente statica e sismica		1.1
Forze di inerzia muro, terreno ed eventuali masse aggiuntive collegate		1.1
Spinta dell'acqua e sottospinta idraulica		1.1

Tabella 3: Fattori amplificativi per la verifica al ribaltamento

7.1.1.3 Verifica di capacità portante

La capacità portante limite viene valutata, secondo il criterio di Meyerhof, con riferimento alla fondazione equivalente, definita come la parte della fondazione reale rispetto alla quale la risultante dei carichi è baricentrica.

Per fondazioni rettangolari di dimensioni in pianta B ed L, indicate rispettivamente con e_B ed e_L le due componenti in direzione di B e di L della eccentricità del carico, le dimensioni efficaci B_e ed L_e sono espresse da:

$$B_e = B - 2 e_B \quad L_e = L - 2 e_L$$

Verifiche in termini di sforzi efficaci (terreni granulari)

La pressione limite della fondazione è stata valutata in base alla soluzione di Prandtl (1921) e successive generalizzazioni. Per tenere conto della geometria reale e della presenza della scarpata immediatamente a valle della fondazione si è fatto riferimento all'espressione usata nella forma più generale di seguito riportata:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' B_e N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma + c' N_c s_c d_c i_c g_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q$$

in cui:

- B = dimensione efficace minore della fondazione;
- N_γ, N_q, N_c = fattori di capacità portante, funzioni dell'angolo di attrito φ' ;
- s_γ, s_q, s_c = fattori correttivi che tengono conto della forma della fondazione;
- d_γ, d_q, d_c = fattori correttivi che tengono conto della profondità del piano di imposta;
- i_γ, i_q, i_c = fattori correttivi che tengono conto della inclinazione del carico;
- b_γ, b_q, b_c = fattori correttivi che tengono conto della inclinazione della base della fondazione;
- g_γ, g_q, g_c = fattori correttivi che tengono conto della inclinazione del piano campagna circostante la fondazione;
- σ'_{vo} = pressione verticale efficace agente nelle adiacenze della fondazione alla quota del piano di imposta;

I coefficienti di capacità portante N_γ, N_q ed N_c sono ricavati dalle seguenti espressioni (Vesic 1973):

$$N_q = \frac{1 + \text{sen} \varphi}{1 - \text{sen} \varphi} e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_\gamma = 2 \times (N_q + 1) \times \tan(\varphi)$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan(\varphi)$$

I coefficienti correttivi possono essere valutati mediante le espressioni:

- $s_\gamma = s_q = 1 + 0.1 (B/L) (1 + \text{sen} \varphi) / (1 - \text{sen} \varphi)$
- $s_c = 1 + 0.2 (B/L) (1 + \text{sen} \varphi) / (1 - \text{sen} \varphi)$
- $i_\gamma = (1 - H / (N + B L c' / \tan \varphi))^{(m+1)}$
- $i_q = (1 - H / (N + B L c' / \tan \varphi))^m$

- $i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_c \tan \varphi)$
- $m = (2 + B/L)/(1+B/L)$
- $d_\gamma = 1$
- $d_q = 1 + 2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 \arctan (z_f/B)$
- $d_c = d_q - (1 - d_q)/(N_c \tan \varphi')$
- $b_\gamma = b_q$
- $b_q = (1 - \alpha \tan \varphi')^2$
- $b_c = b_q - (1 - b_q)/(N_c \tan \varphi')$
- $g_\gamma = g_q$
- $g_q = (1 - \tan \omega)^2$
- $g_c = g_q - (1 - g_q)/(N_c \tan \varphi')$

I simboli utilizzati nelle espressioni precedenti rappresentano :

- z_f = profondità del piano di imposta misurata dal tetto dello strato portante;
- N = componente della risultante dei carichi perpendicolare al piano di imposta (risultante dei carichi verticali nel caso più comune di piano di imposta orizzontale);
- α = inclinazione, in radianti, del piano di imposta, positiva per piano di imposta pendente verso “monte”, cioè in direzione opposta a quella verso cui si presume si sviluppi la rottura;
- ω = inclinazione, in radianti, del piano campagna, positiva per piano campagna pendente verso “valle”, cioè nella direzione verso cui si presume si sviluppi la rottura.

7.1.1.4 Verifica di stabilità globale

Si fa ricorso ad un modello semplificato basato sulla nota teoria dell'equilibrio limite nell'ambito della quale i terreni sono stati caratterizzati mediante un legame costitutivo rigido-plastico con criterio di rottura di Mohr-Coulomb (analisi in termini di sforzi efficaci).

Tale approccio consente di svincolarsi da tutte le complesse problematiche legate all'analisi dello stato deformativo dell'ammasso e di definire un semplice fattore di sicurezza, convenzionalmente valutato come rapporto tra le forze di taglio potenzialmente mobilitabili lungo la superficie di rottura analizzata e le forze di taglio effettivamente mobilitate sotto l'azione delle forze agenti sull'ammasso (pesi propri, carichi esterni, ecc.).

Come prescritto dalla normativa la verifica viene effettuata secondo la “Combinazione 2” (A2+M2+R2).

L'analisi delle condizioni di equilibrio viene svolta con ricorso al codice di calcolo SLOPE/W vers. 5.20 (GEO-SLOPE International, Ltd.). Il calcolo viene condotto utilizzando i metodi dell'equilibrio limite con particolare riferimento a quelli di Bishop semplificato e Morgenstern-Price, considerando forme di superfici di scivolamento compatibili con i cinematismi di rottura attesi. Vengono quindi analizzate tutte le possibili superfici di scivolamento passanti esternamente rispetto all'opera di sostegno (stabilità globale).

La metodologia di calcolo adottata dal programma consiste nell'analizzare molteplici superfici di scivolamento ben definite, fornendone il fattore di sicurezza. La resistenza al taglio agente lungo la superficie di scivolamento necessaria all'equilibrio è calcolata attraverso l'equazione della statica. Il coefficiente di sicurezza è inteso come il fattore per il quale possono essere divisi i parametri di resistenza meccanica del materiale per portare il pendio alle condizioni di equilibrio limite, implicitamente assunto costante lungo tutta la superficie di scivolamento. Nello specifico, nel metodo di Bishop si divide la massa di terreno interessata dal cinematismo in più conci assumendo che le azioni agenti all'interfaccia dei conci stessi abbiano risultante orizzontale, trascurando gli sforzi di taglio all'interfaccia tra i vari volumetti.

Le forze di inerzia, orizzontali e verticali, applicate alle masse in condizioni sismiche sono valutate mediante i coefficienti k_h e k_v di cui al paragrafo § 6.4.1. Il coefficiente β , in questo caso denominato β_s , assume i valori indicati nella tabella 7.11.I della normativa vigente e qui di seguito riprodotta:

Intervallo dell'accelerazione sismica	β_s	
	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
$0.2 < a_g \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g \leq 0.1$	0.20	0.20

Tabella 4: Coefficiente riduttivo β_s per le verifiche di stabilità globale

7.1.2 Verifiche GEO allo SLE

7.1.2.1 Stima dei cedimenti dell'opera

Come noto, il problema dei cedimenti può essere diviso in cedimento immediato, cedimento di consolidazione primario e cedimento dovuto alla deformazione differita nel tempo dopo il termine del processo di consolidazione primario, detto anche cedimento secondario. La consolidazione primaria è associata ai processi di dissipazione delle sovrappressioni interstiziali e si esaurisce in tempi relativamente brevi, mentre la consolidazione secondaria, legata a fenomeni di origine viscosa, si sviluppa in tempi molto più lunghi.

Dato che l'opera in esame è fondata sui terreni di natura incoerente, i cedimenti di consolidazione non assumono alcuna rilevanza e sarà l'oggetto di studio soltanto il cedimento immediato e quindi, si è tenuto conto dei moduli di elasticità delle formazioni presenti.

È da tener conto che la costruzione di un rilevato stradale tra i muri comporta un incremento di tensione sul terreno che si trasferisce in profondità con un progressivo decremento fino ad annullarsi. Prima di procedere nella stima dei cedimenti è dunque necessario calcolare l'incremento di tensione a tali profondità indotto dai lavori.

Con riferimento allo schema riportato, il calcolo dello stato tensionale in profondità deriva dalla seguente relazione di applicazione della teoria del semispazio elastico:

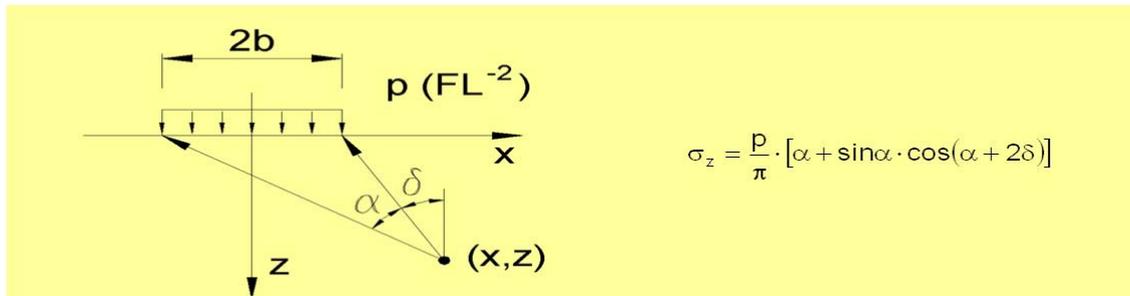


Figura 9: Incremento di tensione indotto dal carico sul terreno

La stima del cedimento immediato in terreni stratificati è valutata mediante la formula seguente:

$$w = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_i \cdot \Delta \sigma_{zi}}{E_i}$$

dove:

- n = numero degli strati di terreno;
- ΔH_i = altezza dello strato i -esimo;
- $\Delta \sigma_{zi}$ = incremento medio della pressione verticale indotto dall'area di carico nello strato i -esimo;
- E_i = modulo elastico dello strato i -esimo.

7.1.2.2 Stima degli spostamenti orizzontali dell'opera

Gli spostamenti orizzontali ε_h indotti da una forza orizzontale T_H agente nella direzione del lato di dimensioni B di una fondazione quadrata o rettangolare poggiante su un semispazio elastico verranno valutati sulla base della seguente espressione:

$$\varepsilon_h = \frac{T_H \cdot (1 - \nu'^2)}{\beta_x \cdot \sqrt{B \cdot L} \cdot E'}$$

in cui:

- ν' = modulo di Poisson del terreno;
- E' = modulo elastico del terreno;
- L = dimensione della fondazione ortogonale al lato B ($L=1.0$ m per le fondazioni continue);
- β_x = coefficiente di influenza per il calcolo di spostamenti (Tab. 7.3).

v'	L/B						
	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0	10.0
	Coefficiente di influenza (β_x)						
0.1	1.040	1.000	1.010	1.020	1.050	1.150	1.25
0.2	0.990	0.938	0.942	0.945	0.975	1.050	1.160
0.3	0.926	0.868	0.864	0.870	0.906	0.950	1.040
0.4	0.844	0.792	0.770	0.784	0.806	0.850	0.940
0.5	0.770	0.704	0.692	0.686	0.700	0.732	0.840

Tabella 5: Coefficiente di influenza β_x per il calcolo di spostamenti (Poulos & Davis, 1974)

Infine, oltre allo spostamento orizzontale ε_h della fondazione, si calcola uno spostamento orizzontale in sommità dell'opera dovuto alla rotazione (vedi § 7.1.2.3).

7.1.2.3 Stima delle rotazioni dell'opera

Il profilo dello spostamento medio lungo la base della fondazione (B) nella direzione dell'azione ribaltante può essere impiegato per ottenere l'angolo di rotazione. In alternativa, la rotazione di fondazioni rettangolari soggetta ad un momento verrà valutata sulla base della seguente equazione:

$$\tan \theta = \frac{M \cdot (1 - \nu'^2)}{B^2 \cdot L \cdot E'} \cdot I_\theta$$

dove:

- θ = angolo di rotazione rispetto al verticale;
- E' = modulo elastico del terreno;
- L = dimensione della fondazione ortogonale al lato B ($L=1.0$ m per le fondazioni continue);
- I_θ = coefficiente di influenza per il calcolo delle rotazioni (Tab. 7.4).

Coefficiente di influenza per le fondazioni rigide (I_θ)											
L/B	0.10	0.20	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	3.00	5.00	10.00	100.00
I_θ	1.59	2.42	3.54	3.94	4.17	4.44	4.59	4.74	4.87	4.98	5.06

Tabella 6: Coefficiente di influenza I_θ per il calcolo di spostamenti (Taylor, 1967)

Il valore ammissibile affinché la rotazione dell'opera non risulti significativa è pari a 0.005 volte l'altezza dell'opera stessa.

7.1.3 Coefficienti parziali per la resistenza

Per il caso in oggetto relativo al dimensionamento di un muro di sostegno, i coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche relativamente ad ogni singolo stato limite ultimo precedentemente

analizzato sono di seguito indicati. I coefficienti riportati nella tabella saranno applicati sia per le verifiche in condizioni statiche sia per le verifiche in condizioni sismiche.

Fattore di sicurezza per le verifiche geotecniche allo SLU	
Verifica	Coefficiente parziale (R2)
Scorrimento sul piano di posa	$\gamma_R=1.0$
Collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno	$\gamma_R=1.0$
Ribaltamento	$\gamma_R=1.0$
Stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno	$\gamma_R=1.1$

Tabella 7: Fattore di sicurezza per le verifiche geotecniche sui muri di sostegno

7.2 Verifiche strutturali (STR)

Nelle verifiche strutturali si applicano alle azioni ed ai parametri geotecnici del terreno i coefficienti parziali propri delle verifiche STR (A1+M1+R1) per svolgere le verifiche allo SLU, e si considerano coefficienti parziali unitari sulle azioni e i parametri caratteristici del terreno per svolgere le verifiche allo SLE.

7.2.1 Verifiche STR allo SLE

In corrispondenza delle medesime sezioni sono state effettuate le verifiche sulla massima ampiezza delle fessure (*verifica allo stato limite di fessurazione*) e sulle massime tensioni nel calcestruzzo e nelle armature (*verifica delle tensioni in esercizio*).

7.2.2 Verifiche STR allo SLU

Sarà condotta la verifica in assenza ed in presenza di sisma per le membrature maggiormente sollecitate: il fusto del muro in corrispondenza dell'incastro e la platea di fondazione in corrispondenza della sezione di incastro.

8. RISULTATI DI CALCOLO MURI TIPO S

La sezione tipo è stata definita in base alle dimensioni della platea di fondazione in rapporto all'altezza massima del muro. Di seguito sono riportati i risultati delle verifiche geotecniche e strutturali per le sezioni tipo rappresentative. Per le verifiche geotecniche e strutturali sono state prese in considerazione le sezioni tipo con le peggiori condizioni di carico e la massima accelerazione sismica.

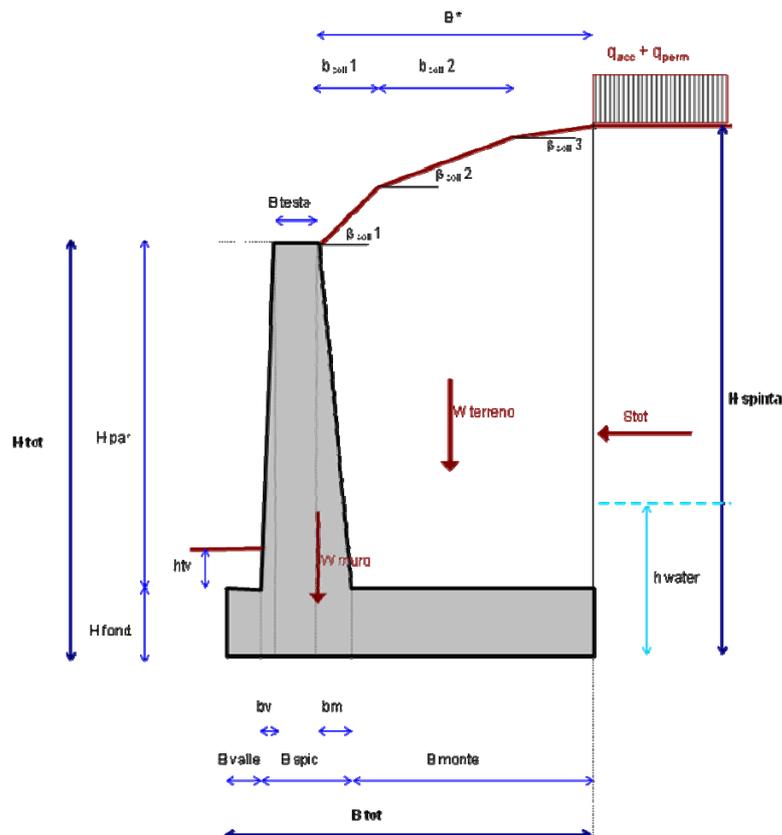
8.1 Sezione di verifica S3

Nel seguito vengono riportate le verifiche per l'unica sezione caratteristica con altezza massima del fusto pari a 7.00m.

8.1.1 Risultati delle verifiche geotecniche allo SLU

Verifiche allo scorrimento, ribaltamento e di capacità portante:

Sono riportati di seguito i risultati delle verifiche condotte in presenza ed in assenza di sisma per la sezione tipo caratteristica del progetto:



SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 1

Descrizione opera:

TIPO S3

GEOMETRIA MURO

Altezza Totale	$H_{tot} =$	8.20	m
Altezza Paramento	$H_{par} =$	7.00	m
Spessore Fondazione	$H_{fond} =$	1.20	m
Larghezza Fondazione	$B_{tot} =$	4.80	m
Larghezza Avanzattera	$B_{valle} =$	0.70	m
Larghezza Retrozattera	$B_{monte} =$	2.87	m
Larg. Spiccato Paramento	$B_{spic} =$	1.23	m
Larg testa Paramento	$B_{testa} =$	0.60	m
	$b_v =$	0.00	m
	$b_m =$	0.63	m
Spessore Terreno Valle	$h_{tv} =$	0.50	m
Larghezza Trasversale	$L_{trasv} =$	10.00	m
Peso Specifico Muro	$\gamma_{muro} =$	25.0	kN/m ³

CARICHI ESTERNI: BARRIERA ANTIRUMORE

Peso Barriera	$W_{barriera} =$	0.00	kN/m
Azione del Vento	$T_{vento} =$	0.00	kN/m
Altezza Barriera	$H_{barriera} =$	0.00	m

CARICHI ESTERNI: URTO

Azione dell'urto Puntuale	$T_{urto} =$	100	kN
to di Applicazione da testa muro	$h_o =$	0.90	m
	$L_{diffusione} =$	10.00	m

PARAMETRI TERRENO DI RILEVATO

angolo d'attrito caratteristico	$\phi'_k =$	35	°
attrito terreno-struttura STATICO	$\delta/\phi' =$	0.50	-
Peso Specifico	$\gamma =$	19	kN/m ³
attrito terreno-struttura SISMICO	$\delta/\phi' =$	0.00	-

PARAMETRI TERRENO DI FONDAZIONE

angolo d'attrito caratteristico	$\phi'_k =$	34	(°)
Peso Specifico	$\gamma_{fond} =$	20	kN/m ³
coesione caratteristica	$c'_k =$	0	KPa
Peso Specifico Sommerso	$\gamma' =$	10.19	kN/m ³
Terreno Riporto a Valle	$\gamma_{terr.val} =$	19.0	kN/m ³

CALCOLO CAPACITA' PORTATE

Profondità falda da PC	$Z_w =$	2.70	m
Affondamento intrad. plinto da PC	$D =$	1.70	m

PARAMETRI ANALISI SISMICA (+)

	$ag/g =$	0.119	(-)
	$F_o =$	2.51	(-)
categoria suolo	$E =$		(-)
categoria topografica	$T2 =$		(-)
	$k_H =$	0.055	(-)
	$k_V =$	0.027	(-)
	$V_N =$	50	(anni)
classe d'uso	$IV =$		(-)
	$V_R =$	100	(anni)
stato limite considerato	$SLV =$		(-)
	$T_R =$	949	(anni)
	$S_T =$	1.20	(-)
	$S_S =$	1.60	(-)
	$\beta_m =$	0.24	(-)

NOTE SUL CALCOLO:

(+) Definizioni in accordo alle NTC2008

SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 2

Descrizione opera:

TIPO S3

VERIFICHE SCORRIMENTO

Combinazione	Nd (kN/m)	Hd (kN/m)	Md (kNm/m)	μ (-)	Rd/Ed (-)
A1+M1+R1 traffico dominante	1053.00	253.51	-206.38	1.00	2.80
	948.00	253.51	-206.38	1.00	2.52
	834.23	253.51	-194.02	1.00	2.22
	729.23	253.51	-194.02	1.00	1.94
A1+M1+R1 vento dominante	1026.75	238.86	-168.18	1.00	2.90
	948.00	238.86	-168.18	1.00	2.68
	807.98	238.86	-155.81	1.00	2.28
	729.23	238.86	-155.81	1.00	2.06
A1+M1+R1 sisma+	749.22	229.64	-300.92	1.00	2.20
	709.24	220.20	-282.89	1.00	2.17
A1+M1+R1 urto	729.23	159.94	-132.21	1.00	3.08
A2+M2+R2 traffico dominante	820.23	255.96	-324.79	1.00	1.73
	729.23	255.96	-324.79	1.00	1.54
A2+M2+R2 vento dominante	797.48	239.95	-279.20	1.00	1.79
	729.23	239.95	-279.20	1.00	1.64
A2+M2+R2 sisma+	749.22	280.49	-426.41	1.00	1.44
	709.24	268.52	-401.46	1.00	1.43
A2+M2+R2 urto	729.23	201.91	-233.43	1.00	1.95

AZIONI PER SPOSTAMENTI

	Nd (kN/m)	Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
SLE Q. PERM.	729.23	149.94	-41.21

SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 3

Descrizione opera:

TIPO S3

VERIFICHE RIBALTAMENTO

Combinazione	M_{STAB}	M_{RIB}	Rd/Ed
	(kNm/m)	(kNm/m)	(-)
EQU traffico dominante	1702.67	522.96	3.26
EQU vento dominante	1702.67	470.36	3.62
EQU neve dominante	1702.67	470.36	3.62
EQU sisma+	1943.72	571.99	3.40
EQU sisma-	1891.81	591.10	3.20
EQU urto	1891.85	375.13	5.04

