

# Variante S.S.1 Aurelia – Variante in Comune di Massa 1°Lotto (Canal Magro – Stazione).

## PROGETTO DEFINITIVO

cod. F1397

<b>PROGETTAZIONE:</b> RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI		<b>MANDATARIA:</b> 		<b>MANDANTI:</b>  	
<b>IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:</b>  Ing. Andrea Renso – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2413			<b>IL PROGETTISTA:</b>  <b>GRUPPO DI PROGETTAZIONE:</b> COORDINAMENTO PROGETTAZIONE, PROGETTAZIONE STRADALE, GEOTECNICA ED OPERE STRUTTURALI: Ing. Marcello Mancone – POLITECNICA ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5723		
<b>IL GEOLOGO:</b>  Geol. Pietro Accolti Gil – POLITECNICA Ordine Geologi Regione Toscana n° 728			<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE:</b> Arch. Paola Gabrielli – POLITECNICA ordine Architetti Provincia di Bologna n. 2921		
<b>IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:</b>  Ing. Marcello Mancone – POLITECNICA ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5723			<b>CANTIERIZZAZIONE E FASI ESECUTIVE:</b> Ing. Alessio Gori – POLITECNICA ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5969		
<b>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:</b>  Ing. Raffaele Franco Carso			<b>IDROLOGIA ED IDRAULICA:</b> Ing. Alessandro Cecchelli – POLITECNICA ordine ingegneri Provincia di Grosseto n.760		
<b>PROTOCOLLO:</b>		<b>DATA:</b>		<b>COLLABORATORI DI PROGETTO:</b> Ing. Massimo Palermo – POLITECNICA Ing. Mattia De Caro – POLITECNICA Ing. Giulio Melosi – POLITECNICA Geom. Franco Mariotti – POLITECNICA	

## 05 – OPERE D'ARTE

### Opere d'arte minori – Opere di sostegno

### Relazione geotecnica e di calcolo

CODICE PROGETTO PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG. D P F I 1 0    D    1 9 0 1		NOME FILE 0527_T00OS00GETRE01B		Progr. ELAB. 0527		REV.	SCALA:
CODICE ELAB.		T 0 0 O S 0 0 G E T R E 0 1		B		-	
D							
C							
B	REVISIONE A SEGUITO DI ISTRUTTORIA ANAS	11/2020	POLITECNICA	M.PALERMO	M.MANCONE	A.RENSO	
A	EMISSIONE	06/2020	POLITECNICA	M.PALERMO	M.PALERMO	A.RENSO	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	SOCIETA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	



## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>2</b>
2.1	NORMATIVA NAZIONALE .....	2
2.2	EUROCODICI .....	2
<b>3</b>	<b>MATERIALI .....</b>	<b>3</b>
3.1	CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	3
3.1.1	Conglomerato cementizio magro .....	3
3.1.2	Conglomerato cementizio per paramento in elevazione .....	3
3.1.3	Conglomerato cementizio per zattera di fondazione.....	3
3.2	ACCIAIO PER C.A.....	3
3.2.1	Acciaio per calcestruzzo armato B450C.....	3
3.3	ANALISI DEI CARICHI.....	4
3.3.1	Analisi e combinazione dei carichi .....	4
3.4	APPROCCI PROGETTUALI E CRITERI DI VERIFICA.....	8
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOTECNICO E STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>10</b>
4.1	Verifica muro OS011 .....	11
4.1.1	Verifiche in condizioni statiche .....	12
4.1.2	Verifiche in condizioni sismiche.....	14
4.1	Verifica muro OS2.....	21
4.1.1	Verifiche in condizioni statiche .....	22
4.1.2	Verifiche in condizioni sismiche.....	24
4.2	Verifica muro OS3.....	31
4.2.1	Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo 3 h=5.0 .....	32
4.2.2	Verifiche in condizioni sismiche.....	34
4.2.1	Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo 2 h=3.45 .....	41
4.2.2	Verifiche in condizioni sismiche.....	43
4.2.3	Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo 1 h=1.65 .....	50
4.2.4	Verifiche in condizioni sismiche.....	52
4.3	Verifica muro OS4.....	59
4.3.1	Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo 3 h=4.9 .....	60
4.3.2	Verifiche in condizioni sismiche.....	62

4.3.1	Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo 2 h=3.3 .....	70
4.3.2	Verifiche in condizioni sismiche.....	71
4.3.3	Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo 1 h=2.8 .....	79
4.3.4	Verifiche in condizioni sismiche.....	80
4.4	Verifica muro OS5.....	88
4.4.1	Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo h=2.4 .....	89
4.4.2	Verifiche in condizioni sismiche.....	90
4.5	Verifica muro OS6.....	98
4.5.1	Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo h=3.4 .....	99
4.5.2	Verifiche in condizioni sismiche.....	100
4.5.1	Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo h=4.65 .....	108
4.5.2	Verifiche in condizioni sismiche.....	109
4.5.3	Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo h=5.5 .....	117
4.5.4	Verifiche in condizioni sismiche.....	118
4.6	Verifica muro OS7 .....	126
4.6.1	Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo h=5.6 .....	127
4.6.2	Verifiche in condizioni sismiche.....	128
4.7	Verifica muro OS8.....	136
4.7.1	Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo h=4.3 .....	137
4.7.2	Verifiche in condizioni sismiche.....	138
4.8	Verifica muro OS09.....	146
4.8.1	Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo h=3.0 .....	147
4.8.2	Verifiche in condizioni sismiche.....	148
4.9	Verifica muro OS10.....	156
4.9.1	Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo h=3.0 .....	157
4.9.2	Verifiche in condizioni sismiche.....	158

## 1 PREMESSA

La seguente relazione tratta dell'analisi e della verifica di sicurezza di carattere geotecnico e strutturale dei muri di sottoscarpa presenti lungo il tracciato del nuovo asse stradale. I manufatti vengono verificati considerando un carico stradale pari 20kpa considerato a monte del rilavato stradale. In corrispondenza dei muri del tratto stradale B, oltre al carico stradale saranno considerate in testa al cordolo di testa del manufatto, le reazioni dati dalle barriere fonoassorbenti previste in progetto.

## 2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

La progettazione, il dimensionamento e le verifiche delle strutture in oggetto, sono stati redatti in ottemperanza al quadro normativo tecnico vigente, con particolare riferimento di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Il metodo di calcolo adottato è quello semiprobabilistico agli stati limite, con applicazione di coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni, variabili in ragione dello stato limite indagato.

Si riporta di seguito l'elenco delle principali leggi e dei documenti a cui ci si è riferiti per la redazione della progettazione strutturale dell'opera.

### 2.1 NORMATIVA NAZIONALE

- Legge 5 Novembre 1971 n° 1086 «Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, precompresso e per le strutture metalliche»;
- D.M. del 17 Gennaio 2018 «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di seguito denominate NTC.
- Circolare Consiglio Sup. LL.PP. 21 Gennaio 2019 n° 7 «Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. del 17 Gennaio 2018».
- Opcm n. 3274 del 20 marzo 2003: primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica e s.m.i.

### 2.2 EUROCODICI

- UNI EN 1991-1-5:2004 «Eurocodice 1: Azioni sulle strutture – Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche»;
- UNI EN 1991-2:2005 «Eurocodice 1: Azioni sulle strutture – Parte 2: Carichi da traffico sui ponti»;
- UNI EN 1992-2:2006 «Eurocodice 2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi»;
- UNI EN 1993-2:2007 «Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti di acciaio»;
- UNI EN 1993-1-5:2007 «Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra»;
- UNI EN 1994-2:2006 «Eurocodice 4: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – Parte 2: Regole generali e regole per i ponti»;
- UNI EN 1998-2:2006 «Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti».

### 3 MATERIALI

#### 3.1 CONGLOMERATI CEMENTIZI

##### 3.1.1 Conglomerato cementizio magro

- Classe di resistenza: C12/15 ( $R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$ )

##### 3.1.2 Conglomerato cementizio per paramento in elevazione

- Classe di resistenza: C32/40 ( $R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$ )
  - Resistenza caratt. a compress. cilindrica: (DM 14.01.2018 p.to 11.2.10.1)  $f_{ck} = 32.0 \text{ N/mm}^2$
  - Resistenza media a trazione semplice: (DM 14.01.2018 p.to 11.2.10.2)  $f_{ctm} = 3.02 \text{ N/mm}^2$
  - Modulo d'elasticità: (DM 14.01.2018 p.to 11.2.10.3)  $E_{cm} = 33346 \text{ N/mm}^2$
  - Resistenza di calcolo a compressione: (DM 14.01.2018 p.to 4.1.2.1)  $f_{cd} = 18.13 \text{ N/mm}^2$
  - Resistenza di calcolo a trazione: (DM 14.01.2018 p.to 4.1.2.1)  $f_{ctd} = 1.41 \text{ N/mm}^2$
- Classe di esposizione: XC4
- Copriferro netto minimo (filo esterno armatura più esterna): 35 mm

##### 3.1.3 Conglomerato cementizio per zattera di fondazione

- Classe di resistenza: C25/30 ( $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ )
  - Resistenza caratt. a compress. cilindrica: (DM 14.01.2018 p.to 11.2.10.1)  $f_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$
  - Resistenza media a trazione semplice: (DM 14.01.2018 p.to 11.2.10.2)  $f_{ctm} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
  - Modulo d'elasticità: (DM 14.01.2018 p.to 11.2.10.3)  $E_{cm} = 31476 \text{ N/mm}^2$
  - Resistenza di calcolo a compressione: (DM 14.01.2018 p.to 4.1.2.1)  $f_{cd} = 14.17 \text{ N/mm}^2$
  - Resistenza di calcolo a trazione: (DM 14.01.2018 p.to 4.1.2.1)  $f_{ctd} = 1.14 \text{ N/mm}^2$
- Classe di esposizione: XC2
- Copriferro netto minimo (filo esterno armatura più esterna): 40 mm

#### 3.2 ACCIAIO PER C.A.

##### 3.2.1 Acciaio per calcestruzzo armato B450C

- Resistenza caratt. di snervamento: (DM 14.01.2018 p.to 11.3.2.1)  $f_{yk} = 450.00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratt. di rottura: (DM 14.01.2018 p.to 11.3.2.1)  $f_{tk} = 540.00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo: (DM 14.01.2018 p.to 4.1.2.1)  $f_{yd} = 391.30 \text{ N/mm}^2$
- Tensione massima per cmb. rara: (DM 14.01.2018 p.to 4.1.2.2.5)  $\sigma_{s,rara} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

### 3.3 ANALISI DEI CARICHI

#### 3.3.1 Analisi e combinazione dei carichi

##### 3.3.1.1 Peso proprio

Il peso proprio della struttura in c.a pari a 25kN/m<sup>3</sup>

##### 3.3.1.2 Spinta delle terre

La spinta delle terre 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.

Il calcolo della spinta viene implementato secondo il metodo di *Mononobe-Okabe*.

La teoria di Mononobe-Okabe fa uso del *metodo dell'equilibrio limite* e può essere considerata una estensione del metodo di Coulomb, in cui alle usuali spinte al contorno del cuneo instabile di terreno vengono sommate anche le azioni inerziali orizzontali e verticali dovute all'accelerazione delle masse.

Le ipotesi che stanno alla base del metodo sono quindi:

- Terreno isotropo, omogeneo e dotato di attrito e/o coesione.
- Terreno che, a causa degli spostamenti del muro, si trova in uno stato di equilibrio plastico.
- Superficie di rottura piana.
- Superficie superiore del cuneo anche inclinata ma di forma piana.
- La resistenza per attrito e per coesione si sviluppa uniformemente lungo la superficie di rottura.
- Può esistere attrito tra paramento del muro e terreno, che si sviluppa al primo spostamento del muro.
- Il paramento del muro può essere inclinato ma non spezzato in più parti.
- L'effetto delle accelerazioni  $k_h$  e  $k_v$  viene intrinsecamente considerato nel baricentro del cuneo instabile.

Le spinte attiva viene calcolata secondo la seguente espressione:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma \cdot h^2 \cdot (1 - K_v) \cdot K_a$$

il coefficiente  $K_a$  viene calcolato utilizzando la formulazione di Mononobe-Okabe proposta nell'ordinanza 3274 e successiva correzione 3316, in cui i simboli usati sono:

$\phi$  = angolo di attrito interno del terreno.

$\psi$  = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete interessata del muro.

$\beta$  = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno.

$\delta$  = angolo di attrito terreno-muro.

$\theta$  = angolo di rotazione addizionale definito come segue.

$$\tan(\theta) = \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Il coefficiente per stati di spinta attiva si divide in due casi:

$$\beta \leq \phi - \theta: K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \theta: K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

La spinta delle terre, sia quella dovuta al peso proprio che ai sovraccarichi accidentali, viene valutata con riferimento alla stratigrafia ed ai valori di progetto dei parametri geotecnici, peso di volume, angolo di attrito, coesione, attrito paratia-terreno, e dei sovraccarichi accidentali ottenuti abbattendo/amplificando i valori caratteristici mediante i coefficienti riduttivi o amplificativi specifici del tipo di verifica condotta, secondo i criteri riportati nelle NTC18.

### 3.3.1.3 Spinta dell'acqua

La falda si riscontra a profondità maggiori di 11m rispetto al piano campagna. Al fini del dimensionamento del muro si trascura la sua interazione. Considerando inoltre il sistema di drenaggio presente a tergo del muro che permette con facilità la dissipazione delle pressioni interstiziali derivanti da eventi meteorici, si trascura la spinta idrostatica al fine del dimensionamento dell'opera

### 3.3.1.4 Azioni sismiche

Sono definite secondo quanto prescritto al par.3.2 del D.M. 17.01.2018. Tali azioni saranno combinate secondo le prescrizioni delle normative vigenti in funzione delle particolari strutture dell'opera in esame.

L'azione sismica viene determinata in ottemperanza a quanto prescritto dal D.M. 17.01.2018, riferimento normativo cui si riferiscono tutti i richiami riportati nel seguito del presente paragrafo, salvo ove diversamente indicato.

#### Parametri generali

I parametri generali, caratteristici della struttura e dell'ubicazione dell'intervento, atti a definire gli spettri di progetto risultano essere i seguenti:

- |  |                  |
|--|------------------|
| 1. Ubicazione: Lat. 44.035443 N, Long. 10.139322 E (WGS84) |                  |
| 2. Tipo di Terreno (p.to 3.2.2)                            | C                |
| 3. Categoria topografica (p.to 3.2.3.2.1)                  | T1 ( $S_T=1.0$ ) |
| 4. Vita nominale della costruzione $V_N$ (p.to 2.4.1)      | 50 anni          |
| 5. Classe d'uso (p.to 2.4.2)                               | IV ( $C_U=2.0$ ) |

6. Classe di duttilità (p.to 7.2.1) Bassa  
7. Smorzamento Viscoso  $\xi$  (p.to 3.2.3.2.1) 0.05

STATO LIMITE	$V_N$ [anni]	$C_u$	$V_R$ [anni]	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$
SLV	50	2	100	949	0.175	2.375	0.299

Ai fini dello studio della stabilità globale del versante interessato dall'opera di sostegno si definisce il seguente  $K_h$  di spinta orizzontale come:

$$K_h = \beta_m \cdot a_{max} / g = 0.096 \text{ (SLV)}$$

dove:

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

In cui  $S_S = 1.45$ ;  $S_T = 1$

$a_{max} = 0.255$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità;

$\beta_m = 0.38$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

L'accelerazione massima è valutata con la relazione

### 3.3.1.5 Azione del vento

Nell'analisi statica la pressione utilizzata è stata determinata, in accordo con le NTC 2018 la Normativa EN 1991-1-4. La pressione cinetica di picco del vento è data dall'espressione (in  $N/m^2$ ):

$$q_p(z) = [1 + 7 \times I_v(z)] \times \frac{1}{2} \times \rho \times v_m^2(z) = c_e(z) \times q_b$$

dove:

- $q_p$  pressione cinetica di picco
- $I_v$  intensità della turbolenza
- $\rho$  densità media dell'aria, pari a  $1.25 \text{ kg/m}^3$
- $v_m$  valore medio della velocità del vento
- $c_e$  è il coefficiente di esposizione

Il valore di base della velocità del vento può essere calcolato mediante l'equazione:

$$V_b = C_{dir} \times C_{season} \times V_{b,0}$$

dove:

- $v_b$       velocità di base del vento
- $v_{b,0}$     valore fondamentale della velocità di base del vento
- $C_{dir}$      fattore direzionale
- $C_{season}$    fattore di stagionalità

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_a$ [1/s]
3	27	500	0,02
$a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])			105
$T_R$ (Tempo di ritorno)			50
$v_b = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$ $v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m			
$v_b (T_R = 50)$ [m/s]			27,000
$\alpha_R (T_R)$			1,00073
$v_b (T_R) = v_b \times \alpha_R$ [m/s]			27,020



$p$  (pressione del vento [N/mq]) =  $q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$   
 $q_b$  (pressione cinetica di riferimento [N/mq])  
 $c_e$  (coefficiente di esposizione)  
 $c_p$  (coefficiente di forma)  
 $c_d$  (coefficiente dinamico)

Pressione cinetica di riferimento

$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2$  ( $\rho = 1,25$  kg/mc)

$q_b$ [N/mq]	456,29
--------------	--------

Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

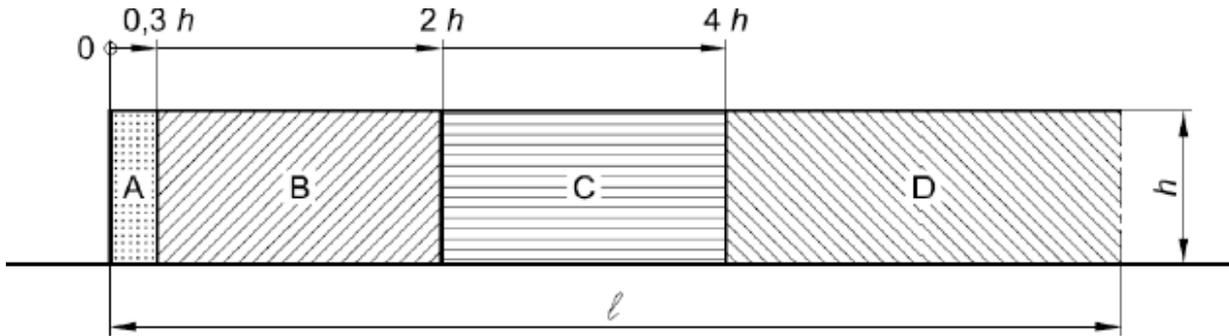
B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

Categoria di esposizione: III

Tenendo conto di tutti i fattori sopra elencati, è possibile determinare i seguenti coefficienti di esposizione

$h=5.0$ m                                       $c_e = 1.708$

I coefficienti di pressione netta  $c_{p,net}$  siano specificati per le zone A, B, C e D come illustrato nella figura sottostante.



**Tabella 6-1 - Valori raccomandati dei coefficienti di pressione**

Solidità	Zona	A	B	C	D	
$\varphi = 1$	Senza angoli di ritorno	$l/h \leq 3$	2,3	1,4	1,2	1,2
		$l/h = 5$	2,9	1,8	1,4	1,2
		$l/h \geq 10$	3,4	2,1	1,7	1,2
	Con angoli di ritorno di lunghezza $\geq h^a$	2,1	1,8	1,4	1,2	
$\varphi = 0,8$		1,2	1,2	1,2	1,2	

a) Per angoli di ritorno aventi lunghezza compresa tra 0,0 e h si può impiegare l'interpolazione lineare.

Avendo ipotizzato un  $l/h > 10$ , i coefficienti di pressione valgono:

- cp A 3.40 [-] Coefficiente di pressione zona A
- cp B 2.10 [-] Coefficiente di pressione zona B
- cp C 1.70 [-] Coefficiente di pressione zona C
- cp D 1.20 [-] Coefficiente di pressione zona D

nel caso in esame si adotta la zona B con  $cp = 2.10$ .

Essendo la rigidezza della struttura molto elevata, il valore di  $cd$  viene posto cautelativamente uguale a 1.00.

La pressione del vento agente sulle superfici esterne è ottenuta dalla seguente equazione:

$$W_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = 0.456 \times 1.708 \times 2.10 \times 1 = 1.635 \text{ kN/m}^2$$

### 3.4 APPROCCI PROGETTUALI E CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche sono state sviluppate con riferimento alle NTC 2018, adottando per gli stati limite ultimi (SLU) di tipo strutturale (STR) e geotecnico (GEO):

Le verifiche di stabilità del complesso opera di sostegno-terreno sono state condotte con:

- approccio 1, combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO-stab).

Per il dimensionamento del muro su pali invece si è fatto riferimento all'Approccio 2:

- combinazione 1: A1+M1+R3 (STR e GEO);

I coefficienti parziali per le azioni (A), per i parametri geotecnici del terreno (M) e per le resistenze (R) sono in accordo alla tab. 6.2.I, 6.2.II, 6.5.I di cui alle NTC 2018.

Per gli stati limite ultimi la verifica di sicurezza è soddisfatta se:

$$R_d \leq E_d$$

dove:

$R_d$  = resistenza di progetto

$E_d$  = valore di progetto dell'effetto delle azioni.

In condizioni di esercizio gli spostamenti dell'opera di sostegno dovranno essere compatibili con la funzionalità e inoltre dovranno essere soddisfatte le verifiche sullo stato tensionale dei materiali e di fessurazione.

#### 3.4.1.1 Combinazione delle azioni

Si sono considerate le combinazioni delle azioni nel seguito descritte in cui si indica con:

G = Azioni permanenti dovute al peso proprio degli elementi;

E = Azione sismica.

- *Combinazione fondamentale* impiegata per gli stati limite ultimi (**SLU**):  $\gamma_G \cdot G + \gamma_Q \cdot Q_k$
  - *Combinazione caratteristica (rara)* impiegata per gli stati limite di esercizio (**SLE**):  $G + Q_k$
  - *Combinazione frequente* impiegata per gli stati limite di esercizio (**SLE**):  $G + \psi_{11} \cdot Q_k$ , con  $\psi_{11} = 0.4$
  - *Combinazione quasi permanente* (**SLE**):  $G + \psi_{21} \cdot Q_k$  con  $\psi_{21} = 0$
  - *Combinazione sismica* impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E (**SLV**)  $E + G$
- I coefficienti parziali  $\gamma$  per le azioni agli SLU sono in accordo alla tab. 6.2.I di cui alle NTC 2018.

## 4 SOFTWARE DI CALCOLO

I software utilizzati per i calcoli delle opere in esame sono di seguito indicati:

- Fogli excel proprietari
- RC-SEC software per la verifica delle sezioni in c.a licenza N° UOG17-7ZAMJ-YTVF0-CZQPY

Per quanto riguarda i suddetti software/codici di calcolo si dichiara di aver condotto una valutazione di affidabilità e dell'idoneità al caso specifico di applicazione, attraverso verifiche alternative di controllo sui modelli realizzati ed una validazione critica dei risultati degli stessi mediante analisi semplificate tradizionali, nonché di aver esaminato la documentazione fornita dal produttore o dal distributore sulle modalità e procedure seguite per la validazione dei programmi.

## 5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOTECNICO E STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

La caratterizzazione geologico geotecnica dell'area è stata supportata da un'ampia campagna di indagini che ha consentito una definizione completa esaustiva delle caratteristiche geometriche fisiche e meccaniche dei terreni interagenti con le opere e delle condizioni al contorno. Per il dettaglio si rimanda pertanto alla Relazione Geologica Generale ed alla Relazione Geotecnica allegata al presente progetto.

Di seguito si sintetizzano i parametri geotecnici di progetto per le unità indagate.

### Unità LSG – Limi Sabbiosi Ghiaiosi

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 32$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_{oper.} = 20 \rightarrow 40 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico

### Unità GS – Sabbie ghiaiose e Ghiaie sabbiose

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_{oper.} = 35 \rightarrow 80 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico

Ai rilevati stradali di progetto sono stati assegnati i seguenti parametri meccanici caratteristici (RIL):

**Unità RIL – Rilevato stradale di progetto**

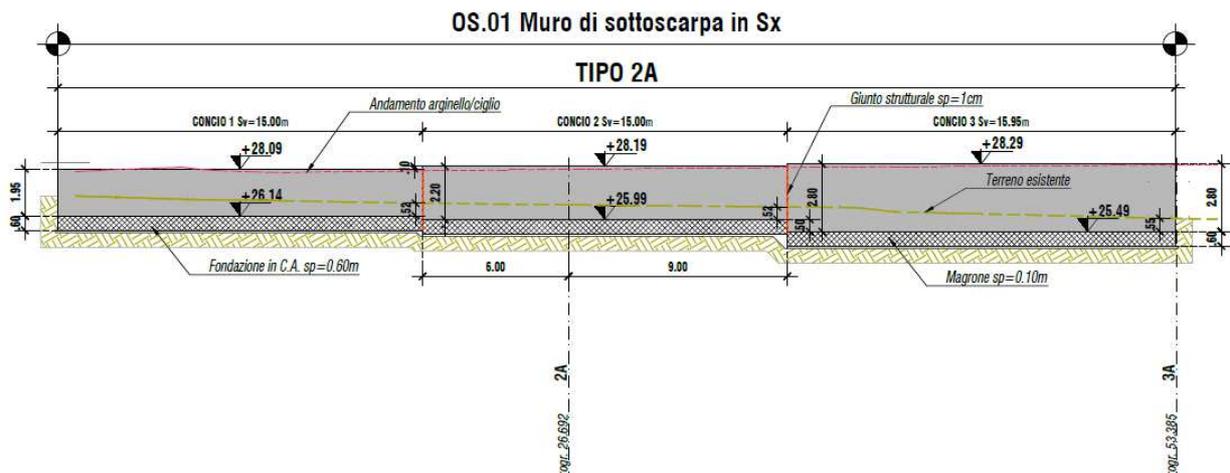
$\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 38$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 - 2 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_{oper.} = 50 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico

La falda di progetto si assume come da profilo geotecnico.

Per ogni singola opera viene valutata direttamente da profilo.

**5.1 Verifica muro OS011**

Il muro di sottoscarpa OS1 ha una estensione in pianta di circa 45m, con altezza di paramento variabile tra 1.95m e 2.8m con spessore del paramento pari a 50cm. La ciabatta di fondazione è prevista di dimensione costante con una larghezza pari a 3.0m e spessore di 0.6m. Si presentano a seguire le verifiche di carattere strutturale (STR) e geotecnico (GEO). L'esecuzione dello scavo a sezione obbligata di 1m si ritiene compatibile con le caratteristiche meccaniche del terreno superficiale, non si prevedono pere provvisionali



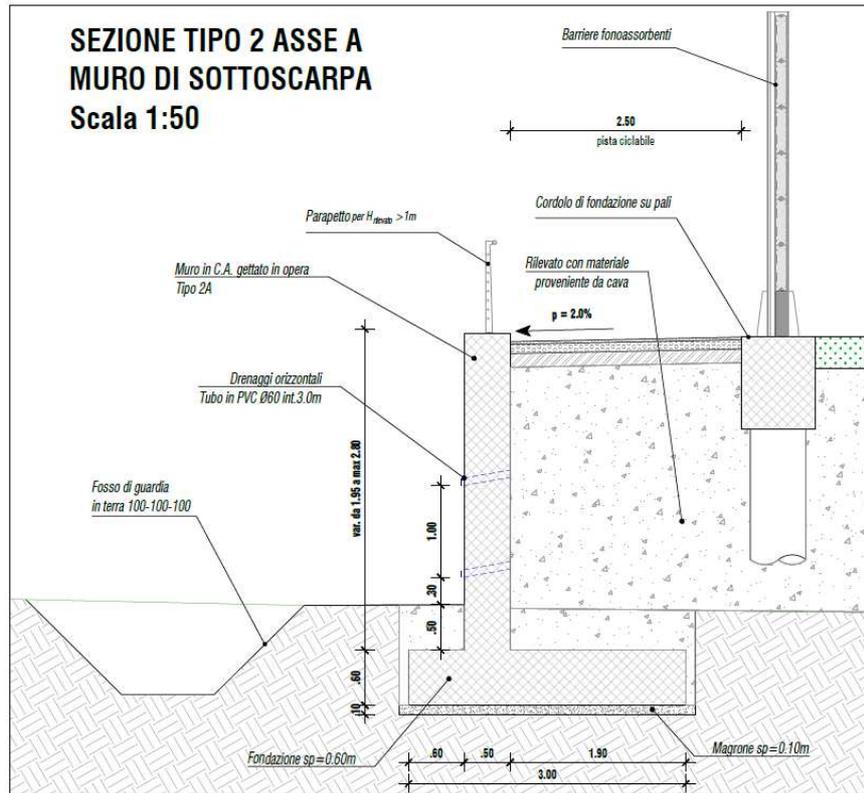


Figura 1 – Prospetto e sezione tipo muro OS01

### 5.1.1 Verifiche in condizioni statiche

Le verifiche in condizioni statiche vengono eseguite considerando un sovraccarico a monte dell'opera di sostegno pari a 20kpa.