VERIFICHE CAPACITA' PORTANTE

Combinazione	N_d	H_d	M_d	σ_{Med}	q_{lim}	Rd/Ed
	(kN)	(kN)	(kNm)	(kPa)	(kPa)	(-)
A2+M2+R2 traffico dominante	820.23	255.96	-324.79	204.65	295.47	1.53
	729.23	255.96	-324.79	186.54	254.92	1.44
A2+M2+R2 vento dominante	797.48	239.95	-279.20	194.52	309.02	1.71
	729.23	239.95	-279.20	180.76	278.01	1.66
A2+M2+R2 sisma+	749.22	280.49	-426.41	204.61	231.44	1.16
	709.24	268.52	-401.46	193.36	227.83	1.21
A2+M2+R2 urto	729.23	201.91	-233.43	175.30	337.79	2.14

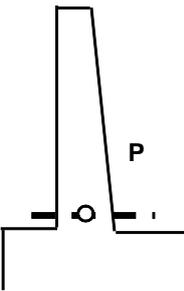
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 4

Descrizione opera:

TIPO S3

AZIONI ALLA BASE DEL PARAMENTO NEL BARICENTRO P DELLA SEZIONE A-A



Combinazione		Nd (kN/m)	Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	210.11	347.60	930.13
		210.11	258.05	616.71
		161.63	288.05	787.81
		161.63	198.50	198.50
A1+M1+R1	vento dominante	210.11	325.21	851.77
		210.11	258.05	616.71
		161.63	265.66	709.45
		161.63	198.50	474.39
A1+M1+R1	sisma+	166.06	420.08	1247.02
		157.19	420.08	1247.02
A1+M1+R1	urto	161.63	208.50	543.39
SLE - rara	traffico dominante	161.63	258.20	683.34
		161.63	243.27	631.10
SLE - frequente	traffico dominante	161.63	243.27	631.10
		161.63	198.50	474.39
SLE - q.permanente	traffico dominante	161.63	198.50	474.39
		161.63	198.50	474.39

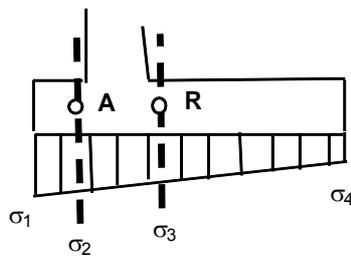
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 5

Descrizione opera:

TIPO S3

AZIONI MENSOLA DI VALLE NEL BARICENTRO A DELLA SEZIONE B-B



Combinazione		Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	35.95	12.58
		27.65	9.68
	vento dominante	27.65	0.00
		35.95	12.58
A1+M1+R1	sisma+	35.95	12.58
		27.65	9.68
	sisma-	27.65	9.68
A1+M1+R1	urto	27.65	9.68
SLE - rara	traffico dominante	27.65	9.68
	vento dominante	27.65	9.68
SLE - frequente	traffico dominante	27.65	9.68
	vento dominante	27.65	9.68
SLE - q.permanente	traffico dominante	27.65	9.68
	vento dominante	27.65	9.68

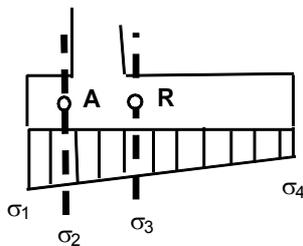
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 6

Descrizione opera:

TIPO S3

AZIONI MENSOLA DI MONTE NEL BARICENTRO R DELLA SEZIONE C-C



Combinazione		Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	828.38	1213.46
		724.08	1037.65
		661.29	974.00
		556.98	0.00
A1+M1+R1	vento dominante	802.31	1169.51
		724.08	1037.65
		635.21	930.05
		556.98	798.19
A1+M1+R1	sisma+	570.96	816.84
		570.96	816.84
A1+M1+R1	urto	556.98	798.19
SLE - rara	traffico dominante	626.52	915.40
		609.13	886.10
SLE - frequente	traffico dominante	609.13	886.10
		556.98	798.19
SLE - q.permanente	traffico dominante	556.98	798.19
		556.98	798.19

Verifiche di stabilità globale:

Sono riportati di seguito i risultati delle verifiche condotte in presenza ed in assenza del sisma:

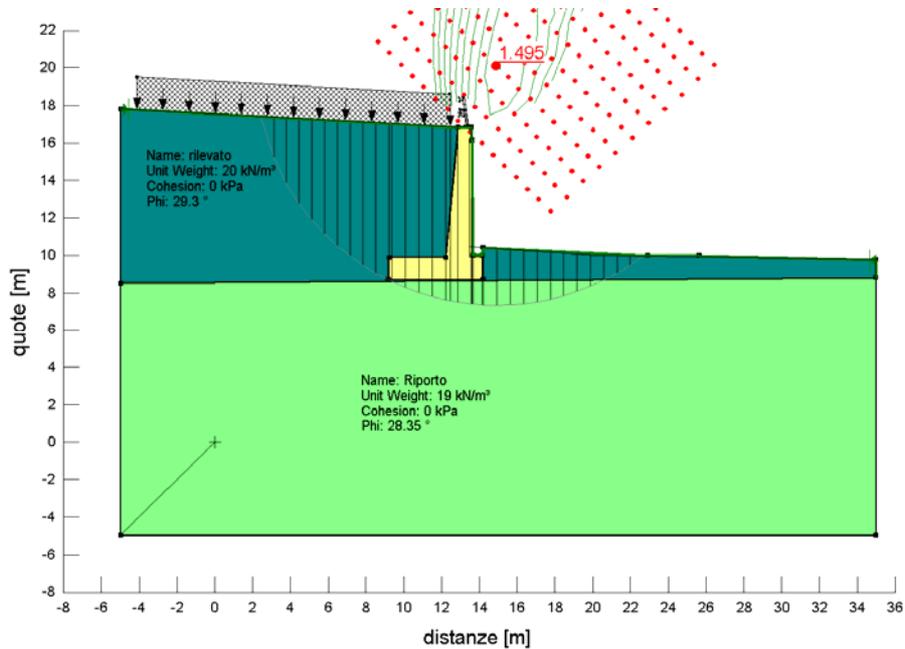


Figura 10: Verifica di stabilità globale – Condizioni statiche

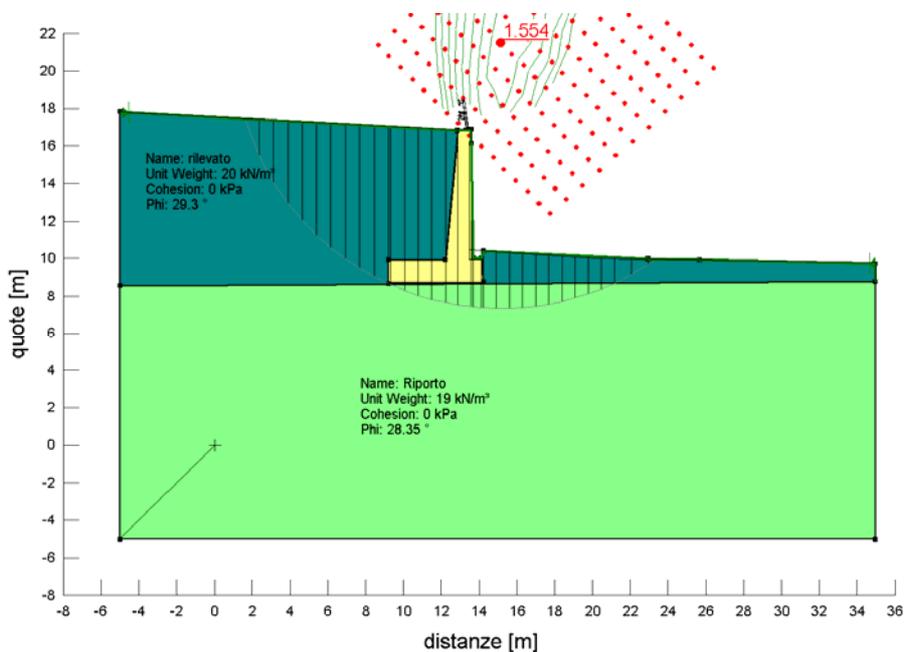


Figura 11: Verifica di stabilità globale – Condizioni sismiche

8.1.2 Risultati delle verifiche geotecniche allo SLE

Stima dei cedimenti:

Sono riportati di seguito i risultati delle analisi svolte per la stima dei cedimenti del muro di sezione tipo S3:

DATI DI INGRESSO						
p	carico applicato	156	(kPa)	Δh	altezza concio di calcolo	0.50 (m)
L	lunghezza area di carico	10.00	(m)	D	approfondimento fondazione da p.c.	1.70 (m)
B	larghezza area di carico	4.69	(m)	Z_w	profondità falda da p.c.	2.70 (m)
				α	$\Delta\sigma_z < \alpha \sigma'_{vo}$	0.20 (-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ _n (kN/m ³)	γ _{sat} (kN/m ³)	E (MPa)	
1	1.50	1.50	19.0	20.0	20.0	ΔH spessore strato i-esimo (lo spessore del 1° strato è valutato a partire dalla quota di imposta della fondazione/area di carico)
2	1.50	3.00	19.0	20.0	20.0	
3	1.50	4.50	19.0	20.0	20.0	
4	2.00	6.50	19.0	20.0	20.0	γ _n peso di volume naturale
5	2.00	8.50	19.0	20.0	20.0	γ _{sat} peso di volume saturo
6	2.00	10.50	19.0	20.0	20.0	E modulo elastico

RISULTATI						
CENTRO						
<i>(il valore z=0 corrisponde alla quota del piano di imposta della fondazione/area di carico; il valore della pressione geostatica efficace alla quota z=0 è calcolato facendo riferimento ai parametri del 1° strato)</i>						
Z (m)	σ'vo (kPa)	Δσz (kPa)	σ'vo+Δσz (kPa)	Δw (cm)	w (cm)	ε (%)
0.00	32	156	188	0.4	4.0	0.8
0.50	42	153	195	0.4	3.6	0.8
1.00	51	150	202	0.4	3.2	0.7
1.50	56	143	199	0.3	2.8	0.7
2.00	61	132	193	0.3	2.5	0.6
2.50	67	121	188	0.1	2.2	0.6
2.70	69	116	185	0.4	2.0	0.5
3.50	77	99	176	0.2	1.6	0.5
4.00	82	89	171	0.2	1.4	0.4
4.50	87	79	166	0.2	1.2	0.4
5.00	92	71	164	0.2	1.0	0.3
5.50	97	65	162	0.2	0.8	0.3
6.00	102	58	160	0.1	0.7	0.3
6.50	107	52	160	0.1	0.5	0.2
7.00	112	47	160	0.1	0.4	0.2
7.50	118	43	161	0.1	0.3	0.2
8.00	123	39	162	0.1	0.2	0.2
8.50	128	36	163	0.1	0.2	0.2
9.00	133	33	165	0.1	0.1	0.2
9.50	138	30	168	0.1	0.1	0.1
10.00	143	27	171	-	-	-

Dall'esame dei risultati si evince che i cedimenti dell'opera in quanto modesti sono compatibili con i limiti per i quali è garantita la funzionalità di progetto.

Stima degli spostamenti orizzontali:

Per la stima degli spostamenti in fondazione sono stati presi in considerazione i seguenti valori:

v' [-]	0.25	Forza orizzontale agente T_h [kN/m]			
L/B [-]	2.0833333		1499.4		
β_x [-]	0.91025	Spostamento orizzontale ε_h [mm]			
E [MPa]	20		11.1		

Gli spostamenti della fondazione risultano pertanto compatibili con i limiti progettuali.

Stima della rotazione:

Per la stima della rotazione ovvero gli spostamenti in testa sono stati presi in considerazione i seguenti valori:

v' [-]	0.25	Momento ribaltante in fondazione M [kNm/m]			
L/B [-]	2.0833333	412.1			
I_θ [-]	4.59	$\tan \theta$ [rad]	θ [°]	ε [cm]	ε_{amm} [cm]
E [MPa]	20	0.00038	0.0220	0.32	5

Gli spostamenti della fondazione in testa risultano pertanto compatibili con i limiti progettuali.

8.1.3 Risultati delle verifiche strutturali allo SLU e SLE

Lo studio viene effettuato su una profondità di 1.0 m, avente altezza variabile.

Le verifiche strutturali di deformazione e fessurazione sono state svolte secondo il metodo degli stati limite facendo riferimento alle tensioni di progetto riportate nel capitolo 7.

Di seguito, per le sezioni esaminate, sono forniti i risultati delle analisi eseguite che indicano le armature necessarie da applicare al fine di garantire la stabilità strutturale dell'opera.

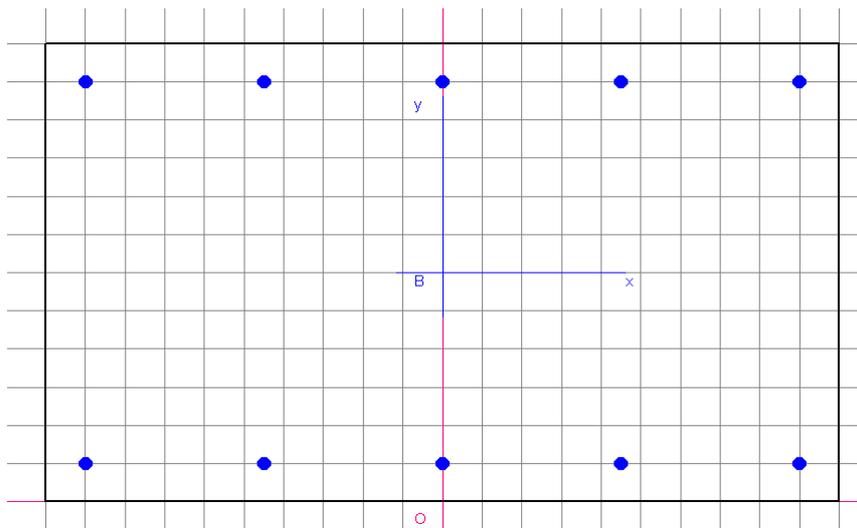


Figura 12: Schema della sezione tipo di verifica

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
NOME SEZIONE: SEZ-AA

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 123.0 cm
 Barre inferiori : 7Ø24 (31.7 cm²)
 Barre superiori : 7Ø24 (31.7 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	21100	93100	34800	0
2	16200	78800	28900	0
3	15800	124800	42100	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	16200	68400

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	16200	63200

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	16200	47500

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.6 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 31.7 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 31.7 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	21100	93100	21095	153840	1.652	116.2		
2	S	16200	78800	16221	151094	1.917	116.4		
3	S	15800	124800	15799	150856	1.209	116.4		

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max

1	0.00350	-0.02373	123.0	0.00092	118.0	-0.05744	5.0
2	0.00350	-0.02427	123.0	0.00087	118.0	-0.05866	5.0
3	0.00350	-0.02432	123.0	0.00086	118.0	-0.05877	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	8 mm	
Passo staffe:	24.9 cm	[Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	4	
Area staffe/m :	8.1 cm ² /m	[Area Staffe Minima normativa = 2.3 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	34800	39692	293544	83889	100.0	21.80	1.011	3.3
2	S	28900	38987	292815	83889	100.0	21.80	1.008	2.8
3	S	42100	38929	292755	83889	100.0	21.80	1.008	4.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	23.9	123.0	-21.5	123.0	-294	118.0	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm ²]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Betal2	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Betal2	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	22.2	123.0	-19.7	123.0	-271	118.0	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1 S 0.0 0.0 0.0 0.0 0.000000 0 0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	17.0	123.0	-14.5	123.0	-199	118.0	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1 S 0.0 0.0 0.0 0.0 0.000000 0 0.000.

Tabella 8: Risultati delle verifiche strutturali – (SEZIONE A-A)

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: SEZ-CC

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. β1*β2 : 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. β1*β2 : 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 120.0 cm
 Barre inferiori : 7Ø24 (31.7 cm²)
 Barre superiori : 7Ø24 (31.7 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N. Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	100	121400	82900	0
2	100	117000	80300	0
3	100	81700	57100	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	100	91600

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	100	88700

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	100	80000

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.6 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 31.7 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 31.7 cm²

N. Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	100	121400	128	138303	1.139	113.8		
2	S	100	117000	128	138303	1.182	113.8		

3 S 100 81700 128 138303 1.693 113.8

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.02534	120.0	0.00070	115.0	-0.06099	5.0
2	0.00350	-0.02534	120.0	0.00070	115.0	-0.06099	5.0
3	0.00350	-0.02534	120.0	0.00070	115.0	-0.06099	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 24.5 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 8.2 cm²/m [Area Staffe Minima normativa = 2.3 cm²/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Afst Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	82900	35941	283020	83091	100.0	21.80	1.000	8.2
2	S	80300	35941	283020	83091	100.0	21.80	1.000	7.9
3	S	57100	35941	283020	83091	100.0	21.80	1.000	5.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	51.4	120.0	0.0	120.0	-2695	115.0	21.8	2180	31.7	15.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²)
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2

Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
 Srm Distanza media in mm tra le fessure
 Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	31.8	-31.8	-20.2	0.205	1.0	0.000539	241	0.221

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff. Ac	eff. Af	eff. Dbarre
1	S	49.8	120.0	0.0	120.0	-2609	115.0	21.8	2180	31.7	15.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	30.8	-30.8	-19.6	0.205	0.5	0.000734	241	0.301
---	---	------	-------	-------	-------	-----	----------	-----	-------

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff. Ac	eff. Af	eff. Dbarre
1	S	44.9	120.0	0.0	120.0	-2353	115.0	21.8	2180	31.7	15.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	27.8	-27.8	-17.7	0.205	0.5	0.000544	241	0.223
---	---	------	-------	-------	-------	-----	----------	-----	-------

Tabella 9: Risultati delle verifiche strutturali – (SEZIONE C-C)

8.1.4 Considerazioni e riepilogo dei risultati

Le analisi sono state condotte in accordo alla norma in vigore secondo il metodo degli stati limite. Nella tabella successiva sono riepilogati i risultati delle analisi geotecniche eseguite in termini di fattori di sicurezza, rispettivamente, per le analisi allo SLU in condizioni statiche e sismiche.

Fattori di sicurezza per le verifiche GEO – Sezione tipo S3				
Analisi	Ribaltamento	Scorrimento	Capacità portante	Stabilità globale
Statica	3.26	1.54	1.44	1.50
Sismica	3.20	1.43	1.16	1.55

Tabella 10: Riepilogo dei risultati delle verifiche geotecniche – Sezione Tipo S3

Le verifiche geotecniche allo SLE sono risultati compatibili con i limiti progettuali in quanto le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dall'opera non sono critiche.

Per quanto riguarda invece le verifiche di carattere strutturale, si è provveduto ad un'analisi secondo la normativa vigente considerando l'approccio di tipo STR; come precedentemente visto anche per le analisi geotecniche si è utilizzato il procedimento agli Stati Limite. I manufatti qui esaminati sono soggetti ad azioni verticali e orizzontali, statiche e sismiche.

In base alle ipotesi effettuate e ai carichi considerati durante le analisi si può assumere che tutte le verifiche, sia geotecniche sia strutturali, risultano pertanto soddisfatte a Norma di legge.

Armature della soletta di fondazione:

- trasversali $\phi 24/15$
- longitudinali $\phi 12/20$
- staffe $\phi 12/20$

Armature dell'elevazione:

- trasversali $\phi 24/15$
- longitudinali $\phi 12/20$
- staffe $\phi 12/40$

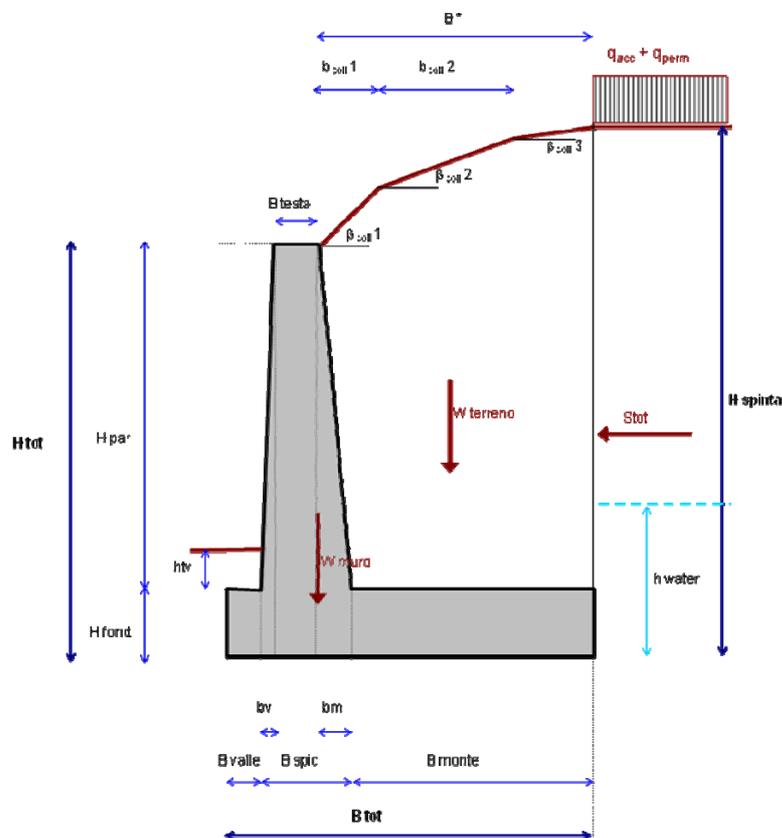
8.2 Sezione di verifica S5

Nel seguito vengono riportate le verifiche per l'unica sezione caratteristica con altezza massima del fusto pari a 6.00m.