Dati di Progetto

#### Riepilogo dati

altezza paramento (hp)	2.8 [m]
spessore paramento alla base (sp)	0.5 [m]
spessore paramento in testa (spt)	0.5 [m]
spessore fondazione (sf)	0.6 [m]
lunghezza fondazione lato monte (lf,m)	1.9 [m]
lunghezza fondazione lato valle (lf,v)	0.6 [m]
inclinazione terreno a monte (i)	4.2 [°]
inclinazione della superficie di scorrimento	0 [°] =
altezza di spinta del terreno (h)	3.539527 [m]
altezza di spinta della parte emersa (h')	3.539527 [m]
peso specifico materiale drenante (gdr)	20 [kN/m3]
peso specifico terreno (g)	20 [kN/m3]

angolo di resistenza al taglio del terreno ( $j^k$ )	38 [°]
coesione efficace ( $c^k$ )	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
resistenza non drenata ( $c_u, k$ )	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
quota della falda (hw)	0 [m]
sovraccarico distribuito ( $q_k$ )	20 [kN/m]
sforzo normale in testa al muro (NE, k)	0 [kN]
taglio in testa al muro (VE, k)	0 [kN]
momento flettente in testa al muro (ME, k)	0 [kN]

#### 5.1.1.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante SLU

Verifica allo SLU di ribaltamento DA2 (A1+M1+R3)

angolo di resistenza al taglio del terreno ( $j^d$ )	38 [°]	
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333 [°]	
coefficiente di spinta attiva (kA)	0.226238	(Muller Breslau, 1924)
pressione alla testa del triangolo di spinta (ssup)	6.787144 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione alla quota di falda (sm)	22.80266 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione al piede della fondazione (sinf)	22.80266 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione idrica al piede della fondazione (sw)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]	bracci forze rispetto al polo
spinta terreno emerso ( $S^t$ )	52.36696 [kN]	O:
spinta orizzontale terreno emerso ( $S^o$ )	47.33103 [kN]	bS'o = 1.450468 [m]
spinta verticale terreno emerso ( $S^v$ )	22.40697 [kN]	bS'v = 3 [m]
spinta orizzontale terreno immerso ( $S^{o}$ )	0 [kN]	bS''o = 0 [m]
spinta verticale terreno immerso ( $S^{v}$ )	0 [kN]	bS''v = 3 [m]
spinta idraulica (Sw)	0 [kN]	bSw = 0 [m]
peso materiale drenante di riempimento (Pdr)	109.051 [kN]	bPdr = 2.057698 [m]
azione del sovraccarico distribuito (Qd)	57.15349 [kN]	bQ = 2.05 [m]
peso paramento muro (P1)	35 [kN]	bP1 = 0.85 [m]
peso fondazione muro (P2)	45 [kN]	bP2 = 1.5 [m]
sforzo normale in testa al muro (NE, d)	0 [kN]	bN = 0.85 [m]
taglio in testa al muro (VE, d)	0 [kN]	bV = 3.4 [m]
momento flettente in testa al muro (ME, d)	0 [kN*m]	
momento stabilizzante rispetto ad O	381.5728 [kN*m]	
momento ribaltante rispetto ad O	1.431226 [kN*m]	
coefficiente di sicurezza al ribaltamento	266.61	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica statica allo scorrimento (A1 + M1 + R3)

Angolo di attrito base della fondazione -terreno	24
tan $\delta_k$	0.445229

forza totale verticale	211.458 [kN]
forza totale orizzontale	61.53034 [kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)	94.14716 [kN]
forza di scorrimento	61.53034 [kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.53 VERIFICA SODDISFATTA

## 5.1.2 Verifiche in condizioni sismiche

### 5.1.2.1 Dati di progetto

Parametri sismici

accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (ag)	0.172 [g]	
fattore di amplificazione dello spettro (F0)	2.373	
categoria di sottosuolo (tab. 3.2.II NTC '08)	C	
categoria topografica (tab. 3.2.IV NTC '08)	T1	
coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS)	1.4551064	
coefficiente di amplificazione topografica (ST)	1	quota sito/altezza rilievo topografico
accelerazione orizzontale massima attesa al sito (amax)	0.250278301 [g]	
coefficiente di riduzione di amax (bm)	0.38	
permeabilità del terreno:	elevata	
coefficiente sismico orizzontale (kh)	0.095105754 [g]	
coefficiente sismico verticale (kv)	± 0.047552877 [g]	
angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38 [°] =	0.663225116 [rad]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333333 [°] =	0.442150077 [rad]
coesione efficace (c'd)	0 [kN/m2]	
resistenza al taglio in fondazione (j'f,d)	32 [°]	
coesione efficace fondazione (c'f,d)	0 [kN/m2]	
angolo di inclinazione della superficie di spinta (y)	90 [°] =	1.570796327 [rad]
inclinazione terreno a monte (i)	4.2 [°] =	0.073303829 [rad]
inclinazione della superficie di scorrimento	0 [°] =	0 [rad]
qdown =	0.090540283 [rad]	(sopra falda sisma verticale ↓)
qup =	0.099524199 [rad]	(sopra falda sisma verticale ↑)
q'down =	0.177704187 [rad]	(sotto falda sisma verticale ↓)
q'up =	0.195336995 [rad]	(sotto falda sisma verticale ↑)
coefficienti di spinta attiva (KAE) (Mononobe-Okabe, 1926)		
KAE,down =	0.282967465	termine A = 2.9096575 (sopra falda sisma verticale ↓)
KAE,up =	0.289361415	termine A = 2.896112327 (sopra falda sisma verticale ↑)
K*AE,down =	0.352577345	termine A = 2.769257701 (sotto falda sisma verticale ↓)
K*AE,up =	0.36905888	termine A = 2.738073449 (sotto falda sisma verticale ↑)

### 5.1.2.2 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante SLV

Sisma verso il basso

ssup =	0 [kN/m2]
sm =	18.97 [kN/m2]

s*m =	23.63 [kN/m <sup>2</sup> ]		
s*inf =	23.63 [kN/m <sup>2</sup> ]		
sw =	0 [kN/m <sup>2</sup> ]	bracci forze rispetto al polo O:	
S0 =	31.97 [kN]	bSo =	1.179842426 [m]
Sv =	15.13 [kN]	bSv =	3 [m]
S*o =	0 [kN]	bS*o =	0 [m]
S*v =	0 [kN]	bS*v =	3 [m]
Sws =	0 [kN]	bSws =	0 [m]
Swd =	0 [kN]	bSwd =	0 [m]
(1+kv)·Pdr			
=	114.24 [kN]	bPdr =	2.014224144 [m]
kh·Pdr =	10.37 [kN]	bkhPdr =	2.035164477 [m]
(1+kv)·Qd =	0 [kN]	bQ =	2.05 [m]
kh·Qd =	0 [kN]	bkhQ =	3.469763639 [m]
(1+kv)·P1 =	36.6643507 [kN]	bP1 =	0.85 [m]
kh·P1 =	3.328701401 [kN]	bkhP1 =	2 [m]
(1+kv)·P2 =	47.13987947 [kN]	bP2 =	1.5 [m]
kh·P2 =	4.279758944 [kN]	bkhP2 =	0.3 [m]
(1+kv)·NE,d			
=	0 [kN]	bN =	0.85 [m]
kh·NE,d =	0 [kN]	bkhN =	3.4 [m]
VE,d =	0 [kN]	bV =	3.4 [m]
ME,d =	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:		302.9240592	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		-7.6849909	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-39.42	
		!!!	
forza totale verticale		213.18	[kN]
forza totale orizzontale		49.95	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		94.91	[kN]
forza di scorrimento		49.95	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		1.90	
		VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante (NE,tot,d)		213.18	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		49.95	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)		9.15	[kN*m]
eccentricità del carico (e)		0.04	[m]
larghezza fondazione (B)		3	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')		2.914115924	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):			
	sg = bg = gg		
Ng =	30.21465296	=	1
	sc = bc = gc		
Nc =	35.49026071	=	1
	sq = bq = gq		
Nq =	23.17677621	=	1
		ig =	0.448910145

dc =	1.059424176	ic =	0.567626143
dq =	1.056860222	iq =	0.586281622
capacità portante (qLim,d)		345.3348348	[kN/m <sup>2</sup> ]
Ed		213.1754936	kN
Rd		838.6214508	
coefficiente di sicurezza di capacità portante		3.93	

VERIFICA SODDISFATTA

Sisma verso l'alto

ssup =	0	[kN/m <sup>2</sup> ]		
sm =	17.63	[kN/m <sup>2</sup> ]		
s*m =	0.00	[kN/m <sup>2</sup> ]		
s*inf =	0.00	[kN/m <sup>2</sup> ]		
sw =	0	[kN/m <sup>2</sup> ]		
So =	31.21	[kN]	bracci forze rispetto al polo O:	bSo = 1.17984243 [m]
Sv =	14.77	[kN]		bSv = 3 [m]
S*o =	0	[kN]		bS*o = 0 [m]
S*v =	0	[kN]		bS*v = 3 [m]
Sws =	0	[kN]		bSws = 0 [m]
Swd =	0	[kN]		bSwd = 0 [m]
(1-kv)·Pdr =	103.87	[kN]		bPdr = 2.10551318 [m]
kh·Pdr =	10.37	[kN]		bkhPdr = 2.03516448 [m]
(1-kv)·Qd =	0	[kN]		bQ = 2.05 [m]
kh·Qd =	0	[kN]		bkhQ = 3.46976364 [m]
(1-kv)·P1 =	33.3356493	[kN]		bP1 = 0.85 [m]
kh·P1 =	3.328701401	[kN]		bkhP1 = 2 [m]
(1-kv)·P2 =	42.86012053	[kN]		bP2 = 1.5 [m]
kh·P2 =	4.279758944	[kN]		bkhP2 = 0.3 [m]
(1-kv)·NE,d				
=	0	[kN]		bN = 0.85 [m]
kh·NE,d =	0	[kN]		bkhN = 3.4 [m]
VE,d =	0	[kN]		bV = 3.4 [m]
ME,d =	0	[kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:			282.266507	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:			-7.5019043	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento			-37.63	

!!!

forza totale verticale	194.84	[kN]
forza totale orizzontale	49.19	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)	86.75	[kN]
forza di scorrimento	49.19	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.76	

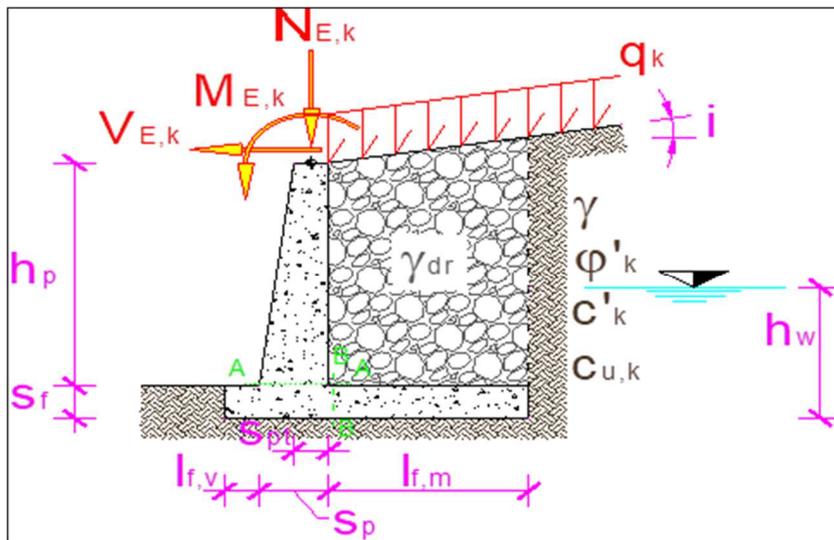
VERIFICA SODDISFATTA

azione assiale risultante (NE,tot,d)	194.84	[kN]
--------------------------------------	--------	------

azione tagliante risultante (VE,tot,d)		49.19	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)		2.48	[kN*m]
eccentricità del carico (e)		0.01	[m]
larghezza fondazione (B)		3	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')		2.97449923	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):			
	sg = bg = gg =		
Ng =	30.21465296	1	
	sc = bc = gc =		
Nc =	35.49026071	1	
	sq = bq = gq =		
Nq =	23.17677621	1	
		ig =	0.41774261
	dc =	1	ic = 0.53892699
	dq =	1	iq = 0.55882074
capacità portante (qLim,d)		320.163527	[kN/m2]
Ed		194.835089	kN
Rd		793.605136	
coefficiente di sicurezza di capacità portante		4.07	

VERIFICA SODDISFATTA

5.1.2.3 Caratteristiche di sollecitazione e verifiche sezione in c.a



CONDIZIONI	SEZIONE	M <sub>E,d</sub> [kN*m]	N <sub>E,d</sub> [kN]	V <sub>E,d</sub> [kN]
STATICHE (SLU)	sez. A	50.31	35.00	42.70
	sez. B	49.82	-	33.98
SISMICHE (SLV)	sez. A - sisma ↓	42.23	36.66	44.53

	sez. A - sisma ↑	40.64	33.34	42.90
	sez. B - sisma ↓	50.50	-	47.49
	sez. B - sisma ↑	51.48	-	38.96

### 5.1.2.3.1 Verifica sezione di incastro del paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x50, armata con  $A_f = A_f' = 5\phi 16$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 80kg/m3.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	3500	5031	4270	0
2	3334	4064	4749	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$

Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	3500	5031	3512	18210	3.620	45.4	0.11	0.70	20.1 (7.4) 12)
2	S	3334	4064	3329	18173	4.472	45.4	0.11	0.70	20.1 (7.4) 12)

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	50.0	-0.00104	44.0	-0.02978	6.0
2	0.00350	50.0	-0.00104	44.0	-0.02982	6.0

#### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	4270	21618	44.0	100.0	0.0046	0.1
2	S	4749	21596	44.0	100.0	0.0046	0.1

#### 5.1.2.3.2 Verifica sezione di incastro fondazione/paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x60, armata con Af=Af'=5ø16

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura ø12/20". Incidenza 70kg/m3.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Resis. media a trazione fctm:	25.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	200000 daN/cm <sup>2</sup>	

Diagramma tensioni-deformaz.:

Bilineare finito

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	4982	3398	0
2	0	5148	3896	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	21.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.2	cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0	4982	-27	21091	4.234	55.1	0.09	0.70	20.1 (
2	S	0	5148	-27	21091	4.097	55.1	0.09	0.70	20.1

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00082	54.0	-0.03536	6.0
2	0.00350	60.0	-0.00082	54.0	-0.03536	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**



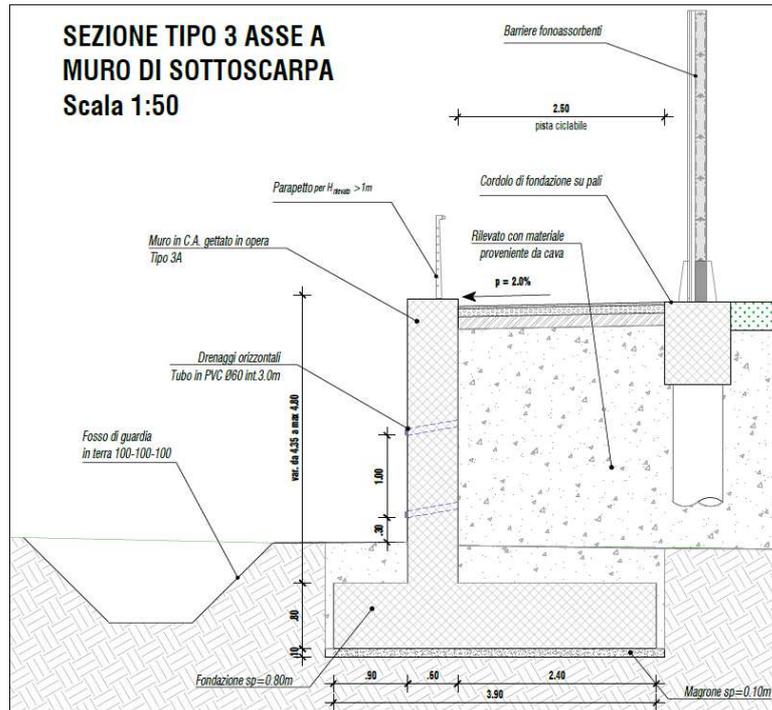


Figura 2 – Prospetto e sezione tipo muro OS02

### 5.1.1 Verifiche in condizioni statiche

Le verifiche in condizioni statiche vengono eseguite considerando un sovraccarico a monte dell'opera di sostegno pari a 20kpa.

Dati di Progetto

#### Riepilogo dati

altezza paramento (hp)	4.8 [m]
spessore paramento alla base (sp)	0.6 [m]
spessore paramento in testa (spt)	0.6 [m]
spessore fondazione (sf)	0.8 [m]
lunghezza fondazione lato monte (lf,m)	2.4 [m]
lunghezza fondazione lato valle (lf,v)	0.9 [m]
inclinazione terreno a monte (i)	4.2 [°]
inclinazione della superficie di scorrimento	0 [°] =
altezza di spinta del terreno (h)	5.77 [m]
altezza di spinta della parte emersa (h')	5.77 [m]
peso specifico materiale drenante (gdr)	20 [kN/m3]
peso specifico terreno (g)	20 [kN/m3]
angolo di resistenza al taglio del terreno (j'k)	38 [°]

**Strato  
superficiale/riporto**

coesione efficace (c'k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
resistenza non drenata (cu,k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
quota della falda (hw)	0 [m]
sovraccarico distribuito (qk)	20 [kN/m]
sforzo normale in testa al muro (NE,k)	0 [kN]
taglio in testa al muro (VE,k)	0 [kN]
momento flettente in testa al muro (ME,k)	0 [kN]

#### 5.1.1.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante A1+M1+R3

Verifica allo SLU di ribaltamento DA2 (A1 + M1 + R3)

angolo di resistenza al taglio del terreno (i'd)	38 [°]	
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333 [°]	
coefficiente di spinta attiva (kA)	0.226238	(Muller Breslau, 1924)
pressione alla testa del triangolo di spinta (ssup)	6.787144 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione alla quota di falda (sm)	32.92328 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione al piede della fondazione (sinf)	32.92328 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione idrica al piede della fondazione (sw)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]	bracci forze rispetto al polo O:
spinta terreno emerso (S't)	114.6886 [kN]	bS'o = 2.254499 [m]
spinta orizzontale terreno emerso (S'o)	103.6594 [kN]	
spinta verticale terreno emerso (S'v)	49.07338 [kN]	bS'v = 3.9 [m]
spinta orizzontale terreno immerso (S"o)	0 [kN]	bS"o = 0 [m]
spinta verticale terreno immerso (S"v)	0 [kN]	bS"v = 3.9 [m]
spinta idraulica (Sw)	0 [kN]	bSw = 0 [m]
peso materiale drenante di riempimento (Pdr)	234.6299 [kN]	bPdr = 2.707211 [m]
azione del sovraccarico distribuito (Qd)	72.19388 [kN]	bQ = 2.7 [m]
peso paramento muro (P1)	72 [kN]	bP1 = 1.2 [m]
peso fondazione muro (P2)	78 [kN]	bP2 = 1.95 [m]
sforzo normale in testa al muro (NE,d)	0 [kN]	bN = 1.2 [m]
taglio in testa al muro (VE,d)	0 [kN]	bV = 5.6 [m]
momento flettente in testa al muro (ME,d)	0 [kN*m]	
momento stabilizzante rispetto ad O	929.2314 [kN*m]	
momento ribaltante rispetto ad O	42.31385 [kN*m]	
coefficiente di sicurezza al ribaltamento	21.96	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica statica allo scorrimento (A1 + M1 + R3)

Angolo di attrito base della fondazione -terreno	24
tanδk	0.445229
forza totale verticale	433.7033 [kN]

forza totale orizzontale	134.7572	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)	193.0971	[kN]
forza di scorrimento	134.7572	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.43	VERIFICA SODDISFATTA

### 5.1.2 Verifiche in condizioni sismiche

accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (ag)	0.172	[g]
fattore di amplificazione dello spettro (F0)	2.373	
categoria di sottosuolo (tab. 3.2.II NTC '08)	C	
categoria topografica (tab. 3.2.IV NTC '08)	T1	
coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS)	1.4551064	
coefficiente di amplificazione topografica (ST)	1	quota sito/altezza rilievo topografico
accelerazione orizzontale massima attesa al sito (amax)	0.250278301	[g]
coefficiente di riduzione di amax (bm)	0.38	
permeabilità del terreno:	elevata	
coefficiente sismico orizzontale (kh)	0.095105754	[g]
coefficiente sismico verticale (kv)	±	0.047552877 [g]

#### Verifiche sismiche al ribaltamento allo scorrimento e di capacità portante

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38	[°] =	0.663225116	[rad]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333333	[°] =	0.442150077	[rad]
coesione efficace (c'd)	0	[kN/m2]		
resistenza al taglio in fondazione (j'f,d)	32	[°]		
coesione efficace fondazione (c'f,d)	0	[kN/m2]		
angolo di inclinazione della superficie di spinta (y)	90	[°] =	1.570796327	[rad]
inclinazione terreno a monte (i)	4.2	[°] =	0.073303829	[rad]
inclinazione della superficie di scorrimento	0	[°] =	0	[rad]
qdown =	0.090540283	[rad]	(sopra falda sisma verticale ↓)	
qup =	0.099524199	[rad]	(sopra falda sisma verticale ↑)	
q'down =	0.177704187	[rad]	(sotto falda sisma verticale ↓)	
q'up =	0.195336995	[rad]	(sotto falda sisma verticale ↑)	
coefficienti di spinta attiva (KAE) (Mononobe-Okabe, 1926)				
KAE,down				
=	0.282967465	termine A =	2.9096575	(sopra falda sisma verticale ↓)
KAE,up				
=	0.289361415	termine A =	2.896112327	(sopra falda sisma verticale ↑)
K*AE,down				
=	0.352577345	termine A =	2.769257701	(sotto falda sisma verticale ↓)
K*AE,up				
=	0.36905888	termine A =	2.738073449	(sotto falda sisma verticale ↑)

#### 5.1.2.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante (A1+M1+R3)

##### Sisma verso il basso

ssup =	0	[kN/m2]
sm =	30.95	[kN/m2]
s*m =	38.57	[kN/m2]

s*inf =	38.57	[kN/m <sup>2</sup> ]		
sw =	0	[kN/m <sup>2</sup> ]	bracci forze rispetto al polo O:	
S0 =	85.14	[kN]	bSo =	1.925414994 [m]
Sv =	40.31	[kN]	bSv =	3.9 [m]
S*o =	0	[kN]	bS*o =	0 [m]
S*v =	0	[kN]	bS*v =	3.9 [m]
Sws =	0	[kN]	bSws =	0 [m]
Swd =	0	[kN]	bSwd =	0 [m]
(1+kv)·Pdr				
=	245.79	[kN]	bPdr =	2.652410708 [m]
kh·Pdr =	22.31	[kN]	bkhPdr =	3.244326023 [m]
(1+kv)·Qd =	0	[kN]	bQ =	2.7 [m]
kh·Qd =	0	[kN]	bkhQ =	5.688122492 [m]
(1+kv)·P1 =	75.42380715	[kN]	bP1 =	1.2 [m]
kh·P1 =	6.84761431	[kN]	bkhP1 =	3.2 [m]
(1+kv)·P2 =	81.70912442	[kN]	bP2 =	1.95 [m]
kh·P2 =	7.418248836	[kN]	bkhP2 =	0.4 [m]
(1+kv)·NE,d				
=	0	[kN]	bN =	1.2 [m]
kh·NE,d =	0	[kN]	bkhN =	5.6 [m]
VE,d =	0	[kN]	bV =	5.6 [m]
ME,d =	0	[kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:			804.4943062	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:			6.735993523	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento			119.43	
			VERIFICA SODDISFATTA	
forza totale verticale			443.23	[kN]
forza totale orizzontale			121.72	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)			197.34	[kN]
forza di scorrimento			121.72	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento			1.62	
			VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante (NE,tot,d)			443.23	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)			121.72	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)			66.53	[kN*m]
eccentricità del carico (e)			0.15	[m]
larghezza fondazione (B)			3.9	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')			3.599779606	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):				
		sg = bg = gg		
Ng =	30.21465296	= 1		
		sc = bc = gc		
Nc =	35.49026071	= 1		
		sq = bq = gq		
Nq =	23.17677621	= 1		
		ig =	0.381671845	
	dc =	1.06414057	ic =	0.504804799

$dq =$	1.06137312	$iq =$	0.526170808
capacità portante ( $q_{Lim,d}$ )		387.4914758	[kN/m <sup>2</sup> ]
$E_d$		443.2261972	kN
$R_d$		1162.40326	
coefficiente di sicurezza di capacità portante	2.62		
		VERIFICA SODDISFATTA	

Sisma verso l'alto

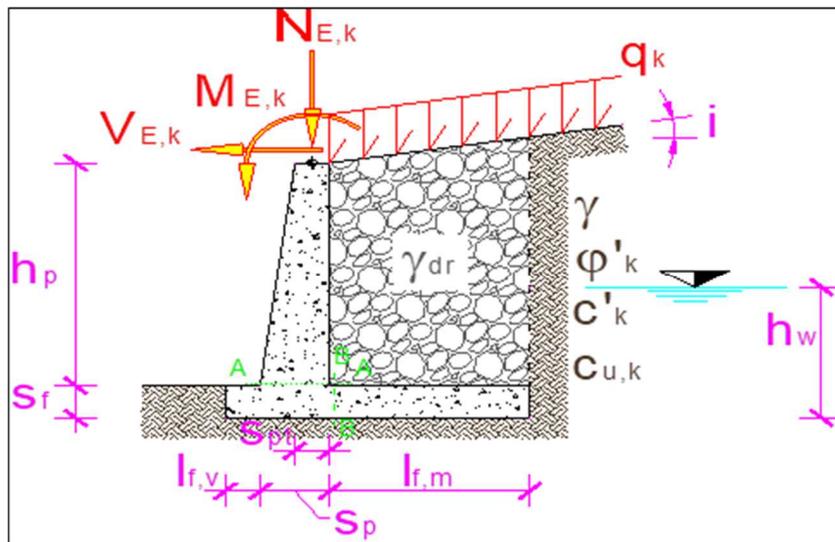
Sisma verso l'alto

$ssup =$	0 [kN/m <sup>2</sup> ]		
$sm =$	28.78 [kN/m <sup>2</sup> ]		
$s^*m =$	0.00 [kN/m <sup>2</sup> ]		
$s^*inf =$	0.00 [kN/m <sup>2</sup> ]		
$sw =$	0 [kN/m <sup>2</sup> ]		
$So =$	83.11 [kN]		
$Sv =$	39.35 [kN]		
$S^*o =$	0 [kN]		
$S^*v =$	0 [kN]		
$Sws =$	0 [kN]		
$Swd =$	0 [kN]		
$(1-kv) \cdot Pdr =$	223.47 [kN]		
$kh \cdot Pdr =$	22.31 [kN]		
$(1-kv) \cdot Qd =$	0 [kN]		
$kh \cdot Qd =$	0 [kN]		
$(1-kv) \cdot P1 =$	68.57619285 [kN]		
$kh \cdot P1 =$	6.84761431 [kN]		
$(1-kv) \cdot P2 =$	74.29087558 [kN]		
$kh \cdot P2 =$	7.418248836 [kN]		
$(1-kv) \cdot NE,d$			
$=$	0 [kN]		
$kh \cdot NE,d =$	0 [kN]		
$VE,d =$	0 [kN]		
$ME,d =$	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:		748.339606	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		6.57551575	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		113.81	
		VERIFICA SODDISFATTA	
forza totale verticale		405.69	[kN]
forza totale orizzontale		119.69	[kN]
forza resistente allo scorrimento ( $FRs,d$ )		180.62	[kN]
forza di scorrimento		119.69	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		1.51	
		VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante ( $NE,tot,d$ )		405.69	[kN]
azione tagliante risultante ( $VE,tot,d$ )		119.69	[kN]

momento flettente risultante (ME,tot,d)	49.32	[kN*m]
eccentricità del carico (e)	0.12	[m]
larghezza fondazione (B)	3.9	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')	3.6568436	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):		
	sg = bg = gg =	
Ng = 30.21465296	1	
	sc = bc = gc =	
Nc = 35.49026071	1	
	sq = bq = gq =	
Nq = 23.17677621	1	
	ig = 0.35034809	
	dc = 1	ic = 0.47429084
	dq = 1	iq = 0.49697342
capacità portante (qLim,d)	352.949961	[kN/m2]
Ed	405.685434	kN
Rd	1075.569	
coefficiente di sicurezza di capacità portante	2.65	

VERIFICA SODDISFATTA

5.1.2.2 Caratteristiche di sollecitazione e verifiche sezione in c.a



CONDIZIONI	SEZIONE	ME,d [kN*m]	NE,d [kN]	VE,d [kN]
------------	---------	-------------	-----------	-----------

STATICHE (SLU)	sez. A	193.64	72.00	102.10
	sez. B	178.12	-	92.33
SISMICHE (SLV)	sez. A - sisma ↓	181.03	75.42	108.52
	sez. A - sisma ↑	173.30	68.58	103.86
	sez. B - sisma ↓	195.73	-	88.97
	sez. B - sisma ↑	195.70	-	71.70

#### 5.1.2.2.1 Verifica sezione di incastro del paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x60, armata con  $A_f=A_f'=5\phi 16$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 80kg/m3.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto $f_{cd}$ :	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza $\epsilon_{c2}$ :	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima $\epsilon_{cu}$ :	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	328360	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento $f_{yk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura $f_{tk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto $f_{yd}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto $\epsilon_{pu}$ :	0.068	
	Modulo Elastico $E_f$ :	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	7200	19364	10210	0
2	7542	18103	10852	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico

N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	7200	19364	7187	23232	1.200	55.3	0.09	0.70	20.1 (9.0)
2	S	7542	18103	7527	23317	1.288	55.2	0.09	0.70	20.1 (9.0)

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00092	54.0	-0.03631	6.0
2	0.00350	60.0	-0.00091	54.0	-0.03623	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm²]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	10210	24273	54.0	100.0	0.0037	0.1
2	S	10852	24319	54.0	100.0	0.0037	0.1

**5.1.2.2.2 Verifica sezione di incastro fondazione**

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x80, armata con  $A_f=A'_f=5\phi 16$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20$ ". Incidenza 80kg/m3.

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	141.60 daN/cm²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm²
Resis. media a trazione fctm:	25.60 daN/cm²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm²

Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	80.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	17812	10210	0
2	0	19570	8897	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	21.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.2	cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0	17812	-1	28965	1.626	75.1	0.07	0.70	20.1 (10.9)
2	S	0	19570	-1	28965	1.480	75.1	0.07	0.70	20.1 (10.9)

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	80.0	-0.00082	74.0	-0.04975	6.0
2	0.00350	80.0	-0.00082	74.0	-0.04975	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

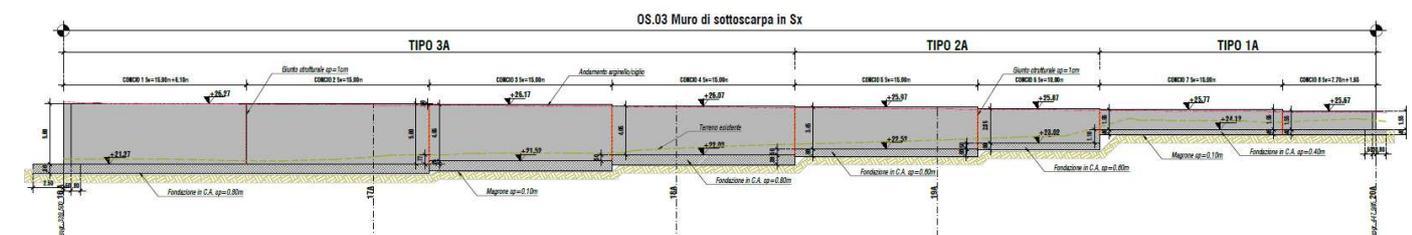
- Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
- Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
- Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
- d Altezza utile sezione [cm]
- bw Larghezza minima sezione [cm]
- Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $<0.02$ ]
- Scp Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm<sup>2</sup>]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	10210	25560	74.0	100.0	0.0027	0.0
2	S	8897	25560	74.0	100.0	0.0027	0.0

**5.2 Verifica muro OS3**

Il muro di sottoscarpa OS3 ha una estensione in pianta di circa 91m, con altezza dl paramento variabile tra 1.55m e 5.0m.Sono state definite tre sezioni tipologiche, con caratteristiche geometriche variabili lungo la sua estensione, e di cui presenteremo a seguire le verifiche di resistenza STR che geotecniche(GEO).

PROSPETTO Scala 1:200



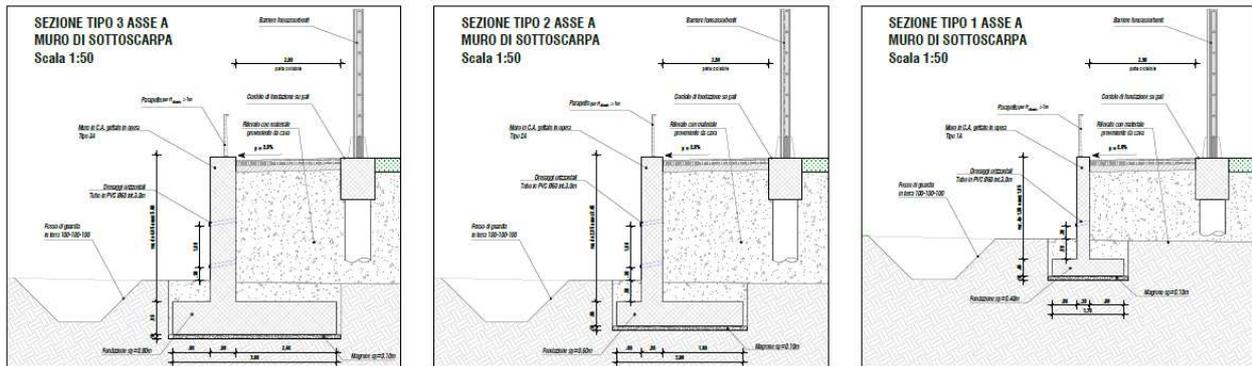


Figura 3 – Prospetto e sezione tipo muro OS03

### 5.2.1 Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo 3 h=5.0

Le verifiche in condizioni statiche vengono eseguite considerando un sovraccarico a monte dell'opera di sostegno pari a 20kpa.

Dati di Progetto

#### **Riepilogo dati**

altezza paramento (hp)	5.0 [m]
spessore paramento alla base (sp)	0.6 [m]
spessore paramento in testa (spt)	0.6 [m]
spessore fondazione (sf)	0.8 [m]
lunghezza fondazione lato monte (lf,m)	2.4 [m]
lunghezza fondazione lato valle (lf,v)	0.9 [m]
inclinazione terreno a monte (i)	4.2 [°]
inclinazione della superficie di scorrimento	0 [°] =
altezza di spinta del terreno (h)	5.77 [m]
altezza di spinta della parte emersa (h')	5.77 [m]
peso specifico materiale drenante (gdr)	20 [kN/m3]

peso specifico terreno (g)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
angolo di resistenza al taglio del terreno (j'k)	38 [°]
coesione efficace (c'k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
resistenza non drenata (cu,k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
quota della falda (hw)	0 [m]
sovraccarico distribuito (qk)	20 [kN/m]
sforzo normale in testa al muro (NE,k)	0 [kN]
taglio in testa al muro (VE,k)	0 [kN]
momento flettente in testa al muro (ME,k)	0 [kN]

### 5.2.1.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante A1+M1+R3

Verifica allo SLU di ribaltamento DA2 (A1+M1+R3)

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38 [°]	
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333 [°]	
coefficiente di spinta attiva (kA)	0.226238	(Muller Breslau, 1924)
pressione alla testa del triangolo di spinta (ssup)	6.787144 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione alla quota di falda (sm)	32.92328 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione al piede della fondazione (sinf)	32.92328 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione idrica al piede della fondazione (sw)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]	bracci forze rispetto al polo O:
spinta terreno emerso (S't)	114.6886 [kN]	bS'o = 2.254499 [m]
spinta orizzontale terreno emerso (S'o)	103.6594 [kN]	
spinta verticale terreno emerso (S'v)	49.07338 [kN]	bS'v = 3.9 [m]
spinta orizzontale terreno immerso (S''o)	0 [kN]	bS''o = 0 [m]
spinta verticale terreno immerso (S''v)	0 [kN]	bS''v = 3.9 [m]
spinta idraulica (Sw)	0 [kN]	bSw = 0 [m]
peso materiale drenante di riempimento (Pdr)	234.6299 [kN]	bPdr = 2.707211 [m]
azione del sovraccarico distribuito (Qd)	72.19388 [kN]	bQ = 2.7 [m]
peso paramento muro (P1)	72 [kN]	bP1 = 1.2 [m]
peso fondazione muro (P2)	78 [kN]	bP2 = 1.95 [m]
sforzo normale in testa al muro (NE,d)	0 [kN]	bN = 1.2 [m]
taglio in testa al muro (VE,d)	0 [kN]	bV = 5.6 [m]
momento flettente in testa al muro (ME,d)	0 [kN*m]	
momento stabilizzante rispetto ad O	929.2314 [kN*m]	
momento ribaltante rispetto ad O	42.31385 [kN*m]	
coefficiente di sicurezza al ribaltamento	21.96	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica statica allo scorrimento (A1 + M1 + R3)

Angolo di attrito base della fondazione -terreno tanδk	24
forza totale verticale	433.7033 [kN]
forza totale orizzontale	134.7572 [kN]

forza resistente allo scorrimento (FRs,d)	193.0971	[kN]
forza di scorrimento	134.7572	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.43	VERIFICA SODDISFATTA

## 5.2.2 Verifiche in condizioni sismiche

accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (ag)	0.172	[g]
fattore di amplificazione dello spettro (F0)	2.373	
categoria di sottosuolo (tab. 3.2.II NTC '08)	C	
categoria topografica (tab. 3.2.IV NTC '08)	T1	
coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS)	1.4551064	
coefficiente di amplificazione topografica (ST)	1	quota sito/altezza rilievo topografico
accelerazione orizzontale massima attesa al sito (amax)	0.250278301	[g]
coefficiente di riduzione di amax (bm)	0.38	
permeabilità del terreno:	elevata	
coefficiente sismico orizzontale (kh)	0.095105754	[g]
coefficiente sismico verticale (kv)	±	0.047552877 [g]

Verifiche sismiche al ribaltamento allo scorrimento e di capacità portante

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38	[°] =	0.663225116	[rad]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333333	[°] =	0.442150077	[rad]
coesione efficace (c'd)	0	[kN/m2]		
resistenza al taglio in fondazione (j'f,d)	30	[°]		
coesione efficace fondazione (c'f,d)	0	[kN/m2]		
angolo di inclinazione della superficie di spinta (y)	90	[°] =	1.570796327	[rad]
inclinazione terreno a monte (i)	4.2	[°] =	0.073303829	[rad]
inclinazione della superficie di scorrimento	0	[°] =	0	[rad]
qdown =	0.090540283	[rad]	(sopra falda sisma verticale ↓)	
qup =	0.099524199	[rad]	(sopra falda sisma verticale ↑)	
q'down =	0.177704187	[rad]	(sotto falda sisma verticale ↓)	
q'up =	0.195336995	[rad]	(sotto falda sisma verticale ↑)	
coefficienti di spinta attiva (KAE) (Mononobe-Okabe, 1926)				
KAE,down =	0.282967465	termine A =	2.9096575	(sopra falda sisma verticale ↓)
KAE,up =	0.289361415	termine A =	2.896112327	(sopra falda sisma verticale ↑)
K*AE,down =	0.352577345	termine A =	2.769257701	(sotto falda sisma verticale ↓)
K*AE,up =	0.36905888	termine A =	2.738073449	(sotto falda sisma verticale ↑)

### 5.2.2.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante (A1+M1+R3)

Sisma verso il basso

ssup =	0	[kN/m2]
sm =	32.02	[kN/m2]
s*m =	39.90	[kN/m2]
s*inf =	39.90	[kN/m2]

sw =	0 [kN/m <sup>2</sup> ]	bracci forze rispetto al polo O:			
S0 =	91.14 [kN]	bSo =	1.992081661 [m]		
Sv =	43.15 [kN]	bSv =	3.9 [m]		
S*o =	0 [kN]	bS*o =	0 [m]		
S*v =	0 [kN]	bS*v =	3.9 [m]		
Sws =	0 [kN]	bSws =	0 [m]		
Swd =	0 [kN]	bSwd =	0 [m]		
(1+kv)·Pdr		bPdr =	2.652140124 [m]		
=	255.84 [kN]	bkhPdr =	3.344315615 [m]		
kh·Pdr =	23.23 [kN]	bQ =	2.7 [m]		
(1+kv)·Qd =	0 [kN]	bkhQ =	5.888122492 [m]		
kh·Qd =	0 [kN]	bP1 =	1.2 [m]		
(1+kv)·P1 =	78.56646579 [kN]	bkhP1 =	3.3 [m]		
kh·P1 =	7.132931573 [kN]	bP2 =	1.95 [m]		
(1+kv)·P2 =	81.70912442 [kN]	bkhP2 =	0.4 [m]		
kh·P2 =	7.418248836 [kN]	bN =	1.2 [m]		
(1+kv)·NE,d		bkhN =	5.8 [m]		
=	0 [kN]	bV =	5.8 [m]		
kh·NE,d =	0 [kN]				
VE,d =	0 [kN]				
ME,d =	0 [kN*m]				
momento stabilizzante rispetto ad O:		827.9593056	[kN*m]		
momento ribaltante rispetto ad O:		13.28638609	[kN*m]		
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		62.32			
		VERIFICA SODDISFATTA			
forza totale verticale		459.26	[kN]		
forza totale orizzontale		128.92	[kN]		
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		204.48	[kN]		
forza di scorrimento		128.92	[kN]		
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		1.59			
		VERIFICA SODDISFATTA			
azione assiale risultante (NE,tot,d)		459.26	[kN]		
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		128.92	[kN]		
momento flettente risultante (ME,tot,d)		80.89	[kN*m]		
eccentricità del carico (e)		0.18	[m]		
larghezza fondazione (B)		3.9	[m]		
larghezza fondazione equivalente (B')		3.547726018	[m]		
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):					
Ng =	30.21465296	sg =	bg =	gg =	1
Nc =	35.49026071	sc =	bc =	gc =	1
Nq =	23.17677621	sq =	bq =	gq =	1
		ig =	0.372156921		
	dc =	1.065081665	ic =	0.495627261	
	dq =	1.06227361	iq =	0.517389249	
capacità portante (qLim,d)		376.927191	[kN/m <sup>2</sup> ]		
Ed		459.2648448	kN		

Rd 1114.362002  
coefficiente di sicurezza di capacità portante 2.43

VERIFICA SODDISFATTA

Sisma verso l'alto

ssup =	0 [kN/m2]		
sm =	29.77 [kN/m2]		
s*m =	0.00 [kN/m2]		
s*inf =	0.00 [kN/m2]		
sw =	0 [kN/m2]		
So =	88.97 [kN]	bracci forze rispetto al polo O:	bSo = 1.99208166 [m]
Sv =	42.12 [kN]		bSv = 3.9 [m]
S*o =	0 [kN]		bS*o = 0 [m]
S*v =	0 [kN]		bS*v = 3.9 [m]
Sws =	0 [kN]		bSws = 0 [m]
Swd =	0 [kN]		bSwd = 0 [m]
(1-kv)·Pdr =	232.62 [kN]		bPdr = 2.76718604 [m]
kh·Pdr =	23.23 [kN]		bkhPdr = 3.34431562 [m]
(1-kv)·Qd =	0 [kN]		bQ = 2.7 [m]
kh·Qd =	0 [kN]		bkhQ = 5.88812249 [m]
(1-kv)·P1 =	71.43353421 [kN]		bP1 = 1.2 [m]
kh·P1 =	7.132931573 [kN]		bkhP1 = 3.3 [m]
(1-kv)·P2 =	74.29087558 [kN]		bP2 = 1.95 [m]
kh·P2 =	7.418248836 [kN]		bkhP2 = 0.4 [m]
(1-kv)·NE,d			
=	0 [kN]		bN = 1.2 [m]
kh·NE,d =	0 [kN]		bkhN = 5.8 [m]
VE,d =	0 [kN]		bV = 5.8 [m]
ME,d =	0 [kN*m]		

momento stabilizzante rispetto ad O: 770.092702 [kN\*m]

momento ribaltante rispetto ad O: 12.9698523 [kN\*m]

coefficiente di sicurezza al ribaltamento 59.38

VERIFICA SODDISFATTA

forza totale verticale 420.46 [kN]

forza totale orizzontale 126.75 [kN]

forza resistente allo scorrimento (FRs,d) 187.20 [kN]

forza di scorrimento 126.75 [kN]

coefficiente di sicurezza allo scorrimento 1.48

VERIFICA SODDISFATTA

azione assiale risultante (NE,tot,d) 420.46 [kN]

azione tagliante risultante (VE,tot,d) 126.75 [kN]

momento flettente risultante (ME,tot,d) 62.77 [kN\*m]

eccentricità del carico (e) 0.15 [m]

larghezza fondazione (B) 3.9 [m]

larghezza fondazione equivalente (B') 3.60141877 [m]

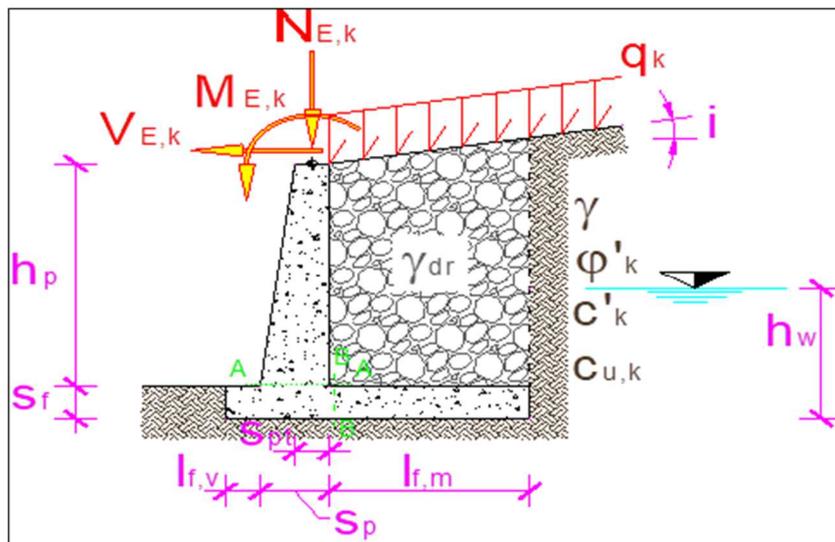
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):

	$sg = bg = gg =$	
$N_g =$	30.21465296	1
	$sc = bc = gc =$	
$N_c =$	35.49026071	1
	$sq = bq = gq =$	
$N_q =$	23.17677621	1
		$ig = 0.34087876$
	$dc =$	1
		$ic = 0.46488946$
	$dq =$	1
		$iq = 0.48797768$

capacità portante ( $q_{Lim,d}$ )	342.350218 [kN/m <sup>2</sup> ]
$E_d$	420.458102 kN
$R_d$	1027.45542
coefficiente di sicurezza di capacità portante	2.44

VERIFICA SODDISFATTA

5.2.2.2 Caratteristiche di sollecitazione e verifiche sezione in c.a



CONDIZIONI	SEZIONE	$M_{E,d}$ [kN*m]	$N_{E,d}$ [kN]	$V_{E,d}$ [kN]
STATICHE (SLU)	sez. A	214.77	75.00	109.25
	sez. B	196.29	-	101.06
SISMICHE (SLV)	sez. A - sisma ↓	200.79	78.57	115.36
	sez. A - sisma ↑	192.09	71.43	110.32
	sez. B - sisma ↓	214.74	-	102.34
	sez. B - sisma ↑	214.07	-	83.81

#### 5.2.2.2.1 Verifica sezione di incastro paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x80, armata con  $A_f=A_f'=5\phi 20$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 80kg/m3.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto $f_{cd}$ :	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza $\epsilon_{c2}$ :	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima $\epsilon_{cu}$ :	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	328360	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	29.00	daN/cm <sup>2</sup>

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento $f_{yk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura $f_{tk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto $f_{yd}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto $\epsilon_{pu}$ :	0.068	
	Modulo Elastico $E_f$ :	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	7500	21477	10925	0
2	7875	21471	10234	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	7500	21477	7500	34129	1.589	54.4	0.10	0.70
2	S	7875	21471	7871	34220	1.594	54.4	0.10	0.70

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00026	54.0	-0.03030	6.0
2	0.00350	60.0	-0.00025	54.0	-0.03024	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	10925	28051	54.0	100.0	0.0058	0.1
2	S	10234	28101	54.0	100.0	0.0058	0.1

**5.2.2.2.2 Verifica sezione di incastro fondazione**

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x80, armata con Af=Af'=5ø20  
 Come armatura di ripartizione si considera un'armatura ø12/20". Incidenza 70kg/m3.

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	25.60 daN/cm <sup>2</sup>

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento f <sub>yk</sub> :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura f <sub>tk</sub> :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto f <sub>yd</sub> :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto f <sub>td</sub> :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto E <sub>pu</sub> :	0.068	
	Modulo Elastico E <sub>f</sub> :	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	80.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
M <sub>x</sub>	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
V <sub>y</sub>	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	M <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	MT
1	0	19629	10106	0
2	0	21474	10234	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**
**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
M <sub>x</sub>	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
M <sub>x</sub> rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, M <sub>x</sub> rd) e (N, M <sub>x</sub> ) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Y <sub>n</sub>	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	M <sub>x</sub>	N rd	M <sub>x</sub> rd	Mis.Sic.	Y <sub>n</sub>	x/d	C.Rid.
1	S	0	19629	-16	44169	2.250	74.2	0.08	0.70
2	S	0	21474	-16	44169	2.057	74.2	0.08	0.70

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	80.0	-0.00014	74.0	-0.04143	6.0
2	0.00350	80.0	-0.00014	74.0	-0.04143	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $<0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	10106	29660	74.0	100.0	0.0042	0.0
2	S	10234	29660	74.0	100.0	0.0042	0.0

**5.2.1 Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo 2 h=3.45**

Le verifiche in condizioni statiche vengono eseguite considerando un sovraccarico a monte dell'opera di sostegno pari a 20kpa.

Dati di Progetto

**Riepilogo dati**

altezza paramento (hp)	3.45 [m]
spessore paramento alla base (sp)	0.5 [m]
spessore paramento in testa (spt)	0.5 [m]
spessore fondazione (sf)	0.6 [m]
lunghezza fondazione lato monte (lf,m)	1.9 [m]
lunghezza fondazione lato valle (lf,v)	0.6 [m]
inclinazione terreno a monte (i)	4.2 [°]
inclinazione della superficie di scorrimento	0 [°] =
altezza di spinta del terreno (h)	4.18 [m]
altezza di spinta della parte emersa (h')	4.18 [m]

peso specifico materiale drenante (gdr)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
peso specifico terreno (g)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
angolo di resistenza al taglio del terreno (j'k)	38 [°]
coesione efficace (c'k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
resistenza non drenata (cu,k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
quota della falda (hw)	0 [m]
sovraccarico distribuito (qk)	20 [kN/m]
sforzo normale in testa al muro (NE,k)	0 [kN]
taglio in testa al muro (VE,k)	0 [kN]
momento flettente in testa al muro (ME,k)	0 [kN]

### 5.2.1.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante A1+M1+R3

Verifica allo SLU di ribaltamento DA2 (A1+M1+R3)

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38 [°]	
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333 [°]	
coefficiente di spinta attiva (kA)	0.226238	(Muller Breslau, 1924)
pressione alla testa del triangolo di spinta (ssup)	6.787144 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione alla quota di falda (sm)	25.74376 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione al piede della fondazione (sinf)	25.74376 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione idrica al piede della fondazione (sw)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]	bracci forze rispetto al polo O:
spinta terreno emerso (S't)	68.14455 [kN]	bS'o = 1.687872 [m]
spinta orizzontale terreno emerso (S'o)	61.59135 [kN]	
spinta verticale terreno emerso (S'v)	29.15795 [kN]	bS'v = 3 [m]
spinta orizzontale terreno immerso (S''o)	0 [kN]	bS''o = 0 [m]
spinta verticale terreno immerso (S''v)	0 [kN]	bS''v = 3 [m]
spinta idraulica (Sw)	0 [kN]	bSw = 0 [m]
peso materiale drenante di riempimento (Pdr)	133.751 [kN]	bPdr = 2.056277 [m]
azione del sovraccarico distribuito (Qd)	57.15349 [kN]	bQ = 2.05 [m]
peso paramento muro (P1)	43.125 [kN]	bP1 = 0.85 [m]
peso fondazione muro (P2)	45 [kN]	bP2 = 1.5 [m]
sforzo normale in testa al muro (NE,d)	0 [kN]	bN = 0.85 [m]
taglio in testa al muro (VE,d)	0 [kN]	bV = 4.05 [m]
momento flettente in testa al muro (ME,d)	0 [kN*m]	
momento stabilizzante rispetto ad O	431.6087 [kN*m]	
momento ribaltante rispetto ad O	16.48449 [kN*m]	
coefficiente di sicurezza al ribaltamento	26.18	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica statica allo scorrimento (A1 + M1 + R3)

Angolo di attrito base della fondazione -terreno	24	
tan $\delta$ k	0.445229	
forza totale verticale	251.034	[kN]
forza totale orizzontale	80.06875	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)	111.7675	[kN]
forza di scorrimento	80.06875	[kN]
	coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.40 VERIFICA SODDISFATTA

### 5.2.2 Verifiche in condizioni sismiche

accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (ag)	0.172	[g]
fattore di amplificazione dello spettro (F0)	2.373	
categoria di sottosuolo (tab. 3.2.II NTC '08)	C	
categoria topografica (tab. 3.2.IV NTC '08)	T1	
coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS)	1.4551064	
coefficiente di amplificazione topografica (ST)	1	quota sito/altezza rilievo topografico
accelerazione orizzontale massima attesa al sito (amax)	0.250278301	[g]
coefficiente di riduzione di amax (bm)	0.38	
permeabilità del terreno:	elevata	
coefficiente sismico orizzontale (kh)	0.095105754	[g]
coefficiente sismico verticale (kv)	±	0.047552877 [g]

Verifiche sismiche al ribaltamento allo scorrimento e di capacità portante

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38	[°] =	0.663225116	[rad]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333333	[°] =	0.442150077	[rad]
coesione efficace (c'd)	0	[kN/m <sup>2</sup> ]		
resistenza al taglio in fondazione (j'f,d)	30	[°]		
coesione efficace fondazione (c'f,d)	0	[kN/m <sup>2</sup> ]		
angolo di inclinazione della superficie di spinta (y)	90	[°] =	1.570796327	[rad]
inclinazione terreno a monte (i)	4.2	[°] =	0.073303829	[rad]
inclinazione della superficie di scorrimento	0	[°] =	0	[rad]
qdown =	0.090540283	[rad]		(sopra falda sisma verticale ↓)
qup =	0.099524199	[rad]		(sopra falda sisma verticale ↑)
q'down =	0.177704187	[rad]		(sotto falda sisma verticale ↓)
q'up =	0.195336995	[rad]		(sotto falda sisma verticale ↑)
coefficienti di spinta attiva (KAE) (Mononobe-Okabe, 1926)				
KAE,down =	0.282967465	termine A =	2.9096575	(sopra falda sisma verticale ↓)
KAE,up =	0.289361415	termine A =	2.896112327	(sopra falda sisma verticale ↑)
K*AE,down =	0.352577345	termine A =	2.769257701	(sotto falda sisma verticale ↓)
K*AE,up =	0.36905888	termine A =	2.738073449	(sotto falda sisma verticale ↑)

#### 5.2.2.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante (A1+M1+R3)

Sisma verso il basso

ssup = 0 [kN/m<sup>2</sup>]

sm =	22.45 [kN/m <sup>2</sup> ]		
s*m =	27.97 [kN/m <sup>2</sup> ]		
s*inf =	27.97 [kN/m <sup>2</sup> ]		
sw =	0 [kN/m <sup>2</sup> ]		
S0 =	44.79 [kN]	bracci forze rispetto al polo O:	
Sv =	21.20 [kN]	bSo =	1.396509093 [m]
S*o =	0 [kN]	bSv =	3 [m]
S*v =	0 [kN]	bS*o =	0 [m]
Sws =	0 [kN]	bS*v =	3 [m]
Swd =	0 [kN]	bSws =	0 [m]
(1+kv)-Pdr		bSwd =	0 [m]
=	140.11 [kN]	bPdr =	2.012867052 [m]
kh-Pdr =	12.72 [kN]	bkhPdr =	2.360112278 [m]
(1+kv)-Qd =	0 [kN]	bQ =	2.05 [m]
kh-Qd =	0 [kN]	bkhQ =	4.119763639 [m]
(1+kv)-P1 =	45.17571783 [kN]	bP1 =	0.85 [m]
kh-P1 =	4.101435654 [kN]	bkhP1 =	2.325 [m]
(1+kv)-P2 =	47.13987947 [kN]	bP2 =	1.5 [m]
kh-P2 =	4.279758944 [kN]	bkhP2 =	0.3 [m]
(1+kv)-NE,d			
=	0 [kN]	bN =	0.85 [m]
kh-NE,d =	0 [kN]	bkhN =	4.05 [m]
VE,d =	0 [kN]	bV =	4.05 [m]
ME,d =	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:		350.2929726	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		-1.06241035	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-329.72	
		!!!	
forza totale verticale		253.63	[kN]
forza totale orizzontale		65.89	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		112.92	[kN]
forza di scorrimento		65.89	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		1.71	
		VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante (NE,tot,d)		253.63	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		65.89	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)		29.09	[kN*m]
eccentricità del carico (e)		0.11	[m]
larghezza fondazione (B)		3	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')		2.770608935	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):			
	sg =	bg =	gg
Ng =	22.40248627	=	1
	sc =	bc =	gc
Nc =	30.13962779	=	1
	sq =	bq =	gq
Nq =	18.40112222	=	1

		ig = 0.405568483
dc =	1.066107761	ic = 0.52192981
dq =	1.062515167	iq = 0.547910301
capacità portante (qLim,d)		237.7920737 [kN/m2]
Ed		253.630441 kN
Rd		549.0240367
coefficiente di sicurezza di capacità portante		2.16

VERIFICA SODDISFATTA

Sisma verso l'alto

ssup =	0 [kN/m2]	
sm =	20.87 [kN/m2]	
s*m =	0.00 [kN/m2]	
s*inf =	0.00 [kN/m2]	
sw =	0 [kN/m2]	bracci forze rispetto al polo O:
So =	43.72 [kN]	bSo = 1.39650909 [m]
Sv =	20.70 [kN]	bSv = 3 [m]
S*o =	0 [kN]	bS*o = 0 [m]
S*v =	0 [kN]	bS*v = 3 [m]
Sws =	0 [kN]	bSws = 0 [m]
Swd =	0 [kN]	bSwd = 0 [m]
(1-kv)·Pdr =	127.39 [kN]	bPdr = 2.10402057 [m]
kh·Pdr =	12.72 [kN]	bkhPdr = 2.36011228 [m]
(1-kv)·Qd =	0 [kN]	bQ = 2.05 [m]
kh·Qd =	0 [kN]	bkhQ = 4.11976364 [m]
(1-kv)·P1 =	41.07428217 [kN]	bP1 = 0.85 [m]
kh·P1 =	4.101435654 [kN]	bkhP1 = 2.325 [m]
(1-kv)·P2 =	42.86012053 [kN]	bP2 = 1.5 [m]
kh·P2 =	4.279758944 [kN]	bkhP2 = 0.3 [m]
(1-kv)·NE,d		
=	0 [kN]	bN = 0.85 [m]
kh·NE,d =	0 [kN]	bkhN = 4.05 [m]
VE,d =	0 [kN]	bV = 4.05 [m]
ME,d =	0 [kN*m]	
momento stabilizzante rispetto ad O:		326.394573 [kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		-1.0370996 [kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-314.72

!!!

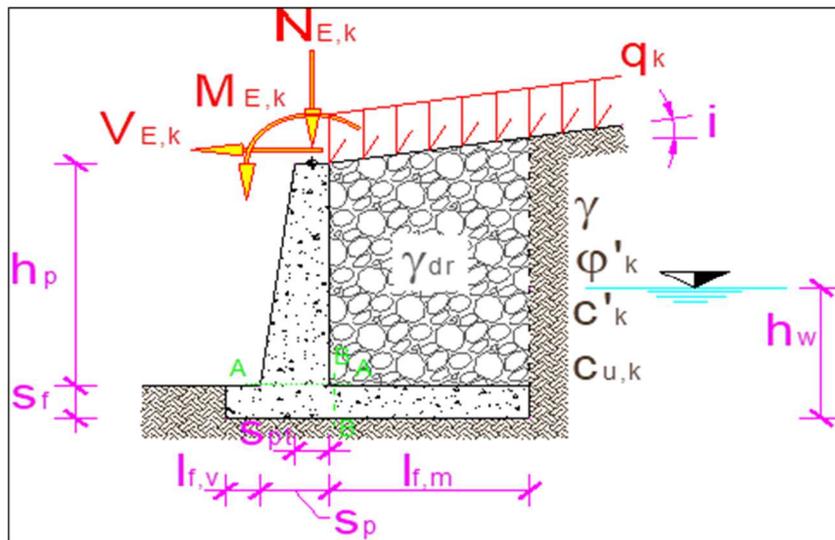
forza totale verticale		232.02 [kN]
forza totale orizzontale		64.82 [kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		103.30 [kN]
forza di scorrimento		64.82 [kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		1.59

VERIFICA SODDISFATTA

azione assiale risultante (NE,tot,d)	232.02	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)	64.82	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)	20.60	[kN*m]
eccentricità del carico (e)	0.09	[m]
larghezza fondazione (B)	3	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')	2.8223997	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):		
	sg = bg = gg =	
Ng = 22.40248627	1	
	sc = bc = gc =	
Nc = 30.13962779	1	
	sq = bq = gq =	
Nq = 18.40112222	1	
		ig = 0.37420674
	dc = 1	ic = 0.49166196
	dq = 1	iq = 0.51928734
capacità portante (qLim,d)	217.652961	[kN/m <sup>2</sup> ]
Ed	232.023602	kN
Rd	511.91971	
coefficiente di sicurezza di capacità portante	2.21	

VERIFICA SODDISFATTA

5.2.2.1 Caratteristiche di sollecitazione e verifiche sezione in c.a



CONDIZIONI	SEZIONE	M <sub>E,d</sub> [kN*m]	N <sub>E,d</sub> [kN]	V <sub>E,d</sub> [kN]
------------	---------	-------------------------	-----------------------	-----------------------

STATICHE (SLU)	sez. A	83.24	43.13	59.01
	sez. B	79.56	-	51.30
SISMICHE (SLV)	sez. A - sisma ↓	70.77	45.18	59.67
	sez. A - sisma ↑	67.87	41.07	57.25
	sez. B - sisma ↓	79.70	-	73.36
	sez. B - sisma ↑	79.90	-	62.12

### 5.2.2.1.1 Verifica sezione incastro paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x50, armata con  $A_f=A_f'=5\phi 16$ . Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20$ ". Incidenza 80kg/m<sup>3</sup>.

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto $f_{cd}$ :	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza $\epsilon_{c2}$ :	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima $\epsilon_{cu}$ :	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	328360	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento $f_{yk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura $f_{tk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto $f_{yd}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
Deform. ultima di progetto $\epsilon_{pu}$ :	0.068		
Modulo Elastico $E_f$ :	2000000	daN/cm <sup>2</sup>	
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	4313	8624	5901	0
2	4107	7077	5130	0

### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)

Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	4313	8624	4318	18370	2.130	45.3	0.11	0.70
2	S	4107	7077	4099	18326	2.590	45.4	0.11	0.70

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	50.0	-0.00101	44.0	-0.02959	6.0
2	0.00350	50.0	-0.00102	44.0	-0.02964	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $< 0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	5901	21726	44.0	100.0	0.0046	0.1
2	S	5130	21698	44.0	100.0	0.0046	0.1

**5.2.2.1.2 Verifica sezione incastro fondazione**

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x60, armata con  $A_f = A_f' = 5\phi 16$ . Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20$ ". Incidenza 70kg/m<sup>3</sup>.

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	25.60 daN/cm <sup>2</sup>

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento f <sub>yk</sub> :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura f <sub>tk</sub> :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto f <sub>yd</sub> :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto f <sub>td</sub> :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto E <sub>pu</sub> :	0.068	
	Modulo Elastico E <sub>f</sub> :	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
M <sub>x</sub>	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
V <sub>y</sub>	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	M <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	MT
1	0	7956	5130	0
2	0	7990	6212	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**
**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
M <sub>x</sub>	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
M <sub>x</sub> rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, M <sub>x</sub> rd) e (N, M <sub>x</sub> ) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Y <sub>n</sub>	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	M <sub>x</sub>	N rd	M <sub>x</sub> rd	Mis.Sic.	Y <sub>n</sub>	x/d	C.Rid.
1	S	0	7956	-27	21091	2.651	55.1	0.09	0.70
2	S	0	7990	-27	21091	2.640	55.1	0.09	0.70

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00082	54.0	-0.03536	6.0
2	0.00350	60.0	-0.00082	54.0	-0.03536	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $<0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	5130	21927	54.0	100.0	0.0037	0.0
2	S	6212	21927	54.0	100.0	0.0037	0.0

**5.2.3 Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo 1 h=1.65**

Le verifiche in condizioni statiche vengono eseguite considerando un sovraccarico a monte dell'opera di sostegno pari a 20kpa.