8.2.1 Risultati delle verifiche geotecniche allo SLU

Verifiche allo scorrimento, ribaltamento e di capacità portante:

Sono riportati di seguito i risultati delle verifiche condotte in presenza ed in assenza di sisma per la sezione tipo caratteristica del progetto:



SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 1

Descrizione opera:

TIPO S5

GEOMETRIA MURO

Altezza Totale	$H_{tot} =$	7.10	m
Altezza Paramento	$H_{par} =$	6.00	m
Spessore Fondazione	$H_{fond} =$	1.10	m
Larghezza Fondazione	$B_{tot} =$	4.00	m
Larghezza Avanzattera	$B_{valle} =$	0.70	m
Larghezza Retrozattera	$B_{monte} =$	2.17	m
Larg. Spiccato Paramento	$B_{spic} =$	1.13	m
Larg testa Paramento	$B_{testa} =$	0.60	m
	$b_v =$	0.00	m
	$b_m =$	0.53	m
Spessore Terreno Valle	$h_{tv} =$	0.50	m
Larghezza Trasversale	$L_{trasv} =$	10.00	m
Peso Specifico Muro	$\gamma_{muro} =$	25.0	kN/m ³

CARICHI ESTERNI: BARRIERA ANTIRUMORE

Peso Barriera	$W_{barriera} =$	0.00	kN/m
Azione del Vento	$T_{vento} =$	0.00	kN/m
Altezza Barriera	$H_{barriera} =$	0.00	m

CARICHI ESTERNI: URTO

Azione dell'urto Puntuale	$T_{urto} =$	100	kN
to di Applicazione da testa muro	$h_o =$	0.90	m
	$L_{diffusione} =$	10.00	m

PARAMETRI TERRENO DI RILEVATO

angolo d'attrito caratteristico	$\phi'_k =$	35	°
attrito terreno-struttura STATICO	$\delta/\phi' =$	0.50	-
Peso Specifico	$\gamma =$	19	kN/m ³
attrito terreno-struttura SISMICO	$\delta/\phi' =$	0.00	-

PARAMETRI TERRENO DI FONDAZIONE

angolo d'attrito caratteristico	$\phi'_k =$	34	(°)
Peso Specifico	$\gamma_{fond} =$	20	kN/m ³
coesione caratteristica	$c'_k =$	0	KPa
Peso Specifico Sommerso	$\gamma' =$	10.19	kN/m ³
Terreno Riporto a Valle	$\gamma_{terr.val} =$	19.0	kN/m ³

CALCOLO CAPACITA' PORTATE

Profondità falda da PC	$Z_w =$	2.60	m
Affondamento intrad. plinto da PC	$D =$	1.60	m

PARAMETRI ANALISI SISMICA (+)

	$ag/g =$	0.119	(-)
	$F_o =$	2.51	(-)
categoria suolo	$E =$		(-)
categoria topografica	$T2 =$		(-)
	$k_H =$	0.055	(-)
	$k_V =$	0.027	(-)
	$V_N =$	50	(anni)
classe d'uso	$IV =$		(-)
	$V_R =$	100	(anni)
stato limite considerato	$SLV =$		(-)
	$T_R =$	949	(anni)
	$S_T =$	1.20	(-)
	$S_S =$	1.60	(-)
	$\beta_m =$	0.24	(-)

NOTE SUL CALCOLO:

(+) Definizioni in accordo alle NTC2008

SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 2

Descrizione opera:

TIPO S5

VERIFICHE SCORRIMENTO

Combinazione	Nd	Hd	Md	μ	Rd/Ed
	(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)	(-)	(-)
A1+M1+R1 traffico dominante	755.49	196.86	-143.91	1.00	2.59
	674.49	196.86	-143.91	1.00	2.31
	599.84	196.86	-137.71	1.00	2.06
	518.84	196.86	-137.71	1.00	1.78
A1+M1+R1 vento dominante	735.24	184.18	-114.66	1.00	2.69
	674.49	184.18	-114.66	1.00	2.47
	579.59	184.18	-108.45	1.00	2.12
	518.84	184.18	-108.45	1.00	1.90
A1+M1+R1 sisma+	533.07	170.63	-183.31	1.00	2.11
	504.61	163.56	-172.24	1.00	2.08
A1+M1+R1 urto	518.84	122.41	-100.69	1.00	2.86
A2+M2+R2 traffico dominante	589.04	199.33	-225.70	1.00	1.59
	518.84	199.33	-225.70	1.00	1.40
A2+M2+R2 vento dominante	571.49	185.47	-190.96	1.00	1.66
	518.84	185.47	-190.96	1.00	1.51
A2+M2+R2 sisma+	533.07	208.76	-265.10	1.00	1.38
	504.61	199.78	-249.54	1.00	1.36
A2+M2+R2 urto	518.84	153.87	-166.72	1.00	1.82

AZIONI PER SPOSTAMENTI

SLE	Q. PERM.	Nd	Hd	Md
		(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)
		518.84	112.41	-20.69

SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 3

Descrizione opera:

TIPO S5

VERIFICHE RIBALTAMENTO

Combinazione	M_{STAB}	M_{RIB}	Rd/Ed
	(kNm/m)	(kNm/m)	(-)
EQU traffico dominante	1027.13	369.69	2.78
EQU vento dominante	1027.13	329.60	3.12
EQU neve dominante	1027.13	329.60	3.12
EQU sisma+	1172.55	371.51	3.16
EQU sisma-	1141.22	381.52	2.99
EQU urto	1141.26	270.30	4.22

VERIFICHE CAPACITA' PORTANTE

Combinazione	N_d	H_d	M_d	σ_{Med}	q_{lim}	Rd/Ed
	(kN)	(kN)	(kNm)	(kPa)	(kPa)	(-)
A2+M2+R2 traffico dominante	589.04	199.33	-225.70	182.16	250.15	1.45
	518.84	199.33	-225.70	165.76	210.68	1.33
A2+M2+R2 vento dominante	571.49	185.47	-190.96	171.53	263.89	1.65
	518.84	185.47	-190.96	158.96	233.42	1.58
A2+M2+R2 sisma+	533.07	208.76	-265.10	177.37	204.54	1.18
	504.61	199.78	-249.54	167.59	201.28	1.25
A2+M2+R2 urto	518.84	153.87	-166.72	154.54	292.07	2.11

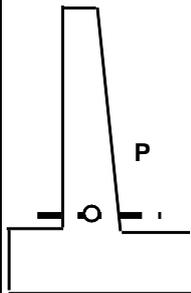
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 4

Descrizione opera:

TIPO S5

AZIONI ALLA BASE DEL PARAMENTO NEL BARICENTRO P DELLA SEZIONE A-A



Combinazione		Nd (kN/m)	Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	170.63	266.34	620.90
		170.63	189.59	390.63
		131.25	222.59	530.75
		131.25	145.84	145.84
A1+M1+R1	vento dominante	170.63	247.16	563.33
		170.63	189.59	390.63
		131.25	203.40	473.19
		131.25	145.84	300.48
A1+M1+R1	sisma+	134.85	309.31	789.27
		127.65	309.31	789.27
A1+M1+R1	urto	131.25	155.84	359.48
SLE - rara	traffico dominante	131.25	197.01	454.00
		131.25	184.21	415.62
SLE - frequente	traffico dominante	131.25	184.21	415.62
		131.25	145.84	300.48
SLE - q.permanente	traffico dominante	131.25	145.84	300.48
		131.25	145.84	300.48

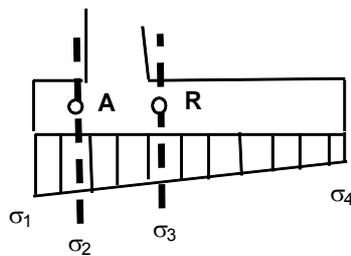
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 5

Descrizione opera:

TIPO S5

AZIONI MENSOLA DI VALLE NEL BARICENTRO A DELLA SEZIONE B-B



Combinazione		Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	33.67	11.78
		33.67	11.78
	vento dominante	25.90	9.07
		25.90	0.00
A1+M1+R1	traffico dominante	33.67	11.78
		33.67	11.78
	vento dominante	25.90	9.07
		25.90	9.07
A1+M1+R1	sisma+	26.61	9.31
	sisma-	25.19	9.31
A1+M1+R1	urto	25.90	9.07
SLE - rara	traffico dominante	25.90	9.07
	vento dominante	25.90	9.07
SLE - frequente	traffico dominante	25.90	9.07
	vento dominante	25.90	9.07
SLE - q.permanente	traffico dominante	25.90	9.07
	vento dominante	25.90	9.07

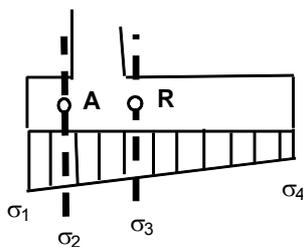
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 6

Descrizione opera:

TIPO S5

AZIONI MENSOLA DI MONTE NEL BARICENTRO R DELLA SEZIONE C-C



Combinazione		Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	565.39	630.99
		484.52	526.15
		453.57	509.57
		372.71	0.00
A1+M1+R1	vento dominante	545.17	604.78
		484.52	526.15
		433.36	483.36
		372.71	404.73
A1+M1+R1	sisma+	381.96	414.01
		381.96	414.01
A1+M1+R1	urto	372.71	404.73
SLE - rara	traffico dominante	426.62	474.62
		413.14	457.15
SLE - frequente	traffico dominante	413.14	457.15
		372.71	404.73
SLE - q.permanente	traffico dominante	372.71	404.73
		372.71	404.73

8.2.2 Risultati delle verifiche geotecniche allo SLE

Stima dei cedimenti:

Sono riportati di seguito i risultati delle analisi svolte per la stima dei cedimenti del muro tipo S5:

DATI DI INGRESSO							
p	carico applicato	131	(kPa)	Δh	altezza concio di calcolo	0.45	(m)
L	lunghezza area di carico	10.00	(m)	D	approfondimento fondazione da p.c.	1.60	(m)
B	larghezza area di carico	3.96	(m)	Z_w	profondità falda da p.c.	2.60	(m)
				α	$\Delta\sigma_z < \alpha \sigma'_{vo}$	0.20	(-)

Strato	ΔH	H	γ _n	γ _{sat}	E	
(-)	(m)	(m)	(kN/m ³)	(kN/m ³)	(MPa)	
1	1.50	1.50	19.0	20.0	20.0	ΔH spessore strato i-esimo (lo spessore del 1° strato è valutato a partire dalla quota di imposta della fondazione/area di carico)
2	1.50	3.00	19.0	20.0	20.0	
3	1.50	4.50	19.0	20.0	20.0	
4	2.00	6.50	19.0	20.0	20.0	γ _n peso di volume naturale
5	2.00	8.50	19.0	20.0	20.0	γ _{sat} peso di volume saturo
6	2.00	10.50	19.0	20.0	20.0	E modulo elastico

RISULTATI

CENTRO

(il valore z=0 corrisponde alla quota del piano di imposta della fondazione/area di carico; il valore della pressione geostatica efficace alla quota z=0 è calcolato facendo riferimento ai parametri del 1° strato)

Z	σ'vo	Δσz	σ'vo+Δσz	Δw	w	ε	
(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(cm)	(cm)	(%)	
0.00	30	131	161	0.3	3.0	0.7	
0.45	39	129	168	0.3	2.7	0.6	
0.90	47	126	174	0.3	2.4	0.6	
1.35	52	120	172	0.1	2.1	0.6	
1.50	54	117	170	0.4	2.0	0.5	
2.25	61	99	161	0.2	1.6	0.5	
2.60	65	92	157	0.2	1.4	0.4	
3.00	69	84	153	0.2	1.3	0.4	
3.60	75	73	148	0.2	1.0	0.3	
4.05	80	65	145	0.1	0.9	0.3	
4.50	84	59	143	0.1	0.7	0.3	
4.95	89	54	143	0.1	0.6	0.3	
5.40	93	48	142	0.1	0.5	0.2	
5.85	98	44	142	0.1	0.4	0.2	
6.30	103	40	142	0.0	0.3	0.2	
6.50	105	38	143	0.1	0.3	0.2	
7.20	112	33	145	0.1	0.1	0.2	
7.65	116	30	146	0.1	0.1	0.1	
8.10	121	28	148	0.1	0.1	0.1	
8.50	125	26	150	0.1	0.1	0.1	
9.00	130	23	153	-	-	-	

Dall'esame dei risultati si evince che i cedimenti dell'opera in quanto modesti sono compatibili con i limiti per i quali è garantita la funzionalità di progetto.

Stima degli spostamenti orizzontali:

Per la stima degli spostamenti in fondazione sono stati presi in considerazione i seguenti valori:

v' [-]	0.25	Forza orizzontale agente T_h [kN/m]	1124.1		
L/B [-]	2.5				
β_x [-]	0.924	Spostamento orizzontale ε_h [mm]	9.0		
E [MPa]	20				

Gli spostamenti della fondazione risultano pertanto compatibili con i limiti progettuali.

Stima della rotazione:

Per la stima della rotazione ovvero gli spostamenti in testa sono stati presi in considerazione i seguenti valori:

v' [-]	0.25	Momento ribaltante in fondazione M [kNm/m]			
L/B [-]	2.5	206.9			
I_θ [-]	4.64	$\tan \theta$ [rad]	θ [°]	ε [cm]	ε_{amm} [cm]
E [MPa]	20	0.00028	0.0161	0.20	5

Gli spostamenti della fondazione in testa risultano pertanto compatibili con i limiti progettuali.

8.2.3 Risultati delle verifiche strutturali allo SLU e SLE

Lo studio viene effettuato su una profondità di 1.0 m, avente altezza variabile.

Le verifiche strutturali di deformazione e fessurazione sono state svolte secondo il metodo degli stati limite facendo riferimento alle tensioni di progetto riportate nel capitolo 7.

Di seguito, per le sezioni esaminate, sono forniti i risultati delle analisi eseguite che indicano le armature necessarie da applicare al fine di garantire la stabilità strutturale dell'opera.

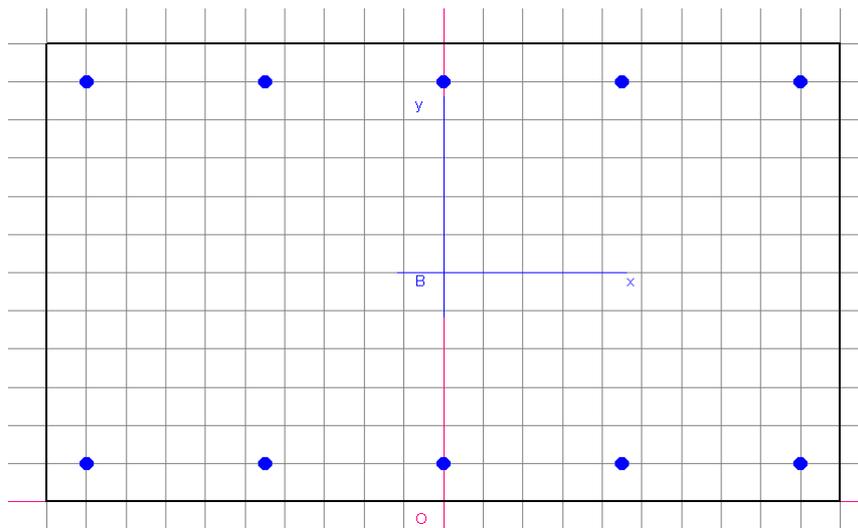


Figura 13: Schema della sezione tipo di verifica

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: SEZ-AA

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 113.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø22 (19.0 cm²)
 Barre superiori : 5Ø22 (19.0 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N. Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	17100	62100	26700	0
2	13200	53100	22300	0
3	12800	79000	31000	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)

Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	13200	45400

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	13200	41600

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	13200	30100

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.3 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.1 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, 0 sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 19.0 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 19.0 cm²

N. Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	17100	62100	17089	87331	1.406	107.2		
2	S	13200	53100	13188	85316	1.607	107.4		
3	S	12800	79000	12827	85130	1.078	107.4		

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, 0 sez.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X, Y, 0 sez.)
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X, Y, 0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.02591	113.0	0.00046	108.0	-0.06208	5.0
2	0.00350	-0.02654	113.0	0.00040	108.0	-0.06350	5.0
3	0.00350	-0.02660	113.0	0.00039	108.0	-0.06363	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 24.9 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 8.1 cm²/m [Area Staffe Minima normativa = 2.3 cm²/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Afst Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	26700	36667	268329	76780	100.0	21.80	1.010	2.8
2	S	22300	36108	267750	76780	100.0	21.80	1.007	2.3
3	S	31000	36051	267691	76780	100.0	21.80	1.007	3.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²])
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²])
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,0)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²]
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	20.1	113.0	-17.8	113.0	-242	108.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²]
 ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²]
 Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²]
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
 Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
 Srm Distanza media in mm tra le fessure
 Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	18.5	113.0	-16.3	113.0	-221	108.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000
---	---	-----	-----	-----	-----	----------	---	-------

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	13.7	113.0	-11.5	113.0	-155	108.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000
---	---	-----	-----	-----	-----	----------	---	-------

Tabella 11: Risultati delle verifiche strutturali – (SEZIONE A-A)

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: SEZ-CC

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 28.80 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd: 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. β1*β2 : 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. β1*β2 : 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 110.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø22 (19.0 cm²)
 Barre superiori : 5Ø22 (19.0 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
N. Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	100	63100	56600	0
2	100	60500	54600	0
3	100	41400	38200	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
N. Comb.	N	Mx
1	100	47500

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
N. Comb.	N	Mx
1	100	45800

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione	
N. Comb.	N	Mx
1	100	40500

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.9 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.3 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 3.1 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata								
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)								
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico								
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)								
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000								
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, 0 sez.								
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)								
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 19.0 cm ² Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 19.0 cm ²								
N. Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.

1	S	100	63100	103	76323	1.210	104.7
2	S	100	60500	103	76323	1.262	104.7
3	S	100	41400	103	76323	1.844	104.7

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.02778	110.0	0.00018	105.0	-0.06618	5.0
2	0.00350	-0.02778	110.0	0.00018	105.0	-0.06618	5.0
3	0.00350	-0.02778	110.0	0.00018	105.0	-0.06618	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	8 mm	
Passo staffe:	24.9 cm	[Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	4	
Area staffe/m :	8.1 cm ² /m	[Area Staffe Minima normativa = 2.3 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	56600	33493	258410	74647	100.0	21.80	1.000	6.1
2	S	54600	33493	258410	74647	100.0	21.80	1.000	5.9
3	S	38200	33493	258410	74647	100.0	21.80	1.000	4.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	20.9	110.0	-20.9	110.0	-284	105.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm ²]

K3 Coeff. di normativa = $0,25 (Sc_{min} + Sc_{Eff}) / (2 Sc_{min})$
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza $Beta1 * Beta2$
 Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
 Srm Distanza media in mm tra le fessure
 Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = $1,7 * Eps * Srm$

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	20.1	110.0	-20.1	110.0	-274	105.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
---	---	-----	-----	-----	--	-----	----------	---	-------

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	17.8	110.0	-17.8	110.0	-243	105.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
---	---	-----	-----	-----	--	-----	----------	---	-------

Tabella 12: Risultati delle verifiche strutturali – (SEZIONE C-C)

8.2.4 Considerazioni e riepilogo dei risultati

Le analisi sono state condotte in accordo alla norma in vigore secondo il metodo degli stati limite. Nella tabella successiva sono riepilogati i risultati delle analisi geotecniche eseguite in termini di fattori di sicurezza, rispettivamente, per le analisi allo SLU in condizioni statiche e sismiche.

Fattori di sicurezza per le verifiche GEO – Sezione tipo S5			
Analisi	Ribaltamento	Scorrimento	Capacità portante
Statica	2.78	1.40	1.33
Sismica	2.99	1.36	1.18

Tabella 13: Riepilogo dei risultati delle verifiche geotecniche – Sezione tipo S5

Le verifiche geotecniche allo SLE sono risultati compatibili con i limiti progettuali in quanto le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dall'opera non sono critiche.

Per quanto riguarda invece le verifiche di carattere strutturale, si è provveduto ad un'analisi secondo la normativa vigente considerando l'approccio di tipo STR; come precedentemente visto anche per le analisi geotecniche si è utilizzato il procedimento agli Stati Limite. I manufatti qui esaminati sono soggetti ad azioni verticali e orizzontali, statiche e sismiche.

In base alle ipotesi effettuate e ai carichi considerati durante le analisi si può assumere che tutte le verifiche, sia geotecniche sia strutturali, risultano pertanto soddisfatte a Norma di legge.

Armature della soletta di fondazione:

- trasversali $\phi 22/20$
- longitudinali $\phi 12/20$
- staffe $\phi 12/20$

Armature dell'elevazione:

- trasversali $\phi 22/20$
- longitudinali $\phi 12/20$
- staffe $\phi 12/40$

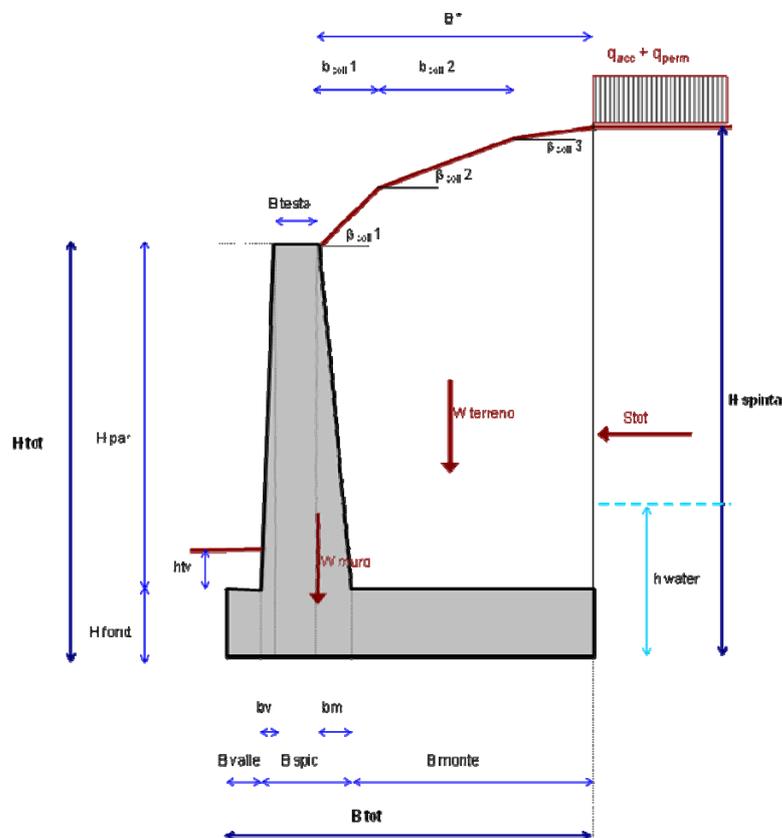
8.3 Sezione di verifica S7

Nel seguito vengono riportate le verifiche per l'unica sezione caratteristica con altezza massima del fusto pari a 5.00m.

8.3.1 Risultati delle verifiche geotecniche allo SLU

Verifiche allo scorrimento, ribaltamento e di capacità portante:

Sono riportati di seguito i risultati delle verifiche condotte in presenza ed in assenza di sisma per la sezione tipo caratteristica del progetto:



SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 1

Descrizione opera:

TIPO S7

GEOMETRIA MURO

Altezza Totale	$H_{tot} =$	6.00	m
Altezza Paramento	$H_{par} =$	5.00	m
Spessore Fondazione	$H_{fond} =$	1.00	m
Larghezza Fondazione	$B_{tot} =$	3.50	m
Larghezza Avanzattera	$B_{valle} =$	0.70	m
Larghezza Retrozattera	$B_{monte} =$	1.77	m
Larg. Spiccato Paramento	$B_{spic} =$	1.03	m
Larg testa Paramento	$B_{testa} =$	0.60	m
	$b_v =$	0.00	m
	$b_m =$	0.43	m
Spessore Terreno Valle	$h_{tv} =$	0.50	m
Larghezza Trasversale	$L_{trasv} =$	10.00	m
Peso Specifico Muro	$\gamma_{muro} =$	25.0	kN/m ³

CARICHI ESTERNI: BARRIERA ANTIRUMORE

Peso Barriera	$W_{barriera} =$	0.00	kN/m
Azione del Vento	$T_{vento} =$	0.00	kN/m
Altezza Barriera	$H_{barriera} =$	0.00	m

CARICHI ESTERNI: URTO

Azione dell'urto Puntuale	$T_{urto} =$	100	kN
to di Applicazione da testa muro	$h_o =$	0.90	m
	$L_{diffusione} =$	10.00	m

PARAMETRI TERRENO DI RILEVATO

angolo d'attrito caratteristico	$\phi'_k =$	35	°
attrito terreno-struttura STATICO	$\delta/\phi' =$	0.50	-
Peso Specifico	$\gamma =$	19	kN/m ³
attrito terreno-struttura SISMICO	$\delta/\phi' =$	0.00	-

PARAMETRI TERRENO DI FONDAZIONE

angolo d'attrito caratteristico	$\phi'_k =$	34	(°)
Peso Specifico	$\gamma_{fond} =$	20	kN/m ³
coesione caratteristica	$c'_k =$	0	KPa
Peso Specifico Sommerso	$\gamma' =$	10.19	kN/m ³
Terreno Riporto a Valle	$\gamma_{terr.val} =$	19.0	kN/m ³

CALCOLO CAPACITA' PORTATE

Profondità falda da PC	$Z_w =$	2.50	m
Affondamento intrad. plinto da PC	$D =$	1.50	m

PARAMETRI ANALISI SISMICA (+)

$ag/g =$	0.119	(-)
$F_o =$	2.51	(-)
categoria suolo	E	(-)
categoria topografica	T2	(-)
$k_H =$	0.055	(-)
$k_V =$	0.027	(-)
$V_N =$	50	(anni)
classe d'uso	IV	(-)
$V_R =$	100	(anni)
stato limite considerato	SLV	(-)
$T_R =$	949	(anni)
$S_T =$	1.20	(-)
$S_S =$	1.60	(-)
$\beta_m =$	0.24	(-)

NOTE SUL CALCOLO:

(+) Definizioni in accordo alle NTC2008

SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 2

Descrizione opera:

TIPO S7

VERIFICHE SCORRIMENTO

Combinazione	Nd	Hd	Md	μ	Rd/Ed
	(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)	(-)	(-)
A1+M1+R1 traffico dominante	559.29	147.23	-76.08	1.00	2.56
	493.29	147.23	-76.08	1.00	2.26
	445.45	147.23	-77.44	1.00	2.04
	379.45	147.23	-77.44	1.00	1.74
A1+M1+R1 vento dominante	542.79	136.51	-55.59	1.00	2.68
	493.29	136.51	-55.59	1.00	2.44
	428.95	136.51	-56.95	1.00	2.12
	379.45	136.51	-56.95	1.00	1.87
A1+M1+R1 sisma+	389.85	122.35	-94.28	1.00	2.15
	369.05	117.29	-88.36	1.00	2.12
A1+M1+R1 urto	379.45	90.28	-64.47	1.00	2.84
A2+M2+R2 traffico dominante	436.65	149.61	-132.93	1.00	1.57
	379.45	149.61	-132.93	1.00	1.37
A2+M2+R2 vento dominante	422.35	137.90	-108.48	1.00	1.65
	379.45	137.90	-108.48	1.00	1.48
A2+M2+R2 sisma+	389.85	149.57	-143.46	1.00	1.41
	369.05	143.16	-134.83	1.00	1.39
A2+M2+R2 urto	379.45	112.75	-104.14	1.00	1.82

AZIONI PER SPOSTAMENTI

SLE	Q. PERM.	Nd	Hd	Md
		(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)
		379.45	80.28	4.53

SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 3

Descrizione opera:

TIPO S7

VERIFICHE RIBALTAMENTO

Combinazione	M_{STAB}	M_{RIB}	Rd/Ed
	(kNm/m)	(kNm/m)	(-)
EQU traffico dominante	666.48	235.63	2.83
EQU vento dominante	666.48	207.42	3.21
EQU neve dominante	666.48	207.42	3.21
EQU sisma+	760.84	222.05	3.43
EQU sisma-	740.49	229.49	3.23
EQU urto	740.53	180.63	4.10

VERIFICHE CAPACITA' PORTANTE

Combinazione	N_d	H_d	M_d	σ_{Med}	q_{lim}	Rd/Ed
	(kN)	(kN)	(kNm)	(kPa)	(kPa)	(-)
A2+M2+R2 traffico dominante	436.65	149.61	-132.93	151.03	233.40	1.67
	379.45	149.61	-132.93	135.55	192.63	1.53
A2+M2+R2 vento dominante	422.35	137.90	-108.48	141.43	247.99	1.94
	379.45	137.90	-108.48	129.58	216.41	1.86
A2+M2+R2 sisma+	389.85	149.57	-143.46	141.04	200.40	1.53
	369.05	143.16	-134.83	133.26	197.24	1.61
A2+M2+R2 urto	379.45	112.75	-104.14	128.58	275.24	2.47

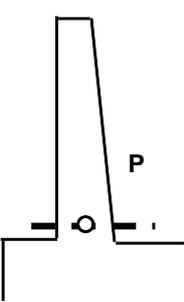
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 4

Descrizione opera:

TIPO S7

AZIONI ALLA BASE DEL PARAMENTO NEL BARICENTRO P DELLA SEZIONE A-A



Combinazione		Nd (kN/m)	Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	134.39	195.62	387.74
		134.39	131.66	227.83
		103.38	165.24	335.16
		103.38	101.28	101.28
A1+M1+R1	vento dominante	134.39	179.63	347.76
		134.39	131.66	227.83
		103.38	149.25	295.18
		103.38	101.28	175.25
A1+M1+R1	sisma+	106.21	215.47	459.94
		100.54	215.47	459.94
A1+M1+R1	urto	103.38	111.28	224.25
SLE - rara	traffico dominante	103.38	143.92	281.86
	vento dominante	103.38	133.26	255.21
SLE - frequente	traffico dominante	103.38	133.26	255.21
	vento dominante	103.38	101.28	175.25
SLE - q.permanente	traffico dominante	103.38	101.28	175.25
	vento dominante	103.38	101.28	175.25

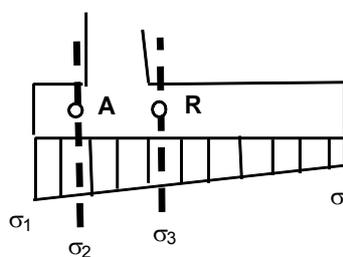
SINTESI DEI RISULTATI

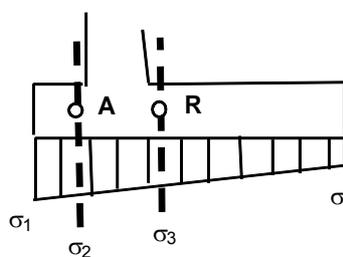
Allegato 5

Descrizione opera:

TIPO S7

AZIONI MENSOLA DI VALLE NEL BARICENTRO A DELLA SEZIONE B-B



		Combinazione	Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
	A1+M1+R1	traffico dominante	31.40	10.99
			31.40	10.99
			24.15	8.45
			24.15	0.00
	A1+M1+R1	vento dominante	31.40	10.99
			31.40	10.99
			24.15	8.45
			24.15	8.45
	A1+M1+R1	sisma+	24.81	8.68
		sisma-	23.49	8.68
A1+M1+R1	urto	24.15	8.45	
SLE - rara	traffico dominante	24.15	8.45	
	vento dominante	24.15	8.45	
SLE - frequente	traffico dominante	24.15	8.45	
	vento dominante	24.15	8.45	
SLE - q.permanente	traffico dominante	24.15	8.45	
	vento dominante	24.15	8.45	

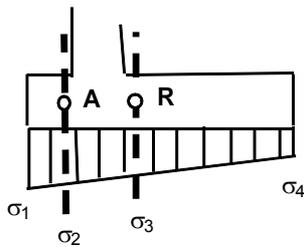
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 6

Descrizione opera:

TIPO S7

AZIONI MENSOLA DI MONTE NEL BARICENTRO R DELLA SEZIONE C-C



	Combinazione	Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	402.00	369.38
		335.58	298.80
		324.56	300.42
		258.14	0.00
A1+M1+R1	vento dominante	385.39	351.73
		335.58	298.80
		307.95	282.78
		258.14	229.85
A1+M1+R1	sisma+	264.52	235.08
		264.52	235.08
A1+M1+R1	urto	258.14	229.85
SLE - rara	traffico dominante	302.42	276.90
		291.35	265.13
SLE - frequente	traffico dominante	291.35	265.13
		258.14	229.85
SLE - q.permanente	traffico dominante	258.14	229.85
		258.14	229.85

8.3.2 Risultati delle verifiche geotecniche allo SLE

Stima dei cedimenti:

Sono riportati di seguito i risultati delle analisi svolte per la stima dei cedimenti del muro tipo S7:

DATI DI INGRESSO						
p	carico applicato	109	(kPa)	Δh	altezza concio di calcolo	0.38 (m)
L	lunghezza area di carico	10.00	(m)	D	approfondimento fondazione da p.c.	1.50 (m)
B	larghezza area di carico	3.48	(m)	Z_w	profondità falda da p.c.	2.50 (m)
				α	$\Delta\sigma_z < \alpha \sigma'_{vo}$	0.20 (-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ _n (kN/m ³)	γ _{sat} (kN/m ³)	E (MPa)	
1	1.50	1.50	19.0	20.0	20.0	ΔH spessore strato i-esimo (lo spessore del 1° strato è valutato a partire dalla quota di imposta della fondazione/area di carico)
2	1.50	3.00	19.0	20.0	20.0	
3	1.50	4.50	19.0	20.0	20.0	
4	2.00	6.50	19.0	20.0	20.0	γ _n peso di volume naturale
5	2.00	8.50	19.0	20.0	20.0	γ _{sat} peso di volume saturo
6	2.00	10.50	19.0	20.0	20.0	E modulo elastico

RISULTATI						
CENTRO						
<i>(il valore z=0 corrisponde alla quota del piano di imposta della fondazione/area di carico; il valore della pressione geostatica efficace alla quota z=0 è calcolato facendo riferimento ai parametri del 1° strato)</i>						
z (m)	σ'vo (kPa)	Δσz (kPa)	σ'vo+Δσz (kPa)	Δw (cm)	w (cm)	ε (%)
0.00	29	109	138	0.2	2.1	0.5
0.38	36	108	143	0.2	1.9	0.5
0.76	43	105	148	0.2	1.7	0.5
1.14	47	100	147	0.2	1.5	0.5
1.50	50	94	144	0.2	1.3	0.4
1.90	55	85	139	0.2	1.2	0.4
2.28	58	77	135	0.1	1.0	0.4
2.50	61	73	134	0.2	0.9	0.3
3.00	66	64	130	0.1	0.8	0.3
3.42	70	58	128	0.1	0.6	0.3
3.80	74	52	126	0.1	0.5	0.3
4.18	78	48	126	0.1	0.4	0.2
4.50	81	45	126	0.1	0.4	0.2
4.94	86	40	126	0.1	0.3	0.2
5.32	89	37	126	0.1	0.2	0.2
5.70	93	34	127	0.1	0.1	0.2
6.08	97	31	128	0.1	0.1	0.1
6.46	101	28	129	0.0	0.1	0.1
6.50	101	28	130	0.1	0.1	0.1
7.22	109	24	133	0.0	0.0	0.1
7.60	113	22	135	-	-	-

Dall'esame dei risultati si evince che i cedimenti dell'opera in quanto modesti sono compatibili con i limiti per i quali è garantita la funzionalità di progetto.

Stima degli spostamenti orizzontali:

Per la stima degli spostamenti in fondazione sono stati presi in considerazione i seguenti valori:

ν' [-]	0.25	Forza orizzontale agente T_h [kNm]	802.8		
L/B [-]	2.8571429				
β_x [-]	0.9357857	Spostamento orizzontale ε_h [mm]	6.8		
E [MPa]	20				

Gli spostamenti della fondazione risultano pertanto compatibili con i limiti progettuali.

Stima della rotazione:

Per la stima della rotazione ovvero gli spostamenti in testa sono stati presi in considerazione i seguenti valori:

ν' [-]	0.25	Momento ribaltante in fondazione M [kNm/m]			
L/B [-]	2.8571429	45.3			
I_θ [-]	4.68	$\tan \theta$ [rad]	θ [°]	ε [cm]	ε_{amm} [cm]
E [MPa]	20	0.00008	0.0046	0.05	5

Gli spostamenti della fondazione in testa risultano pertanto compatibili con i limiti progettuali.

8.3.3 Risultati delle verifiche strutturali allo SLU e SLE

Lo studio viene effettuato su una profondità di 1.0 m, avente altezza variabile.

Le verifiche strutturali di deformazione e fessurazione sono state svolte secondo il metodo degli stati limite facendo riferimento alle tensioni di progetto riportate nel capitolo 7.

Di seguito, per le sezioni esaminate, sono forniti i risultati delle analisi eseguite che indicano le armature necessarie da applicare al fine di garantire la stabilità strutturale dell'opera.

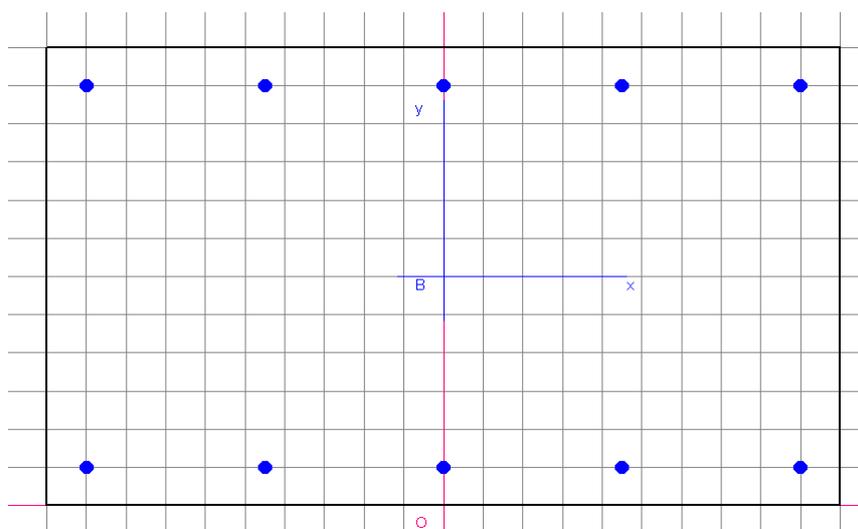


Figura 14: Schema della sezione tipo di verifica

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: SEZ-AA

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 103.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø20 (15.7 cm²)
 Barre superiori : 5Ø20 (15.7 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	13500	38800	19600	0
2	10400	33600	16600	0
3	10100	46000	21600	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	10400	28200

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	10400	25600

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	10400	17600

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.5 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 15.7 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 15.7 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	13500	38800	13485	65335	1.684	97.7		
2	S	10400	33600	10393	63891	1.902	97.8		
3	S	10100	46000	10111	63759	1.386	97.8		

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max

1	0.00350	-0.02553	103.0	0.00021	98.0	-0.06094	5.0
2	0.00350	-0.02603	103.0	0.00015	98.0	-0.06206	5.0
3	0.00350	-0.02608	103.0	0.00015	98.0	-0.06218	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	8 mm	
Passo staffe:	23.9 cm	[Passo massimo di normativa = 24.0 cm]
N.Bracci staffe:	4	
Area staffe/m :	8.4 cm ² /m	[Area Staffe Minima normativa = 2.4 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	19600	33674	243176	72586	100.0	21.80	1.008	2.3
2	S	16600	33232	242718	72586	100.0	21.80	1.006	1.9
3	S	21600	33189	242674	72586	100.0	21.80	1.006	2.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	15.3	103.0	-13.4	103.0	-180	98.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm ²]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Betal2	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Betal2	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	14.0	103.0	-12.1	103.0	-162	98.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000
---	---	-----	-----	-----	-----	----------	---	-------

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	9.9	103.0	-8.0	103.0	-107	98.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0	0.000.
---	---	-----	-----	-----	-----	----------	---	--------

Tabella 14: Risultati delle verifiche strutturali - (SEZIONE A-A)

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: SEZ-CC

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento: N.T.C.
Tipologia sezione: Sezione predefinita
Forma della sezione: Rettangolare
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
Def.unit. ultima ecu : 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
Sc Limite : 168.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
Sc Limite : 168.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
Sc Limite : 126.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
Altezza: 100.0 cm
Barre inferiori : 5Ø20 (15.7 cm²)
Barre superiori : 5Ø20 (15.7 cm²)
Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.0 cm
Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	100	37000	40200	0
2	100	35200	38600	0
3	100	23600	26500	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	100	27700

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	100	26600

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	100	23000

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.5 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 15.7 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 15.7 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	100	37000	94	57225	1.547	95.1		

2	S	100	35200	94	57225	1.626	95.1
3	S	100	23600	94	57225	2.425	95.1

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.02697	100.0	-0.00006	95.0	-0.06405	5.0
2	0.00350	-0.02697	100.0	-0.00006	95.0	-0.06405	5.0
3	0.00350	-0.02697	100.0	-0.00006	95.0	-0.06405	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	8 mm	
Passo staffe:	23.9 cm	[Passo massimo di normativa = 24.0 cm]
N.Bracci staffe:	4	
Area staffe/m :	8.4 cm ² /m	[Area Staffe Minima normativa = 2.4 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	40200	31015	233799	70364	100.0	21.80	1.000	4.8
2	S	38600	31015	233799	70364	100.0	21.80	1.000	4.6
3	S	26500	31015	233799	70364	100.0	21.80	1.000	3.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	14.9	100.0	-14.9	100.0	-201	95.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm ²]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)

Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	14.3	100.0	-14.3	100.0	-193	95.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
---	---	-----	-----	-----	--	-----	----------	---	-------

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	12.4	100.0	-12.4	100.0	-167	95.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
---	---	-----	-----	-----	--	-----	----------	---	-------

Tabella 15: Risultati delle verifiche strutturali – (SEZIONE C-C)

8.3.4 Considerazioni e riepilogo dei risultati

Le analisi sono state condotte in accordo alla norma in vigore secondo il metodo degli stati limite. Nella tabella successiva sono riepilogati i risultati delle analisi geotecniche eseguite in termini di fattori di sicurezza, rispettivamente, per le analisi allo SLU in condizioni statiche e sismiche.

Fattori di sicurezza per le verifiche GEO – Sezione tipo S7			
Analisi	Ribaltamento	Scorrimento	Capacità portante
Statica	2.83	1.37	1.53
Sismica	3.23	1.39	1.53

Tabella 16: Riepilogo dei risultati delle verifiche geotecniche – Sezione Tipo S7

Le verifiche geotecniche allo SLE sono risultati compatibili con i limiti progettuali in quanto le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dall'opera non sono critiche.

Per quanto riguarda invece le verifiche di carattere strutturale, si è provveduto ad un'analisi secondo la normativa vigente considerando l'approccio di tipo STR; come precedentemente visto anche per le analisi geotecniche si è utilizzato il procedimento agli Stati Limite. I manufatti qui esaminati sono soggetti ad azioni verticali e orizzontali, statiche e sismiche.

In base alle ipotesi effettuate e ai carichi considerati durante le analisi si può assumere che tutte le verifiche, sia geotecniche sia strutturali, risultano pertanto soddisfatte a Norma di legge.