Dati di Progetto

**Riepilogo dati**

altezza paramento (hp)	1.65 [m]
spessore paramento alla base (sp)	0.3 [m]
spessore paramento in testa (spt)	0.3 [m]
spessore fondazione (sf)	0.4 [m]
lunghezza fondazione lato monte (lf,m)	0.8 [m]
lunghezza fondazione lato valle (lf,v)	0.6 [m]
inclinazione terreno a monte (i)	2.0 [°]
inclinazione della superficie di scorrimento	0 [°] =
altezza di spinta del terreno (h)	2.07 [m]

altezza di spinta della parte emersa (h')	2.07 [m]
peso specifico materiale drenante (gdr)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
peso specifico terreno (g)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
angolo di resistenza al taglio del terreno (j'k)	38 [°]
coesione efficace (c'k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
resistenza non drenata (cu,k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
quota della falda (hw)	0 [m]
sovraccarico distribuito (qk)	20 [kN/m]
sforzo normale in testa al muro (NE,k)	0 [kN]
taglio in testa al muro (VE,k)	0 [kN]
momento flettente in testa al muro (ME,k)	0 [kN]

### 5.2.3.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante A1+M1+R3

Verifica allo SLU di ribaltamento DA2 (A1+M1+R3)

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38 [°]	
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333 [°]	
coefficiente di spinta attiva (kA)	0.221149	(Muller Breslau, 1924)
pressione alla testa del triangolo di spinta (ssup)	3.317238 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione alla quota di falda (sm)	12.50792 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione al piede della fondazione (sinf)	12.50792 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione idrica al piede della fondazione (sw)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]	bracci forze rispetto al polo O:
spinta terreno emerso (S't)	16.44184 [kN]	bS'o = 0.837837 [m]
spinta orizzontale terreno emerso (S'o)	14.86069 [kN]	
spinta verticale terreno emerso (S'v)	7.035195 [kN]	bS'v = 1.7 [m]
spinta orizzontale terreno immerso (S"o)	0 [kN]	bS"o = 0 [m]
spinta verticale terreno immerso (S"v)	0 [kN]	bS"v = 1.7 [m]
spinta idraulica (Sw)	0 [kN]	bSw = 0 [m]
peso materiale drenante di riempimento (Pdr)	26.62349 [kN]	bPdr = 1.301119 [m]
azione del sovraccarico distribuito (Qd)	12.00731 [kN]	bQ = 1.3 [m]
peso paramento muro (P1)	12.375 [kN]	bP1 = 0.75 [m]
peso fondazione muro (P2)	17 [kN]	bP2 = 0.85 [m]
sforzo normale in testa al muro (NE,d)	0 [kN]	bN = 0.75 [m]
taglio in testa al muro (VE,d)	0 [kN]	bV = 2.05 [m]
momento flettente in testa al muro (ME,d)	0 [kN*m]	
momento stabilizzante rispetto ad O	64.33139 [kN*m]	
momento ribaltante rispetto ad O	0.490995 [kN*m]	
coefficiente di sicurezza al ribaltamento	131.02	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica statica allo scorrimento (A1 + M1 + R3)

Angolo di attrito base della fondazione -terreno	24	
tan $\delta_k$	0.445229	
forza totale verticale	63.03369	[kN]
forza totale orizzontale	19.31889	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)	28.06441	[kN]
forza di scorrimento	19.31889	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.45	VERIFICA SODDISFATTA

#### 5.2.4 Verifiche in condizioni sismiche

accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (ag)	0.172	[g]
fattore di amplificazione dello spettro (F0)	2.373	
categoria di sottosuolo (tab. 3.2.II NTC '08)	C	
categoria topografica (tab. 3.2.IV NTC '08)	T1	
coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS)	1.4551064	
coefficiente di amplificazione topografica (ST)	1	quota sito/altezza rilievo topografico
accelerazione orizzontale massima attesa al sito (amax)	0.250278301	[g]
coefficiente di riduzione di amax (bm)	0.38	
permeabilità del terreno:	elevata	
coefficiente sismico orizzontale (kh)	0.095105754	[g]
coefficiente sismico verticale (kv)	± 0.047552877	[g]

Verifiche sismiche al ribaltamento allo scorrimento e di capacità portante

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38	[°] =	0.663225116	[rad]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333333	[°] =	0.442150077	[rad]
coesione efficace (c'd)	0	[kN/m <sup>2</sup> ]		
resistenza al taglio in fondazione (j'f,d)	30	[°]		
coesione efficace fondazione (c'f,d)	0	[kN/m <sup>2</sup> ]		
angolo di inclinazione della superficie di spinta (y)	90	[°] =	1.570796327	[rad]
inclinazione terreno a monte (i)	4.2	[°] =	0.073303829	[rad]
inclinazione della superficie di scorrimento	0	[°] =	0	[rad]
q <sub>down</sub> =	0.090540283	[rad]	(sopra falda sisma verticale ↓)	
q <sub>up</sub> =	0.099524199	[rad]	(sopra falda sisma verticale ↑)	
q' <sub>down</sub> =	0.177704187	[rad]	(sotto falda sisma verticale ↓)	
q' <sub>up</sub> =	0.195336995	[rad]	(sotto falda sisma verticale ↑)	
coefficienti di spinta attiva (KAE) (Mononobe-Okabe, 1926)				
KAE <sub>,down</sub> =	0.282967465	termine A =	2.9096575	(sopra falda sisma verticale ↓)
KAE <sub>,up</sub> =	0.289361415	termine A =	2.896112327	(sopra falda sisma verticale ↑)
K*AE <sub>,down</sub>				
=	0.352577345	termine A =	2.769257701	(sotto falda sisma verticale ↓)
K*AE <sub>,up</sub> =	0.36905888	termine A =	2.738073449	(sotto falda sisma verticale ↑)

##### 5.2.4.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante (A1+M1+R3)

Sisma verso il basso

ssup =	0 [kN/m <sup>2</sup> ]		
sm =	10.83 [kN/m <sup>2</sup> ]		
s*m =	13.42 [kN/m <sup>2</sup> ]		
s*inf =	13.42 [kN/m <sup>2</sup> ]		
sw =	0 [kN/m <sup>2</sup> ]		
S0 =	10.72 [kN]	bracci forze rispetto al polo O:	
Sv =	5.08 [kN]	bSo =	0.692645539 [m]
S*o =	0 [kN]	bSv =	1.7 [m]
S*v =	0 [kN]	bS*o =	0 [m]
Sws =	0 [kN]	bS*v =	1.7 [m]
Swd =	0 [kN]	bSws =	0 [m]
(1+kv)·Pdr		bSwd =	0 [m]
=	27.89 [kN]	bPdr =	1.282910768 [m]
kh·Pdr =	2.53 [kN]	bkhPdr =	1.232003697 [m]
(1+kv)·Qd =	0 [kN]	bQ =	1.3 [m]
kh·Qd =	0 [kN]	bkhQ =	2.063968308 [m]
(1+kv)·P1 =	12.96346685 [kN]	bP1 =	0.75 [m]
kh·P1 =	1.17693371 [kN]	bkhP1 =	1.225 [m]
(1+kv)·P2 =	17.80839891 [kN]	bP2 =	0.85 [m]
kh·P2 =	1.616797823 [kN]	bkhP2 =	0.2 [m]
(1+kv)·NE,d			
=	0 [kN]	bN =	0.75 [m]
kh·NE,d =	0 [kN]	bkhN =	2.05 [m]
VE,d =	0 [kN]	bV =	2.05 [m]
ME,d =	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:		55.75490531	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		-1.2024726	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-46.37	
		!!!	
forza totale verticale		63.74	[kN]
forza totale orizzontale		16.05	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		28.38	[kN]
forza di scorrimento		16.05	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		1.77	
		VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante (NE,tot,d)		63.74	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		16.05	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)		-2.78	[kN*m]
eccentricità del carico (e)		0.04	[m]
larghezza fondazione (B)		1.7	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')		1.612743934	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):			
	sg = bg = gg		
Ng =	22.40248627	=	1
	sc = bc = gc		
Nc =	30.13962779	=	1
	sq = bq = gq		
Nq =	18.40112222		

= 1

		ig = 0.418880644
dc =	1.075713096	ic = 0.534539995
dq =	1.071598505	iq = 0.559835192
capacità portante (qLim,d)	153.4381691	[kN/m <sup>2</sup> ]
Ed	63.73723273	kN
Rd	206.2137303	
coefficiente di sicurezza di capacità portante	3.24	

VERIFICA SODDISFATTA

Sisma verso l'alto

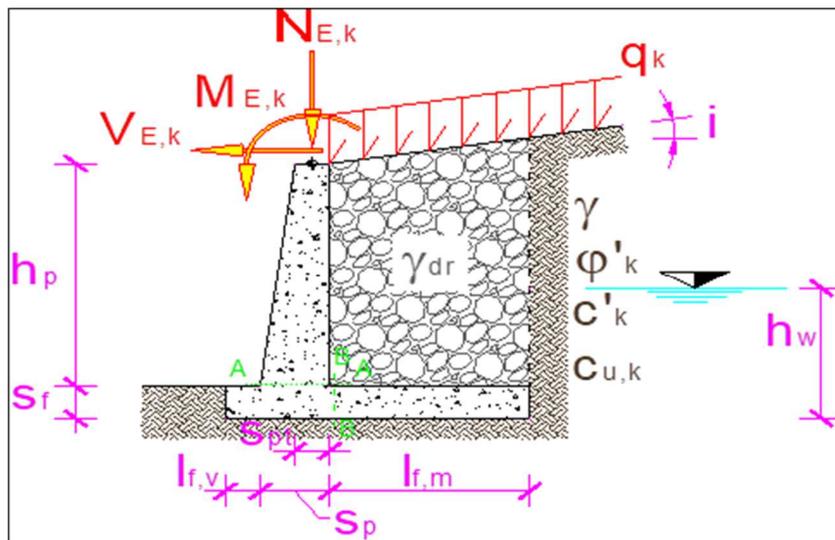
ssup =	0	[kN/m <sup>2</sup> ]	
sm =	10.07	[kN/m <sup>2</sup> ]	
s*m =	0.00	[kN/m <sup>2</sup> ]	
s*inf =	0.00	[kN/m <sup>2</sup> ]	
sw =	0	[kN/m <sup>2</sup> ]	bracci forze rispetto al polo O:
So =	10.46	[kN]	bSo = 0.69264554 [m]
Sv =	4.95	[kN]	bSv = 1.7 [m]
S*o =	0	[kN]	bS*o = 0 [m]
S*v =	0	[kN]	bS*v = 1.7 [m]
Sws =	0	[kN]	bSws = 0 [m]
Swd =	0	[kN]	bSwd = 0 [m]
(1-kv)·Pdr =	25.36	[kN]	bPdr = 1.32114598 [m]
kh·Pdr =	2.53	[kN]	bkhPdr = 1.2320037 [m]
(1-kv)·Qd =	0	[kN]	bQ = 1.3 [m]
kh·Qd =	0	[kN]	bkhQ = 2.06396831 [m]
(1-kv)·P1 =	11.78653315	[kN]	bP1 = 0.75 [m]
kh·P1 =	1.17693371	[kN]	bkhP1 = 1.225 [m]
(1-kv)·P2 =	16.19160109	[kN]	bP2 = 0.85 [m]
kh·P2 =	1.616797823	[kN]	bkhP2 = 0.2 [m]
(1-kv)·NE,d			
=	0	[kN]	bN = 0.75 [m]
kh·NE,d =	0	[kN]	bkhN = 2.05 [m]
VE,d =	0	[kN]	bV = 2.05 [m]
ME,d =	0	[kN*m]	
momento stabilizzante rispetto ad O:	51.2190842	[kN*m]	
momento ribaltante rispetto ad O:	-1.1732254	[kN*m]	
coefficiente di sicurezza al ribaltamento	-43.66		!!!
forza totale verticale	58.29	[kN]	
forza totale orizzontale	15.79	[kN]	
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)	25.95	[kN]	
forza di scorrimento	15.79	[kN]	
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.64		

VERIFICA SODDISFATTA

azione assiale risultante (NE,tot,d)	58.29	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)	15.79	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)	-2.85	[kN*m]
eccentricità del carico (e)	0.05	[m]
larghezza fondazione (B)	1.7	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')	1.60229505	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):		
Ng =	22.40248627	sg = bg = gg = 1
Nc =	30.13962779	sc = bc = gc = 1
Nq =	18.40112222	sq = bq = gq = 1
		ig = 0.387671
dc =	1	ic = 0.50475629
dq =	1	iq = 0.53167007
capacità portante (qLim,d)	138.295473	[kN/m <sup>2</sup> ]
Ed	58.287996	kN
Rd	184.658459	
coefficiente di sicurezza di capacità portante	3.17	

VERIFICA SODDISFATTA

5.2.4.2 Caratteristiche di sollecitazione e verifiche sezione in c.a



CONDIZIONI	SEZIONE	$M_{E,d}$ [kN*m]	$N_{E,d}$ [kN]	$V_{E,d}$ [kN]
STATICHE (SLU)	sez. A	8.57	12.38	12.92
	sez. B	6.73	-	10.95
SISMICHE (SLV)	sez. A - sisma ↓	7.18	12.96	14.72
	sez. A - sisma ↑	6.89	11.79	14.20
	sez. B - sisma ↓	6.42	-	29.73
	sez. B - sisma ↑	6.69	-	26.93

#### 5.2.4.2.1 Verifica sezione di incastro paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x30, armata con  $A_f=A_f'=5\phi 16$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 80kg/m3.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto $f_{cd}$ :	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza $\epsilon_{c2}$ :	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima $\epsilon_{cu}$ :	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	328360	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento $f_{yk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura $f_{tk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto $f_{yd}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto $E_{pu}$ :	0.068	
	Modulo Elastico $E_f$ :	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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			
MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	857	1292	0
2	0	718	1472	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)

Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	0	857	19	9646	11.255	25.5	0.19	0.70
2	S	0	718	19	9646	13.434	25.5	0.19	0.70

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	30.0	-0.00114	24.0	-0.01508	6.0
2	0.00350	30.0	-0.00114	24.0	-0.01508	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $< 0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	1292	16137	24.0	100.0	0.0084	0.0
2	S	1472	16137	24.0	100.0	0.0084	0.0

**5.2.4.2.2 Verifica sezione di incastro fondazione**

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x40, armata con  $A_f = A_f' = 5\phi 16$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20$ ". Incidenza 80kg/m3.

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	141.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	25.60	daN/cm <sup>2</sup>

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	40.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	673	1095	0
2	0	669	2993	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**
**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	0	673	1	13231	19.659	35.1	0.14	0.70
2	S	0	669	1	13231	19.777	35.1	0.14	0.70

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	40.0	-0.00082	34.0	-0.02097	6.0
2	0.00350	40.0	-0.00082	34.0	-0.02097	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

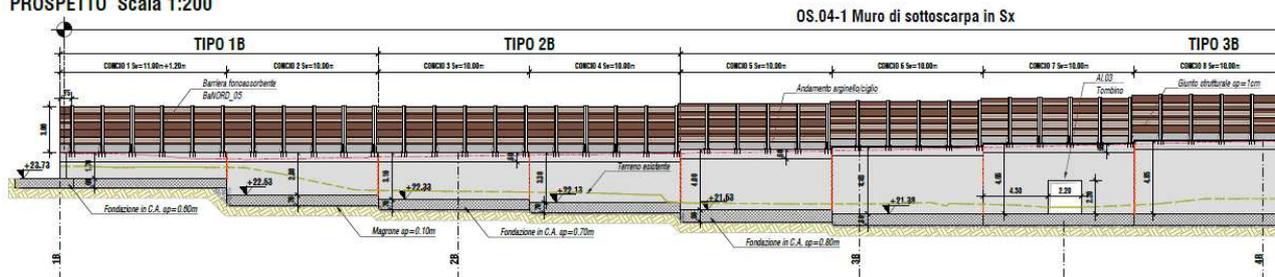
- Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
- Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
- Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
- d Altezza utile sezione [cm]
- bw Larghezza minima sezione [cm]
- Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
- Scp Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm²]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	1095	17694	34.0	100.0	0.0059	0.0
2	S	2993	17694	34.0	100.0	0.0059	0.0

**5.3 Verifica muro OS4**

Il muro di sottoscarpa OS4 ha una estensione in pianta di circa 177m, con altezza del paramento variabile tra 1.70m e 4.9m. Sono state definite tre sezioni tipologiche, con caratteristiche geometriche variabili lungo la sua estensione, e di cui presenteremo a seguire le verifiche di resistenza STR che geotecniche(GEO). In testa al manufatto sono presenti delle barriere fono assorbenti, con altezza massima dei montanti pari 3.0mt

PROSPETTO Scala 1:200



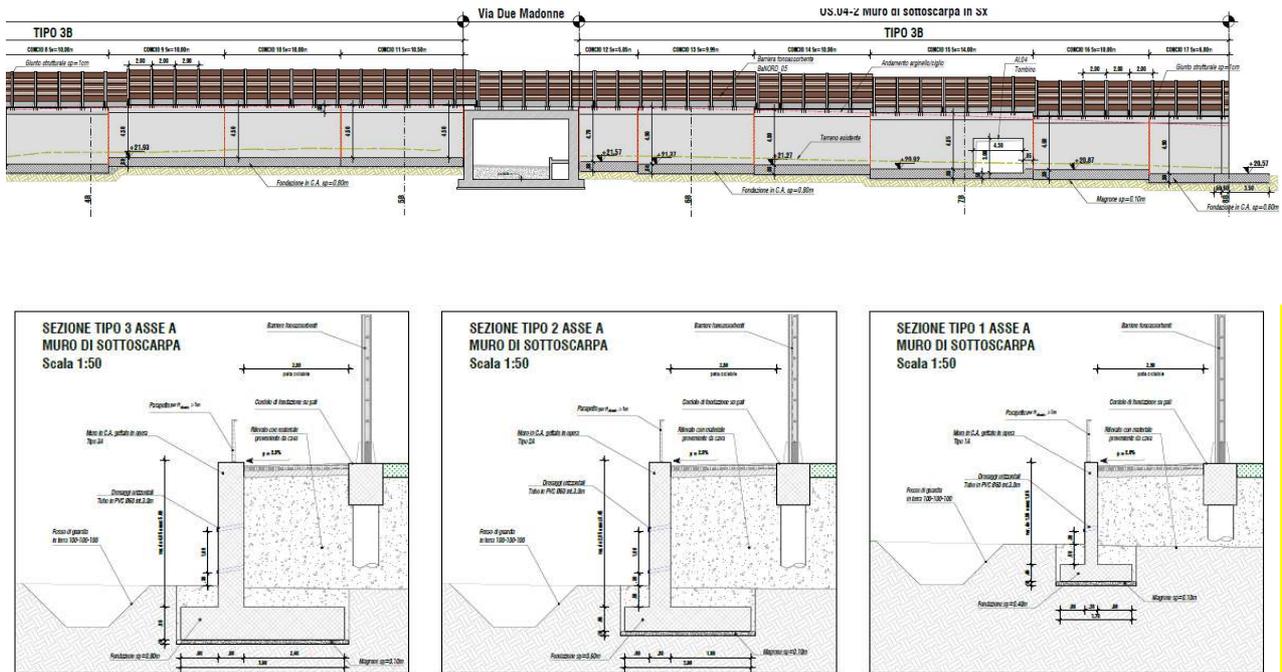


Figura 4 – Prospetto e sezione tipo muro OS04

### 5.3.1 Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo 3 h=4.9

Le verifiche in condizioni statiche vengono eseguite considerando oltre ad un sovraccarico a monte dell'opera di sostegno pari a 20kpa, le seguenti azioni dovute all'azione del vento:

$T_v = 5.16 \text{ kN/m}$  taglio alla base del cordolo di testa trasmessa dalla barriera fonoassorbente

$M_v = 7.74 \text{ kN/m}$  Momento alla base del cordolo di testa trasmessa dalla barriera fonoassorbente

#### Riepilogo dati

altezza paramento (hp)	4.9 [m]
spessore paramento alla base (sp)	0.6 [m]
spessore paramento in testa (spt)	0.6 [m]
spessore fondazione (sf)	0.8 [m]
lunghezza fondazione lato monte (lf,m)	3.5 [m]
lunghezza fondazione lato valle (lf,v)	0.6 [m]

inclinazione terreno a monte (i)	3.0 [°]
inclinazione della superficie di scorrimento	0 [°] =
altezza di spinta del terreno (h)	5.77 [m]
altezza di spinta della parte emersa (h')	5.77 [m]
peso specifico materiale drenante (gdr)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
peso specifico terreno (g)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
angolo di resistenza al taglio del terreno (j'k)	38 [°]
coesione efficace (c'k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
resistenza non drenata (cu,k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
quota della falda (hw)	0 [m]
sovraccarico distribuito (qk)	20 [kN/m]
sforzo normale in testa al muro (NE,k)	7 [kN]
taglio in testa al muro (VE,k)	5.16 [kN]
momento flettente in testa al muro (ME,k)	7.74 [kN]

### 5.3.1.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante A1+M1+R3

Verifica allo SLU di ribaltamento DA2 (A1+M1+R3)

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38 [°]	
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333 [°]	
coefficiente di spinta attiva (kA)	0.223422	(Muller Breslau, 1924)
pressione alla testa del triangolo di spinta (ssup)	6.702648 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione alla quota di falda (sm)	32.99234 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione al piede della fondazione (sinf)	32.99234 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione idrica al piede della fondazione (sw)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]	bracci forze rispetto al polo O:
spinta terreno emerso (S't)	116.7713 [kN]	bS'o = 2.292289 [m]
spinta orizzontale terreno emerso (S'o)	105.5418 [kN]	
spinta verticale terreno emerso (S'v)	49.96454 [kN]	bS'v = 4.7 [m]
spinta orizzontale terreno immerso (S''o)	0 [kN]	bS''o = 0 [m]
spinta verticale terreno immerso (S''v)	0 [kN]	bS''v = 4.7 [m]
spinta idraulica (Sw)	0 [kN]	bSw = 0 [m]
peso materiale drenante di riempimento (Pdr)	349.42 [kN]	bPdr = 2.960718 [m]
azione del sovraccarico distribuito (Qd)	105.1441 [kN]	bQ = 2.95 [m]
peso paramento muro (P1)	73.5 [kN]	bP1 = 0.9 [m]
peso fondazione muro (P2)	94 [kN]	bP2 = 2.35 [m]
sforzo normale in testa al muro (NE,d)	10.5 [kN]	bN = 0.9 [m]
taglio in testa al muro (VE,d)	5.25 [kN]	bV = 5.7 [m]
momento flettente in testa al muro (ME,d)	10.5 [kN*m]	
momento stabilizzante rispetto ad O	1427.138 [kN*m]	
momento ribaltante rispetto ad O	47.52402 [kN*m]	

coefficiente di sicurezza al  
ribaltamento 30.03 VERIFICA SODDISFATTA

Verifica statica allo scorrimento (A1 + M1 + R3)

Angolo di attrito base della fondazione -terreno 24  
tan $\delta_k$  0.445229  
forza totale verticale 566.8845 [kN]  
forza totale orizzontale 144.0294 [kN]  
forza resistente allo scorrimento (FRs,d) 252.3932 [kN]  
forza di scorrimento 144.0294 [kN]

coefficiente di sicurezza allo  
scorrimento 1.75 VERIFICA SODDISFATTA

### 5.3.2 Verifiche in condizioni sismiche

accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (ag) 0.172 [g]  
fattore di amplificazione dello spettro (F0) 2.373  
categoria di sottosuolo (tab. 3.2.II NTC '08) C  
categoria topografica (tab. 3.2.IV NTC '08) T1  
coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS) 1.4551064  
coefficiente di amplificazione topografica (ST) 1 quota sito/altezza rilievo topografico  
accelerazione orizzontale massima attesa al sito (amax) 0.250278301 [g]  
coefficiente di riduzione di amax (bm) 0.38  
permeabilità del terreno: elevata  
coefficiente sismico orizzontale (kh) 0.095105754 [g]  
coefficiente sismico verticale (kv)  $\pm$  0.047552877 [g]

Verifiche sismiche al ribaltamento allo scorrimento e di capacità portante

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd) 38 [°] = 0.663225116 [rad]  
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd) 25.33333333 [°] = 0.442150077 [rad]  
coesione efficace (c'd) 0 [kN/m<sup>2</sup>]  
resistenza al taglio in fondazione (j'f,d) 30 [°]  
coesione efficace fondazione (c'f,d) 0 [kN/m<sup>2</sup>]  
angolo di inclinazione della superficie di spinta (y) 90 [°] = 1.570796327 [rad]  
inclinazione terreno a monte (i) 4.2 [°] = 0.073303829 [rad]  
inclinazione della superficie di scorrimento 0 [°] = 0 [rad]

qdown = 0.090540283 [rad] (sopra falda sisma verticale ↓)

qup = 0.099524199 [rad] (sopra falda sisma verticale ↑)

q'down = 0.177704187 [rad] (sotto falda sisma verticale ↓)

q'up = 0.195336995 [rad] (sotto falda sisma verticale ↑)

coefficienti di spinta attiva (KAE) (Mononobe-Okabe, 1926)

KAE,down = 0.282967465 termine A = 2.9096575 (sopra falda sisma verticale ↓)

KAE,up = 0.289361415 termine A = 2.896112327 (sopra falda sisma verticale ↑)

K\*AE,down = 0.352577345 termine A = 2.769257701 (sotto falda sisma verticale ↓)

K\*AE,up = 0.36905888 termine A = 2.738073449 (sotto falda sisma verticale ↑)

5.3.2.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante (A1 + M1 + R3)

**Sisma verso il basso**

ssup =	0 [kN/m <sup>2</sup> ]		
sm =	30.36 [kN/m <sup>2</sup> ]		
s*m =	37.61 [kN/m <sup>2</sup> ]		
s*inf =	37.61 [kN/m <sup>2</sup> ]		
sw =	0 [kN/m <sup>2</sup> ]		
S0 =	84.18 [kN]	bracci forze rispetto al polo O:	
Sv =	39.85 [kN]	bSo =	1.940740898 [m]
S*o =	0 [kN]	bSv =	4.7 [m]
S*v =	0 [kN]	bS*o =	0 [m]
Sws =	0 [kN]	bS*v =	4.7 [m]
Swd =	0 [kN]	bSws =	0 [m]
(1+kv)·Pdr		bSwd =	0 [m]
=	363.79 [kN]	bPdr =	2.877419425 [m]
kh·Pdr =	33.03 [kN]	bkhPdr =	3.280681136 [m]
(1+kv)·Qd =	0 [kN]	bQ =	2.95 [m]
kh·Qd =	0 [kN]	bkhQ =	5.761111347 [m]
(1+kv)·P1 =	76.99513647 [kN]	bP1 =	0.9 [m]
kh·P1 =	6.990272941 [kN]	bkhP1 =	3.25 [m]
(1+kv)·P2 =	98.46997045 [kN]	bP2 =	2.35 [m]
kh·P2 =	8.939940905 [kN]	bkhP2 =	0.4 [m]
(1+kv)·NE,d		bN =	0.9 [m]
=	0 [kN]	bkhN =	5.7 [m]
kh·NE,d =	0 [kN]	bV =	5.7 [m]
VE,d =	0 [kN]		
ME,d =	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:		1212.832714	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		-23.929785	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-50.68	
		!!!	
forza totale verticale		579.11	[kN]
forza totale orizzontale		133.13	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		257.83	[kN]
forza di scorrimento		133.13	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		1.94	
		VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante (NE,tot,d)		579.11	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		133.13	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)		124.14	[kN*m]
eccentricità del carico (e)		0.21	[m]
larghezza fondazione (B)		4.7	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')		4.271279249	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):			
Ng =	22.40248627	sg =	bg = gg

		= 1	
		sc = bc = gc	
Nc =	30.13962779	= 1	
		sq = bq = gq	
Nq =	18.40112222	= 1	
			ig = 0.456719917
	dc =	1.0571753	ic = 0.569676079
	dq =	1.054068136	iq = 0.593061822
capacità portante (qLim,d)			375.6583378 [kN/m <sup>2</sup> ]
Ed			579.1063646 kN
Rd			1337.118052
coefficiente di sicurezza di capacità portante			2.31

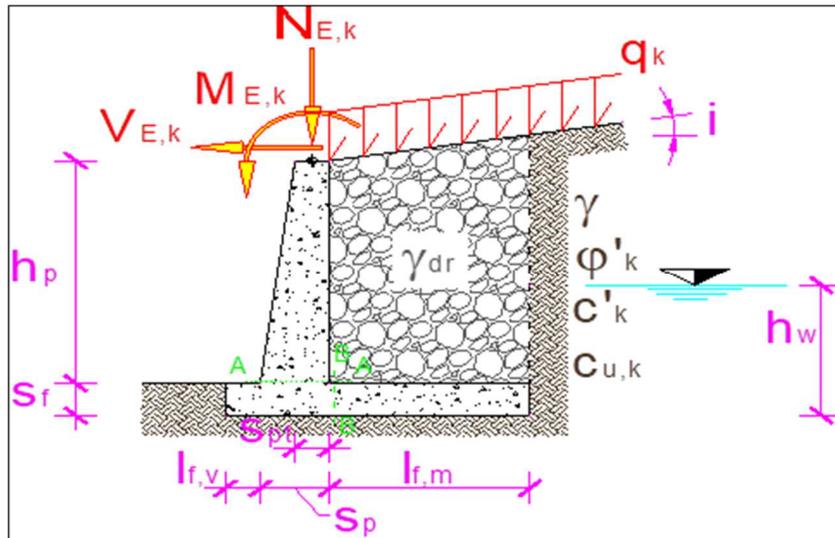
VERIFICA SODDISFATTA

### Sisma verso l'alto

ssup =	0 [kN/m <sup>2</sup> ]		
sm =	28.21 [kN/m <sup>2</sup> ]		
s*m =	0.00 [kN/m <sup>2</sup> ]		
s*inf =	0.00 [kN/m <sup>2</sup> ]		
sw =	0 [kN/m <sup>2</sup> ]	bracci forze rispetto al polo O:	
So =	82.13 [kN]	bSo =	1.9407409 [m]
Sv =	38.88 [kN]	bSv =	4.7 [m]
S*o =	0 [kN]	bS*o =	0 [m]
S*v =	0 [kN]	bS*v =	4.7 [m]
Sws =	0 [kN]	bSws =	0 [m]
Swd =	0 [kN]	bSwd =	0 [m]
(1-kv)·Pdr =	330.76 [kN]	bPdr =	3.04491664 [m]
kh·Pdr =	33.03 [kN]	bkhPdr =	3.28068114 [m]
(1-kv)·Qd =	0 [kN]	bQ =	2.95 [m]
kh·Qd =	0 [kN]	bkhQ =	5.76111135 [m]
(1-kv)·P1 =	70.00486353 [kN]	bP1 =	0.9 [m]
kh·P1 =	6.990272941 [kN]	bkhP1 =	3.25 [m]
(1-kv)·P2 =	89.53002955 [kN]	bP2 =	2.35 [m]
kh·P2 =	8.939940905 [kN]	bkhP2 =	0.4 [m]
(1-kv)·NE,d			
=	0 [kN]	bN =	0.9 [m]
kh·NE,d =	0 [kN]	bkhN =	5.7 [m]
VE,d =	0 [kN]	bV =	5.7 [m]
ME,d =	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:		1145.89887	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		-23.347751	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-49.08	
		!!!	
forza totale verticale		529.18	[kN]

forza totale orizzontale	131.09	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)	235.61	[kN]
forza di scorrimento	131.09	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.80	
	VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante (NE,tot,d)	529.18	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)	131.09	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)	74.32	[kN*m]
eccentricità del carico (e)	0.14	[m]
larghezza fondazione (B)	4.7	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')	4.41909854	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):		
	sg = bg = gg =	
Ng = 22.40248627	1	
	sc = bc = gc =	
Nc = 30.13962779	1	
	sq = bq = gq =	
Nq = 18.40112222	1	
		ig = 0.42574035
	dc = 1	ic = 0.54098574
	dq = 1	iq = 0.56593064
capacità portante (qLim,d)	351.958192	[kN/m <sup>2</sup> ]
Ed	529.178794	kN
Rd	1296.11495	
coefficiente di sicurezza di capacità portante	2.45	

### 5.3.2.2 Caratteristiche di sollecitazione e verifiche sezione in c.a



CONDIZIONI	SEZIONE	$M_{E,d}$ [kN*m]	$N_{E,d}$ [kN]	$V_{E,d}$ [kN]
STATICHE (SLU)	sez. A	203.45	73.50	97.33
	sez. B	214.17	-	63.15
SISMICHE (SLV)	sez. A - sisma ↓	209.14	77.00	120.42
	sez. A - sisma ↑	201.36	70.00	115.77
	sez. B - sisma ↓	274.11	-	-131.92
	sez. B - sisma ↑	272.32	-	-154.35

### 5.3.2.2.1 Verifica sezione di incastro paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x60, armata con  $A_f = A'_f = 5\phi 20$   
Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 80kg/m<sup>3</sup>.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto $f_{cd}$ :	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza $\epsilon_{c2}$ :	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima $\epsilon_{cu}$ :	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	328360	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento $f_{yk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura $f_{tk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto $f_{yd}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto $E_{pu}$ :	0.068	
	Modulo Elastico $E_f$ :	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )

Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	7350	20345	9733	0
2	7700	20914	12042	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	7350	20345	7361	34095	1.676	54.4	0.10	0.70	
2	S	7700	20914	7686	34175	1.634	54.4	0.10	0.70	

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00026	54.0	-0.03033	6.0
2	0.00350	60.0	-0.00025	54.0	-0.03027	6.0

#### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	9733	28030	54.0	100.0	0.0058	0.1

2 S 12042 28078 54.0 100.0 0.0058 0.1

### 5.3.2.2.2 Verifica sezione di incastro fondazione

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x80, armata con  $A_f=A_f'=5\phi 20$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 80kg/m3.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	141.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	25.60	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	80.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	21417	6315	0
2	0	27411	13192	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)

Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	0	21417	-16	44169	2.062	74.2	0.08	0.70
2	S	0	27411	-16	44169	1.611	74.2	0.08	0.70

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	80.0	-0.00014	74.0	-0.04143	6.0
2	0.00350	80.0	-0.00014	74.0	-0.04143	6.0

#### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $< 0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	6315	29660	74.0	100.0	0.0042	0.0
2	S	13192	29660	74.0	100.0	0.0042	0.0

### 5.3.1 Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo 2 h=3.3

Le verifiche in condizioni statiche vengono eseguite considerando oltre ad un sovraccarico a monte dell'opera di sostegno pari a 20kpa, le seguenti azioni dovute all'azione del vento:

$T_v=6.88\text{kN/m}$	taglio alla base del cordolo di testa trasmessa dalla barriera fonoassorbente
$M_v=13.76\text{kN/m}$	Momento alla base del cordolo di testa trasmessa dalla barriera fonoassorbente

#### **Riepilogo dati**

altezza paramento (hp)	3.3 [m]
spessore paramento alla base (sp)	0.6 [m]
spessore paramento in testa (spt)	0.6 [m]
spessore fondazione (sf)	0.8 [m]
lunghezza fondazione lato monte (lf,m)	3.0 [m]
lunghezza fondazione lato valle (lf,v)	0.6 [m]
inclinazione terreno a monte (i)	3.0 [°]
inclinazione della superficie di scorrimento	0 [°] =
altezza di spinta del terreno (h)	4.3 [m]
altezza di spinta della parte emersa (h')	4.3 [m]
peso specifico materiale drenante (gdr)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
peso specifico terreno (g)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
angolo di resistenza al taglio del terreno (j'k)	38 [°]
coesione efficace (c'k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
resistenza non drenata (cu,k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
quota della falda (hw)	0 [m]
sovraccarico distribuito (qk)	20 [kN/m]
sforzo normale in testa al muro (NE,k)	7 [kN]
taglio in testa al muro (VE,k)	5.16 [kN]
momento flettente in testa al muro (ME,k)	7.74 [kN]

#### 5.3.1.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante A1+M1+R3

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38 [°]	
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333 [°]	
coefficiente di spinta attiva (kA)	0.225762 (Muller Breslau, 1924)	
pressione alla testa del triangolo di spinta (ssup)	3.386424 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione alla quota di falda (sm)	22.84608 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione al piede della fondazione (sinf)	22.84608 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione idrica al piede della fondazione (sw)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]	bracci forze rispetto al polo
spinta terreno emerso (S't)	56.52817 [kN]	O: bS'o = 1.622047 [m]

spinta orizzontale terreno emerso (S'o)	51.09207	[kN]		
spinta verticale terreno emerso (S'v)	24.18748	[kN]	bS'v =	4.2 [m]
spinta orizzontale terreno immerso (S"o)	0	[kN]	bS"o =	0 [m]
spinta verticale terreno immerso (S"v)	0	[kN]	bS"v =	4.2 [m]
spinta idraulica (Sw)	0	[kN]	bSw =	0 [m]
peso materiale drenante di riempimento (Pdr)	204.2934	[kN]	bPdr =	2.715403 [m]
azione del sovraccarico distribuito (Qd)	45.10989	[kN]	bQ =	2.7 [m]
peso paramento muro (P1)	49.5	[kN]	bP1 =	0.9 [m]
peso fondazione muro (P2)	84	[kN]	bP2 =	2.1 [m]
sforzo normale in testa al muro (NE,d)	10.5	[kN]	bN =	0.9 [m]
taglio in testa al muro (VE,d)	5.25	[kN]	bV =	4.1 [m]
momento flettente in testa al muro (ME,d)	10.5	[kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O	788.6397	[kN*m]		
momento ribaltante rispetto ad O	13.3113	[kN*m]		
coefficiente di sicurezza al ribaltamento	59.25		VERIFICA SODDISFATTA	

**Verifica statica allo scorrimento (A1 + M1 + R3)**

Angolo di attrito base della fondazione -terreno	24			
tanδk	0.445229			
forza totale verticale	361.9809	[kN]		
forza totale orizzontale	73.24468	[kN]		
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)	161.1643	[kN]		
forza di scorrimento	73.24468	[kN]		
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	2.20		VERIFICA SODDISFATTA	

**5.3.2 Verifiche in condizioni sismiche**

accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (ag)	0.172	[g]		
fattore di amplificazione dello spettro (F0)	2.373			
categoria di sottosuolo (tab. 3.2.II NTC '08)	C			
categoria topografica (tab. 3.2.IV NTC '08)	T1			
coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS)	1.4551064			
coefficiente di amplificazione topografica (ST)	1		quota sito/altezza rilievo topografico	
accelerazione orizzontale massima attesa al sito (amax)	0.250278301	[g]		
coefficiente di riduzione di amax (bm)	0.38			
permeabilità del terreno:				elevata
coefficiente sismico orizzontale (kh)	0.095105754	[g]		
coefficiente sismico verticale (kv)	0.047552877	[g]		±

**Verifiche sismiche al ribaltamento allo scorrimento e di capacità portante**

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38	[°] =	0.663225116	[rad]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333333	[°] =	0.442150077	[rad]



ME,d = 0 [kN\*m]  
 momento stabilizzante rispetto ad O: 734.4922453 [kN\*m]  
 momento ribaltante rispetto ad O: -26.0840991 [kN\*m]  
 coefficiente di sicurezza al ribaltamento -28.16

!!!

forza totale verticale 376.24 [kN]  
 forza totale orizzontale 79.40 [kN]  
 forza resistente allo scorrimento (FRs,d) 167.51 [kN]  
 forza di scorrimento 79.40 [kN]  
 coefficiente di sicurezza allo scorrimento 2.11

VERIFICA SODDISFATTA

azione assiale risultante (NE,tot,d) 376.24 [kN]  
 azione tagliante risultante (VE,tot,d) 79.40 [kN]  
 momento flettente risultante (ME,tot,d) 29.52 [kN\*m]  
 eccentricità del carico (e) 0.08 [m]  
 larghezza fondazione (B) 4.2 [m]  
 larghezza fondazione equivalente (B') 4.043060581 [m]

calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):

sg = bg = gg  
 Ng = 22.40248627 = 1  
 sc = bc = gc  
 Nc = 30.13962779 = 1  
 sq = bq = gq  
 Nq = 18.40112222 = 1

ig = 0.491084577  
 dc = 1.060402674 ic = 0.600752707  
 dq = 1.057120121 iq = 0.622449607

capacità portante (qLim,d) 388.4264354 [kN/m<sup>2</sup>]  
 Ed 376.2379164 kN  
 Rd 1308.693008  
 coefficiente di sicurezza di capacità portante 3.48

VERIFICA SODDISFATTA

Sisma verso l'alto

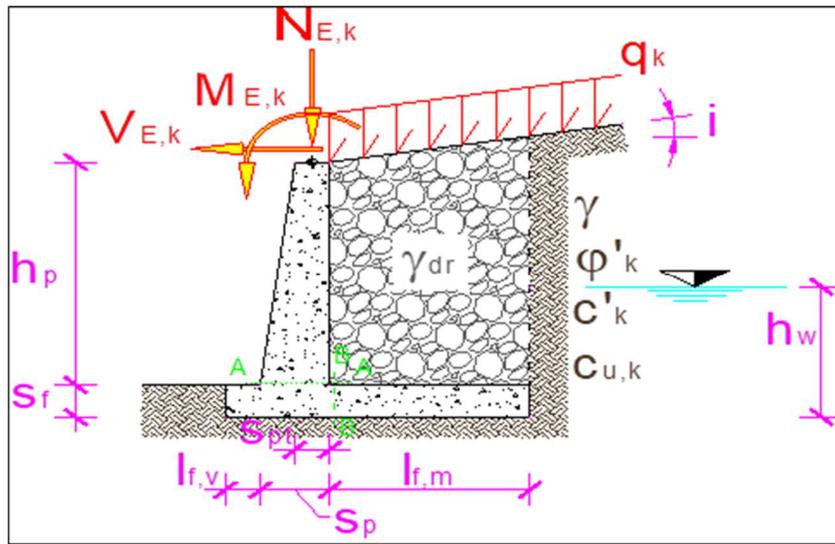
ssup = 0 [kN/m<sup>2</sup>]  
 sm = 21.42 [kN/m<sup>2</sup>]  
 s\*m = 0.00 [kN/m<sup>2</sup>]  
 s\*inf = 0.00 [kN/m<sup>2</sup>]  
 sw = 0 [kN/m<sup>2</sup>]

bracci forze rispetto al polo O:

So = 46.15 [kN] bSo = 1.43659348 [m]  
 Sv = 21.85 [kN] bSv = 4.2 [m]  
 S\*o = 0 [kN] bS\*o = 0 [m]  
 S\*v = 0 [kN] bS\*v = 4.2 [m]  
 Sws = 0 [kN] bSws = 0 [m]  
 Swd = 0 [kN] bSwd = 0 [m]  
 (1-kv)·Pdr = 194.58 [kN] bPdr = 2.79106248 [m]

kh·Pdr =	19.43 [kN]	bkhPdr =	2.50298365 [m]
(1-kv)·Qd =	0 [kN]	bQ =	2.7 [m]
kh·Qd =	0 [kN]	bkhQ =	4.20489022 [m]
(1-kv)·P1 =	47.14613258 [kN]	bP1 =	0.9 [m]
kh·P1 =	4.707734838 [kN]	bkhP1 =	2.45 [m]
(1-kv)·P2 =	80.00555832 [kN]	bP2 =	2.1 [m]
kh·P2 =	7.988883362 [kN]	bkhP2 =	0.4 [m]
(1-kv)·NE,d		bN =	0.9 [m]
=	0 [kN]	bkhN =	4.1 [m]
kh·NE,d =	0 [kN]	bV =	4.1 [m]
VE,d =	0 [kN]		
ME,d =	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:		690.163254	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		-25.461434	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-27.11	
		!!!	
forza totale verticale		343.58	[kN]
forza totale orizzontale		78.27	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		152.97	[kN]
forza di scorrimento		78.27	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		1.95	
		VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante (NE,tot,d)		343.58	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		78.27	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)		5.89	[kN*m]
eccentricità del carico (e)		0.02	[m]
larghezza fondazione (B)		4.2	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')		4.16572448	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):			
Ng =	22.40248627	sg = bg = gg =	1
Nc =	30.13962779	sc = bc = gc =	1
Nq =	18.40112222	sq = bq = gq =	1
		ig =	0.46041732
	dc =	ic =	0.57305624
	dq =	iq =	0.59625829
capacità portante (qLim,d)		364.206591	[kN/m2]
Ed		343.577541	kN
Rd		1264.32026	
coefficiente di sicurezza di capacità portante		3.68	
		VERIFICA SODDISFATTA	

5.3.2.1 Caratteristiche di sollecitazione e verifiche sezione in c.a



CONDIZIONI	SEZIONE	$M_{E,d}$ [kN*m]	$N_{E,d}$ [kN]	$V_{E,d}$ [kN]
STATICHE (SLU)	sez. A	84.49	49.50	51.00
	sez. B	84.18	-	31.63
SISMICHE (SLV)	sez. A - sisma ↓	79.37	51.85	69.15
	sez. A - sisma ↑	76.66	47.15	66.83
	sez. B - sisma ↓	115.79	-	-58.22
	sez. B - sisma ↑	117.18	-	-70.09

5.3.2.1.1 Verifica sezione di incastro paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x60, armata con  $A_f=A'_f=5\phi 16$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 80kg/m3.

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto $f_{cd}$ :	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza $\epsilon_{c2}$ :	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima $\epsilon_{cu}$ :	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	328360	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento $f_{yk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura $f_{tk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto $f_{yd}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto $E_{pu}$ :	0.068	
	Modulo Elastico $E_f$ :	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	7350	8449	5100	0
2	7700	7937	6915	0

### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	7350	8449	7350	23273	2.754	55.2	0.09	0.70
2	S	7700	7937	7703	23360	2.943	55.2	0.09	0.70

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00092	54.0	-0.03627	6.0
2	0.00350	60.0	-0.00091	54.0	-0.03618	6.0

#### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]

Ro		Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $<0.02$ ]					
Scp		Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]					
N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	5100	24293	54.0	100.0	0.0037	0.1
2	S	6915	24340	54.0	100.0	0.0037	0.1

### 5.3.2.1.2 Verifica sezione di incastro fondazione

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x70, armata con  $A_f=A'_f=5\phi 16$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 70kg/m<sup>3</sup>.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	141.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	25.60	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	70.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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			
MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	8418	3163	0
2	0	11718	7009	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	0	8418	-7	25030	2.973	65.1	0.08	0.70
2	S	0	11718	-7	25030	2.136	65.1	0.08	0.70

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	70.0	-0.00082	64.0	-0.04256	6.0
2	0.00350	70.0	-0.00082	64.0	-0.04256	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $< 0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	3163	23800	64.0	100.0	0.0031	0.0
2	S	7009	23800	64.0	100.0	0.0031	0.0

### 5.3.3 Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo 1 h=2.8

Le verifiche in condizioni statiche vengono eseguite considerando oltre ad un sovraccarico a monte dell'opera di sostegno pari a 20kpa, le seguenti azioni dovute all'azione del vento:

$T_v=6.88\text{kN/m}$	taglio alla base del cordolo di testa trasmessa dalla barriera fonoassorbente
$M_v=13.76\text{kN/m}$	Momento alla base del cordolo di testa trasmessa dalla barriera fonoassorbente

#### Riepilogo dati

altezza paramento (hp)	2.8 [m]
spessore paramento alla base (sp)	0.4 [m]
spessore paramento in testa (spt)	0.4 [m]
spessore fondazione (sf)	0.7 [m]
lunghezza fondazione lato monte (lf,m)	3.0 [m]
lunghezza fondazione lato valle (lf,v)	0.6 [m]
inclinazione terreno a monte (i)	3.0 [°]
inclinazione della superficie di scorrimento	0 [°] =
altezza di spinta del terreno (h)	3.7 [m]
altezza di spinta della parte emersa (h')	3.7 [m]
peso specifico materiale drenante (gdr)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
peso specifico terreno (g)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
angolo di resistenza al taglio del terreno (j'k)	38 [°]
coesione efficace (c'k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
resistenza non drenata (cu,k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
quota della falda (hw)	0 [m]
sovraccarico distribuito (qk)	20 [kN/m]
sforzo normale in testa al muro (NE,k)	7 [kN]
taglio in testa al muro (VE,k)	5.16 [kN]
momento flettente in testa al muro (ME,k)	7.74 [kN]

#### 5.3.3.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante A1+M1+R3

Verifica allo SLU di ribaltamento DA2 (A1+M1+R3)

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38 [°]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333 [°]
coefficiente di spinta attiva (kA)	0.225762 (Muller Breslau, 1924)
pressione alla testa del triangolo di spinta (ssup)	3.386424 [kN/m <sup>2</sup> ]
pressione alla quota di falda (sm)	20.13694 [kN/m <sup>2</sup> ]
pressione al piede della fondazione (sinf)	20.13694 [kN/m <sup>2</sup> ]
pressione idrica al piede della fondazione (sw)	0 [kN/m <sup>2</sup> ] 0: bracci forze rispetto al polo

spinta terreno emerso (S't)	43.63326 [kN]	bS'o = 1.414613 [m]
spinta orizzontale terreno emerso (S'o)	39.43721 [kN]	
spinta verticale terreno emerso (S'v)	18.66996 [kN]	bS'v = 4 [m]
spinta orizzontale terreno immerso (S"o)	0 [kN]	bS"o = 0 [m]
spinta verticale terreno immerso (S"v)	0 [kN]	bS"v = 4 [m]
spinta idraulica (Sw)	0 [kN]	bSw = 0 [m]
peso materiale drenante di riempimento (Pdr)	174.2934 [kN]	bPdr = 2.518054 [m]
azione del sovraccarico distribuito (Qd)	45.10989 [kN]	bQ = 2.5 [m]
peso paramento muro (P1)	28 [kN]	bP1 = 0.8 [m]
peso fondazione muro (P2)	70 [kN]	bP2 = 2 [m]
sforzo normale in testa al muro (NE,d)	10.5 [kN]	bN = 0.8 [m]
taglio in testa al muro (VE,d)	5.25 [kN]	bV = 3.5 [m]
momento flettente in testa al muro (ME,d)	10.5 [kN*m]	
momento stabilizzante rispetto ad O	628.2217 [kN*m]	
momento ribaltante rispetto ad O	9.98356 [kN*m]	
coefficiente di sicurezza al ribaltamento	62.93	VERIFICA SODDISFATTA

#### Verifica statica allo scorrimento (A1 + M1 + R3)

Angolo di attrito base della fondazione -terreno	24	
tanδk	0.445229	
forza totale verticale	290.9634 [kN]	
forza totale orizzontale	58.09338 [kN]	
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)	129.5452 [kN]	
forza di scorrimento	58.09338 [kN]	
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	2.23	VERIFICA SODDISFATTA

#### 5.3.4 Verifiche in condizioni sismiche

accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (ag)	0.172 [g]	
fattore di amplificazione dello spettro (F0)	2.373	
categoria di sottosuolo (tab. 3.2.II NTC '08)	C	
categoria topografica (tab. 3.2.IV NTC '08)	T1	
coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS)	1.4551064	
coefficiente di amplificazione topografica (ST)	1	quota sito/altezza rilievo topografico
accelerazione orizzontale massima attesa al sito (amax)	0.250278301 [g]	
coefficiente di riduzione di amax (bm)	0.38	
permeabilità del terreno:	elevata	
coefficiente sismico orizzontale (kh)	0.095105754 [g]	
coefficiente sismico verticale (kv)	± 0.047552877 [g]	

#### Verifiche sismiche al ribaltamento allo scorrimento e di capacità portante

angolo di resistenza al taglio del terreno (i'd)	38	[°] = 0.663225116 [rad]
--	----	-------------------------



VE,d =	0 [kN]	bV =	3.5 [m]
ME,d =	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:		573.678617	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		-23.0161554	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-24.93	
		!!!	
forza totale verticale		301.83	[kN]
forza totale orizzontale		60.93	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		134.38	[kN]
forza di scorrimento		60.93	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		2.21	
		VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante (NE,tot,d)		301.83	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		60.93	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)		6.96	[kN*m]
eccentricità del carico (e)		0.02	[m]
larghezza fondazione (B)		4	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')		3.953909813	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):			
		sg = bg = gg	
Ng = 22.40248627		= 1	
		sc = bc = gc	
Nc = 30.13962779		= 1	
		sq = bq = gq	
Nq = 18.40112222		= 1	
		ig = 0.508437088	
	dc = 1.054044028	ic = 0.616168306	
	dq = 1.051107032	iq = 0.637027452	
capacità portante (qLim,d)		370.8112049	[kN/m2]
Ed		301.8251809	kN
Rd		1221.795052	
coefficiente di sicurezza di capacità portante		4.05	

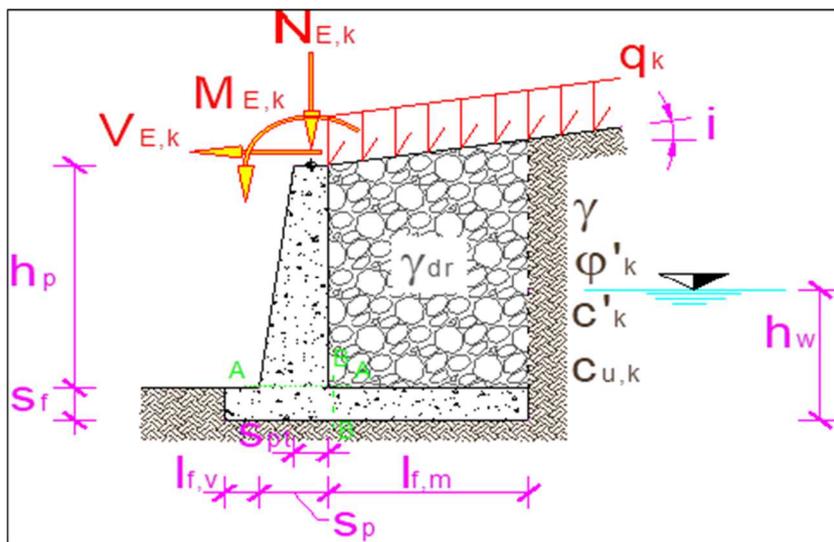
VERIFICA SODDISFATTA

Sisma verso l'alto

ssup =	0 [kN/m2]		
sm =	18.43 [kN/m2]		
s*m =	0.00 [kN/m2]		
s*inf =	0.00 [kN/m2]		
sw =	0 [kN/m2]		
So =	34.19 [kN]	bracci forze rispetto al polo O:	
Sv =	16.19 [kN]	bSo = 1.23659348	[m]
S*o =	0 [kN]	bSv =	4 [m]
S*v =	0 [kN]	bS*o =	0 [m]
Sws =	0 [kN]	bS*v =	4 [m]
Swd =	0 [kN]	bSws =	0 [m]
		bSwd =	0 [m]

(1-kv)·Pdr =	166.01 [kN]	bPdr =	2.59384604 [m]
kh·Pdr =	16.58 [kN]	bkhPdr =	2.15307634 [m]
(1-kv)·Qd =	0 [kN]	bQ =	2.5 [m]
kh·Qd =	0 [kN]	bkhQ =	3.60489022 [m]
(1-kv)·P1 =	26.66851944 [kN]	bP1 =	0.8 [m]
kh·P1 =	2.662961121 [kN]	bkhP1 =	2.1 [m]
(1-kv)·P2 =	66.6712986 [kN]	bP2 =	2 [m]
kh·P2 =	6.657402801 [kN]	bkhP2 =	0.35 [m]
(1-kv)·NE,d		bN =	0.8 [m]
=	0 [kN]	bkhN =	3.5 [m]
kh·NE,d =	0 [kN]	bV =	3.5 [m]
VE,d =	0 [kN]		
ME,d =	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:		541.657136	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		-22.466726	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-24.11	
		!!!	
forza totale verticale		275.53	[kN]
forza totale orizzontale		60.09	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		122.68	[kN]
forza di scorrimento		60.09	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		2.04	
		VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante (NE,tot,d)		275.53	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		60.09	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)		-13.06	[kN*m]
eccentricità del carico (e)		0.05	[m]
larghezza fondazione (B)		4	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')		3.90521208	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):			
Ng =	22.40248627	sg = bg = gg =	1
Nc =	30.13962779	sc = bc = gc =	1
Nq =	18.40112222	sq = bq = gq =	1
		ig =	0.47805128
	dc =	ic =	0.58905455
	dq =	iq =	0.61138718
capacità portante (qLim,d)		341.804546	[kN/m <sup>2</sup> ]
Ed		275.53264	kN
Rd		1112.34937	
coefficiente di sicurezza di capacità portante		4.04	
		VERIFICA SODDISFATTA	

5.3.4.2 Caratteristiche di sollecitazione e verifiche sezione in c.a



CONDIZIONI	SEZIONE	$M_{E,d}$ [kN*m]	$N_{E,d}$ [kN]	$V_{E,d}$ [kN]
STATICHE (SLU)	sez. A	61.81	28.00	39.97
	sez. B	60.24	-	25.76
SISMICHE (SLV)	sez. A - sisma ↓	52.10	29.33	53.61
	sez. A - sisma ↑	50.40	26.67	51.90
	sez. B - sisma ↓	79.61	-	-64.72
	sez. B - sisma ↑	80.63	-	-75.33

5.3.4.2.1 Verifica sezione di incastro paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x40, armata con  $A_f=A'_f=5\phi 16$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 80kg/m3.

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto $f_{cd}$ :	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza $ec2$ :	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima $ecu$ :	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	328360	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento $f_{yk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura $f_{tk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto $f_{yd}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto $E_{pu}$ :	0.068	
	Modulo Elastico $E_f$ :	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	40.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	7350	6181	3987	0
2	7700	5040	5190	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**
**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	7350	6181	7350	14670	2.373	35.2	0.14	0.70
2	S	7700	5040	7688	14720	2.921	35.2	0.14	0.70

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	40.0	-0.00092	34.0	-0.02154	6.0
2	0.00350	40.0	-0.00091	34.0	-0.02149	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	3987	19739	34.0	100.0	0.0059	0.2
2	S	5190	19784	34.0	100.0	0.0059	0.2

#### 5.3.4.2.2 Verifica sezione di incastro fondazione

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x40, armata con  $A_f = A_f' = 5\phi 16$   
 Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 70kg/m3.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	141.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	25.60	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	70.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	6024	2576	0
2	0	8063	7533	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)

Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	0	6024	-7	25030	4.155	65.1	0.08	0.70
2	S	0	8063	-7	25030	3.104	65.1	0.08	0.70

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	70.0	-0.00082	64.0	-0.04256	6.0
2	0.00350	70.0	-0.00082	64.0	-0.04256	6.0

#### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $< 0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	2576	23800	64.0	100.0	0.0031	0.0
2	S	7533	23800	64.0	100.0	0.0031	0.0

## 5.4 Verifica muro OS5

Il muro di sottoscarga OS5 ha una estensione in pianta di circa 167m, con altezza del paramento variabile tra 1.80m e 2.4m. La larghezza della fondazione è costante pari a 3.0m. Si presentano a seguire le verifiche strutturali (STR e Geotecniche (GEO) sulla sezione con altezza del paramento maggiore. In testa al manufatto sono presenti delle barriere fono assorbenti, con altezza massima dei montanti pari 4.0mt

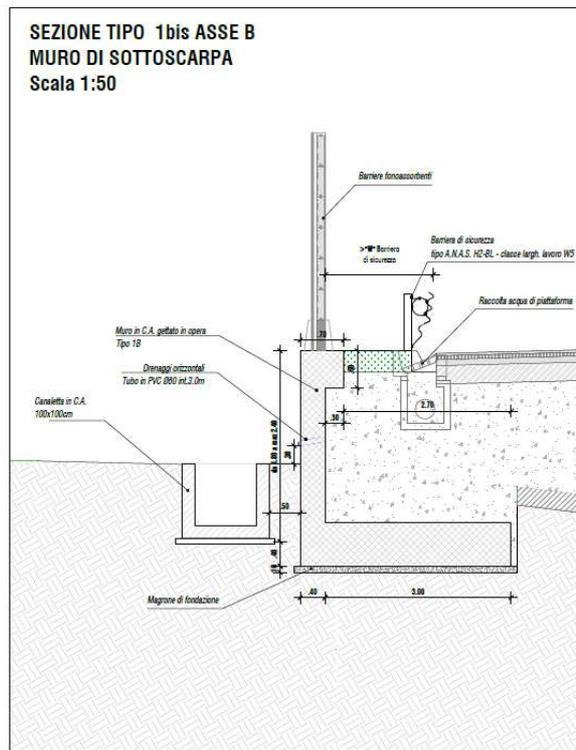
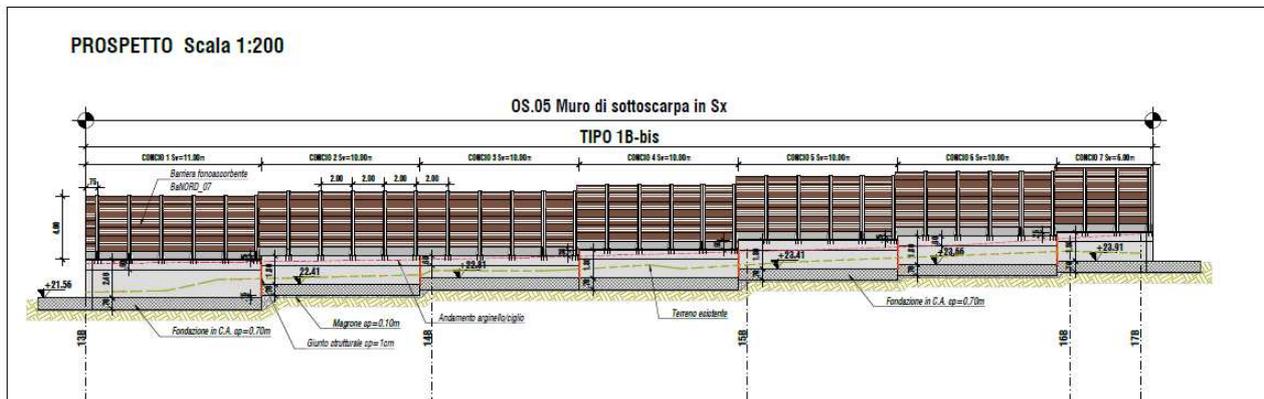


Figura 5 – Prospetto e sezione tipo muro OS05

### 5.4.1 Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo h=2.4

Le verifiche in condizioni statiche vengono eseguite considerando oltre ad un sovraccarico a monte dell'opera di sostegno pari a 20kpa, le seguenti azioni dovute all'azione del vento:

$T_v=6.88\text{kN/m}$	taglio alla base del cordolo di testa trasmessa dalla barriera fonoassorbente
$M_v=13.76\text{kN/m}$	Momento alla base del cordolo di testa trasmessa dalla barriera fonoassorbente

#### **Riepilogo dati**

altezza paramento (hp)	2.4 [m]
spessore paramento alla base (sp)	0.6 [m]
spessore paramento in testa (spt)	0.6 [m]
spessore fondazione (sf)	0.8 [m]
lunghezza fondazione lato monte (lf,m)	3.5 [m]
lunghezza fondazione lato valle (lf,v)	0.6 [m]
inclinazione terreno a monte (i)	3.0 [°]
inclinazione della superficie di scorrimento	0 [°] =
altezza di spinta del terreno (h)	3.0 [m]
altezza di spinta della parte emersa (h')	3.0 [m]
peso specifico materiale drenante (gdr)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
peso specifico terreno (g)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
angolo di resistenza al taglio del terreno (j'k)	38 [°]
coesione efficace (c'k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
resistenza non drenata (cu,k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
quota della falda (hw)	0 [m]
sovraccarico distribuito (qk)	20 [kN/m]
sforzo normale in testa al muro (NE,k)	7 [kN]
taglio in testa al muro (VE,k)	6.88 [kN]
momento flettente in testa al muro (ME,k)	13.76 [kN]

#### 5.4.1.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante A1+M1+R3

Verifica allo SLU di ribaltamento DA2 (A1+M1+R3)

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38 [°]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333 [°]
coefficiente di spinta attiva (kA)	0.225762 (Muller Breslau, 1924)
pressione alla testa del triangolo di spinta (ssup)	6.772847 [kN/m <sup>2</sup> ]
pressione alla quota di falda (sm)	21.71727 [kN/m <sup>2</sup> ]
pressione al piede della fondazione (sinf)	21.71727 [kN/m <sup>2</sup> ]
pressione idrica al piede della fondazione (sw)	0 [kN/m <sup>2</sup> ] 0: bracci forze rispetto al polo

spinta terreno emerso (S't)	47.14802 [kN]	bS'o = 1.365534 [m]
spinta orizzontale terreno emerso (S'o)	42.61397 [kN]	
spinta verticale terreno emerso (S'v)	20.17387 [kN]	bS'v = 3.4 [m]
spinta orizzontale terreno immerso (S"o)	0 [kN]	bS"o = 0 [m]
spinta verticale terreno immerso (S"v)	0 [kN]	bS"v = 3.4 [m]
spinta idraulica (Sw)	0 [kN]	bSw = 0 [m]
peso materiale drenante di riempimento (Pdr)	150.2934 [kN]	bPdr = 1.920937 [m]
azione del sovraccarico distribuito (Qd)	90.21977 [kN]	bQ = 1.9 [m]
peso paramento muro (P1)	24 [kN]	bP1 = 0.2 [m]
peso fondazione muro (P2)	59.5 [kN]	bP2 = 1.7 [m]
sforzo normale in testa al muro (NE,d)	10.5 [kN]	bN = 0.2 [m]
taglio in testa al muro (VE,d)	10.32 [kN]	bV = 3.1 [m]
momento flettente in testa al muro (ME,d)	20.64 [kN*m]	
momento stabilizzante rispetto ad O	494.0624 [kN*m]	
momento ribaltante rispetto ad O	42.23166 [kN*m]	
coefficiente di sicurezza al ribaltamento	11.70	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica statica allo scorrimento (A1 + M1 + R3)		
Angolo di attrito base della fondazione -terreno	24	
tanδk	0.445229	
forza totale verticale	253.9673 [kN]	
forza totale orizzontale	68.81416 [kN]	
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)	113.0735 [kN]	
forza di scorrimento	68.81416 [kN]	
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.64	VERIFICA SODDISFATTA