Armature della soletta di fondazione:

- trasversali $\phi 20/20$
- longitudinali $\phi 12/20$
- staffe $\phi 12/20$

Armature dell'elevazione:

- trasversali $\phi 20/20$
- longitudinali $\phi 12/20$
- staffe $\phi 12/40$

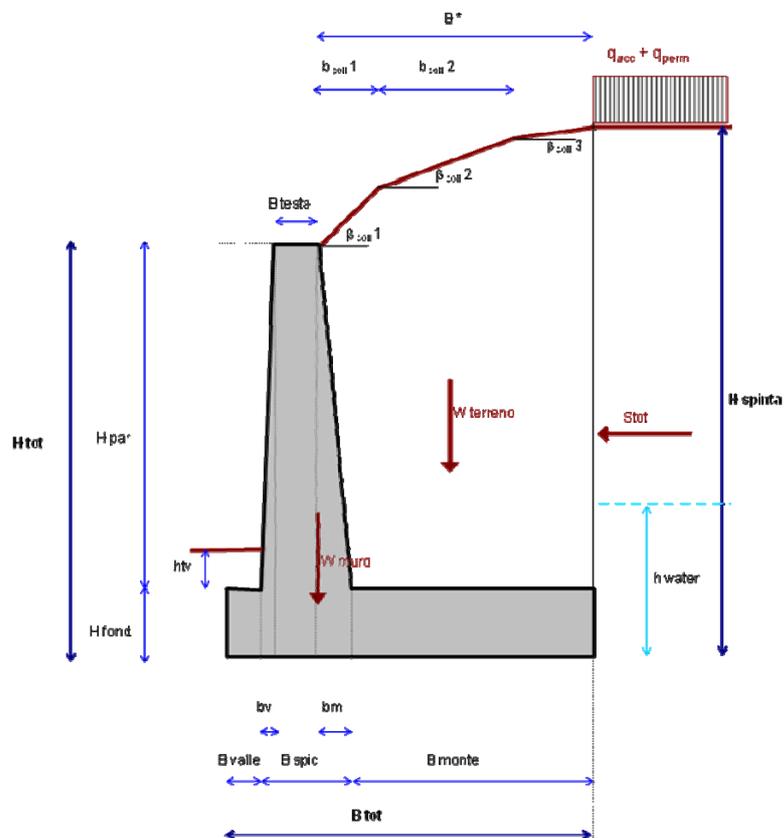
8.4 Sezione di verifica S9

Nel seguito vengono riportate le verifiche per l'unica sezione caratteristica con altezza massima del fusto pari a 4.00m.

8.4.1 Risultati delle verifiche geotecniche allo SLU

Verifiche allo scorrimento, ribaltamento e di capacità portante:

Sono riportati di seguito i risultati delle verifiche condotte in presenza ed in assenza di sisma per la sezione tipo caratteristica del progetto:



SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 1

Descrizione opera:

TIPO S9

GEOMETRIA MURO

Altezza Totale	$H_{tot} =$	4.90	m
Altezza Paramento	$H_{par} =$	4.00	m
Spessore Fondazione	$H_{fond} =$	0.90	m
Larghezza Fondazione	$B_{tot} =$	3.00	m
Larghezza Avanzattera	$B_{valle} =$	0.70	m
Larghezza Retrozattera	$B_{monte} =$	1.37	m
Larg. Spiccato Paramento	$B_{spic} =$	0.93	m
Larg testa Paramento	$B_{testa} =$	0.60	m
	$b_v =$	0.00	m
	$b_m =$	0.33	m
Spessore Terreno Valle	$h_{tv} =$	0.50	m
Larghezza Trasversale	$L_{trasv} =$	10.00	m
Peso Specifico Muro	$\gamma_{muro} =$	25.0	kN/m ³

CARICHI ESTERNI: BARRIERA ANTIRUMORE

Peso Barriera	$W_{barriera} =$	0.00	kN/m
Azione del Vento	$T_{vento} =$	0.00	kN/m
Altezza Barriera	$H_{barriera} =$	0.00	m

CARICHI ESTERNI: URTO

Azione dell'urto Puntuale	$T_{urto} =$	100	kN
to di Applicazione da testa muro	$h_o =$	0.90	m
	$L_{diffusione} =$	10.00	m

PARAMETRI TERRENO DI RILEVATO

angolo d'attrito caratteristico	$\phi'_k =$	35	°
attrito terreno-struttura STATICO	$\delta/\phi' =$	0.50	-
Peso Specifico	$\gamma =$	19	kN/m ³
attrito terreno-struttura SISMICO	$\delta/\phi' =$	0.00	-

PARAMETRI TERRENO DI FONDAZIONE

angolo d'attrito caratteristico	$\phi'_k =$	34	(°)
Peso Specifico	$\gamma_{fond} =$	20	kN/m ³
coesione caratteristica	$c'_k =$	0	KPa
Peso Specifico Sommerso	$\gamma' =$	10.19	kN/m ³
Terreno Riporto a Valle	$\gamma_{terr.val} =$	19.0	kN/m ³

CALCOLO CAPACITA' PORTATE

Profondità falda da PC	$Z_w =$	2.40	m
Affondamento intrad. plinto da PC	$D =$	1.40	m

PARAMETRI ANALISI SISMICA (+)

	$ag/g =$	0.119	(-)
	$F_o =$	2.51	(-)
categoria suolo	$E =$		(-)
categoria topografica	$T2 =$		(-)
	$k_H =$	0.055	(-)
	$k_V =$	0.027	(-)
	$V_N =$	50	(anni)
classe d'uso	$IV =$		(-)
	$V_R =$	100	(anni)
stato limite considerato	$SLV =$		(-)
	$T_R =$	949	(anni)
	$S_T =$	1.20	(-)
	$S_S =$	1.60	(-)
	$\beta_m =$	0.24	(-)

NOTE SUL CALCOLO:

(+) Definizioni in accordo alle NTC2008

SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 2

Descrizione opera:

TIPO S9

VERIFICHE SCORRIMENTO

Combinazione	Nd	Hd	Md	μ	Rd/Ed
	(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)	(-)	(-)
A1+M1+R1 traffico dominante	391.81	104.61	-32.24	1.00	2.53
	340.81	104.61	-32.24	1.00	2.20
	313.16	104.61	-37.06	1.00	2.02
	262.16	104.61	-37.06	1.00	1.69
A1+M1+R1 vento dominante	379.06	95.86	-18.96	1.00	2.67
	340.81	95.86	-18.96	1.00	2.40
	300.41	95.86	-23.78	1.00	2.11
	262.16	95.86	-23.78	1.00	1.84
A1+M1+R1 sisma+	269.35	82.10	-38.33	1.00	2.21
	254.97	78.73	-35.72	1.00	2.18
A1+M1+R1 urto	262.16	63.54	-41.93	1.00	2.78
A2+M2+R2 traffico dominante	306.36	106.80	-69.20	1.00	1.55
	262.16	106.80	-69.20	1.00	1.32
A2+M2+R2 vento dominante	295.31	97.23	-53.25	1.00	1.64
	262.16	97.23	-53.25	1.00	1.45
A2+M2+R2 sisma+	269.35	100.25	-64.97	1.00	1.45
	254.97	95.98	-60.89	1.00	1.43
A2+M2+R2 urto	262.16	78.53	-63.40	1.00	1.80

AZIONI PER SPOSTAMENTI

SLE	Q. PERM.	Nd	Hd	Md
		(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)
		262.16	53.54	16.07

SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 3

Descrizione opera:

TIPO S9

VERIFICHE RIBALTAMENTO

Combinazione	M_{STAB}	M_{RIB}	Rd/Ed
	(kNm/m)	(kNm/m)	(-)
EQU traffico dominante	401.50	137.72	2.92
EQU vento dominante	401.50	119.31	3.37
EQU neve dominante	401.50	119.31	3.37
EQU sisma+	458.34	119.29	3.84
EQU sisma-	446.07	124.50	3.58
EQU urto	446.11	116.27	3.84

VERIFICHE CAPACITA' PORTANTE

Combinazione	N_d	H_d	M_d	σ_{Med}	q_{lim}	Rd/Ed
	(kN)	(kN)	(kNm)	(kPa)	(kPa)	(-)
A2+M2+R2 traffico dominante	306.36	106.80	-69.20	120.22	216.37	2.03
	262.16	106.80	-69.20	106.05	174.21	1.86
A2+M2+R2 vento dominante	295.31	97.23	-53.25	111.89	232.22	2.41
	262.16	97.23	-53.25	101.07	199.44	2.32
A2+M2+R2 sisma+	269.35	100.25	-64.97	106.99	198.49	2.14
	254.97	95.98	-60.89	101.08	195.42	2.27
A2+M2+R2 urto	262.16	78.53	-63.40	104.18	257.87	2.98

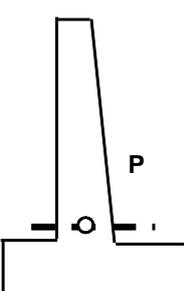
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 4

Descrizione opera:

TIPO S9

AZIONI ALLA BASE DEL PARAMENTO NEL BARICENTRO P DELLA SEZIONE A-A



Combinazione		Nd (kN/m)	Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	101.40	135.43	220.27
		101.40	84.26	117.93
		78.00	115.99	193.05
		78.00	64.82	64.82
A1+M1+R1	vento dominante	101.40	122.64	194.68
		101.40	84.26	117.93
		78.00	103.19	167.47
		78.00	64.82	90.71
A1+M1+R1	sisma+	80.14	138.55	237.90
		75.86	138.55	237.90
A1+M1+R1	urto	78.00	74.82	129.71
SLE - rara	traffico dominante	78.00	98.93	158.94
		78.00	90.40	141.88
SLE - frequente	traffico dominante	78.00	90.40	141.88
		78.00	64.82	90.71
SLE - q.permanente	traffico dominante	78.00	64.82	90.71
		78.00	64.82	90.71

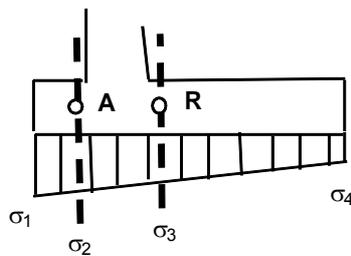
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 5

Descrizione opera:

TIPO S9

AZIONI MENSOLA DI VALLE NEL BARICENTRO A DELLA SEZIONE B-B



Combinazione		Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	29.12	10.19
		29.12	10.19
	vento dominante	22.40	7.84
		22.40	0.00
A1+M1+R1	vento dominante	29.12	10.19
		29.12	10.19
	sisma+	22.40	7.84
		22.40	7.84
A1+M1+R1	sisma-	23.01	8.05
	urto	21.79	8.05
SLE - rara	traffico dominante	22.40	7.84
	vento dominante	22.40	7.84
SLE - frequente	traffico dominante	22.40	7.84
	vento dominante	22.40	7.84
SLE - q.permanente	traffico dominante	22.40	7.84
	vento dominante	22.40	7.84

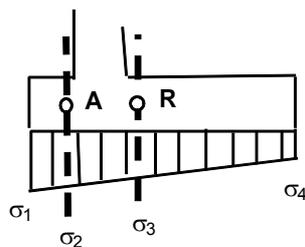
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 6

Descrizione opera:

TIPO S9

AZIONI MENSOLA DI MONTE NEL BARICENTRO R DELLA SEZIONE C-C



Combinazione		Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	265.66	191.50
		213.68	148.44
		216.35	157.24
		164.37	0.00
A1+M1+R1	vento dominante	252.66	180.74
		213.68	148.44
		203.35	146.48
		164.37	114.19
A1+M1+R1	sisma+	168.41	116.76
	sisma-	168.41	116.76
A1+M1+R1	urto	164.37	114.19
SLE - rara	traffico dominante	199.02	142.89
	vento dominante	190.36	135.71
SLE - frequente	traffico dominante	190.36	135.71
	vento dominante	164.37	114.19
SLE - q.permanente	traffico dominante	164.37	114.19
	vento dominante	164.37	114.19

8.4.2 Risultati delle verifiche geotecniche allo SLE

Stima dei cedimenti:

Sono riportati di seguito i risultati delle analisi svolte per la stima dei cedimenti del muro tipo S9:

DATI DI INGRESSO						
p	carico applicato	91	(kPa)	Δh	altezza concio di calcolo	0.32 (m)
L	lunghezza area di carico	10.00	(m)	D	approfondimento fondazione da p.c.	1.50 (m)
B	larghezza area di carico	2.88	(m)	Z_w	profondità falda da p.c.	2.50 (m)
				α	$\Delta\sigma_z < \alpha \sigma'_{vo}$	0.20 (-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ _n (kN/m ³)	γ _{sat} (kN/m ³)	E (MPa)	
1	1.50	1.50	19.0	20.0	20.0	ΔH spessore strato i-esimo (lo spessore del 1° strato è valutato a partire dalla quota di imposta della fondazione/area di carico)
2	1.50	3.00	19.0	20.0	20.0	
3	1.50	4.50	19.0	20.0	20.0	
4	1.50	6.00	19.0	20.0	20.0	γ _n peso di volume naturale
5	1.50	7.50	19.0	20.0	20.0	γ _{sat} peso di volume saturo
6	1.50	9.00	19.0	20.0	20.0	E modulo elastico

RISULTATI						
CENTRO						
<i>(il valore z=0 corrisponde alla quota del piano di imposta della fondazione/area di carico; il valore della pressione geostatica efficace alla quota z=0 è calcolato facendo riferimento ai parametri del 1° strato)</i>						
Z (m)	σ'vo (kPa)	Δσz (kPa)	σ'vo+Δσz (kPa)	Δw (cm)	w (cm)	ε (%)
0.00	29	91	120	0.1	1.5	0.5
0.32	35	90	124	0.1	1.4	0.4
0.64	41	88	129	0.1	1.3	0.4
0.96	47	84	130	0.1	1.1	0.4
1.28	50	78	128	0.1	1.0	0.4
1.50	52	73	125	0.1	0.9	0.3
1.92	57	64	120	0.1	0.8	0.3
2.24	60	58	118	0.1	0.7	0.3
2.50	62	54	117	0.1	0.6	0.3
2.88	66	49	115	0.0	0.5	0.2
3.00	68	47	115	0.1	0.5	0.2
3.52	73	41	114	0.1	0.3	0.2
3.84	76	38	114	0.1	0.3	0.2
4.16	79	35	114	0.1	0.2	0.2
4.48	83	32	115	0.0	0.2	0.2
4.50	83	32	115	0.1	0.2	0.1
5.12	89	27	116	0.0	0.1	0.1
5.44	92	25	118	0.0	0.1	0.1
5.76	96	23	119	0.0	0.1	0.1
6.00	98	22	120	0.0	0.0	0.1
6.40	102	20	122	-	-	-

Dall'esame dei risultati si evince che i cedimenti dell'opera in quanto modesti sono compatibili con i limiti per i quali è garantita la funzionalità di progetto.

Stima degli spostamenti orizzontali:

Per la stima degli spostamenti in fondazione sono stati presi in considerazione i seguenti valori:

v' [-]	0.25	Forza orizzontale agente T_h [kN/m]			
L/B [-]	3.3333333		535.4		
β_x [-]	0.9504167	Spostamento orizzontale ε_h [mm]			
E [MPa]	20		4.8		

Gli spostamenti della fondazione risultano pertanto compatibili con i limiti progettuali.

Stima della rotazione:

Per la stima della rotazione ovvero gli spostamenti in testa sono stati presi in considerazione i seguenti valori:

v' [-]	0.25	Momento ribaltante in fondazione M [kNm/m]			
L/B [-]	3.3333333	160.7			
I_θ [-]	4.72	$\tan \theta$ [rad]	θ [°]	ε [cm]	ε_{amm} [cm]
E [MPa]	20	0.00039	0.0226	0.19	5

Gli spostamenti della fondazione in testa risultano pertanto compatibili con i limiti progettuali.

8.4.3 Risultati delle verifiche strutturali allo SLU e SLE

Lo studio viene effettuato su una profondità di 1.0 m, avente altezza variabile.

Le verifiche strutturali di deformazione e fessurazione sono state svolte secondo il metodo degli stati limite facendo riferimento alle tensioni di progetto riportate nel capitolo 7.

Di seguito, per le sezioni esaminate, sono forniti i risultati delle analisi eseguite che indicano le armature necessarie da applicare al fine di garantire la stabilità strutturale dell'opera.

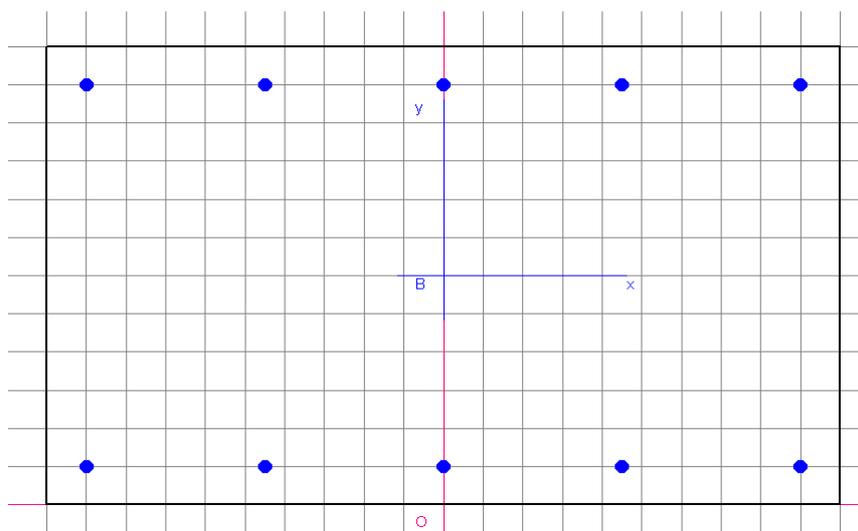


Figura 15: Schema della sezione tipo di verifica

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**NOME SEZIONE: SEZ-AA**

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertza
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 93.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø20 (15.7 cm²)
 Barre superiori : 5Ø20 (15.7 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	10200	22100	13600	0
2	7800	19400	11600	0
3	7600	23800	13900	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	7800	15900

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	7800	14200

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	7800	9100

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.5 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 15.7 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 15.7 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	10200	22100	10224	57154	2.586	87.8		
2	S	7800	19400	7785	56135	2.894	87.9		
3	S	7600	23800	7603	56059	2.355	87.9		

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max

1	0.00350	-0.02319	93.0	0.00015	88.0	-0.05544	5.0
2	0.00350	-0.02360	93.0	0.00010	88.0	-0.05633	5.0
3	0.00350	-0.02363	93.0	0.00010	88.0	-0.05639	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	8 mm	
Passo staffe:	23.9 cm	[Passo massimo di normativa = 24.0 cm]
N.Bracci staffe:	4	
Area staffe/m :	8.4 cm ² /m	[Area Staffe Minima normativa = 2.4 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	13600	30695	218070	65179	100.0	21.80	1.007	1.8
2	S	11600	30354	217717	65179	100.0	21.80	1.005	1.5
3	S	13900	30326	217688	65179	100.0	21.80	1.005	1.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	10.6	93.0	-9.0	93.0	-120	88.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm ²]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Betal2	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Betal2	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	9.6	93.0	-8.0	93.0	-106	88.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1 S 0.0 0.0 0.0 0.0 0.000000 0 0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	6.4	93.0	-4.8	93.0	-63	88.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1 S 0.0 0.0 0.0 0.0 0.000000 0 0.000

Tabella 17: Risultati delle verifiche strutturali – (SEZIONE A-A)

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: SEZ-CC

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertza
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 90.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø20 (15.7 cm²)
 Barre superiori : 5Ø20 (15.7 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N. Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	100	19200	26600	0
2	100	18100	25300	0
3	100	11700	16900	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	100	14300

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	100	13600

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	100	11500

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.5 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 15.7 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 15.7 cm²

N. Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	100	19200	87	51071	2.660	85.1		
2	S	100	18100	87	51071	2.822	85.1		

3 S 100 11700 87 51071 4.365 85.1

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.02393	90.0	-0.00006	85.0	-0.05694	5.0
2	0.00350	-0.02393	90.0	-0.00006	85.0	-0.05694	5.0
3	0.00350	-0.02393	90.0	-0.00006	85.0	-0.05694	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 23.9 cm [Passo massimo di normativa = 24.0 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 8.4 cm²/m [Area Staffe Minima normativa = 2.4 cm²/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Afst Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	26600	28504	209189	62957	100.0	21.80	1.000	3.6
2	S	25300	28504	209189	62957	100.0	21.80	1.000	3.4
3	S	16900	28504	209189	62957	100.0	21.80	1.000	2.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	9.4	90.0	-9.4	90.0	-125	85.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²)
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2

Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	9.0	90.0	-9.0	90.0	-119	85.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
---	---	-----	-----	-----	--	-----	----------	---	-------

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	7.6	90.0	-7.6	90.0	-101	85.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000.
---	---	-----	-----	-----	--	-----	----------	---	--------

Tabella 18: Risultati delle verifiche strutturali – (SEZIONE C-C)

8.4.4 Considerazioni e riepilogo dei risultati

Le analisi sono state condotte in accordo alla norma in vigore secondo il metodo degli stati limite. Nella tabella successiva sono riepilogati i risultati delle analisi geotecniche eseguite in termini di fattori di sicurezza, rispettivamente, per le analisi allo SLU in condizioni statiche e sismiche.

Fattori di sicurezza per le verifiche GEO – Sezione Tipo S9			
Analisi	Ribaltamento	Scorrimento	Capacità portante
Statica	2.92	1.32	1.86
Sismica	3.58	1.43	2.14

Tabella 19: Riepilogo dei risultati delle verifiche geotecniche – Sezione Tipo S9

Le verifiche geotecniche allo SLE sono risultati compatibili con i limiti progettuali in quanto le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dall'opera non sono critiche.

Per quanto riguarda invece le verifiche di carattere strutturale, si è provveduto ad un'analisi secondo la normativa vigente considerando l'approccio di tipo STR; come precedentemente visto anche per le analisi geotecniche si è utilizzato il procedimento agli Stati Limite. I manufatti qui esaminati sono soggetti ad azioni verticali e orizzontali, statiche e sismiche.

In base alle ipotesi effettuate e ai carichi considerati durante le analisi si può assumere che tutte le verifiche, sia geotecniche sia strutturali, risultano pertanto soddisfatte a Norma di legge.

Armature della soletta di fondazione:

- trasversali $\phi 20/20$
- longitudinali $\phi 12/20$
- staffe $\phi 12/20$

Armature dell'elevazione:

- trasversali $\phi 20/20$
- longitudinali $\phi 12/20$
- staffe $\phi 12/40$

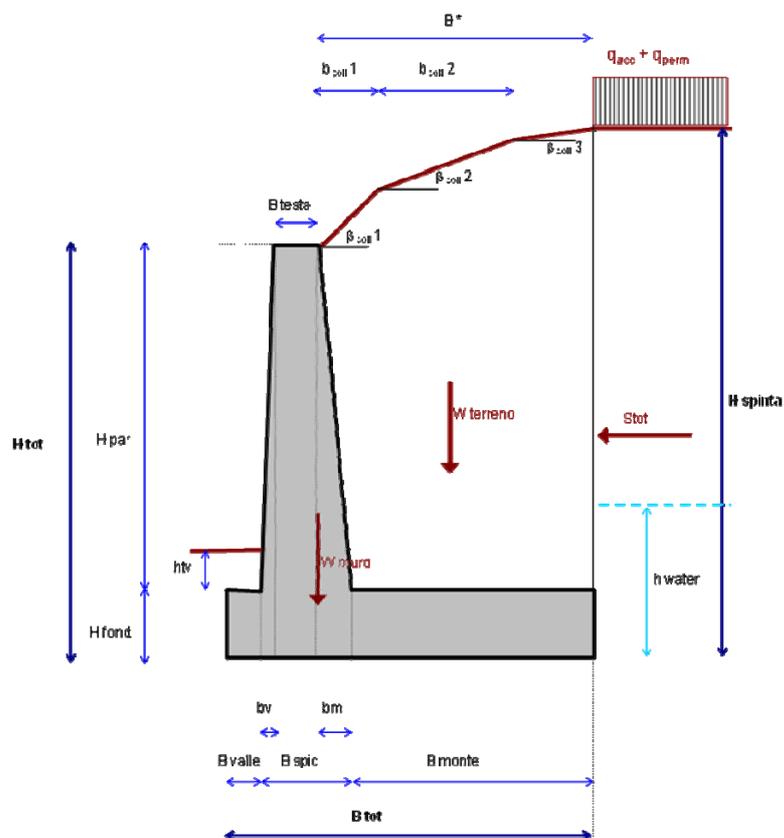
8.5 Sezione di verifica S11

Nel seguito vengono riportate le verifiche per l'unica sezione caratteristica con altezza massima del fusto pari a 3.00m.

8.5.1 Risultati delle verifiche geotecniche allo SLU

Verifiche allo scorrimento, ribaltamento e di capacità portante:

Sono riportati di seguito i risultati delle verifiche condotte in presenza ed in assenza di sisma per la sezione caratteristica del progetto:



SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 1

Descrizione opera:

TIPO S11

GEOMETRIA MURO

Altezza Totale	$H_{tot} =$	3.70	m
Altezza Paramento	$H_{par} =$	3.00	m
Spessore Fondazione	$H_{fond} =$	0.70	m
Larghezza Fondazione	$B_{tot} =$	2.50	m
Larghezza Avanzattera	$B_{valle} =$	0.50	m
Larghezza Retrozattera	$B_{monte} =$	1.17	m
Larg. Spiccato Paramento	$B_{spic} =$	0.83	m
Larg testa Paramento	$B_{testa} =$	0.60	m
	$b_v =$	0.00	m
	$b_m =$	0.23	m
Spessore Terreno Valle	$h_{tv} =$	0.50	m
Larghezza Trasversale	$L_{trasv} =$	10.00	m
Peso Specifico Muro	$\gamma_{muro} =$	25.0	kN/m ³

CARICHI ESTERNI: BARRIERA ANTIRUMORE

Peso Barriera	$W_{barriera} =$	0.00	kN/m
Azione del Vento	$T_{vento} =$	0.00	kN/m
Altezza Barriera	$H_{barriera} =$	0.00	m

CARICHI ESTERNI: URTO

Azione dell'urto Puntuale	$T_{urto} =$	100	kN
to di Applicazione da testa muro	$h_o =$	0.90	m
	$L_{diffusione} =$	10.00	m

PARAMETRI TERRENO DI RILEVATO

angolo d'attrito caratteristico	$\phi'_{\kappa} =$	35	°
attrito terreno-struttura STATICO	$\delta/\phi' =$	0.50	-
Peso Specifico	$\gamma =$	19	kN/m ³
attrito terreno-struttura SISMICO	$\delta/\phi' =$	0.00	-

PARAMETRI TERRENO DI FONDAZIONE

angolo d'attrito caratteristico	$\phi'_{\kappa} =$	34	(°)
Peso Specifico	$\gamma_{fond} =$	20	kN/m ³
coesione caratteristica	$c'_k =$	0	KPa
Peso Specifico Sommerso	$\gamma' =$	10.19	kN/m ³
Terreno Riporto a Valle	$\gamma_{terr.val} =$	19.0	kN/m ³

CALCOLO CAPACITA' PORTATE

Profondità falda da PC	$Z_w =$	2.20	m
Affondamento intrad. plinto da PC	$D =$	1.20	m

PARAMETRI ANALISI SISMICA (+)

	$ag/g =$	0.119	(-)
	$F_o =$	2.51	(-)
categoria suolo	$E =$		(-)
categoria topografica	$T2 =$		(-)
	$k_H =$	0.055	(-)
	$k_V =$	0.027	(-)
	$V_N =$	50	(anni)
classe d'uso	$IV =$		(-)
	$V_R =$	100	(anni)
stato limite considerato	$SLV =$		(-)
	$T_R =$	949	(anni)
	$S_T =$	1.20	(-)
	$S_S =$	1.60	(-)
	$\beta_m =$	0.24	(-)

NOTE SUL CALCOLO:

(+) Definizioni in accordo alle NTC2008

SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 2

Descrizione opera:

TIPO S11

VERIFICHE SCORRIMENTO

Combinazione	Nd	Hd	Md	μ	Rd/Ed
	(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)	(-)	(-)
A1+M1+R1 traffico dominante	265.76	66.12	-16.37	1.00	2.71
	223.76	66.12	-16.37	1.00	2.28
	214.12	66.12	-19.14	1.00	2.18
	172.12	66.12	-19.14	1.00	1.76
A1+M1+R1 vento dominante	255.26	59.51	-9.28	1.00	2.89
	223.76	59.51	-9.28	1.00	2.54
	203.62	59.51	-12.05	1.00	2.31
	172.12	59.51	-12.05	1.00	1.95
A1+M1+R1 sisma+	176.84	48.05	-16.55	1.00	2.48
	167.40	46.13	-15.43	1.00	2.45
A1+M1+R1 urto	172.12	40.53	-36.77	1.00	2.86
A2+M2+R2 traffico dominante	208.52	67.97	-34.49	1.00	1.66
	172.12	67.97	-34.49	1.00	1.37
A2+M2+R2 vento dominante	199.42	60.75	-25.84	1.00	1.77
	172.12	60.75	-25.84	1.00	1.53
A2+M2+R2 sisma+	176.84	58.40	-27.89	1.00	1.63
	167.40	55.97	-26.14	1.00	1.61
A2+M2+R2 urto	172.12	49.07	-45.88	1.00	1.89

AZIONI PER SPOSTAMENTI

SLE	Q. PERM.	Nd	Hd	Md
		(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)
		172.12	30.53	9.23

SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 3

Descrizione opera:

TIPO S11

VERIFICHE RIBALTAMENTO

Combinazione	M_{STAB} (kNm/m)	M_{RIB} (kNm/m)	Rd/Ed (-)
EQU traffico dominante	214.17	64.90	3.30
EQU vento dominante	214.17	54.91	3.90
EQU neve dominante	214.17	54.91	3.90
EQU sisma+	244.49	51.33	4.76
EQU sisma-	237.93	54.82	4.34
EQU urto	237.96	68.69	3.46

VERIFICHE CAPACITA' PORTANTE

Combinazione	N_d (kN)	H_d (kN)	M_d (kNm)	σ_{Med} (kPa)	q_{lim} (kPa)	Rd/Ed (-)
A2+M2+R2 traffico dominante	208.52	67.97	-34.49	96.13	209.85	2.55
	172.12	67.97	-34.49	81.99	163.42	2.38
A2+M2+R2 vento dominante	199.42	60.75	-25.84	88.99	226.37	3.08
	172.12	60.75	-25.84	78.24	190.32	3.02
A2+M2+R2 sisma+	176.84	58.40	-27.89	80.95	206.62	3.16
sisma-	167.40	55.97	-26.14	76.52	203.62	3.37
A2+M2+R2 urto	172.12	49.07	-45.88	87.51	243.35	3.41

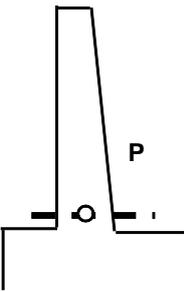
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 4

Descrizione opera:

TIPO S11

AZIONI ALLA BASE DEL PARAMENTO NEL BARICENTRO P DELLA SEZIONE A-A



Combinazione		Nd (kN/m)	Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	71.66	85.78	108.12
		71.66	47.40	50.56
	vento dominante	55.13	74.84	96.46
		55.13	36.46	36.46
A1+M1+R1	vento dominante	71.66	76.18	93.73
		71.66	47.40	50.56
		55.13	65.24	82.06
A1+M1+R1	sisma+	56.64	78.55	102.02
	sisma-	53.61	78.55	102.02
A1+M1+R1	urto	55.13	46.46	67.89
SLE - rara	traffico dominante	55.13	62.04	77.27
	vento dominante	55.13	55.65	67.67
SLE - frequente	traffico dominante	55.13	55.65	67.67
	vento dominante	55.13	36.46	38.89
SLE - q.permanente	traffico dominante	55.13	36.46	38.89
	vento dominante	55.13	36.46	38.89

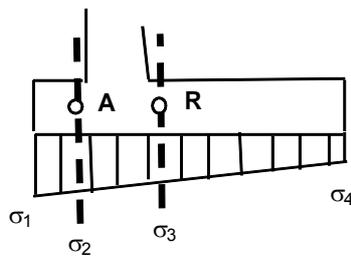
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 5

Descrizione opera:

TIPO S11

AZIONI MENSOLA DI VALLE NEL BARICENTRO A DELLA SEZIONE B-B



Combinazione		Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	17.55	4.39
		17.55	4.39
	13.50	3.38	
	13.50	0.00	
A1+M1+R1	vento dominante	17.55	4.39
		17.55	4.39
	13.50	3.38	
	13.50	3.38	
A1+M1+R1	sisma+	13.87	3.47
	sisma-	13.13	3.47
A1+M1+R1	urto	13.50	3.38
SLE - rara	traffico dominante	13.50	3.38
	vento dominante	13.50	3.38
SLE - frequente	traffico dominante	13.50	3.38
	vento dominante	13.50	3.38
SLE - q.permanente	traffico dominante	13.50	3.38
	vento dominante	13.50	3.38

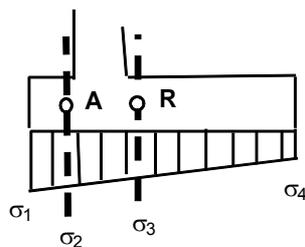
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 6

Descrizione opera:

TIPO S11

AZIONI MENSOLA DI MONTE NEL BARICENTRO R DELLA SEZIONE C-C



Combinazione		Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	177.66	110.42
		134.35	80.28
		146.66	91.90
		103.35	0.00
A1+M1+R1	vento dominante	166.84	102.88
		134.35	80.28
		135.83	84.36
		103.35	61.75
A1+M1+R1	sisma+	105.92	63.16
		105.92	63.16
A1+M1+R1	urto	103.35	61.75
SLE - rara	traffico dominante	132.22	81.85
		125.00	76.82
SLE - frequente	traffico dominante	125.00	76.82
		103.35	61.75
SLE - q.permanente	traffico dominante	103.35	61.75
		103.35	61.75

8.5.2 Risultati delle verifiche geotecniche allo SLE

Stima dei cedimenti:

Sono riportati di seguito i risultati delle analisi svolte per la stima dei cedimenti del muro tipo S11:

DATI DI INGRESSO							
p	carico applicato	72	(kPa)	Δh	altezza conico di calcolo	0.27	(m)
L	lunghezza area di carico	10.00	(m)	D	approfondimento fondazione da p.c.	1.50	(m)
B	larghezza area di carico	2.39	(m)	Z_w	profondità falda da p.c.	2.50	(m)
				α	$\Delta\sigma_z < \alpha \sigma'_{vo}$	0.20	(-)

Strato	ΔH	H	γ _n	γ _{sat}	E	
(-)	(m)	(m)	(kN/m ³)	(kN/m ³)	(MPa)	
1	1.00	1.00	19.0	20.0	20.0	ΔH spessore strato i-esimo <i>(lo spessore del 1° strato è valutato a partire dalla quota di imposta della fondazione/area di carico)</i>
2	1.00	2.00	19.0	20.0	20.0	
3	1.00	3.00	19.0	20.0	20.0	
4	1.50	4.50	19.0	20.0	20.0	γ _n peso di volume naturale
5	1.50	6.00	19.0	20.0	20.0	γ _{sat} peso di volume saturo
6	1.50	7.50	19.0	20.0	20.0	E modulo elastico

RISULTATI

CENTRO

(il valore z=0 corrisponde alla quota del piano di imposta della fondazione/area di carico; il valore della pressione geostatica efficace alla quota z=0 è calcolato facendo riferimento ai parametri del 1° strato)

Z	σ'vo	Δσz	σ'vo+Δσz	Δw	w	ε	
(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(cm)	(cm)	(%)	
0.00	29	72	100	0.1	1.0	0.4	
0.27	34	71	105	0.1	0.9	0.4	
0.54	39	69	108	0.1	0.8	0.3	
0.81	44	66	110	0.1	0.7	0.3	
1.00	47	63	110	0.1	0.7	0.3	
1.35	51	56	107	0.1	0.6	0.3	
1.62	54	50	104	0.1	0.5	0.2	
1.89	57	46	103	0.0	0.4	0.2	
2.00	58	45	102	0.1	0.4	0.2	
2.43	62	39	101	0.0	0.3	0.2	
2.50	63	38	100	0.1	0.3	0.2	
2.97	68	32	100	0.0	0.2	0.2	
3.00	68	32	100	0.1	0.2	0.1	
3.51	73	28	101	0.0	0.2	0.1	
3.78	76	26	102	0.0	0.1	0.1	
4.05	79	24	103	0.0	0.1	0.1	
4.32	81	22	104	0.0	0.1	0.1	
4.50	83	21	104	0.0	0.1	0.1	
4.86	87	19	106	0.0	0.0	0.1	
5.13	90	18	108	0.0	0.0	0.1	
5.40	92	17	109	-	-	-	

Dall'esame dei risultati si evince che i cedimenti dell'opera in quanto modesti sono compatibili con i limiti per i quali è garantita la funzionalità di progetto.

Stima degli spostamenti orizzontali:

Per la stima degli spostamenti in fondazione sono stati presi in considerazione i seguenti valori:

v' [-]	0.25	Forza orizzontale agente T_h [kN/m]
L/B [-]	4	
β_x [-]	0.97025	Spostamento orizzontale ε_h [mm]
E [MPa]	20	

Gli spostamenti della fondazione risultano pertanto compatibili con i limiti progettuali.

Stima della rotazione:

Per la stima della rotazione ovvero gli spostamenti in testa sono stati presi in considerazione i seguenti valori:

v' [-]	0.25	Momento ribaltante in fondazione M [kNm/m]			
L/B [-]	4	92.3			
I_θ [-]	4.77	$\tan \theta$ [rad]	θ [°]	ε [cm]	ε_{amm} [cm]
E [MPa]	20	0.00033	0.0189	0.12	5

Gli spostamenti della fondazione in testa risultano pertanto compatibili con i limiti progettuali.

8.5.3 Risultati delle verifiche strutturali allo SLU e SLE

Lo studio viene effettuato su una profondità di 1.0 m, avente altezza variabile.

Le verifiche strutturali di deformazione e fessurazione sono state svolte secondo il metodo degli stati limite facendo riferimento alle tensioni di progetto riportate nel capitolo 7.

Di seguito, per le sezioni esaminate, sono forniti i risultati delle analisi eseguite che indicano le armature necessarie da applicare al fine di garantire la stabilità strutturale dell'opera.

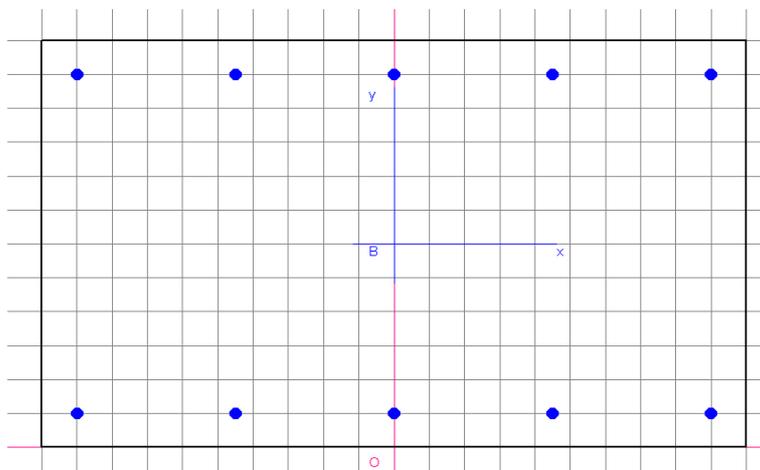


Figura 16: Schema della sezione tipo di verifica

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: SEZ-AA

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 83.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø18 (12.7 cm²)
 Barre superiori : 5Ø18 (12.7 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	7200	10900	8600	0
2	5600	9700	7500	0
3	5400	10200	7800	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	5600	7800

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	5600	6800

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	5600	3900

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.7 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.3 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 12.7 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 12.7 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	7200	10900	7229	40829	3.746	78.2		
2	S	5600	9700	5606	40230	4.147	78.3		
3	S	5400	10200	5402	40154	3.937	78.3		

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max

1	0.00350	-0.02256	83.0	-0.00016	78.0	-0.05365	5.0
2	0.00350	-0.02283	83.0	-0.00020	78.0	-0.05424	5.0
3	0.00350	-0.02287	83.0	-0.00021	78.0	-0.05432	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	8 mm	
Passo staffe:	21.5 cm	[Passo massimo di normativa = 21.6 cm]
N.Bracci staffe:	4	
Area staffe/m :	9.4 cm ² /m	[Area Staffe Minima normativa = 2.6 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	8600	27723	193012	64221	100.0	21.80	1.005	1.3
2	S	7500	27497	192778	64221	100.0	21.80	1.004	1.1
3	S	7800	27469	192749	64221	100.0	21.80	1.004	1.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	6.8	83.0	-5.5	83.0	-71	78.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm ²]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Betal2	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Betal2	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	6.0	83.0	-4.7	83.0	-61	78.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1 S 0.0 0.0 0.0 0.0 0.000000 0 0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	3.7	83.0	-2.4	83.0	-31	78.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1 S 0.0 0.0 0.0 0.0 0.000000 0 0.000

Tabella 20: Risultati delle verifiche strutturali – (Muro SEZIONE A-A)

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: SEZ-CC

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertza
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 70.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø18 (12.7 cm²)
 Barre superiori : 5Ø18 (12.7 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N. Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	100	11100	17800	0
2	100	9200	14700	0
3	100	6400	10600	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	100	8200

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	100	7700

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	100	6200

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.7 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.3 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 12.7 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 12.7 cm²

N. Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	100	11100	101	31717	2.857	65.4		
2	S	100	9200	101	31717	3.448	65.4		

3 S 100 6400 101 31717 4.956 65.4

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.01955	70.0	-0.00034	65.0	-0.04644	5.0
2	0.00350	-0.01955	70.0	-0.00034	65.0	-0.04644	5.0
3	0.00350	-0.01955	70.0	-0.00034	65.0	-0.04644	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 21.5 cm [Passo massimo di normativa = 21.6 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 9.4 cm²/m [Area Staffe Minima normativa = 2.6 cm²/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Afst Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	17800	23350	159968	53518	100.0	21.80	1.000	3.1
2	S	14700	23350	159968	53518	100.0	21.80	1.000	2.6
3	S	10600	23350	159968	53518	100.0	21.80	1.000	1.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	9.0	70.0	-8.9	70.0	-115	65.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²)
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2

Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	8.4	70.0	-8.4	70.0	-108	65.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
---	---	-----	-----	-----	--	-----	----------	---	-------

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	6.8	70.0	-6.8	70.0	-87	65.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000.
---	---	-----	-----	-----	--	-----	----------	---	--------

Tabella 21: Risultati delle verifiche strutturali – (Muro SEZIONE C-C)

8.5.4 Considerazioni e riepilogo dei risultati

Le analisi sono state condotte in accordo alla norma in vigore secondo il metodo degli stati limite. Nella tabella successiva sono riepilogati i risultati delle analisi geotecniche eseguite in termini di fattori di sicurezza, rispettivamente, per le analisi allo SLU in condizioni statiche e sismiche.

Fattori di sicurezza per le verifiche GEO – Sezione tipo S11			
Analisi	Ribaltamento	Scorrimento	Capacità portante
Statica	3.30	1.37	2.38
Sismica	4.34	1.61	3.16

Tabella 22: Riepilogo dei risultati delle verifiche geotecniche – Sezione Tipo S11

Le verifiche geotecniche allo SLE sono risultati compatibili con i limiti progettuali in quanto le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dall'opera non sono critiche.

Per quanto riguarda invece le verifiche di carattere strutturale, si è provveduto ad un'analisi secondo la normativa vigente considerando l'approccio di tipo STR; come precedentemente visto anche per le analisi geotecniche si è utilizzato il procedimento agli Stati Limite. I manufatti qui esaminati sono soggetti ad azioni verticali e orizzontali, statiche e sismiche.

In base alle ipotesi effettuate e ai carichi considerati durante le analisi si può assumere che tutte le verifiche, sia geotecniche sia strutturali, risultano pertanto soddisfatte a Norma di legge.