#### 5.4.2 Verifiche in condizioni sismiche

accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (ag)	0.172 [g]	
fattore di amplificazione dello spettro (F0)	2.373	
categoria di sottosuolo (tab. 3.2.II NTC '08)	C	
categoria topografica (tab. 3.2.IV NTC '08)	T1	
coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS)	1.4551064	
coefficiente di amplificazione topografica (ST)	1	quota sito/altezza rilievo topografico
accelerazione orizzontale massima attesa al sito (amax)	0.250278301 [g]	
coefficiente di riduzione di amax (bm)	0.38	
permeabilità del terreno:	elevata	
coefficiente sismico orizzontale (kh)	0.095105754 [g]	
coefficiente sismico verticale (kv)	± 0.047552877 [g]	

Verifiche sismiche al ribaltamento allo scorrimento e di capacità portante		
angolo di resistenza al taglio del terreno (i'd)	38	[°] = 0.663225116 [rad]

angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333333	[°] =	0.442150077	[rad]
coesione efficace (c'd)	0	[kN/m2]		
resistenza al taglio in fondazione (j'f,d)	30	[°]		
coesione efficace fondazione (c'f,d)	0	[kN/m2]		
angolo di inclinazione della superficie di spinta (y)	90	[°] =	1.570796327	[rad]
inclinazione terreno a monte (i)	4.2	[°] =	0.073303829	[rad]
inclinazione della superficie di scorrimento	0	[°] =	0	[rad]
qdown =	0.090540283	[rad]		(sopra falda sisma verticale ↓)
qup =	0.099524199	[rad]		(sopra falda sisma verticale ↑)
q'down =	0.177704187	[rad]		(sotto falda sisma verticale ↓)
q'up =	0.195336995	[rad]		(sotto falda sisma verticale ↑)
coefficienti di spinta attiva (KAE) (Mononobe-Okabe, 1926)				
KAE,down =	0.282967465	termine A =	2.9096575	(sopra falda sisma verticale ↓)
KAE,up =	0.289361415	termine A =	2.896112327	(sopra falda sisma verticale ↑)
K*AE,down				
=	0.352577345	termine A =	2.769257701	(sotto falda sisma verticale ↓)
K*AE,up =	0.36905888	termine A =	2.738073449	(sotto falda sisma verticale ↑)

#### 5.4.2.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante (A1+M1+R3)

Sisma verso l'alto

ssup =	0	[kN/m2]		
sm =	16.45	[kN/m2]		
s*m =	0.00	[kN/m2]		
s*inf =	0.00	[kN/m2]		
sw =	0	[kN/m2]		
So =	27.22	[kN]		
Sv =	12.88	[kN]		
S*o =	0	[kN]		
S*v =	0	[kN]		
Sws =	0	[kN]		
Swd =	0	[kN]		
(1-kv)·Pdr =	143.15	[kN]		
kh·Pdr =	14.29	[kN]		
(1-kv)·Qd =	0	[kN]		
kh·Qd =	0	[kN]		
(1-kv)·P1 =	22.85873095	[kN]		
kh·P1 =	2.282538103	[kN]		
(1-kv)·P2 =	56.67060381	[kN]		
kh·P2 =	5.658792381	[kN]		
(1-kv)·NE,d				
=	0	[kN]		
kh·NE,d =	0	[kN]		
VE,d =	0	[kN]		

bracci forze rispetto al polo O:

bSo =	1.10326015	[m]
bSv =	3.4	[m]
bS*o =	0	[m]
bS*v =	3.4	[m]
bSws =	0	[m]
bSwd =	0	[m]
bPdr =	1.99687299	[m]
bkhPdr =	1.95317714	[m]
bQ =	1.9	[m]
bkhQ =	3.20489022	[m]
bP1 =	0.2	[m]
bkhP1 =	1.9	[m]
bP2 =	1.7	[m]
bkhP2 =	0.35	[m]
bN =	0.2	[m]
bkhN =	3.1	[m]
bV =	3.1	[m]

ME,d = 0 [kN\*m]  
 momento stabilizzante rispetto ad O: 352.521549 [kN\*m]  
 momento ribaltante rispetto ad O: -13.781057 [kN\*m]  
 coefficiente di sicurezza al ribaltamento -25.58

!!!

forza totale verticale 235.56 [kN]  
 forza totale orizzontale 49.45 [kN]  
 forza resistente allo scorrimento (FRs,d) 104.88 [kN]  
 forza di scorrimento 49.45 [kN]  
 coefficiente di sicurezza allo scorrimento 2.12

VERIFICA SODDISFATTA

azione assiale risultante (NE,tot,d) 235.56 [kN]  
 azione tagliante risultante (VE,tot,d) 49.45 [kN]  
 momento flettente risultante (ME,tot,d) 34.15 [kN\*m]  
 eccentricità del carico (e) 0.14 [m]  
 larghezza fondazione (B) 3.4 [m]  
 larghezza fondazione equivalente (B') 3.11004679 [m]

calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):

sg = bg = gg =  
 Ng = 22.40248627 1  
 sc = bc = gc =  
 Nc = 30.13962779 1  
 sq = bq = gq =  
 Nq = 18.40112222 1

ig = 0.49316067  
 ic = 0.60260651  
 iq = 0.62420267

dc = 1  
 dq = 1  
 capacità portante (qLim,d) 310.647818 [kN/m<sup>2</sup>]  
 Ed 235.560833 kN  
 Rd 805.107707  
 coefficiente di sicurezza di capacità portante 3.42

VERIFICA SODDISFATTA

Sisma verso l'alto

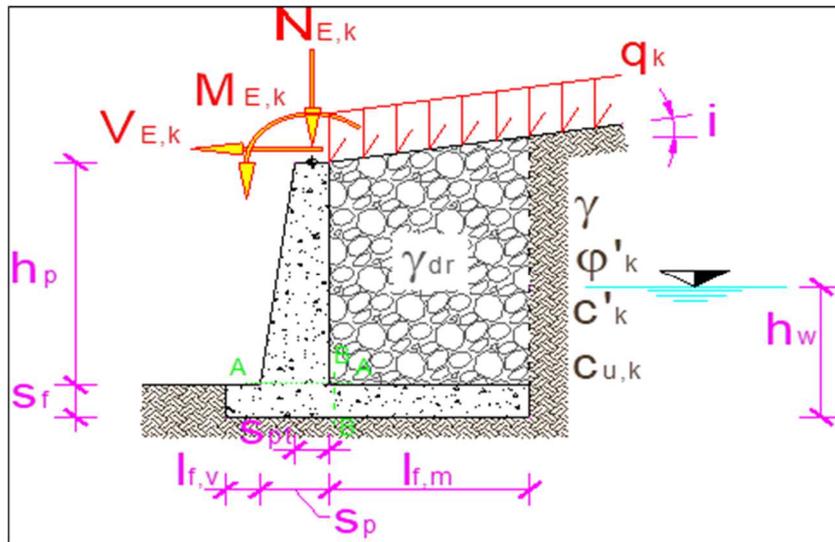
ssup = 0 [kN/m<sup>2</sup>]  
 sm = 16.45 [kN/m<sup>2</sup>]  
 s\*m = 0.00 [kN/m<sup>2</sup>]  
 s\*inf = 0.00 [kN/m<sup>2</sup>]  
 sw = 0 [kN/m<sup>2</sup>]

bracci forze rispetto al polo O:

So = 27.22 [kN] bSo = 1.10326015 [m]  
 Sv = 12.88 [kN] bSv = 3.4 [m]  
 S\*o = 0 [kN] bS\*o = 0 [m]  
 S\*v = 0 [kN] bS\*v = 3.4 [m]  
 Sws = 0 [kN] bSws = 0 [m]  
 Swd = 0 [kN] bSwd = 0 [m]  
 (1-kv)·Pdr = 143.15 [kN] bPdr = 1.99687299 [m]

kh·Pdr =	14.29 [kN]	bkhPdr =	1.95317714 [m]
(1-kv)·Qd =	0 [kN]	bQ =	1.9 [m]
kh·Qd =	0 [kN]	bkhQ =	3.20489022 [m]
(1-kv)·P1 =	22.85873095 [kN]	bP1 =	0.2 [m]
kh·P1 =	2.282538103 [kN]	bkhP1 =	1.9 [m]
(1-kv)·P2 =	56.67060381 [kN]	bP2 =	1.7 [m]
kh·P2 =	5.658792381 [kN]	bkhP2 =	0.35 [m]
(1-kv)·NE,d		bN =	0.2 [m]
=	0 [kN]	bkhN =	3.1 [m]
kh·NE,d =	0 [kN]	bV =	3.1 [m]
VE,d =	0 [kN]		
ME,d =	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:		352.521549	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		-13.781057	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-25.58	
		!!!	
forza totale verticale		235.56	[kN]
forza totale orizzontale		49.45	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		104.88	[kN]
forza di scorrimento		49.45	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		2.12	
		VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante (NE,tot,d)		235.56	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		49.45	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)		34.15	[kN*m]
eccentricità del carico (e)		0.14	[m]
larghezza fondazione (B)		3.4	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')		3.11004679	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):			
Ng =	22.40248627	sg = bg = gg =	1
Nc =	30.13962779	sc = bc = gc =	1
Nq =	18.40112222	sq = bq = gq =	1
		ig =	0.49316067
	dc =	ic =	0.60260651
	dq =	iq =	0.62420267
capacità portante (qLim,d)		310.647818	[kN/m2]
Ed		235.560833	kN
Rd		805.107707	
coefficiente di sicurezza di capacità portante		3.42	
		VERIFICA SODDISFATTA	

5.4.2.2 Caratteristiche di sollecitazione e verifiche sezione in c.a



CONDIZIONI	SEZIONE	$M_{E,d}$ [kN*m]	$N_{E,d}$ [kN]	$V_{E,d}$ [kN]
STATICHE (SLU)	sez. A	76.73	24.00	44.25
	sez. B	110.53	-	12.94
SISMICHE (SLV)	sez. A - sisma ↓	36.49	25.14	43.54
	sez. A - sisma ↑	35.37	22.86	42.26
	sez. B - sisma ↓	77.91	-	-48.46
	sez. B - sisma ↑	75.53	-	-60.68

5.4.2.2.1 Verifica sezione di incastro paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x40, armata con  $A_f=A'_f=5\phi 16$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 80kg/m3.

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto $f_{cd}$ :	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza $ec2$ :	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima $ecu$ :	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	328360	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento $f_{yk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura $f_{tk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto $f_{yd}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto $E_{pu}$ :	0.068	
	Modulo Elastico $E_f$ :	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	40.0	cm

Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	2400	7673	4425	0
2	2514	3649	4354	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	2400	7673	2380	13932	1.816	35.4	0.14	0.70
2	S	2514	3649	2523	13953	3.824	35.4	0.14	0.70

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	40.0	-0.00107	34.0	-0.02241	6.0
2	0.00350	40.0	-0.00107	34.0	-0.02239	6.0

#### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $< 0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
--------	-----	-----	------	---	----	----	-----

1	S	4425	19108	34.0	100.0	0.0059	0.1
2	S	4354	19123	34.0	100.0	0.0059	0.1

#### 5.4.2.2.2 Verifica sezione di incastro paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x700, armata con  $A_f = A_f' = 5\phi 16$   
 Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 70kg/m3.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	141.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	25.60	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	70.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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			
MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	11053	1294	0
2	0	7791	4846	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico

Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0	11053	-7	25030	2.265	65.1	0.08	0.70	
2	S	0	7791	-7	25030	3.213	65.1	0.08	0.70	

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	70.0	-0.00082	64.0	-0.04256	6.0
2	0.00350	70.0	-0.00082	64.0	-0.04256	6.0

#### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $< 0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	1294	23800	64.0	100.0	0.0031	0.0
2	S	4846	23800	64.0	100.0	0.0031	0.0

### 5.5 Verifica muro OS6

Il muro di sottoscarpa OS5 ha una estensione in pianta di circa 174m, con altezza del paramento variabile tra 3m e 5.5m. La larghezza della fondazione è variabile in funzione del tipologico adottato per le diverse altezze del paramento. Si presentano a seguire le verifiche strutturali (STR) e Geotecniche (GEO) per i 3 tipologici considerati. In testa al manufatto sono presente delle barriere fono assorbenti, con altezza massima dei montanti pari 2.5mt.

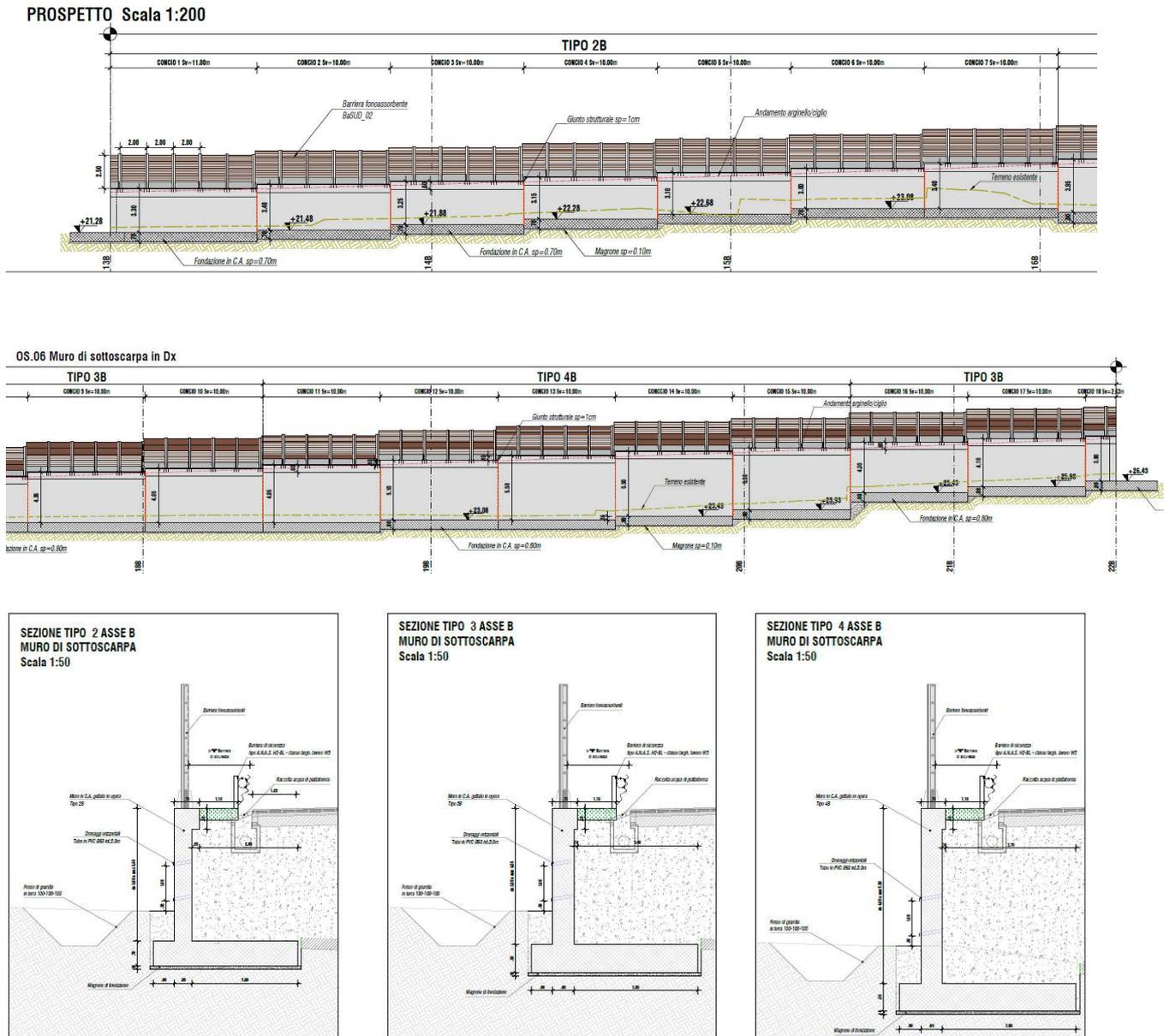


Figura 6 – Prospetto e sezione tipo muro OS06

### 5.5.1 Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo h=3.4

Le verifiche in condizioni statiche vengono eseguite considerando oltre ad un sovraccarico a monte dell'opera di sostegno pari a 20kpa, le seguenti azioni dovute all'azione del vento:

$T_v=4.3\text{kN/m}$	taglio alla base del cordolo di testa trasmessa dalla barriera fonoassorbente
$M_v=5.38\text{kN/m}$	Momento alla base del cordolo di testa trasmessa dalla barriera fonoassorbente

#### Riepilogo dati

altezza paramento (hp)	3.4 [m]
spessore paramento alla base (sp)	0.5 [m]
spessore paramento in testa (spt)	0.5 [m]
spessore fondazione (sf)	0.7 [m]
lunghezza fondazione lato monte (lf,m)	3. [m]
lunghezza fondazione lato valle (lf,v)	0.6 [m]
inclinazione terreno a monte (i)	3.0 [°]
inclinazione della superficie di scorrimento	0 [°] =
altezza di spinta del terreno (h)	4.3 [m]
altezza di spinta della parte emersa (h')	4.3 [m]
peso specifico materiale drenante (gdr)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
peso specifico terreno (g)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
angolo di resistenza al taglio del terreno (j'k)	38 [°]
coesione efficace (c'k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
resistenza non drenata (cu,k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
quota della falda (hw)	0 [m]
sovraccarico distribuito (qk)	20 [kN/m]
sforzo normale in testa al muro (NE,k)	7 [kN]
taglio in testa al muro (VE,k)	4.3 [kN]
momento flettente in testa al muro (ME,k)	5.38 [kN]

#### 5.5.1.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante A1+M1+R3

Verifica allo SLU di ribaltamento DA2 (A1+M1+R3)

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38 [°]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333 [°]
coefficiente di spinta attiva (kA)	0.225762 (Muller Breslau, 1924)
pressione alla testa del triangolo di spinta (ssup)	6.772847 [kN/m <sup>2</sup> ]
pressione alla quota di falda (sm)	26.2325 [kN/m <sup>2</sup> ]
pressione al piede della fondazione (sinf)	26.2325 [kN/m <sup>2</sup> ]

		bracci forze rispetto al polo
pressione idrica al piede della fondazione (sw)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]	O:
spinta terreno emerso (S't)	71.12291 [kN]	bS'o = 1.731389 [m]
spinta orizzontale terreno emerso (S'o)	64.28329 [kN]	
spinta verticale terreno emerso (S'v)	30.43234 [kN]	bS'v = 4.1 [m]
spinta orizzontale terreno immerso (S"o)	0 [kN]	bS"o = 0 [m]
spinta verticale terreno immerso (S"v)	0 [kN]	bS"v = 4.1 [m]
spinta idraulica (Sw)	0 [kN]	bSw = 0 [m]
peso materiale drenante di riempimento (Pdr)	210.2934 [kN]	bPdr = 2.614963 [m]
azione del sovraccarico distribuito (Qd)	90.21977 [kN]	bQ = 2.6 [m]
peso paramento muro (P1)	42.5 [kN]	bP1 = 0.85 [m]
peso fondazione muro (P2)	71.75 [kN]	bP2 = 2.05 [m]
sforzo normale in testa al muro (NE,d)	10.5 [kN]	bN = 0.85 [m]
taglio in testa al muro (VE,d)	6.45 [kN]	bV = 4.1 [m]
momento flettente in testa al muro (ME,d)	8.1 [kN*m]	
momento stabilizzante rispetto ad O	849.2335 [kN*m]	
momento ribaltante rispetto ad O	21.07179 [kN*m]	
	coefficiente di sicurezza al ribaltamento	40.30 VERIFICA SODDISFATTA
Verifica statica allo scorrimento (A1 + M1 + R3)		
Angolo di attrito base della fondazione -terreno	24	
tanδk	0.445229	
forza totale verticale	354.9758 [kN]	
forza totale orizzontale	91.95327 [kN]	
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)	158.0454 [kN]	
forza di scorrimento	91.95327 [kN]	
	coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.72 VERIFICA SODDISFATTA

### 5.5.2 Verifiche in condizioni sismiche

accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (ag)	0.172	[g]
fattore di amplificazione dello spettro (FO)	2.373	
categoria di sottosuolo (tab. 3.2.II NTC '08)	C	
categoria topografica (tab. 3.2.IV NTC '08)	T1	
coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS)	1.4551064	
coefficiente di amplificazione topografica (ST)	1	quota sito/altezza rilievo topografico
accelerazione orizzontale massima attesa al sito (amax)	0.250278301	[g]
coefficiente di riduzione di amax (bm)	0.38	
permeabilità del terreno:	elevata	
coefficiente sismico orizzontale (kh)	0.095105754	[g]
coefficiente sismico verticale (kv)	±	0.047552877 [g]

Verifiche sismiche al ribaltamento allo scorrimento e di capacità portante

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38	[°] =	0.663225116	[rad]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333333	[°] =	0.442150077	[rad]
coesione efficace (c'd)	0	[kN/m2]		
resistenza al taglio in fondazione (j'f,d)	30	[°]		
coesione efficace fondazione (c'f,d)	0	[kN/m2]		
angolo di inclinazione della superficie di spinta (y)	90	[°] =	1.570796327	[rad]
inclinazione terreno a monte (i)	4.2	[°] =	0.073303829	[rad]
inclinazione della superficie di scorrimento	0	[°] =	0	[rad]
qdown =	0.090540283	[rad]		(sopra falda sisma verticale ↓)
qup =	0.099524199	[rad]		(sopra falda sisma verticale ↑)
q'down =	0.177704187	[rad]		(sotto falda sisma verticale ↓)
q'up =	0.195336995	[rad]		(sotto falda sisma verticale ↑)
coefficienti di spinta attiva (KAE) (Mononobe-Okabe, 1926)				
KAE,down =	0.282967465	termine A =	2.9096575	(sopra falda sisma verticale ↓)
KAE,up =	0.289361415	termine A =	2.896112327	(sopra falda sisma verticale ↑)
K*AE,down =	0.352577345	termine A =	2.769257701	(sotto falda sisma verticale ↓)
K*AE,up =	0.36905888	termine A =	2.738073449	(sotto falda sisma verticale ↑)

#### 5.5.2.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante (A1+M1+R3)

Sisma verso il basso

ssup =	0	[kN/m2]		
sm =	23.03	[kN/m2]		
s*m =	28.69	[kN/m2]		
s*inf =	28.69	[kN/m2]		
sw =	0	[kN/m2]		
S0 =	47.28	[kN]		bracci forze rispetto al polo O:
Sv =	22.38	[kN]		bSo = 1.436593479 [m]
S*o =	0	[kN]		bSv = 4.1 [m]
S*v =	0	[kN]		bS*o = 0 [m]
Sws =	0	[kN]		bS*v = 4.1 [m]
Swd =	0	[kN]		bSws = 0 [m]
(1+kv)·Pdr				bSwd = 0 [m]
=	220.29	[kN]		bPdr = 2.546192782 [m]
kh·Pdr =	20.00	[kN]		bkhPdr = 2.452968281 [m]
(1+kv)·Qd =	0	[kN]		bQ = 2.6 [m]
kh·Qd =	0	[kN]		bkhQ = 4.204890218 [m]
(1+kv)·P1 =	44.52099728	[kN]		bP1 = 0.85 [m]
kh·P1 =	4.041994558	[kN]		bkhP1 = 2.4 [m]
(1+kv)·P2 =	75.16191894	[kN]		bP2 = 2.05 [m]
kh·P2 =	6.823837871	[kN]		bkhP2 = 0.35 [m]
(1+kv)·NE,d				
=	0	[kN]		bN = 0.85 [m]
kh·NE,d =	0	[kN]		bkhN = 4.1 [m]

VE,d =	0 [kN]	bV =	4.1 [m]
ME,d =	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:		691.6856499	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		-23.8459536	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-29.01	
		!!!	
forza totale verticale		362.36	[kN]
forza totale orizzontale		78.14	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		161.33	[kN]
forza di scorrimento		78.14	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		2.06	
		VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante (NE,tot,d)		362.36	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		78.14	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)		27.30	[kN*m]
eccentricità del carico (e)		0.08	[m]
larghezza fondazione (B)		4.1	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')		3.949309346	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):			
		sg = bg = gg	
Ng = 22.40248627		= 1	
		sc = bc = gc	
Nc = 30.13962779		= 1	
		sq = bq = gq	
Nq = 18.40112222		= 1	
		ig = 0.482532908	
	dc = 1.054106983	ic = 0.593088927	
	dq = 1.051166565	iq = 0.61520231	
capacità portante (qLim,d)		354.4339562	[kN/m2]
Ed		362.3578408	kN
Rd		1166.474446	
coefficiente di sicurezza di capacità portante		3.22	

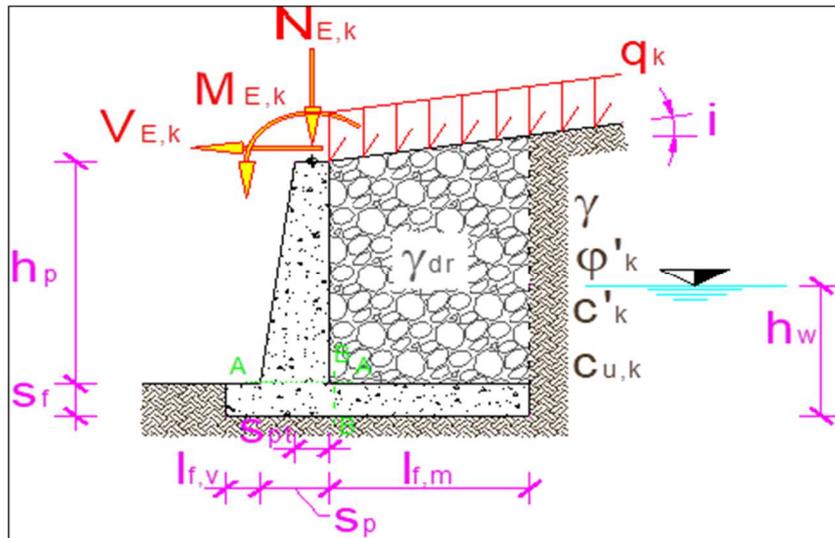
VERIFICA SODDISFATTA

Sisma verso l'alto

ssup =	0 [kN/m2]		
sm =	21.42 [kN/m2]		
s*m =	0.00 [kN/m2]		
s*inf =	0.00 [kN/m2]		
sw =	0 [kN/m2]	bracci forze rispetto al polo O:	
So =	46.15 [kN]	bSo =	1.43659348 [m]
Sv =	21.85 [kN]	bSv =	4.1 [m]
S*o =	0 [kN]	bS*o =	0 [m]
S*v =	0 [kN]	bS*v =	4.1 [m]
Sws =	0 [kN]	bSws =	0 [m]
Swd =	0 [kN]	bSwd =	0 [m]

(1-kv)·Pdr =	200.29 [kN]	bPdr =	2.69060107 [m]
kh·Pdr =	20.00 [kN]	bkhPdr =	2.45296828 [m]
(1-kv)·Qd =	0 [kN]	bQ =	2.6 [m]
kh·Qd =	0 [kN]	bkhQ =	4.20489022 [m]
(1-kv)·P1 =	40.47900272 [kN]	bP1 =	0.85 [m]
kh·P1 =	4.041994558 [kN]	bkhP1 =	2.4 [m]
(1-kv)·P2 =	68.33808106 [kN]	bP2 =	2.05 [m]
kh·P2 =	6.823837871 [kN]	bkhP2 =	0.35 [m]
(1-kv)·NE,d			
=	0 [kN]	bN =	0.85 [m]
kh·NE,d =	0 [kN]	bkhN =	4.1 [m]
VE,d =	0 [kN]	bV =	4.1 [m]
ME,d =	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:		652.260962	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		-23.276716	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-28.02	
		!!!	
forza totale verticale		330.96	[kN]
forza totale orizzontale		77.01	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		147.35	[kN]
forza di scorrimento		77.01	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		1.91	
		VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante (NE,tot,d)		330.96	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		77.01	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)		2.93	[kN*m]
eccentricità del carico (e)		0.01	[m]
larghezza fondazione (B)		4.1	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')		4.08232138	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):			
	sg = bg = gg =		
Ng =	22.40248627	1	
	sc = bc = gc =		
Nc =	30.13962779	1	
	sq = bq = gq =		
Nq =	18.40112222	1	
		ig =	0.4517438
	dc =	1	ic = 0.56511248
	dq =	1	iq = 0.58874623
capacità portante (qLim,d)		333.923881	[kN/m2]
Ed		330.957617	kN
Rd		1135.98717	
coefficiente di sicurezza di capacità portante		3.43	
		VERIFICA SODDISFATTA	

5.5.2.2 Caratteristiche di sollecitazione e verifiche sezione in c.a



CONDIZIONI	SEZIONE	$M_{E,d}$ [kN*m]	$N_{E,d}$ [kN]	$V_{E,d}$ [kN]
STATICHE (SLU)	sez. A	110.29	42.50	65.02
	sez. B	112.32	-	45.33
SISMICHE (SLV)	sez. A - sisma ↓	83.83	44.52	69.79
	sez. A - sisma ↑	80.89	40.48	67.34
	sez. B - sisma ↓	115.06	-	-57.72
	sez. B - sisma ↑	116.01	-	-70.98

5.5.2.2.1 Verifica sezione di incastro paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x50, armata con  $A_f = A_f' = 5\phi 16$   
Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 80kg/m3.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto $f_{cd}$ :	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza $\epsilon_{c2}$ :	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima $\epsilon_{cu}$ :	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	328360	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento $f_{yk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura $f_{tk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto $f_{yd}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto $E_{pu}$ :	0.068	
	Modulo Elastico $E_f$ :	2000000	daN/cm <sup>2</sup>

Diagramma tensioni-deformaz.:

Bilineare finito

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	4250	11020	6502	0
2	4452	8383	6979	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**
**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	4250	11020	4245	18355	1.666	45.3	0.11	0.70
2	S	4452	8383	4464	18399	2.195	45.3	0.11	0.70

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	50.0	-0.00102	44.0	-0.02961	6.0
2	0.00350	50.0	-0.00101	44.0	-0.02956	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vvct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	6502	21717	44.0	100.0	0.0046	0.1
2	S	6979	21744	44.0	100.0	0.0046	0.1

### 5.5.2.2.2 Verifica sezione di incastro fondazione

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x70, armata con  $A_f=A_f'=5\phi 16$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 70kg/m3.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm <sup>2</sup>	
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	70.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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			
MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	11232	4533	0
2	0	11601	7098	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico

N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	0	11232	-7	25030	2.228	65.1	0.08	0.70
2	S	0	11601	-7	25030	2.158	65.1	0.08	0.70

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	70.0	-0.00082	64.0	-0.04256	6.0
2	0.00350	70.0	-0.00082	64.0	-0.04256	6.0

#### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	4533	23800	64.0	100.0	0.0031	0.0
2	S	7098	23800	64.0	100.0	0.0031	0.0

### 5.5.1 Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo h=4.65

Le verifiche in condizioni statiche vengono eseguite considerando oltre ad un sovraccarico a monte dell'opera di sostegno pari a 20kpa, le seguenti azioni dovute all'azione del vento:

$T_v=4.3\text{kN/m}$	taglio alla base del cordolo di testa trasmessa dalla barriera fonoassorbente
$M_v=5.38\text{kN/m}$	Momento alla base del cordolo di testa trasmessa dalla barriera fonoassorbente

#### **Riepilogo dati**

altezza paramento (hp)	4.65 [m]
spessore paramento alla base (sp)	0.6 [m]
spessore paramento in testa (spt)	0.6 [m]
spessore fondazione (sf)	0.8 [m]
lunghezza fondazione lato monte (lf,m)	3.5 [m]
lunghezza fondazione lato valle (lf,v)	0.6 [m]
inclinazione terreno a monte (i)	3.0 [°]
inclinazione della superficie di scorrimento	0 [°] =
altezza di spinta del terreno (h)	3.0 [m]
altezza di spinta della parte emersa (h')	3.0 [m]
peso specifico materiale drenante (gdr)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
peso specifico terreno (g)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
angolo di resistenza al taglio del terreno (j'k)	38 [°]
coesione efficace (c'k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
resistenza non drenata (cu,k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
quota della falda (hw)	0 [m]
sovraccarico distribuito (qk)	20 [kN/m]
sforzo normale in testa al muro (NE,k)	7 [kN]
taglio in testa al muro (VE,k)	4.3 [kN]
momento flettente in testa al muro (ME,k)	5.38 [kN]