Armature della soletta di fondazione:

- trasversali $\phi 18/20$
- longitudinali $\phi 12/20$
- staffe $\phi 12/20$

Armature dell'elevazione:

- trasversali $\phi 18/20$
- longitudinali $\phi 12/20$
- staffe $\phi 12/40$

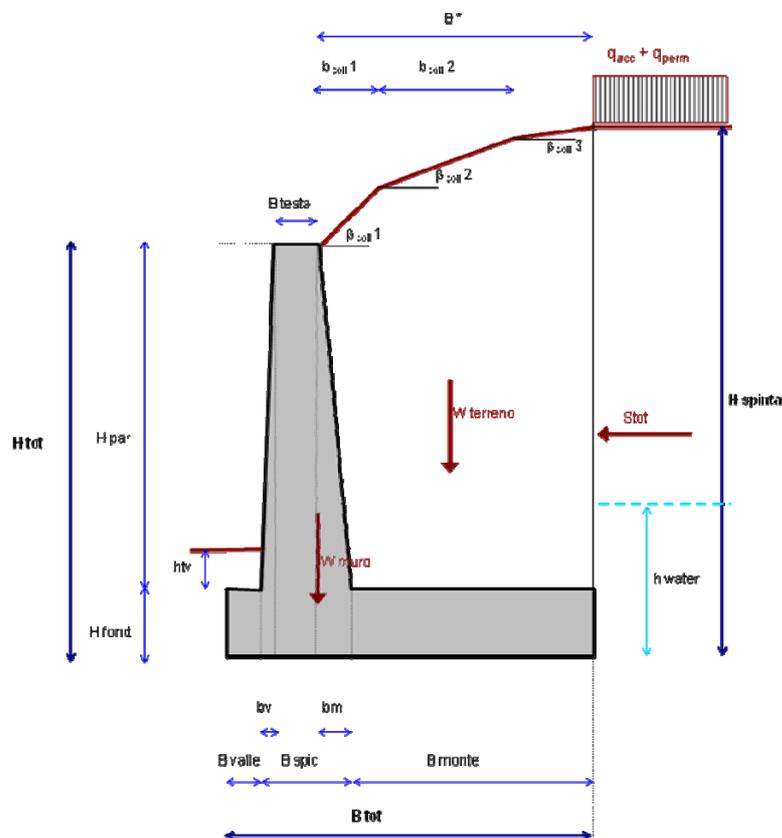
8.6 Sezione di verifica S13

Nel seguito vengono riportate le verifiche per l'unica sezione caratteristica con altezza massima del fusto pari a 2.00m.

8.6.1 Risultati delle verifiche geotecniche allo SLU

Verifiche allo scorrimento, ribaltamento e di capacità portante:

Sono riportati di seguito i risultati delle verifiche condotte in presenza ed in assenza di sisma per la sezione tipo caratteristica del progetto:



SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 1

Descrizione opera:

TIPO S13

GEOMETRIA MURO

Altezza Totale	$H_{tot} =$	2.60	m
Altezza Paramento	$H_{par} =$	2.00	m
Spessore Fondazione	$H_{fond} =$	0.60	m
Larghezza Fondazione	$B_{tot} =$	2.00	m
Larghezza Avanzattera	$B_{valle} =$	0.50	m
Larghezza Retrozattera	$B_{monte} =$	0.77	m
Larg. Spiccato Paramento	$B_{spic} =$	0.73	m
Larg testa Paramento	$B_{testa} =$	0.60	m
	$b_v =$	0.00	m
	$b_m =$	0.13	m
Spessore Terreno Valle	$h_{tv} =$	0.50	m
Larghezza Trasversale	$L_{trasv} =$	10.00	m
Peso Specifico Muro	$\gamma_{muro} =$	25.0	kN/m ³

CARICHI ESTERNI: BARRIERA ANTIRUMORE

Peso Barriera	$W_{barriera} =$	0.00	kN/m
Azione del Vento	$T_{vento} =$	0.00	kN/m
Altezza Barriera	$H_{barriera} =$	0.00	m

CARICHI ESTERNI: URTO

Azione dell'urto Puntuale	$T_{urto} =$	100	kN
to di Applicazione da testa muro	$h_o =$	0.90	m
	$L_{diffusione} =$	10.00	m

PARAMETRI TERRENO DI RILEVATO

angolo d'attrito caratteristico	$\phi'_{\kappa} =$	35	°
attrito terreno-struttura STATICO	$\delta/\phi' =$	0.50	-
Peso Specifico	$\gamma =$	19	kN/m ³
attrito terreno-struttura SISMICO	$\delta/\phi' =$	0.00	-

PARAMETRI TERRENO DI FONDAZIONE

angolo d'attrito caratteristico	$\phi'_{\kappa} =$	34	(°)
Peso Specifico	$\gamma_{fond} =$	20	kN/m ³
coesione caratteristica	$c'_k =$	0	KPa
Peso Specifico Sommerso	$\gamma' =$	10.19	kN/m ³
Terreno Riporto a Valle	$\gamma_{terr.val} =$	19.0	kN/m ³

CALCOLO CAPACITA' PORTATE

Profondità falda da PC	$Z_w =$	2.10	m
Affondamento intrad. plinto da PC	$D =$	1.10	m

PARAMETRI ANALISI SISMICA (+)

	$ag/g =$	0.119	(-)
	$F_o =$	2.51	(-)
categoria suolo	$E =$		(-)
categoria topografica	$T2 =$		(-)
	$k_H =$	0.055	(-)
	$k_V =$	0.027	(-)
	$V_N =$	50	(anni)
classe d'uso	$IV =$		(-)
	$V_R =$	100	(anni)
stato limite considerato	$SLV =$		(-)
	$T_R =$	949	(anni)
	$S_T =$	1.20	(-)
	$S_S =$	1.60	(-)
	$\beta_m =$	0.24	(-)

NOTE SUL CALCOLO:

(+) Definizioni in accordo alle NTC2008

SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 2

Descrizione opera:

TIPO S13

VERIFICHE SCORRIMENTO

Combinazione	Nd	Hd	Md	μ	Rd/Ed
	(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)	(-)	(-)
A1+M1+R1 traffico dominante	152.42	38.17	-0.82	1.00	2.69
	125.42	38.17	-0.82	1.00	2.22
	123.48	38.17	-3.54	1.00	2.18
	96.48	38.17	-3.54	1.00	1.70
A1+M1+R1 vento dominante	145.67	33.53	2.33	1.00	2.93
	125.42	33.53	2.33	1.00	2.52
	116.73	33.53	-0.39	1.00	2.35
	96.48	33.53	-0.39	1.00	1.94
A1+M1+R1 sisma+	99.13	24.36	-0.49	1.00	2.74
	93.83	23.41	-0.36	1.00	2.70
A1+M1+R1 urto	96.48	25.07	-25.94	1.00	2.60
A2+M2+R2 traffico dominante	119.88	39.60	-9.83	1.00	1.63
	96.48	39.60	-9.83	1.00	1.31
A2+M2+R2 vento dominante	114.03	34.53	-5.88	1.00	1.78
	96.48	34.53	-5.88	1.00	1.51
A2+M2+R2 sisma+	99.13	29.47	-4.35	1.00	1.82
	93.83	28.27	-4.00	1.00	1.79
A2+M2+R2 urto	96.48	29.29	-29.03	1.00	1.78

AZIONI PER SPOSTAMENTI

SLE	Q. PERM.	Nd	Hd	Md
		(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)
		96.48	15.07	9.06

SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 3

Descrizione opera:

TIPO S13

VERIFICHE RIBALTAMENTO

Combinazione	M_{STAB} (kNm/m)	M_{RIB} (kNm/m)	Rd/Ed (-)
EQU traffico dominante	98.19	25.55	3.84
EQU vento dominante	98.19	20.99	4.68
EQU neve dominante	98.19	20.99	4.68
EQU sisma+	112.09	17.32	6.47
EQU sisma-	109.07	19.23	5.67
EQU urto	109.10	41.65	2.62

VERIFICHE CAPACITA' PORTANTE

Combinazione	N_d (kN)	H_d (kN)	M_d (kNm)	σ_{Med} (kPa)	q_{lim} (kPa)	Rd/Ed (-)
A2+M2+R2 traffico dominante	119.88	39.60	-9.83	65.29	195.41	3.93
	96.48	39.60	-9.83	53.71	146.33	3.82
A2+M2+R2 vento dominante	114.03	34.53	-5.88	60.11	214.89	4.95
	96.48	34.53	-5.88	51.37	176.68	5.11
A2+M2+R2 sisma+	99.13	29.47	-4.35	51.84	218.96	6.40
sisma-	93.83	28.27	-4.00	49.01	215.94	6.94
A2+M2+R2 urto	96.48	29.29	-29.03	69.00	224.50	4.23

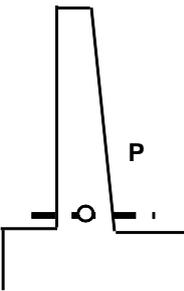
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 4

Descrizione opera:

TIPO S13

AZIONI ALLA BASE DEL PARAMENTO NEL BARICENTRO P DELLA SEZIONE A-A



	Combinazione	Nd (kN/m)	Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	45.18	46.65	40.93
		45.18	21.07	15.35
	vento dominante	34.75	41.79	37.39
		34.75	16.20	16.20
A1+M1+R1	vento dominante	45.18	40.25	34.54
		45.18	21.07	15.35
	sisma+	34.75	35.39	30.99
		34.75	16.20	11.80
A1+M1+R1	sisma-	35.70	35.47	31.17
	urto	33.80	35.47	31.17
SLE - rara	traffico dominante	34.75	26.20	30.80
	vento dominante	34.75	33.26	28.86
SLE - frequente	traffico dominante	34.75	29.00	24.60
	vento dominante	34.75	16.20	11.80
SLE - q.permanente	traffico dominante	34.75	16.20	11.80
	vento dominante	34.75	16.20	11.80

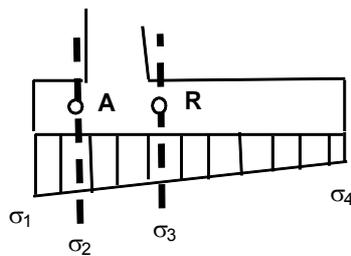
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 5

Descrizione opera:

TIPO S13

AZIONI MENSOLA DI VALLE NEL BARICENTRO A DELLA SEZIONE B-B



Combinazione		Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	15.93	3.98
		15.93	3.98
		12.25	3.06
		12.25	0.00
A1+M1+R1	vento dominante	15.93	3.98
		15.93	3.98
		12.25	3.06
		12.25	3.06
A1+M1+R1	sisma+	12.59	3.15
		11.91	3.15
A1+M1+R1	urto	12.25	3.06
SLE - rara	traffico dominante	12.25	3.06
		12.25	3.06
SLE - frequente	traffico dominante	12.25	3.06
		12.25	3.06
SLE - q.permanente	traffico dominante	12.25	3.06
		12.25	3.06

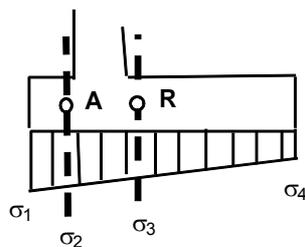
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 6

Descrizione opera:

TIPO S13

AZIONI MENSOLA DI MONTE NEL BARICENTRO R DELLA SEZIONE C-C



Combinazione		Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	91.32	38.38
		62.44	25.04
		76.91	32.60
A1+M1+R1	vento dominante	48.03	0.00
		84.10	35.05
		62.44	25.04
A1+M1+R1	sisma+	69.69	29.27
		48.03	19.26
A1+M1+R1	sisma-	49.22	19.70
		49.22	19.70
A1+M1+R1	urto	48.03	19.26
SLE - rara	traffico dominante	67.28	28.16
		62.47	25.93
SLE - frequente	traffico dominante	62.47	25.93
		48.03	19.26
SLE - q.permanente	traffico dominante	48.03	19.26
		48.03	19.26

8.6.2 Risultati delle verifiche geotecniche allo SLE

Stima dei cedimenti:

Sono riportati di seguito i risultati delle analisi svolte per la stima dei cedimenti del muro tipo S13:

DATI DI INGRESSO						
p	carico applicato	53	(kPa)	Δh	altezza concio di calcolo	0.20 (m)
L	lunghezza area di carico	10.00	(m)	D	approfondimento fondazione da p.c.	1.50 (m)
B	larghezza area di carico	1.81	(m)	z_w	profondità falda da p.c.	2.50 (m)
				α	$\Delta\sigma_z < \alpha \sigma'_{v0}$	0.20 (-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ _n (kN/m ³)	γ _{sat} (kN/m ³)	E (MPa)	
1	1.00	1.00	19.0	20.0	20.0	ΔH spessore strato i-esimo <i>(lo spessore del 1° strato è valutato a partire dalla quota di imposta della fondazione/area di carico)</i> γ_n peso di volume naturale γ_{sat} peso di volume saturo E modulo elastico
2	1.00	2.00	19.0	20.0	20.0	
3	1.00	3.00	19.0	20.0	20.0	
4	1.00	4.00	19.0	20.0	20.0	
5	1.00	5.00	19.0	20.0	20.0	
6	1.00	6.00	19.0	20.0	20.0	

RISULTATI						
CENTRO						
<i>(il valore z=0 corrisponde alla quota del piano di imposta della fondazione/area di carico; il valore della pressione geostatica efficace alla quota z=0 è calcolato facendo riferimento ai parametri del 1° strato)</i>						
z (m)	σ'v0 (kPa)	Δσz (kPa)	σ'v0+Δσz (kPa)	Δw (cm)	w (cm)	ε (%)
0.00	29	53	82	0.1	0.6	0.3
0.20	32	52	85	0.1	0.5	0.3
0.40	36	51	87	0.1	0.5	0.3
0.60	40	49	89	0.0	0.4	0.2
0.80	44	45	89	0.0	0.4	0.2
1.00	47	42	90	0.0	0.3	0.2
1.20	50	38	87	0.0	0.3	0.2
1.40	52	35	87	0.0	0.3	0.2
1.60	54	32	86	0.0	0.2	0.2
1.80	56	29	85	0.0	0.2	0.1
2.00	58	27	84	0.0	0.2	0.1
2.20	60	25	84	0.0	0.1	0.1
2.40	62	23	85	0.0	0.1	0.1
2.50	63	22	85	0.0	0.1	0.1
2.80	66	20	86	0.0	0.1	0.1
3.00	68	19	87	0.0	0.1	0.1
3.20	70	18	88	0.0	0.0	0.1
3.40	72	17	89	0.0	0.0	0.1
3.60	74	16	90	0.0	0.0	0.1
3.80	76	15	91	-	-	-
4.00	78	14	92	-	-	-

Dall'esame dei risultati si evince che i cedimenti dell'opera in quanto modesti sono compatibili con i limiti per i quali è garantita la funzionalità di progetto.

Stima degli spostamenti orizzontali:

Per la stima degli spostamenti in fondazione sono stati presi in considerazione i seguenti valori:

ν' [-]	0.25	Forza orizzontale agente T_h [kNm]	150.7		
L/B [-]	5				
β_x [-]	1	Spostamento orizzontale ε_h [mm]	1.6		
E [MPa]	20				

Gli spostamenti della fondazione risultano pertanto compatibili con i limiti progettuali.

Stima della rotazione:

Per la stima della rotazione ovvero gli spostamenti in testa sono stati presi in considerazione i seguenti valori:

ν' [-]	0.25	Momento ribaltante in fondazione M [kNm/m]			
L/B [-]	5	90.6			
I_θ [-]	4.83	$\tan \theta$ [rad]	θ [°]	ε [cm]	ε_{amm} [cm]
E [MPa]	20	0.00051	0.0294	0.13	5

Gli spostamenti della fondazione in testa risultano pertanto compatibili con i limiti progettuali.

8.6.3 Risultati delle verifiche strutturali allo SLU e SLE

Lo studio viene effettuato su una profondità di 1.0 m, avente altezza variabile.

Le verifiche strutturali di deformazione e fessurazione sono state svolte secondo il metodo degli stati limite facendo riferimento alle tensioni di progetto riportate nel capitolo 7.

Di seguito, per le sezioni esaminate, sono forniti i risultati delle analisi eseguite che indicano le armature necessarie da applicare al fine di garantire la stabilità strutturale dell'opera.

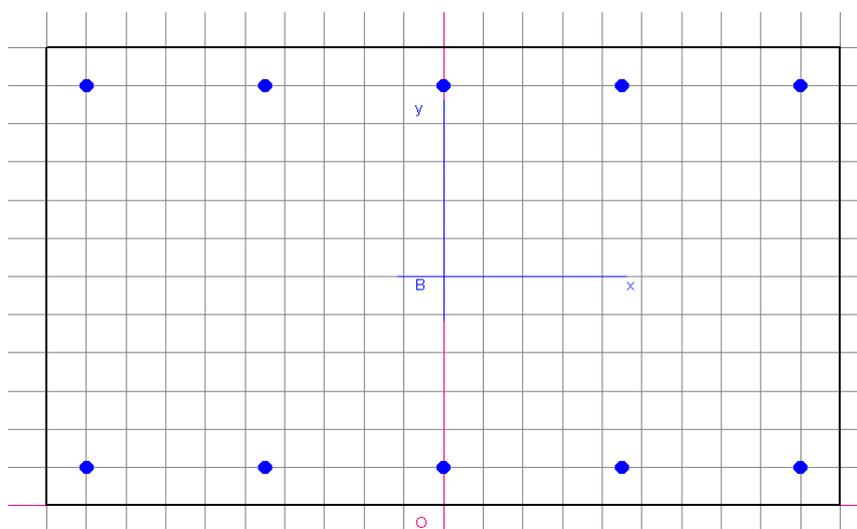


Figura 17: Schema della sezione tipo di verifica

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
NOME SEZIONE: SEZ-AA

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 73.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø18 (12.7 cm²)
 Barre superiori : 5Ø18 (12.7 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	4600	4100	4700	0
2	3500	3800	4200	0
3	3400	3200	3600	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	3500	2900

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	3500	2500

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	3500	1200

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.7 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.3 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 12.7 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 12.7 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	4600	4100	4605	34651	8.451	68.3		
2	S	3500	3800	3516	34303	9.027	68.3		
3	S	3400	3200	3373	34258	10.706	68.3		

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max

1	0.00350	-0.01982	73.0	-0.00023	68.0	-0.04719	5.0
2	0.00350	-0.02000	73.0	-0.00026	68.0	-0.04757	5.0
3	0.00350	-0.02002	73.0	-0.00026	68.0	-0.04762	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	8 mm	
Passo staffe:	21.5 cm	[Passo massimo di normativa = 21.6 cm]
N.Bracci staffe:	4	
Area staffe/m :	9.4 cm ² /m	[Area Staffe Minima normativa = 2.6 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	4700	24765	168016	55988	100.0	21.80	1.004	0.8
2	S	4200	24611	167857	55988	100.0	21.80	1.003	0.7
3	S	3600	24597	167843	55988	100.0	21.80	1.003	0.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	3.4	73.0	-2.5	73.0	-31	68.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm ²]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Betal2	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Betal2	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	3.0	73.0	-2.1	73.0	-26	68.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1 S 0.0 0.0 0.0 0.0 0.000000 0 0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	1.7	73.0	-0.8	73.0	-9	68.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1 S 0.0 0.0 0.0 0.0 0.000000 0 0.000

Tabella 23: Risultati delle verifiche strutturali – (SEZIONE A-A)

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: SEZ-CC

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertza
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 60.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø18 (12.7 cm²)
 Barre superiori : 5Ø18 (12.7 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N. Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	100	3900	9200	0
2	100	3300	7700	0
3	100	2000	5000	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	100	2900

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	100	2600

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	100	2000

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.7 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.3 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 12.7 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 12.7 cm²

N. Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	100	3900	73	26727	6.853	55.4		
2	S	100	3300	73	26727	8.099	55.4		

3 S 100 2000 73 26727 13.363 55.4

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.01626	60.0	-0.00034	55.0	-0.03877	5.0
2	0.00350	-0.01626	60.0	-0.00034	55.0	-0.03877	5.0
3	0.00350	-0.01626	60.0	-0.00034	55.0	-0.03877	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 21.5 cm [Passo massimo di normativa = 21.6 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 9.4 cm²/m [Area Staffe Minima normativa = 2.6 cm²/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Afst Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	9200	20687	135358	45284	100.0	21.80	1.000	1.9
2	S	7700	20687	135358	45284	100.0	21.80	1.000	1.6
3	S	5000	20687	135358	45284	100.0	21.80	1.000	1.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	4.3	60.0	-4.3	60.0	-53	55.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²)
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2

Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	3.8	60.0	-3.8	60.0	-48	55.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
---	---	-----	-----	-----	--	-----	----------	---	-------

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	3.0	60.0	-2.9	60.0	-37	55.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
---	---	-----	-----	-----	--	-----	----------	---	-------

Tabella 24: Risultati delle verifiche strutturali – (SEZIONE C-C)

8.6.4 Considerazioni e riepilogo dei risultati

Le analisi sono state condotte in accordo alla norma in vigore secondo il metodo degli stati limite. Nella tabella successiva sono riepilogati i risultati delle analisi geotecniche eseguite in termini di fattori di sicurezza, rispettivamente, per le analisi allo SLU in condizioni statiche e sismiche.

Fattori di sicurezza per le verifiche GEO – Sezione tipo S13			
Analisi	Ribaltamento	Scorrimento	Capacità portante
Statica	3.84	1.31	3.82
Sismica	5.67	1.79	6.40

Tabella 25: Riepilogo dei risultati delle verifiche geotecniche – Sezione Tipo S13

Le verifiche geotecniche allo SLE sono risultati compatibili con i limiti progettuali in quanto le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dall'opera non sono critiche.

Per quanto riguarda invece le verifiche di carattere strutturale, si è provveduto ad un'analisi secondo la normativa vigente considerando l'approccio di tipo STR; come precedentemente visto anche per le analisi geotecniche si è utilizzato il procedimento agli Stati Limite. I manufatti qui esaminati sono soggetti ad azioni verticali e orizzontali, statiche e sismiche.

In base alle ipotesi effettuate e ai carichi considerati durante le analisi si può assumere che tutte le verifiche, sia geotecniche sia strutturali, risultano pertanto soddisfatte a Norma di legge.

Armature della soletta di fondazione:

- trasversali $\phi 18/20$
- longitudinali $\phi 12/20$
- staffe $\phi 12/20$

Armature dell'elevazione:

- trasversali $\phi 18/20$
- longitudinali $\phi 12/20$
- staffe $\phi 12/40$

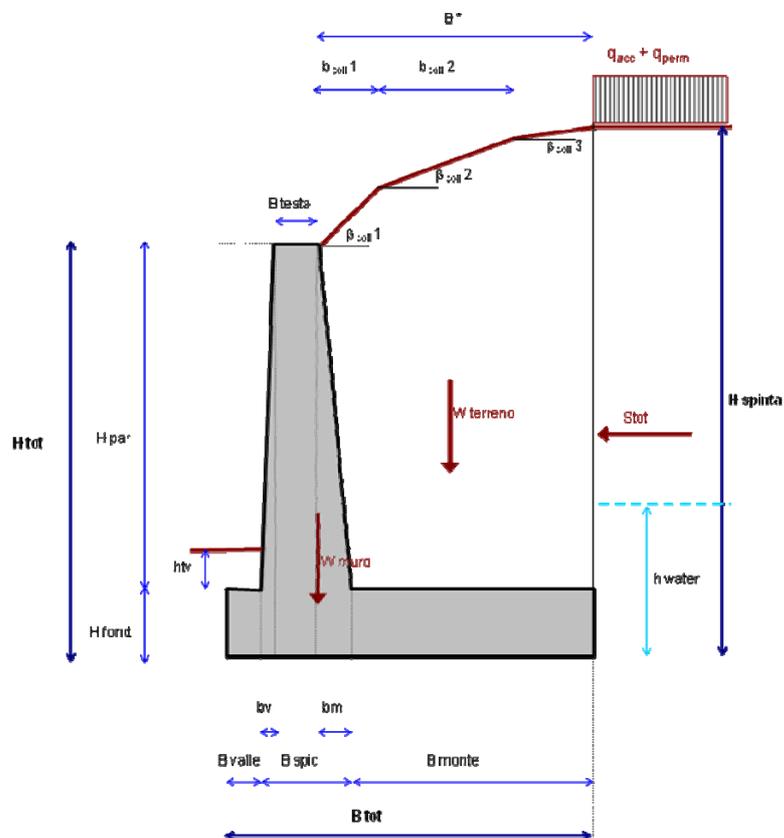
8.7 Sezione di verifica S14

Nel seguito vengono riportate le verifiche per l'unica sezione caratteristica con altezza massima del fusto pari a 1.50m.

8.7.1 Risultati delle verifiche geotecniche allo SLU

Verifiche allo scorrimento, ribaltamento e di capacità portante:

Sono riportati di seguito i risultati delle verifiche condotte in presenza ed in assenza di sisma per la sezione tipo caratteristica del progetto:



SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 1

Descrizione opera:

TIPO S14

GEOMETRIA MURO

Altezza Totale	$H_{tot} =$	2.10	m
Altezza Paramento	$H_{par} =$	1.50	m
Spessore Fondazione	$H_{fond} =$	0.60	m
Larghezza Fondazione	$B_{tot} =$	1.80	m
Larghezza Avanzattera	$B_{valle} =$	0.50	m
Larghezza Retrozattera	$B_{monte} =$	0.62	m
Larg. Spiccato Paramento	$B_{spic} =$	0.68	m
Larg testa Paramento	$B_{testa} =$	0.60	m
	$b_v =$	0.00	m
	$b_m =$	0.08	m
Spessore Terreno Valle	$h_{tv} =$	0.50	m
Larghezza Trasversale	$L_{trasv} =$	10.00	m
Peso Specifico Muro	$\gamma_{muro} =$	25.0	kN/m ³

CARICHI ESTERNI: BARRIERA ANTIRUMORE

Peso Barriera	$W_{barriera} =$	0.00	kN/m
Azione del Vento	$T_{vento} =$	0.00	kN/m
Altezza Barriera	$H_{barriera} =$	0.00	m

CARICHI ESTERNI: URTO

Azione dell'urto Puntuale	$T_{urto} =$	100	kN
to di Applicazione da testa muro	$h_o =$	0.90	m
	$L_{diffusione} =$	10.00	m

PARAMETRI TERRENO DI RILEVATO

angolo d'attrito caratteristico	$\phi'_k =$	35	°
attrito terreno-struttura STATICO	$\delta/\phi' =$	0.50	-
Peso Specifico	$\gamma =$	19	kN/m ³
attrito terreno-struttura SISMICO	$\delta/\phi' =$	0.00	-

PARAMETRI TERRENO DI FONDAZIONE

angolo d'attrito caratteristico	$\phi'_k =$	35	(°)
Peso Specifico	$\gamma_{fond} =$	19	kN/m ³
coesione caratteristica	$c'_k =$	0	KPa
Peso Specifico Sommerso	$\gamma' =$	9.19	kN/m ³
Terreno Riporto a Valle	$\gamma_{terr.val} =$	19.0	kN/m ³

CALCOLO CAPACITA' PORTATE

Profondità falda da PC	$Z_w =$	2.10	m
Affondamento intrad. plinto da PC	$D =$	1.10	m

PARAMETRI ANALISI SISMICA (+)

	$ag/g =$	0.119	(-)
	$F_o =$	2.51	(-)
categoria suolo	$E =$		(-)
categoria topografica	$T2 =$		(-)
	$k_H =$	0.055	(-)
	$k_V =$	0.027	(-)
	$V_N =$	50	(anni)
classe d'uso	$IV =$		(-)
	$V_R =$	100	(anni)
stato limite considerato	$SLV =$		(-)
	$T_R =$	949	(anni)
	$S_T =$	1.20	(-)
	$S_S =$	1.60	(-)
	$\beta_m =$	0.24	(-)

NOTE SUL CALCOLO:

(+) Definizioni in accordo alle NTC2008

SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 2

Descrizione opera:

TIPO S14

VERIFICHE SCORRIMENTO

Combinazione	Nd (kN/m)	Hd (kN/m)	Md (kNm/m)	μ (-)	Rd/Ed (-)
A1+M1+R1 traffico dominante	113.70	27.79	2.20	1.00	2.87
	92.70	27.79	2.20	1.00	2.34
	92.31	27.79	-0.01	1.00	2.33
	71.31	27.79	-0.01	1.00	1.80
A1+M1+R1 vento dominante	108.45	24.04	4.04	1.00	3.16
	92.70	24.04	4.04	1.00	2.70
	87.06	24.04	1.83	1.00	2.54
	71.31	24.04	1.83	1.00	2.08
A1+M1+R1 sisma+	73.27	16.35	1.94	1.00	3.14
	69.35	15.73	1.90	1.00	3.09
A1+M1+R1 urto	71.31	19.83	-22.65	1.00	2.52
A2+M2+R2 traffico dominante	89.51	28.99	-3.76	1.00	1.73
	71.31	28.99	-3.76	1.00	1.38
A2+M2+R2 vento dominante	84.96	24.89	-1.38	1.00	1.91
	71.31	24.89	-1.38	1.00	1.60
A2+M2+R2 sisma+	73.27	19.68	-0.06	1.00	2.08
	69.35	18.90	0.02	1.00	2.06
A2+M2+R2 urto	71.31	22.59	-24.24	1.00	1.77

AZIONI PER SPOSTAMENTI

	Nd (kN/m)	Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
SLE Q. PERM.	71.31	9.83	7.35

SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 3

Descrizione opera:

TIPO S14

VERIFICHE RIBALTAMENTO

Combinazione	M_{STAB} (kNm/m)	M_{RIB} (kNm/m)	Rd/Ed (-)
EQU traffico dominante	65.55	14.17	4.63
EQU vento dominante	65.55	11.42	5.74
EQU neve dominante	65.55	11.42	5.74
EQU sisma+	74.83	8.95	8.36
EQU sisma-	72.80	10.36	7.02
EQU urto	72.83	32.90	2.21

VERIFICHE CAPACITA' PORTANTE

Combinazione	N_d (kN)	H_d (kN)	M_d (kNm)	σ_{Med} (kPa)	q_{lim} (kPa)	Rd/Ed (-)
A2+M2+R2 traffico dominante	89.51	28.99	-3.76	52.16	210.68	6.07
	71.31	28.99	-3.76	42.08	156.55	6.40
A2+M2+R2 vento dominante	84.96	24.89	-1.38	48.07	233.91	7.84
	71.31	24.89	-1.38	40.49	191.93	8.73
A2+M2+R2 sisma+	73.27	19.68	-0.06	40.74	253.93	11.75
sisma-	69.35	18.90	0.02	38.54	250.59	13.02
A2+M2+R2 urto	71.31	22.59	-24.24	63.67	242.76	5.19

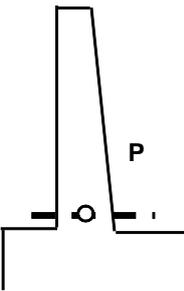
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 4

Descrizione opera:

TIPO S14

AZIONI ALLA BASE DEL PARAMENTO NEL BARICENTRO P DELLA SEZIONE A-A



	Combinazione	Nd (kN/m)	Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	33.15	31.04	20.95
		33.15	11.85	6.56
	vento dominante	25.50	28.30	19.44
		25.50	9.11	9.11
A1+M1+R1	vento dominante	33.15	26.24	17.36
		33.15	11.85	6.56
		25.50	23.51	15.84
A1+M1+R1	sisma+	25.50	9.11	5.05
	sisma-	26.20	20.28	13.52
A1+M1+R1	urto	24.80	20.28	13.52
SLE - rara	traffico dominante	25.50	19.11	19.05
	vento dominante	25.50	21.91	14.64
SLE - frequente	traffico dominante	25.50	18.71	12.24
	vento dominante	25.50	9.11	5.05
SLE - q.permanente	traffico dominante	25.50	9.11	5.05
	vento dominante	25.50	9.11	5.05

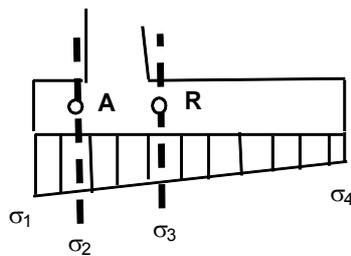
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 5

Descrizione opera:

TIPO S14

AZIONI MENSOLA DI VALLE NEL BARICENTRO A DELLA SEZIONE B-B



Combinazione		Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	15.93	3.98
		15.93	3.98
	vento dominante	12.25	3.06
		12.25	0.00
A1+M1+R1	vento dominante	15.93	3.98
		15.93	3.98
	sisma+	12.25	3.06
		12.25	3.06
A1+M1+R1	sisma-	11.91	3.15
	urto	12.25	3.06
SLE - rara	traffico dominante	12.25	3.06
	vento dominante	12.25	3.06
SLE - frequente	traffico dominante	12.25	3.06
	vento dominante	12.25	3.06
SLE - q.permanente	traffico dominante	12.25	3.06
	vento dominante	12.25	3.06

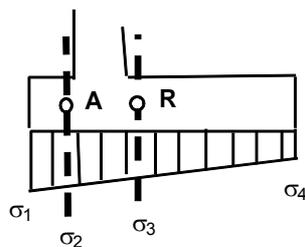
SINTESI DEI RISULTATI

Allegato 6

Descrizione opera:

TIPO S14

AZIONI MENSOLA DI MONTE NEL BARICENTRO R DELLA SEZIONE C-C



Combinazione		Hd (kN/m)	Md (kNm/m)
A1+M1+R1	traffico dominante	63.84	21.99
		40.57	13.33
		54.47	18.91
		31.21	0.00
A1+M1+R1	vento dominante	58.02	19.82
		40.57	13.33
		48.66	16.75
		31.21	10.25
A1+M1+R1	sisma+	31.98	10.48
	sisma-	31.98	10.48
A1+M1+R1	urto	31.21	10.25
SLE - rara	traffico dominante	46.72	16.02
	vento dominante	42.84	14.58
SLE - frequente	traffico dominante	42.84	14.58
	vento dominante	31.21	10.25
SLE - q.permanente	traffico dominante	31.21	10.25
	vento dominante	31.21	10.25

8.7.2 Risultati delle verifiche geotecniche allo SLE

Stima dei cedimenti:

Sono riportati di seguito i risultati delle analisi svolte per la stima dei cedimenti del muro tipo S14:

DATI DI INGRESSO						
p	carico applicato	45	(kPa)	Δh	altezza concio di calcolo	0.17 (m)
L	lunghezza area di carico	10.00	(m)	D	approfondimento fondazione da p.c.	1.10 (m)
B	larghezza area di carico	1.59	(m)	z_w	profondità falda da p.c.	2.10 (m)
				α	$\Delta\sigma_z < \alpha \sigma'_{vo}$	0.20 (-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ _n (kN/m ³)	γ _{sat} (kN/m ³)	E (MPa)	
1	1.00	1.00	19.0	20.0	20.0	ΔH spessore strato i-esimo <i>(lo spessore del 1° strato è valutato a partire dalla quota di imposta della fondazione/area di carico)</i> γ_n peso di volume naturale γ_{sat} peso di volume saturo E modulo elastico
2	1.00	2.00	19.0	20.0	20.0	
3	1.00	3.00	19.0	20.0	20.0	
4	1.00	4.00	19.0	20.0	20.0	
5	1.00	5.00	19.0	20.0	20.0	
6	1.00	6.00	19.0	20.0	20.0	

RISULTATI						
CENTRO						
<i>(il valore z=0 corrisponde alla quota del piano di imposta della fondazione/area di carico; il valore della pressione geostatica efficace alla quota z=0 è calcolato facendo riferimento ai parametri del 1° strato)</i>						
z (m)	σ' _{vo} (kPa)	Δσ _z (kPa)	σ' _{vo} +Δσ _z (kPa)	ΔW (cm)	w (cm)	ε (%)
0.00	21	45	66	0.0	0.4	0.2
0.17	24	44	68	0.0	0.4	0.2
0.34	27	43	71	0.0	0.3	0.2
0.51	31	41	72	0.0	0.3	0.2
0.68	34	39	73	0.0	0.3	0.2
0.85	37	36	73	0.0	0.2	0.2
1.00	40	33	73	0.0	0.2	0.2
1.19	42	30	72	0.0	0.2	0.1
1.36	44	28	71	0.0	0.2	0.1
1.53	45	25	71	0.0	0.1	0.1
1.70	47	23	70	0.0	0.1	0.1
1.87	49	21	70	0.0	0.1	0.1
2.00	50	20	70	0.0	0.1	0.1
2.10	51	19	70	0.0	0.1	0.1
2.38	54	17	71	0.0	0.0	0.1
2.55	56	17	72	0.0	0.0	0.1
2.72	57	16	73	0.0	0.0	0.1
2.89	59	15	74	0.0	0.0	0.1
3.00	60	14	74	0.0	0.0	0.1
3.23	63	13	76	0.0	0.0	0.1
3.40	64	12	77	-	-	-

Dall'esame dei risultati si evince che i cedimenti dell'opera in quanto modesti sono compatibili con i limiti per i quali è garantita la funzionalità di progetto.

Stima degli spostamenti orizzontali:

Per la stima degli spostamenti in fondazione sono stati presi in considerazione i seguenti valori:

ν' [-]	0.25	Forza orizzontale agente T_h [kNm]	98.3
L/B [-]	5.5555556		
β_x [-]	1.0111111	Spostamento orizzontale ε_h [mm]	
E [MPa]	20	1.1	

Gli spostamenti della fondazione risultano pertanto compatibili con i limiti progettuali.

Stima della rotazione:

Per la stima della rotazione ovvero gli spostamenti in testa sono stati presi in considerazione i seguenti valori:

ν' [-]	0.25	Momento ribaltante in fondazione M [kNm/m]			
L/B [-]	5.5555556	73.5			
I_θ [-]	4.86	$\tan \theta$ [rad]	θ [°]	ε [cm]	ε_{amm} [cm]
E [MPa]	20	0.00052	0.0296	0.11	5

Gli spostamenti della fondazione in testa risultano pertanto compatibili con i limiti progettuali.

8.7.3 Risultati delle verifiche strutturali allo SLU e SLE

Lo studio viene effettuato su una profondità di 1.0 m, avente altezza variabile.

Le verifiche strutturali di deformazione e fessurazione sono state svolte secondo il metodo degli stati limite facendo riferimento alle tensioni di progetto riportate nel capitolo 7.

Di seguito, per le sezioni esaminate, sono forniti i risultati delle analisi eseguite che indicano le armature necessarie da applicare al fine di garantire la stabilità strutturale dell'opera.

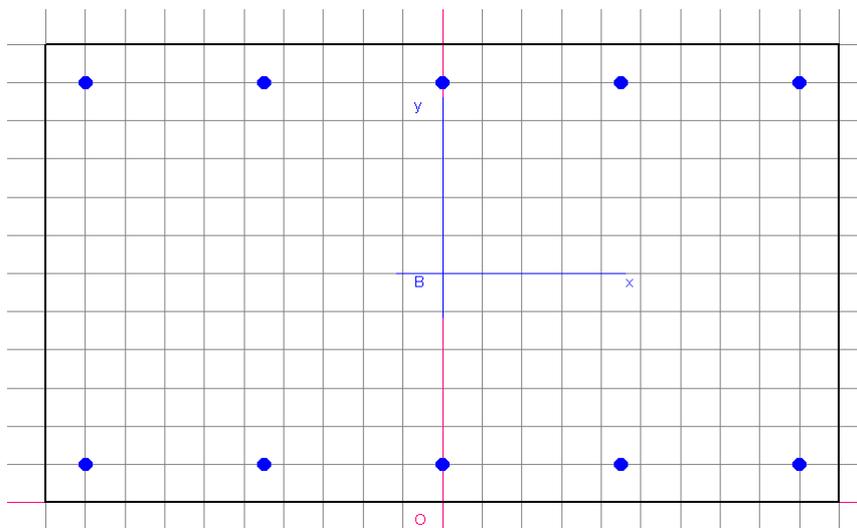


Figura 18: Schema della sezione tipo di verifica

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**NOME SEZIONE: SEZ-AA**

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 68.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø18 (12.7 cm²)
 Barre superiori : 5Ø18 (12.7 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	3400	2100	3100	0
2	2600	2000	2900	0
3	2500	1400	2100	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	2600	1500

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	2600	1300

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	2600	600

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.7 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.3 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 12.7 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 12.7 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	3400	2100	3429	31701	15.095	63.3		
2	S	2600	2000	2606	31458	15.729	63.4		
3	S	2500	1400	2503	31428	22.448	63.4		

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max

1	0.00350	-0.01840	68.0	-0.00026	63.0	-0.04384	5.0
2	0.00350	-0.01852	68.0	-0.00028	63.0	-0.04411	5.0
3	0.00350	-0.01854	68.0	-0.00028	63.0	-0.04414	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	8 mm	
Passo staffe:	21.5 cm	[Passo massimo di normativa = 21.6 cm]
N.Bracci staffe:	4	
Area staffe/m :	9.4 cm ² /m	[Area Staffe Minima normativa = 2.6 cm ² /m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	3100	23282	155535	51871	100.0	21.80	1.003	0.6
2	S	2900	23170	155420	51871	100.0	21.80	1.002	0.5
3	S	2100	23157	155406	51871	100.0	21.80	1.002	0.4

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	2.1	68.0	-1.4	68.0	-17	63.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm ²]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Betal2	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Betal2	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	1.9	68.0	-1.1	68.0	-14	63.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1 S 0.0 0.0 0.0 0.0 0.000000 0 0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	1.1	68.0	-0.3	68.0	-3	63.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1 S 0.0 0.0 0.0 0.0 0.000000 0 0.000

Tabella 26: Risultati delle verifiche strutturali – (SEZIONE A-A)

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: SEZ-CC

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertza
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0

Combinazioni Rare in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

Combinazioni Frequenti in Esercizio
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm

Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio
 Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 60.0 cm
 Barre inferiori : 5Ø18 (12.7 cm²)
 Barre superiori : 5Ø18 (12.7 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 5.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 5.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N. Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	100	2200	6400	0
2	100	2000	5900	0
3	100	1100	3200	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	100	1700

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	100	1500

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	100	1100

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.7 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.3 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 12.7 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 12.7 cm²

N. Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	100	2200	73	26727	12.148	55.4		
2	S	100	2000	73	26727	13.363	55.4		

3 S 100 1100 73 26727 24.297 55.4

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.01626	60.0	-0.00034	55.0	-0.03877	5.0
2	0.00350	-0.01626	60.0	-0.00034	55.0	-0.03877	5.0
3	0.00350	-0.01626	60.0	-0.00034	55.0	-0.03877	5.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 21.5 cm [Passo massimo di normativa = 21.6 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 9.4 cm²/m [Area Staffe Minima normativa = 2.6 cm²/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Afst Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	6400	20687	135358	45284	100.0	21.80	1.000	1.3
2	S	5900	20687	135358	45284	100.0	21.80	1.000	1.2
3	S	3200	20687	135358	45284	100.0	21.80	1.000	0.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	2.5	60.0	-2.5	60.0	-31	55.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
 Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²)
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2

Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	2.2	60.0	-2.2	60.0	-27	55.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
---	---	-----	-----	-----	--	-----	----------	---	-------

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	1.6	60.0	-1.6	60.0	-20	55.0	0.0	0	31.7	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

1	S	0.0	0.0	0.0		0.0	0.000000	0	0.000
---	---	-----	-----	-----	--	-----	----------	---	-------

Tabella 27: Risultati delle verifiche strutturali – (SEZIONE C-C)

8.7.4 Considerazioni e riepilogo dei risultati

Le analisi sono state condotte in accordo alla norma in vigore secondo il metodo degli stati limite. Nella tabella successiva sono riepilogati i risultati delle analisi geotecniche eseguite in termini di fattori di sicurezza, rispettivamente, per le analisi allo SLU in condizioni statiche e sismiche.

Fattori di sicurezza per le verifiche GEO – Sezione tipo S14			
Analisi	Ribaltamento	Scorrimento	Capacità portante
Statica	4.63	1.38	6.07
Sismica	7.02	2.06	>10

Tabella 28: Riepilogo dei risultati delle verifiche geotecniche – Sezione Tipo S14

Le verifiche geotecniche allo SLE sono risultati compatibili con i limiti progettuali in quanto le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dall'opera non sono critiche.

Per quanto riguarda invece le verifiche di carattere strutturale, si è provveduto ad un'analisi secondo la normativa vigente considerando l'approccio di tipo STR; come precedentemente visto anche per le analisi geotecniche si è utilizzato il procedimento agli Stati Limite. I manufatti qui esaminati sono soggetti ad azioni verticali e orizzontali, statiche e sismiche.

In base alle ipotesi effettuate e ai carichi considerati durante le analisi si può assumere che tutte le verifiche, sia geotecniche sia strutturali, risultano pertanto soddisfatte a Norma di legge.

Armature della soletta di fondazione:

- trasversali $\phi 18/20$
- longitudinali $\phi 12/20$
- staffe $\phi 12/20$

Armature dell'elevazione:

- trasversali $\phi 18/20$
- longitudinali $\phi 12/20$
- staffe $\phi 12/40$