#### 5.5.1.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante A1+M1+R3

Verifica allo SLU di ribaltamento DA2 (A1+M1+R3)

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38 [°]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333 [°]
coefficiente di spinta attiva (kA)	0.225762 (Muller Breslau, 1924)
pressione alla testa del triangolo di spinta (ssup)	6.772847 [kN/m <sup>2</sup> ]
pressione alla quota di falda (sm)	32.48593 [kN/m <sup>2</sup> ]
pressione al piede della fondazione (sinf)	32.48593 [kN/m <sup>2</sup> ]
pressione idrica al piede della fondazione (sw)	0 [kN/m <sup>2</sup> ] 0: bracci forze rispetto al polo

spinta terreno emerso (S't)	111.7844 [kN]	bS'o =	2.22573 [m]
spinta orizzontale terreno emerso (S'o)	101.0345 [kN]		
spinta verticale terreno emerso (S'v)	47.83071 [kN]	bS'v =	4.7 [m]
spinta orizzontale terreno immerso (S"o)	0 [kN]	bS"o =	0 [m]
spinta verticale terreno immerso (S"v)	0 [kN]	bS"v =	4.7 [m]
spinta idraulica (Sw)	0 [kN]	bSw =	0 [m]
peso materiale drenante di riempimento (Pdr)	334.066 [kN]	bPdr =	2.964958 [m]
azione del sovraccarico distribuito (Qd)	105.2564 [kN]	bQ =	2.95 [m]
peso paramento muro (P1)	69.75 [kN]	bP1 =	0.9 [m]
peso fondazione muro (P2)	94 [kN]	bP2 =	2.35 [m]
sforzo normale in testa al muro (NE,d)	10.5 [kN]	bN =	0.9 [m]
taglio in testa al muro (VE,d)	6.45 [kN]	bV =	5.45 [m]
momento flettente in testa al muro (ME,d)	8.1 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O	1386.194 [kN*m]		
momento ribaltante rispetto ad O	43.32361 [kN*m]		
	coefficiente di sicurezza al ribaltamento	32.00	VERIFICA SODDISFATTA

#### Verifica statica allo scorrimento (A1 + M1 + R3)

Angolo di attrito base della fondazione -terreno	24		
tanδk	0.445229		
forza totale verticale	545.6467 [kN]		
forza totale orizzontale	139.7298 [kN]		
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)	242.9376 [kN]		
forza di scorrimento	139.7298 [kN]		
	coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.74	VERIFICA SODDISFATTA

#### 5.5.2 Verifiche in condizioni sismiche

accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (ag)	0.172	[g]	
fattore di amplificazione dello spettro (F0)	2.373		
categoria di sottosuolo (tab. 3.2.II NTC '08)	C		
categoria topografica (tab. 3.2.IV NTC '08)	T1		
coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS)	1.4551064		
coefficiente di amplificazione topografica (ST)	1		quota sito/altezza rilievo topografico
accelerazione orizzontale massima attesa al sito (amax)	0.250278301	[g]	
coefficiente di riduzione di amax (bm)	0.38		
permeabilità del terreno:	elevata		
coefficiente sismico orizzontale (kh)	0.095105754	[g]	
coefficiente sismico verticale (kv)	±	0.047552877	[g]

#### Verifiche sismiche al ribaltamento allo scorrimento e di capacità portante

angolo di resistenza al taglio del terreno (i'd)	38	[°] =	0.663225116 [rad]
--	----	-------	-------------------

angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333333	[°] =	0.442150077	[rad]
coesione efficace (c'd)	0	[kN/m2]		
resistenza al taglio in fondazione (j'f,d)	30	[°]		
coesione efficace fondazione (c'f,d)	0	[kN/m2]		
angolo di inclinazione della superficie di spinta (y)	90	[°] =	1.570796327	[rad]
inclinazione terreno a monte (i)	4.2	[°] =	0.073303829	[rad]
inclinazione della superficie di scorrimento	0	[°] =	0	[rad]
qdown =	0.090540283	[rad]		(sopra falda sisma verticale ↓)
qup =	0.099524199	[rad]		(sopra falda sisma verticale ↑)
q'down =	0.177704187	[rad]		(sotto falda sisma verticale ↓)
q'up =	0.195336995	[rad]		(sotto falda sisma verticale ↑)
coefficienti di spinta attiva (KAE) (Mononobe-Okabe, 1926)				
KAE,down =	0.282967465	termine A =	2.9096575	(sopra falda sisma verticale ↓)
KAE,up =	0.289361415	termine A =	2.896112327	(sopra falda sisma verticale ↑)
K*AE,down				
=	0.352577345	termine A =	2.769257701	(sotto falda sisma verticale ↓)
K*AE,up =	0.36905888	termine A =	2.738073449	(sotto falda sisma verticale ↑)

### 5.5.2.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante (A1+M1+R3)

Sisma verso il basso

ssup =	0	[kN/m2]		
sm =	30.44	[kN/m2]		
s*m =	37.90	[kN/m2]		
s*inf =	37.90	[kN/m2]		
sw =	0	[kN/m2]		
S0 =	82.54	[kN]		bracci forze rispetto al polo O:
Sv =	39.08	[kN]		bSo = 1.898247947 [m]
S*o =	0	[kN]		bSv = 4.7 [m]
S*v =	0	[kN]		bS*o = 0 [m]
Sws =	0	[kN]		bS*v = 4.7 [m]
Swd =	0	[kN]		bSws = 0 [m]
(1+kv)·Pdr				bSwd = 0 [m]
=	349.95	[kN]		bPdr = 2.884838752 [m]
kh·Pdr =	31.77	[kN]		bkhPdr = 3.186708932 [m]
(1+kv)·Qd =	0	[kN]		bQ = 2.95 [m]
kh·Qd =	0	[kN]		bkhQ = 5.572371921 [m]
(1+kv)·P1 =	73.06681318	[kN]		bP1 = 0.9 [m]
kh·P1 =	6.633626363	[kN]		bkhP1 = 3.125 [m]
(1+kv)·P2 =	98.46997045	[kN]		bP2 = 2.35 [m]
kh·P2 =	8.939940905	[kN]		bkhP2 = 0.4 [m]
(1+kv)·NE,d				
=	0	[kN]		bN = 0.9 [m]
kh·NE,d =	0	[kN]		bkhN = 5.45 [m]
VE,d =	0	[kN]		bV = 5.45 [m]

ME,d = 0 [kN\*m]  
 momento stabilizzante rispetto ad O: 1181.166272 [kN\*m]  
 momento ribaltante rispetto ad O: -26.9737995 [kN\*m]  
 coefficiente di sicurezza al ribaltamento -43.79

!!!

forza totale verticale 560.57 [kN]  
 forza totale orizzontale 129.89 [kN]  
 forza resistente allo scorrimento (FRs,d) 249.58 [kN]  
 forza di scorrimento 129.89 [kN]  
 coefficiente di sicurezza allo scorrimento 1.92

VERIFICA SODDISFATTA

azione assiale risultante (NE,tot,d) 560.57 [kN]  
 azione tagliante risultante (VE,tot,d) 129.89 [kN]  
 momento flettente risultante (ME,tot,d) 109.19 [kN\*m]  
 eccentricità del carico (e) 0.19 [m]  
 larghezza fondazione (B) 4.7 [m]  
 larghezza fondazione equivalente (B') 4.310428693 [m]

calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):

sg = bg = gg  
 Ng = 22.40248627 = 1  
 sc = bc = gc  
 Nc = 30.13962779 = 1  
 sq = bq = gq  
 Nq = 18.40112222 = 1

ig = 0.453494712  
 dc = 1.056656005 ic = 0.566720139  
 dq = 1.053577063 iq = 0.590266521

capacità portante (qLim,d) 375.1626791 [kN/m2]  
 Ed 560.5660862 kN  
 Rd 1347.593314  
 coefficiente di sicurezza di capacità portante 2.40

VERIFICA SODDISFATTA

Sisma verso l'alto

ssup = 0 [kN/m2]  
 sm = 28.30 [kN/m2]  
 s\*m = 0.00 [kN/m2]  
 s\*inf = 0.00 [kN/m2]  
 sw = 0 [kN/m2]

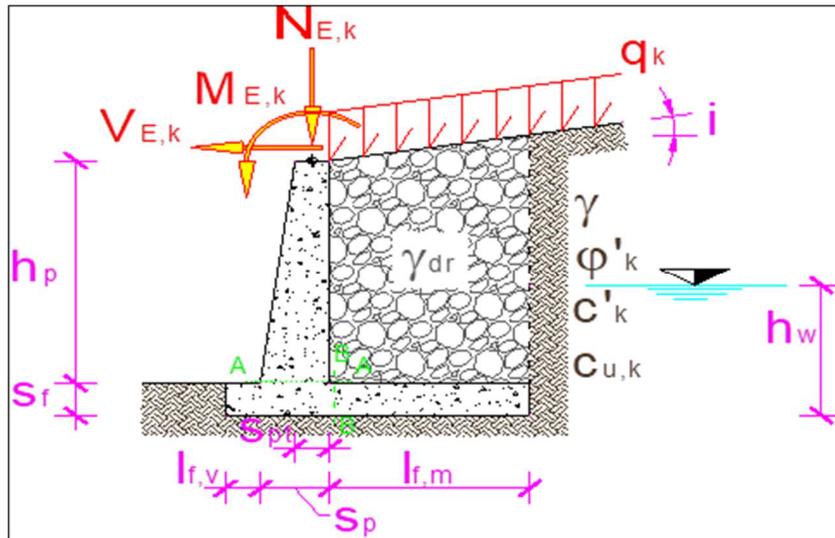
bracci forze rispetto al polo O:

So = 80.57 [kN] bSo = 1.89824795 [m]  
 Sv = 38.14 [kN] bSv = 4.7 [m]  
 S\*o = 0 [kN] bS\*o = 0 [m]  
 S\*v = 0 [kN] bS\*v = 4.7 [m]  
 Sws = 0 [kN] bSws = 0 [m]  
 Swd = 0 [kN] bSwd = 0 [m]  
 (1-kv)·Pdr = 318.18 [kN] bPdr = 3.05307682 [m]

kh·Pdr =	31.77 [kN]	bkhPdr =	3.18670893 [m]	
(1-kv)·Qd =	0 [kN]	bQ =	2.95 [m]	
kh·Qd =	0 [kN]	bkhQ =	5.57237192 [m]	
(1-kv)·P1 =	66.43318682 [kN]	bP1 =	0.9 [m]	
kh·P1 =	6.633626363 [kN]	bkhP1 =	3.125 [m]	
(1-kv)·P2 =	89.53002955 [kN]	bP2 =	2.35 [m]	
kh·P2 =	8.939940905 [kN]	bkhP2 =	0.4 [m]	
(1-kv)·NE,d				
=	0 [kN]	bN =	0.9 [m]	
kh·NE,d =	0 [kN]	bkhN =	5.45 [m]	
VE,d =	0 [kN]	bV =	5.45 [m]	
ME,d =	0 [kN*m]			
momento stabilizzante rispetto ad O:		1116.06122	[kN*m]	
momento ribaltante rispetto ad O:		-26.329896	[kN*m]	
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-42.39		
		!!!		
forza totale verticale		512.29	[kN]	
forza totale orizzontale		127.92	[kN]	
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		228.09	[kN]	
forza di scorrimento		127.92	[kN]	
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		1.78		
		VERIFICA SODDISFATTA		
azione assiale risultante (NE,tot,d)		512.29	[kN]	
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		127.92	[kN]	
momento flettente risultante (ME,tot,d)		61.49	[kN*m]	
eccentricità del carico (e)		0.12	[m]	
larghezza fondazione (B)		4.7	[m]	
larghezza fondazione equivalente (B')		4.45995588	[m]	
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):				
	sg = bg = gg =			
Ng =	22.40248627	1		
	sc = bc = gc =			
Nc =	30.13962779	1		
	sq = bq = gq =			
Nq =	18.40112222	1		
		ig =	0.42237793	
	dc =	1	ic =	0.53783059
	dq =	1	iq =	0.56294696
capacità portante (qLim,d)		351.370552	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Ed		512.288081	kN	
Rd		1305.9143		
coefficiente di sicurezza di capacità portante		2.55		

VERIFICA SODDISFATTA

#### 5.5.2.2 Caratteristiche di sollecitazione e verifiche sezione in c.a



CONDIZIONI	SEZIONE	$M_{E,d}$ [kN*m]	$N_{E,d}$ [kN]	$V_{E,d}$ [kN]
STATICHE (SLU)	sez. A	218.06	69.75	104.64
	sez. B	233.39	-	72.05
SISMICHE (SLV)	sez. A - sisma ↓	195.72	73.07	116.82
	sez. A - sisma ↑	188.37	66.43	112.32
	sez. B - sisma ↓	261.37	-	-135.85
	sez. B - sisma ↑	259.69	-	-157.11

#### 5.5.2.2.1 Verifica sezione di incastro paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x80, armata con  $A_f=A'_f=5\phi 20$   
Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20$ ". Incidenza 70kg/m3.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto $f_{cd}$ :	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza $ec2$ :	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima $ecu$ :	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	328360	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento $f_{yk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura $f_{tk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto $f_{yd}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto $E_{pu}$ :	0.068	
	Modulo Elastico $E_f$ :	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	6975	21806	10464	0
2	6643	19572	11682	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	6975	21806	6989	34004	1.559	54.4	0.10	0.70
2	S	6643	19572	6617	33912	1.733	54.4	0.10	0.70

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00027	54.0	-0.03039	6.0
2	0.00350	60.0	-0.00027	54.0	-0.03046	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	10464	27980	54.0	100.0	0.0058	0.1
2	S	11682	27935	54.0	100.0	0.0058	0.1

### 5.5.2.2.2 Verifica sezione di incastro fondazione

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x80, armata con  $A_f = A_f' = 5\phi 20$   
 Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 70kg/m3.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	141.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	25.60	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	80.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	23339	7205	0
2	0	25969	15711	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	21.0	cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.0	cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)

Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	0	23339	-16	44169	1.893	74.2	0.08	0.70
2	S	0	25969	-16	44169	1.701	74.2	0.08	0.70

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	80.0	-0.00014	74.0	-0.04143	6.0
2	0.00350	80.0	-0.00014	74.0	-0.04143	6.0

#### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $< 0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	7205	29660	74.0	100.0	0.0042	0.0
2	S	15711	29660	74.0	100.0	0.0042	0.0

### 5.5.3 Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo h=5.5

Le verifiche in condizioni statiche vengono eseguite considerando oltre ad un sovraccarico a monte dell'opera di sostegno pari a 20kpa, le seguenti azioni dovute all'azione del vento:

$T_v=4.3\text{kN/m}$	taglio alla base del cordolo di testa trasmessa dalla barriera fonoassorbente
$M_v=5.38\text{kN/m}$	Momento alla base del cordolo di testa trasmessa dalla barriera fonoassorbente

#### Riepilogo dati

altezza paramento (hp)	5.5 [m]
spessore paramento alla base (sp)	0.6 [m]
spessore paramento in testa (spt)	0.6 [m]
spessore fondazione (sf)	0.8 [m]
lunghezza fondazione lato monte (lf,m)	3.8 [m]
lunghezza fondazione lato valle (lf,v)	0.6 [m]
inclinazione terreno a monte (i)	3.0 [°]
inclinazione della superficie di scorrimento	0 [°] =
altezza di spinta del terreno (h)	6.56 [m]
altezza di spinta della parte emersa (h')	6.56 [m]
peso specifico materiale drenante (gdr)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
peso specifico terreno (g)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
angolo di resistenza al taglio del terreno (j'k)	38 [°]
coesione efficace (c'k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
resistenza non drenata (cu,k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
quota della falda (hw)	0 [m]
sovraccarico distribuito (qk)	20 [kN/m]
sforzo normale in testa al muro (NE,k)	7 [kN]
taglio in testa al muro (VE,k)	4.3 [kN]
momento flettente in testa al muro (ME,k)	5.38 [kN]

#### 5.5.3.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante A1+M1+R3

Verifica allo SLU di ribaltamento DA2 (A1+M1+R3)

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38 [°]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333 [°]
coefficiente di spinta attiva (kA)	0.225762 (Muller Breslau, 1924)
pressione alla testa del triangolo di spinta (ssup)	6.772847 [kN/m <sup>2</sup> ]
pressione alla quota di falda (sm)	36.4186 [kN/m <sup>2</sup> ]
pressione al piede della fondazione (sinf)	36.4186 [kN/m <sup>2</sup> ]

		bracci forze rispetto al polo
pressione idrica al piede della fondazione (sw)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]	O:
spinta terreno emerso (S't)	141.7915 [kN]	bS'o = 2.531764 [m]
spinta orizzontale terreno emerso (S'o)	128.156 [kN]	
spinta verticale terreno emerso (S'v)	60.67029 [kN]	bS'v = 5 [m]
spinta orizzontale terreno immerso (S''o)	0 [kN]	bS''o = 0 [m]
spinta verticale terreno immerso (S''v)	0 [kN]	bS''v = 5 [m]
spinta idraulica (Sw)	0 [kN]	bSw = 0 [m]
peso materiale drenante di riempimento (Pdr)	428.0974 [kN]	bPdr = 3.114938 [m]
azione del sovraccarico distribuito (Qd)	114.2784 [kN]	bQ = 3.1 [m]
peso paramento muro (P1)	82.5 [kN]	bP1 = 0.9 [m]
peso fondazione muro (P2)	100 [kN]	bP2 = 2.5 [m]
sforzo normale in testa al muro (NE,d)	10.5 [kN]	bN = 0.9 [m]
taglio in testa al muro (VE,d)	6.45 [kN]	bV = 6.3 [m]
momento flettente in testa al muro (ME,d)	8.1 [kN*m]	
momento stabilizzante rispetto ad O	1757.791 [kN*m]	
momento ribaltante rispetto ad O	69.84422 [kN*m]	
	coefficiente di sicurezza al ribaltamento	25.17 VERIFICA SODDISFATTA

Verifica statica allo scorrimento (A1 + M1 + R3)		
Angolo di attrito base della fondazione -terreno	24	
tanδk	0.445229	
forza totale verticale	671.2677 [kN]	
forza totale orizzontale	174.9878 [kN]	
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)	298.8676 [kN]	
forza di scorrimento	174.9878 [kN]	
	coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.71 VERIFICA SODDISFATTA

#### 5.5.4 Verifiche in condizioni sismiche

accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (ag)	0.172	[g]
fattore di amplificazione dello spettro (F0)	2.373	
categoria di sottosuolo (tab. 3.2.II NTC '08)	C	
categoria topografica (tab. 3.2.IV NTC '08)	T1	
coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS)	1.4551064	
coefficiente di amplificazione topografica (ST)	1	quota sito/altezza rilievo topografico
accelerazione orizzontale massima attesa al sito (amax)	0.250278301	[g]
coefficiente di riduzione di amax (bm)	0.38	
permeabilità del terreno:	elevata	
coefficiente sismico orizzontale (kh)	0.095105754	[g]
coefficiente sismico verticale (kv)	±	0.047552877 [g]

Verifiche sismiche al ribaltamento allo scorrimento e di capacità portante

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38	[°] =	0.663225116	[rad]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333333	[°] =	0.442150077	[rad]
coesione efficace (c'd)	0	[kN/m2]		
resistenza al taglio in fondazione (j'f,d)	30	[°]		
coesione efficace fondazione (c'f,d)	0	[kN/m2]		
angolo di inclinazione della superficie di spinta (y)	90	[°] =	1.570796327	[rad]
inclinazione terreno a monte (i)	4.2	[°] =	0.073303829	[rad]
inclinazione della superficie di scorrimento	0	[°] =	0	[rad]
qdown =	0.090540283	[rad]		(sopra falda sisma verticale ↓)
qup =	0.099524199	[rad]		(sopra falda sisma verticale ↑)
q'down =	0.177704187	[rad]		(sotto falda sisma verticale ↓)
q'up =	0.195336995	[rad]		(sotto falda sisma verticale ↑)
coefficienti di spinta attiva (KAE) (Mononobe-Okabe, 1926)				
KAE,down =	0.282967465	termine A =	2.9096575	(sopra falda sisma verticale ↓)
KAE,up =	0.289361415	termine A =	2.896112327	(sopra falda sisma verticale ↑)
K*AE,down =	0.352577345	termine A =	2.769257701	(sotto falda sisma verticale ↓)
K*AE,up =	0.36905888	termine A =	2.738073449	(sotto falda sisma verticale ↑)

#### 5.5.4.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante (A1+M1+R3)

Sisma verso il basso

ssup =	0	[kN/m2]		
sm =	35.09	[kN/m2]		
s*m =	43.70	[kN/m2]		
s*inf =	43.70	[kN/m2]		
sw =	0	[kN/m2]		
S0 =	109.73	[kN]		bracci forze rispetto al polo O:
Sv =	51.94	[kN]		bSo = 2.188573962 [m]
S*o =	0	[kN]		bSv = 5 [m]
S*v =	0	[kN]		bS*o = 0 [m]
Sws =	0	[kN]		bS*v = 5 [m]
Swd =	0	[kN]		bSws = 0 [m]
(1+kv)·Pdr				bSwd = 0 [m]
=	448.45	[kN]		bPdr = 3.028011095 [m]
kh·Pdr =	40.71	[kN]		bkhPdr = 3.616952765 [m]
(1+kv)·Qd =	0	[kN]		bQ = 3.1 [m]
kh·Qd =	0	[kN]		bkhQ = 6.432860943 [m]
(1+kv)·P1 =	86.42311237	[kN]		bP1 = 0.9 [m]
kh·P1 =	7.84622473	[kN]		bkhP1 = 3.55 [m]
(1+kv)·P2 =	104.7552877	[kN]		bP2 = 2.5 [m]
kh·P2 =	9.51057543	[kN]		bkhP2 = 0.4 [m]
(1+kv)·NE,d				
=	0	[kN]		bN = 0.9 [m]
kh·NE,d =	0	[kN]		bkhN = 6.3 [m]

VE,d =	0 [kN]	bV =	6.3 [m]
ME,d =	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:		1518.673959	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		-19.5831807	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-77.55	
		!!!	
forza totale verticale		691.58	[kN]
forza totale orizzontale		167.80	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		307.91	[kN]
forza di scorrimento		167.80	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		1.84	
		VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante (NE,tot,d)		691.58	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		167.80	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)		190.69	[kN*m]
eccentricità del carico (e)		0.28	[m]
larghezza fondazione (B)		5	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')		4.448542695	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):			
	sg = bg = gg		
Ng = 22.40248627	= 1		
	sc = bc = gc		
Nc = 30.13962779	= 1		
	sq = bq = gq		
Nq = 18.40112222	= 1		
		ig = 0.434437485	
	dc = 1.054897005	ic = 0.549108475	
	dq = 1.051913654	iq = 0.573611954	
capacità portante (qLim,d)		367.7086185	[kN/m2]
Ed		691.5780046	kN
Rd		1363.139574	
coefficiente di sicurezza di capacità portante		1.97	

VERIFICA SODDISFATTA

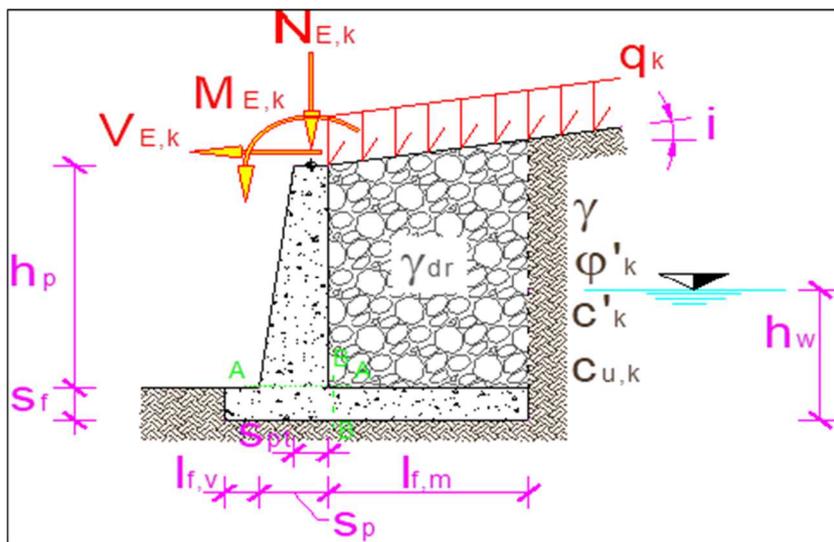
Sisma verso l'alto

ssup =	0 [kN/m2]		
sm =	32.63 [kN/m2]		
s*m =	0.00 [kN/m2]		
s*inf =	0.00 [kN/m2]		
sw =	0 [kN/m2]	bracci forze rispetto al polo O:	
So =	107.11 [kN]	bSo =	2.18857396 [m]
Sv =	50.70 [kN]	bSv =	5 [m]
S*o =	0 [kN]	bS*o =	0 [m]
S*v =	0 [kN]	bS*v =	5 [m]
Sws =	0 [kN]	bSws =	0 [m]
Swd =	0 [kN]	bSwd =	0 [m]

(1-kv)·Pdr =	407.74 [kN]	bPdr =	3.21054551 [m]
kh·Pdr =	40.71 [kN]	bkhPdr =	3.61695276 [m]
(1-kv)·Qd =	0 [kN]	bQ =	3.1 [m]
kh·Qd =	0 [kN]	bkhQ =	6.43286094 [m]
(1-kv)·P1 =	78.57688763 [kN]	bP1 =	0.9 [m]
kh·P1 =	7.84622473 [kN]	bkhP1 =	3.55 [m]
(1-kv)·P2 =	95.24471228 [kN]	bP2 =	2.5 [m]
kh·P2 =	9.51057543 [kN]	bkhP2 =	0.4 [m]
(1-kv)·NE,d		bN =	0.9 [m]
=	0 [kN]	bkhN =	6.3 [m]
kh·NE,d =	0 [kN]	bV =	6.3 [m]
VE,d =	0 [kN]		
ME,d =	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:		1438.97848	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		-19.115702	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-75.28	
		!!!	
forza totale verticale		632.27	[kN]
forza totale orizzontale		165.18	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		281.50	[kN]
forza di scorrimento		165.18	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		1.70	
		VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante (NE,tot,d)		632.27	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		165.18	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)		122.57	[kN*m]
eccentricità del carico (e)		0.19	[m]
larghezza fondazione (B)		5	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')		4.61227594	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):			
	sg = bg = gg =		
Ng =	22.40248627	1	
	sc = bc = gc =		
Nc =	30.13962779	1	
	sq = bq = gq =		
Nq =	18.40112222	1	
		ig =	0.40318069
	dc =	ic =	0.51965343
	dq =	iq =	0.54575763
capacità portante (qLim,d)		344.070961	[kN/m2]
Ed		632.266675	kN
Rd		1322.45851	
coefficiente di sicurezza di capacità portante		2.09	

VERIFICA SODDISFATTA

5.5.4.2 Caratteristiche di sollecitazione e verifiche sezione in c.a



CONDIZIONI	SEZIONE	$M_{E,d}$ [kN*m]	$N_{E,d}$ [kN]	$V_{E,d}$ [kN]
STATICHE (SLU)	sez. A	322.85	82.50	137.00
	sez. B	353.10	-	95.28
SISMICHE (SLV)	sez. A - sisma ↓	307.01	86.42	153.21
	sez. A - sisma ↑	295.01	78.58	146.97
	sez. B - sisma ↓	396.15	-	-199.54
	sez. B - sisma ↑	390.61	-	-228.55

5.5.4.2.1 Verifica sezione di incastro paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x70, armata con  $A_f=A'_f=5\phi 20$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20$ ". Incidenza 80kg/m3.

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto $f_{cd}$ :	170.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza $\epsilon_{c2}$ :	0.0020
	Deformazione unitaria ultima $\epsilon_{cu}$ :	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	328360 daN/cm <sup>2</sup>
Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	29.00 daN/cm <sup>2</sup>	

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento $f_{yk}$ :	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura $f_{tk}$ :	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto $f_{yd}$ :	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto $E_{pu}$ :	0.068
	Modulo Elastico $E_f$ :	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base: 100.0 cm

Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	8250	32285	13700	0
2	8642	30701	15321	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**
**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	8250	32285	8241	34311	1.063	54.4	0.10	0.70
2	S	8642	30701	8657	34413	1.121	54.4	0.10	0.70

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00024	54.0	-0.03017	6.0
2	0.00350	60.0	-0.00023	54.0	-0.03010	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	1370	28152	54.0	100.0	0.0058	0.1
2	S	15321	28205	54.0	100.0	0.0058	0.1

#### 5.5.4.2.2 Verifica sezione di incastro fondazione

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x80, armata con  $A_f=A_f'=5\phi 20$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 70kg/m3.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Resis. media a trazione fctm:	25.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm <sup>2</sup>	
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	80.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	35310	9528	0
2	0	39615	22855	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico

Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	0	35310	-16	44169	1.251	74.2	0.08	0.70
2	S	0	39615	-16	44169	1.115	74.2	0.08	0.70

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	80.0	-0.00014	74.0	-0.04143	6.0
2	0.00350	80.0	-0.00014	74.0	-0.04143	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $< 0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	9528	29660	74.0	100.0	0.0042	0.0
2	S	22855	29660	74.0	100.0	0.0042	0.0

## 5.6 Verifica muro OS7

Il muro di sottoscampa OS7 ha una estensione in pianta di circa 45m, con altezza del paramento variabile tra 2.3m e 5.6m. La larghezza della fondazione è variabile in funzione del tipologico adottato per le diverse altezze del paramento. Si presentano a seguire le verifiche strutturali (STR) e Geotecniche (GEO) per i 2 tipologici considerati.

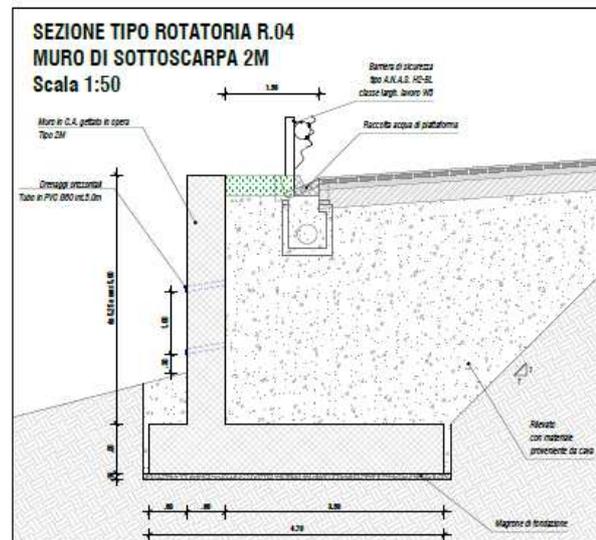
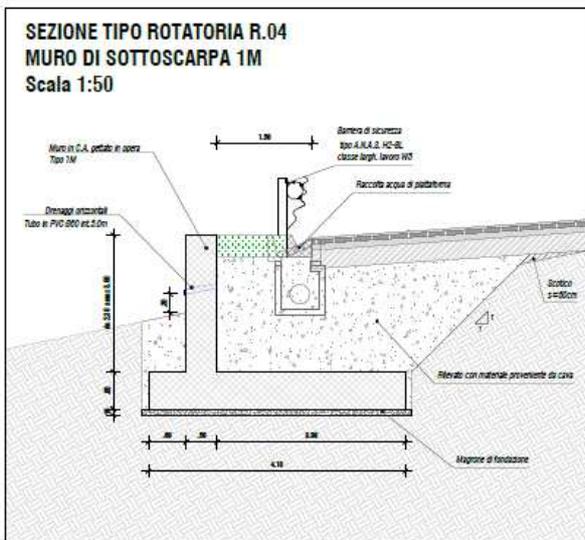
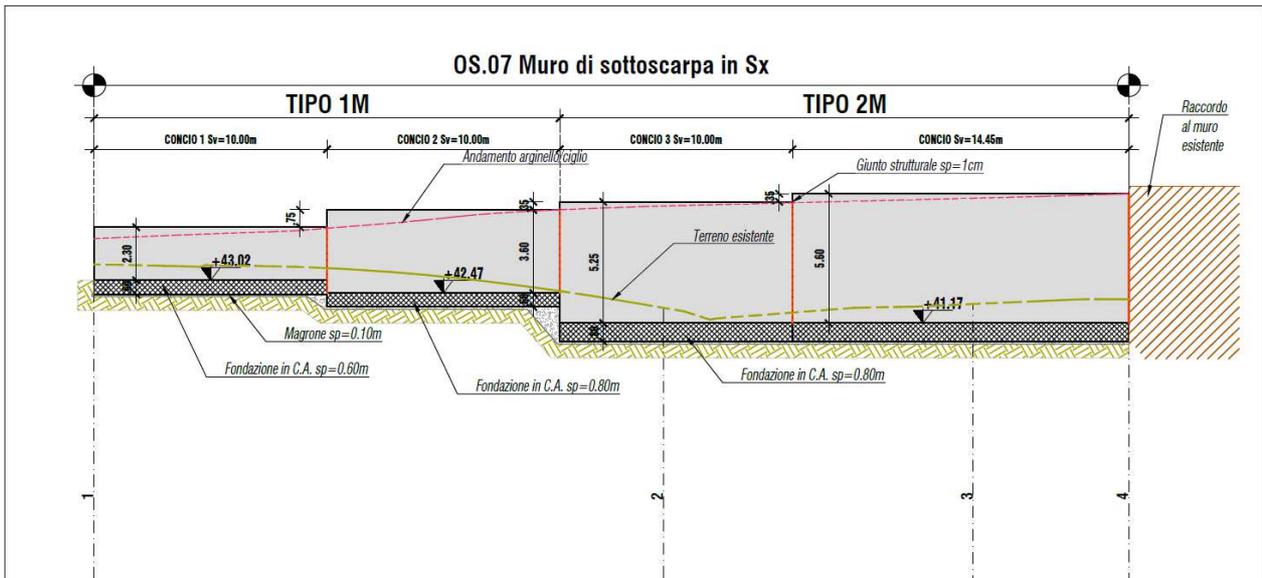


Figura 7 – Prospetto e sezione tipo muro OS07

### 5.6.1 Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo h=5.6

Le verifiche in condizioni statiche vengono eseguite considerando oltre ad un sovraccarico a monte dell'opera di sostegno pari a 20kpa, le seguenti azioni dovute all'azione del vento:

#### Riepilogo dati

altezza paramento (hp)	5.6 [m]
spessore paramento alla base (sp)	0.6 [m]
spessore paramento in testa (spt)	0.6 [m]
spessore fondazione (sf)	0.8 [m]
lunghezza fondazione lato monte (lf,m)	3.5.. [m]
lunghezza fondazione lato valle (lf,v)	0.6 [m]
inclinazione terreno a monte (i)	3.0 [°]
inclinazione della superficie di scorrimento	0 [°] =
altezza di spinta del terreno (h)	6.64 [m]
altezza di spinta della parte emersa (h')	6.64 [m]
peso specifico materiale drenante (gdr)	20 [kN/m3]
peso specifico terreno (g)	20 [kN/m3]
angolo di resistenza al taglio del terreno (j'k)	38 [°]
coesione efficace (c'k)	0 [kN/m2]
resistenza non drenata (cu,k)	0 [kN/m2]
quota della falda (hw)	0 [m]
sovraccarico distribuito (qk)	20 [kN/m]
sforzo normale in testa al muro (NE,k)	7 [kN]
taglio in testa al muro (VE,k)	4.3 [kN]
momento flettente in testa al muro (ME,k)	5.38 [kN]

#### 5.6.1.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante A1+M1+R3

Verifica allo SLU di ribaltamento DA2 (A1+M1+R3)

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38 [°]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333 [°]
coefficiente di spinta attiva (kA)	0.225762 (Muller Breslau, 1924)
pressione alla testa del triangolo di spinta (ssup)	6.772847 [kN/m2]
pressione alla quota di falda (sm)	36.7754 [kN/m2]
pressione al piede della fondazione (sinf)	36.7754 [kN/m2]
pressione idrica al piede della fondazione (sw)	0 [kN/m2] O:
spinta terreno emerso (S't)	144.6835 [kN] bS'o = 2.559389 [m]
spinta orizzontale terreno emerso (S'o)	130.7698 [kN]

spinta verticale terreno emerso (S <sup>v</sup> )	61.90772 [kN]	bS <sup>v</sup> =	4.7 [m]
spinta orizzontale terreno immerso (S <sup>o</sup> )	0 [kN]	bS <sup>o</sup> =	0 [m]
spinta verticale terreno immerso (S <sup>v</sup> )	0 [kN]	bS <sup>v</sup> =	4.7 [m]
spinta idraulica (S <sub>w</sub> )	0 [kN]	bS <sub>w</sub> =	0 [m]
peso materiale drenante di riempimento (P <sub>dr</sub> )	400.566 [kN]	bP <sub>dr</sub> =	2.962474 [m]
azione del sovraccarico distribuito (Q <sub>d</sub> )	105.2564 [kN]	bQ =	2.95 [m]
peso paramento muro (P <sub>1</sub> )	84 [kN]	bP <sub>1</sub> =	0.9 [m]
peso fondazione muro (P <sub>2</sub> )	94 [kN]	bP <sub>2</sub> =	2.35 [m]
sforzo normale in testa al muro (N <sub>e,d</sub> )	0 [kN]	bN =	0.9 [m]
taglio in testa al muro (V <sub>e,d</sub> )	0 [kN]	bV =	6.4 [m]
momento flettente in testa al muro (M <sub>e,d</sub> )	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O	1559.716 [kN*m]		
momento ribaltante rispetto ad O	43.72465 [kN*m]		
	coefficiente di sicurezza al ribaltamento	35.67	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica statica allo scorrimento (A1 + M1 + R3)			
Angolo di attrito base della fondazione -terreno	24		
tanδ <sub>k</sub>	0.445229		
forza totale verticale	640.4738 [kN]		
forza totale orizzontale	170.0008 [kN]		
forza resistente allo scorrimento (F <sub>R,d</sub> )	285.1573 [kN]		
forza di scorrimento	170.0008 [kN]		
	coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.68	VERIFICA SODDISFATTA

### 5.6.2 Verifiche in condizioni sismiche

accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (a <sub>g</sub> )	0.172	[g]	
fattore di amplificazione dello spettro (F <sub>0</sub> )	2.373		
categoria di sottosuolo (tab. 3.2.II NTC '08)	C		
categoria topografica (tab. 3.2.IV NTC '08)	T1		
coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS)	1.4551064		
coefficiente di amplificazione topografica (ST)	1		quota sito/altezza rilievo topografico
accelerazione orizzontale massima attesa al sito (a <sub>max</sub> )	0.250278301	[g]	
coefficiente di riduzione di a <sub>max</sub> (b <sub>m</sub> )	0.38		
permeabilità del terreno:	elevata		
coefficiente sismico orizzontale (k <sub>h</sub> )	0.095105754	[g]	
coefficiente sismico verticale (k <sub>v</sub> )	±	0.047552877	[g]

Verifiche sismiche al ribaltamento allo scorrimento e di capacità portante			
angolo di resistenza al taglio del terreno (i <sup>'d</sup> )	38	[°] =	0.663225116 [rad]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333333	[°] =	0.442150077 [rad]
coesione efficace (c <sup>'d</sup> )	0	[kN/m <sup>2</sup> ]	

resistenza al taglio in fondazione (j'f,d)	30	[°]		
coesione efficace fondazione (c'f,d)	0	[kN/m <sup>2</sup> ]		
angolo di inclinazione della superficie di spinta (y)	90	[°] =	1.570796327	[rad]
inclinazione terreno a monte (i)	4.2	[°] =	0.073303829	[rad]
inclinazione della superficie di scorrimento	0	[°] =	0	[rad]
qdown =	0.090540283	[rad]	(sopra falda sisma verticale ↓)	
qup =	0.099524199	[rad]	(sopra falda sisma verticale ↑)	
q'down =	0.177704187	[rad]	(sotto falda sisma verticale ↓)	
q'up =	0.195336995	[rad]	(sotto falda sisma verticale ↑)	
coefficienti di spinta attiva (KAE) (Mononobe-Okabe, 1926)				
KAE,down =	0.282967465	termine A =	2.9096575	(sopra falda sisma verticale ↓)
KAE,up =	0.289361415	termine A =	2.896112327	(sopra falda sisma verticale ↑)
K*AE,down =	0.352577345	termine A =	2.769257701	(sotto falda sisma verticale ↓)
K*AE,up =	0.36905888	termine A =	2.738073449	(sotto falda sisma verticale ↑)

### 5.6.2.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante (A1+M1+R3)

Sisma verso il basso

ssup =	0	[kN/m <sup>2</sup> ]		
sm =	35.51	[kN/m <sup>2</sup> ]		
s*m =	44.23	[kN/m <sup>2</sup> ]		
s*inf =	44.23	[kN/m <sup>2</sup> ]		
sw =	0	[kN/m <sup>2</sup> ]	bracci forze rispetto al polo O:	
S0 =	112.38	[kN]	bS0 =	2.214914614 [m]
Sv =	53.20	[kN]	bSv =	4.7 [m]
S*o =	0	[kN]	bS*o =	0 [m]
S*v =	0	[kN]	bS*v =	4.7 [m]
Sws =	0	[kN]	bSws =	0 [m]
Swd =	0	[kN]	bSwd =	0 [m]
(1+kv)·Pdr				
=	419.61	[kN]	bPdr =	2.882468274 [m]
kh·Pdr =	38.10	[kN]	bkhPdr =	3.661622111 [m]
(1+kv)·Qd =	0	[kN]	bQ =	2.95 [m]
kh·Qd =	0	[kN]	bkhQ =	6.522371921 [m]
(1+kv)·P1 =	87.99444168	[kN]	bP1 =	0.9 [m]
kh·P1 =	7.988883362	[kN]	bkhP1 =	3.6 [m]
(1+kv)·P2 =	98.46997045	[kN]	bP2 =	2.35 [m]
kh·P2 =	8.939940905	[kN]	bkhP2 =	0.4 [m]
(1+kv)·NE,d				
=	0	[kN]	bN =	0.9 [m]
kh·NE,d =	0	[kN]	bkhN =	6.4 [m]
VE,d =	0	[kN]	bV =	6.4 [m]
ME,d =	0	[kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:			1348.294158	[kN*m]

momento ribaltante rispetto ad O:	-1.13634625	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento	-1186.52	
	!!!	
forza totale verticale	659.28	[kN]
forza totale orizzontale	167.41	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)	293.53	[kN]
forza di scorrimento	167.41	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.75	

VERIFICA SODDISFATTA

azione assiale risultante (NE,tot,d)	659.28	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)	167.41	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)	199.88	[kN*m]
eccentricità del carico (e)	0.30	[m]
larghezza fondazione (B)	4.7	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')	4.093640974	[m]

calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):

	sg = bg = gg	
Ng = 22.40248627	= 1	
	sc = bc = gc	
Nc = 30.13962779	= 1	
	sq = bq = gq	
Nq = 18.40112222	= 1	

ig = 0.415288492

dc = 1.059656348      ic = 0.531150593

dq = 1.056414353      iq = 0.556629985

capacità portante (qLim,d)	339.4721373	[kN/m2]
Ed	659.2813159	kN
Rd	1158.064209	
coefficiente di sicurezza di capacità portante	1.76	

VERIFICA SODDISFATTA

Sisma verso l'alto

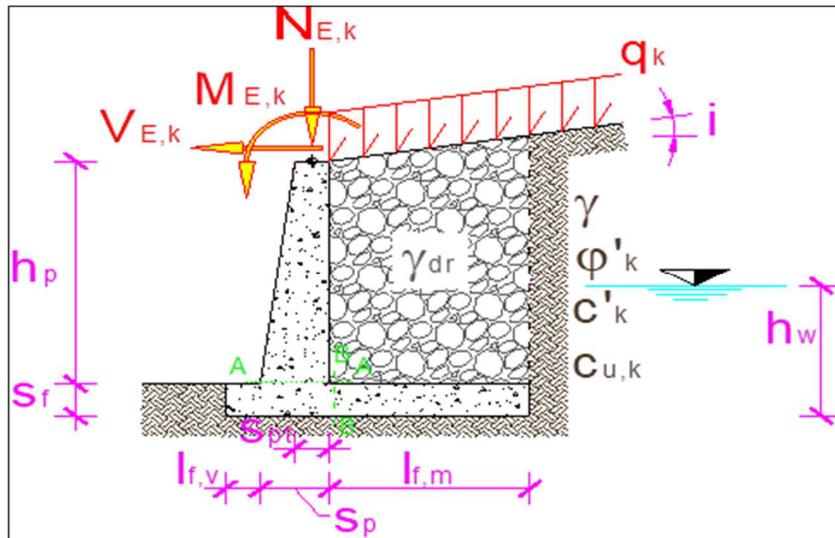
ssup =	0	[kN/m2]
sm =	33.02	[kN/m2]
s*m =	0.00	[kN/m2]
s*inf =	0.00	[kN/m2]
sw =	0	[kN/m2]
So =	109.70	[kN]
Sv =	51.93	[kN]
S*o =	0	[kN]
S*v =	0	[kN]
Sws =	0	[kN]
Swd =	0	[kN]
(1-kv)·Pdr =	381.52	[kN]
kh·Pdr =	38.10	[kN]
(1-kv)·Qd =	0	[kN]

bracci forze rispetto al polo O:

bSo =	2.21491461	[m]
bSv =	4.7	[m]
bS*o =	0	[m]
bS*v =	4.7	[m]
bSws =	0	[m]
bSwd =	0	[m]
bPdr =	3.05046964	[m]
bkhPdr =	3.66162211	[m]
bQ =	2.95	[m]

kh·Qd =	0 [kN]	bkhQ =	6.52237192 [m]
(1-kv)·P1 =	80.00555832 [kN]	bP1 =	0.9 [m]
kh·P1 =	7.988883362 [kN]	bkhP1 =	3.6 [m]
(1-kv)·P2 =	89.53002955 [kN]	bP2 =	2.35 [m]
kh·P2 =	8.939940905 [kN]	bkhP2 =	0.4 [m]
(1-kv)·NE,d		bN =	0.9 [m]
=	0 [kN]	bkhN =	6.4 [m]
kh·NE,d =	0 [kN]	bV =	6.4 [m]
VE,d =	0 [kN]		
ME,d =	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:		1274.37994	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		-1.10922	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-1148.90	
		!!!	
forza totale verticale		602.99	[kN]
forza totale orizzontale		164.72	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		268.47	[kN]
forza di scorrimento		164.72	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		1.63	
		VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante (NE,tot,d)		602.99	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		164.72	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)		141.53	[kN*m]
eccentricità del carico (e)		0.23	[m]
larghezza fondazione (B)		4.7	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')		4.23057406	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):			
	sg = bg = gg =		
Ng =	22.40248627	1	
	sc = bc = gc =		
Nc =	30.13962779	1	
	sq = bq = gq =		
Nq =	18.40112222	1	
	dc =	1	ig = 0.38395378
	dq =	1	ic = 0.50115656
			iq = 0.52826596
capacità portante (qLim,d)		314.963563	[kN/m <sup>2</sup> ]
Ed		602.986329	kN
Rd		1110.39723	
coefficiente di sicurezza di capacità portante		1.84	
		VERIFICA SODDISFATTA	

5.6.2.2 Caratteristiche di sollecitazione e verifiche sezione in c.a



CONDIZIONI	SEZIONE	$M_{E,d}$ [kN*m]	$N_{E,d}$ [kN]	$V_{E,d}$ [kN]
STATICHE (SLU)	sez. A	295.59	84.00	134.57
	sez. B	324.43	-	98.63
SISMICHE (SLV)	sez. A - sisma ↓	309.24	87.99	152.72
	sez. A - sisma ↑	296.74	80.01	146.30
	sez. B - sisma ↓	392.53	-	-88.49
	sez. B - sisma ↑	386.19	-	-118.11

5.6.2.2.1 Verifica sezione di incastro paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x60, armata con  $A_f=A_f'=5\phi 20$   
Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20$ ". Incidenza 80kg/m3.

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto $f_{cd}$ :	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza $\epsilon_{c2}$ :	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima $\epsilon_{cu}$ :	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	328360	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento $f_{yk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura $f_{tk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto $f_{yd}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto $E_{pu}$ :	0.068	
	Modulo Elastico $E_f$ :	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	8400	29559	13457	0
2	8799	3024	15272	0

### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	8400	29559	8380	34345	1.162	54.4	0.10	0.70
2	S	8799	3024	8795	34447	11.391	54.4	0.10	0.70

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00024	54.0	-0.03015	6.0
2	0.00350	60.0	-0.00023	54.0	-0.03007	6.0

#### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	13457	28172	54.0	100.0	0.0058	0.1
2	S	15272	28226	54.0	100.0	0.0058	0.1

### 5.6.2.2.2 Verifica sezione di incastro fondazione

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x80, armata con  $A_f=A_f'=5\phi 20$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 70kg/m3.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Resis. media a trazione fctm:	25.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm <sup>2</sup>	
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	80.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	32443	9863	0
2	0	39253	11811	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)

Yn	Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
x/d	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
C.Rid.	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
As Tesa	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	0	32443	-16	44169	1.361	74.2	0.08	0.70
2	S	0	39253	-16	44169	1.125	74.2	0.08	0.70

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	80.0	-0.00014	74.0	-0.04143	6.0
2	0.00350	80.0	-0.00014	74.0	-0.04143	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $< 0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	9863	29660	74.0	100.0	0.0042	0.0
2	S	11811	29660	74.0	100.0	0.0042	0.0



### 5.7.1 Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo h=4.3

Le verifiche in condizioni statiche vengono eseguite considerando oltre ad un sovraccarico a monte dell'opera di sostegno pari a 20kpa, le seguenti azioni dovute all'azione del vento:

#### Riepilogo dati

altezza paramento (hp)	4.3 [m]
spessore paramento alla base (sp)	0.6 [m]
spessore paramento in testa (spt)	0.6 [m]
spessore fondazione (sf)	0.8 [m]
lunghezza fondazione lato monte (lf,m)	3.5 [m]
lunghezza fondazione lato valle (lf,v)	0.6 [m]
inclinazione terreno a monte (i)	3.0 [°]
inclinazione della superficie di scorrimento	0 [°] =
altezza di spinta del terreno (h)	5.34 [m]
altezza di spinta della parte emersa (h')	5.34 [m]
peso specifico materiale drenante (gdr)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
peso specifico terreno (g)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
angolo di resistenza al taglio del terreno (j'k)	38 [°]
coesione efficace (c'k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
resistenza non drenata (cu,k)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
quota della falda (hw)	0 [m]
sovraccarico distribuito (qk)	20 [kN/m]
sforzo normale in testa al muro (NE,k)	[kN]
taglio in testa al muro (VE,k)	[kN]
momento flettente in testa al muro (ME,k)	[kN]

#### 5.7.1.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante A1+M1+R3

Verifica allo SLU di ribaltamento DA2 (A1+M1+R3)

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38 [°]	
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333 [°]	
coefficiente di spinta attiva (kA)	0.225762 (Muller Breslau, 1924)	
pressione alla testa del triangolo di spinta (ssup)	6.772847 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione alla quota di falda (sm)	30.9056 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione al piede della fondazione (sinf)	30.9056 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione idrica al piede della fondazione (sw)	0 [kN/m <sup>2</sup> ]	bracci forze rispetto al polo O:
spinta terreno emerso (S't)	100.6908 [kN]	bS'o = 2.101827 [m]
spinta orizzontale terreno emerso (S'o)	91.00778 [kN]	
spinta verticale terreno emerso (S'v)	43.08397 [kN]	bS'v = 4.7 [m]

spinta orizzontale terreno immerso (S <sup>o</sup> )	0 [kN]	bS <sup>o</sup> =	0 [m]
spinta verticale terreno immerso (S <sup>v</sup> )	0 [kN]	bS <sup>v</sup> =	4.7 [m]
spinta idraulica (Sw)	0 [kN]	bSw =	0 [m]
peso materiale drenante di riempimento (Pdr)	309.566 [kN]	bPdr =	2.966141 [m]
azione del sovraccarico distribuito (Qd)	105.2564 [kN]	bQ =	2.95 [m]
peso paramento muro (P1)	64.5 [kN]	bP1 =	0.9 [m]
peso fondazione muro (P2)	94 [kN]	bP2 =	2.35 [m]
sforzo normale in testa al muro (NE,d)	0 [kN]	bN =	0.9 [m]
taglio in testa al muro (VE,d)	0 [kN]	bV =	5.1 [m]
momento flettente in testa al muro (ME,d)	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O	1311.02 [kN*m]		
momento ribaltante rispetto ad O	-11.212 [kN*m]		
	coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-116.93 !!!

Verifica statica allo scorrimento (A1 + M1 + R3)

Angolo di attrito base della fondazione -terreno	24		
tanδk	0.445229		
forza totale verticale	511.15 [kN]		
forza totale orizzontale	118.3101 [kN]		
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)	227.5786 [kN]		
forza di scorrimento	118.3101 [kN]		
	coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.92	VERIFICA SODDISFATTA

**5.7.2 Verifiche in condizioni sismiche**

accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (ag)	0.172	[g]	
fattore di amplificazione dello spettro (FO)	2.373		
categoria di sottosuolo (tab. 3.2.II NTC '08)	C		
categoria topografica (tab. 3.2.IV NTC '08)	T1		
coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS)	1.4551064		
coefficiente di amplificazione topografica (ST)	1		quota sito/altezza rilievo topografico
accelerazione orizzontale massima attesa al sito (amax)	0.250278301	[g]	
coefficiente di riduzione di amax (bm)	0.38		
permeabilità del terreno:	elevata		
coefficiente sismico orizzontale (kh)	0.095105754	[g]	
coefficiente sismico verticale (kv)	±	0.047552877	[g]

Verifiche sismiche al ribaltamento allo scorrimento e di capacità portante

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38	[°] =	0.663225116 [rad]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333333	[°] =	0.442150077 [rad]
coesione efficace (c'd)	0	[kN/m <sup>2</sup> ]	
resistenza al taglio in fondazione (j'f,d)	30	[°]	

coesione efficace fondazione (c'f,d)	0	[kN/m2]	
angolo di inclinazione della superficie di spinta (y)	90	[°] =	1.570796327 [rad]
inclinazione terreno a monte (i)	4.2	[°] =	0.073303829 [rad]
inclinazione della superficie di scorrimento	0	[°] =	0 [rad]
qdown =	0.090540283	[rad]	(sopra falda sisma verticale ↓)
qup =	0.099524199	[rad]	(sopra falda sisma verticale ↑)
q'down =	0.177704187	[rad]	(sotto falda sisma verticale ↓)
q'up =	0.195336995	[rad]	(sotto falda sisma verticale ↑)
coefficienti di spinta attiva (KAE) (Mononobe-Okabe, 1926)			
KAE,down =	0.282967465	termine A =	2.9096575 (sopra falda sisma verticale ↓)
KAE,up =	0.289361415	termine A =	2.896112327 (sopra falda sisma verticale ↑)
K*AE,down =	0.352577345	termine A =	2.769257701 (sotto falda sisma verticale ↓)
K*AE,up =	0.36905888	termine A =	2.738073449 (sotto falda sisma verticale ↑)

### 5.7.2.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante (A1+M1+R3)

Sisma verso il basso

ssup =	0	[kN/m2]	
sm =	28.57	[kN/m2]	
s*m =	35.57	[kN/m2]	
s*inf =	35.57	[kN/m2]	
sw =	0	[kN/m2]	bracci forze rispetto al polo O:
S0 =	72.71	[kN]	bS0 = 1.781581281 [m]
Sv =	34.42	[kN]	bSv = 4.7 [m]
S*o =	0	[kN]	bS*o = 0 [m]
S*v =	0	[kN]	bS*v = 4.7 [m]
Sws =	0	[kN]	bSws = 0 [m]
Swd =	0	[kN]	bSwd = 0 [m]
(1+kv)·Pdr =	324.29	[kN]	bPdr = 2.885968811 [m]
kh·Pdr =	29.44	[kN]	bkhPdr = 3.011750322 [m]
(1+kv)·Qd =	0	[kN]	bQ = 2.95 [m]
kh·Qd =	0	[kN]	bkhQ = 5.222371921 [m]
(1+kv)·P1 =	67.56716058	[kN]	bP1 = 0.9 [m]
kh·P1 =	6.134321153	[kN]	bkhP1 = 2.95 [m]
(1+kv)·P2 =	98.46997045	[kN]	bP2 = 2.35 [m]
kh·P2 =	8.939940905	[kN]	bkhP2 = 0.4 [m]
(1+kv)·NE,d =	0	[kN]	bN = 0.9 [m]
kh·NE,d =	0	[kN]	bkhN = 5.1 [m]
VE,d =	0	[kN]	bV = 5.1 [m]
ME,d =	0	[kN*m]	
momento stabilizzante rispetto ad O:	1117.753732	[kN*m]	
momento ribaltante rispetto ad O:	-32.2429014	[kN*m]	

coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-34.67	
	!!!		
forza totale verticale		524.75	[kN]
forza totale orizzontale		117.23	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		233.63	[kN]
forza di scorrimento		117.23	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		1.99	
VERIFICA SODDISFATTA			
azione assiale risultante (NE,tot,d)	524.75		[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		117.23	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)		83.16	[kN*m]
eccentricità del carico (e)		0.16	[m]
larghezza fondazione (B)		4.7	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')		4.383063623	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):			
	sg = bg = gg		
Ng = 22.40248627	= 1		
	sc = bc = gc		
Nc = 30.13962779	= 1		
	sq = bq = gq		
Nq = 18.40112222	= 1		
		ig = 0.468381328	
	dc = 1.055717118	ic = 0.58030638	
	dq = 1.052689198	iq = 0.603114425	
capacità portante (qLim,d)		388.9064286	[kN/m <sup>2</sup> ]
Ed		524.745581	kN
Rd		1420.50135	
coefficiente di sicurezza di capacità portante		2.71	

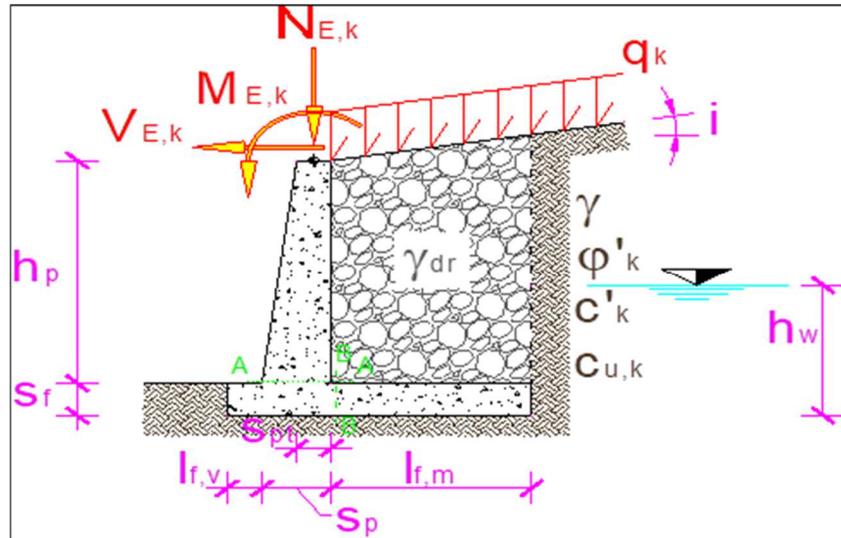
VERIFICA SODDISFATTA

Sisma verso l'alto

ssup =	0	[kN/m <sup>2</sup> ]	
sm =	26.56	[kN/m <sup>2</sup> ]	
s*m =	0.00	[kN/m <sup>2</sup> ]	
s*inf =	0.00	[kN/m <sup>2</sup> ]	
sw =	0	[kN/m <sup>2</sup> ]	
So =	70.97	[kN]	bracci forze rispetto al polo O:
Sv =	33.60	[kN]	bSo = 1.78158128 [m]
S*o =	0	[kN]	bSv = 4.7 [m]
S*v =	0	[kN]	bS*o = 0 [m]
Sws =	0	[kN]	bS*v = 4.7 [m]
Swd =	0	[kN]	bSws = 0 [m]
(1-kv)·Pdr =	294.85	[kN]	bSwd = 0 [m]
kh·Pdr =	29.44	[kN]	bPdr = 3.05431972 [m]
(1-kv)·Qd =	0	[kN]	bkhPdr = 3.01175032 [m]
			bQ = 2.95 [m]

kh·Qd =	0 [kN]	bkhQ =	5.22237192 [m]
(1-kv)·P1 =	61.43283942 [kN]	bP1 =	0.9 [m]
kh·P1 =	6.134321153 [kN]	bkhP1 =	2.95 [m]
(1-kv)·P2 =	89.53002955 [kN]	bP2 =	2.35 [m]
kh·P2 =	8.939940905 [kN]	bkhP2 =	0.4 [m]
(1-kv)·NE,d			
=	0 [kN]	bN =	0.9 [m]
kh·NE,d =	0 [kN]	bkhN =	5.1 [m]
VE,d =	0 [kN]	bV =	5.1 [m]
ME,d =	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:		1055.89417	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		-31.473217	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-33.55	
		!!!	
forza totale verticale		479.41	[kN]
forza totale orizzontale		115.49	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		213.45	[kN]
forza di scorrimento		115.49	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		1.85	
		VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante (NE,tot,d)		479.41	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		115.49	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)		39.24	[kN*m]
eccentricità del carico (e)		0.08	[m]
larghezza fondazione (B)		4.7	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')		4.53629113	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):			
	sg = bg = gg =		
Ng =	22.40248627	1	
	sc = bc = gc =		
Nc =	30.13962779	1	
	sq = bq = gq =		
Nq =	18.40112222	1	
		ig =	0.43741568
	dc =	1	ic = 0.55187748
	dq =	1	iq = 0.57623048
capacità portante (qLim,d)		365.426994	[kN/m <sup>2</sup> ]
Ed		479.408113	kN
Rd		1381.40269	
coefficiente di sicurezza di capacità portante		2.88	
		VERIFICA SODDISFATTA	

### 5.7.2.2 Caratteristiche di sollecitazione e verifiche sezione in c.a



CONDIZIONI	SEZIONE	$M_{E,d}$ [kN*m]	$N_{E,d}$ [kN]	$V_{E,d}$ [kN]
STATICHE (SLU)	sez. A	152.45	64.50	87.30
	sez. B	173.88	-	59.06
SISMICHE (SLV)	sez. A - sisma ↓	161.93	67.57	104.81
	sez. A - sisma ↑	156.05	61.43	100.93
	sez. B - sisma ↓	221.27	-	-146.52
	sez. B - sisma ↑	220.84	-	-165.06

#### 5.7.2.2.1 Verifica sezione di incastro paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x60, armata con  $A_f=A_f'=5\phi 20$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 80kg/m3.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto $f_{cd}$ :	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza $\epsilon_{c2}$ :	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima $\epsilon_{cu}$ :	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	328360	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento $f_{yk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura $f_{tk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto $f_{yd}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto $E_{pu}$ :	0.068	
	Modulo Elastico $E_f$ :	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )

Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	6450	15245	8730	0
2	6757	16193	10481	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**
**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	6450	15245	6430	33866	2.221	54.4	0.10	0.70
2	S	6757	16193	6756	33947	2.096	54.4	0.10	0.70

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00028	54.0	-0.03049	6.0
2	0.00350	60.0	-0.00027	54.0	-0.03044	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $< 0.02$ ]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	8730	27909	54.0	100.0	0.0058	0.1
2	S	10481	27950	54.0	100.0	0.0058	0.1

### 5.7.2.2.1 Verifica sezione di incastro fondazione

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x80, armata con  $A_f = A_f' = 5\phi 20$   
 Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 70kg/m3.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di progetto $f_{cd}$ :	141.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza $\epsilon_{c2}$ :	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima $\epsilon_{cu}$ :	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	25.60	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento $f_{yk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura $f_{tk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto $f_{yd}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto $\epsilon_{pu}$ :	0.068	
	Modulo Elastico $E_f$ :	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	80.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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			
MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	17388	5906	0
2	0	22084	16506	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere $< 0.45$
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	0	17388	-16	44169	2.540	74.2	0.08	0.70
2	S	0	22084	-16	44169	2.000	74.2	0.08	0.70

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	80.0	-0.00014	74.0	-0.04143	6.0
2	0.00350	80.0	-0.00014	74.0	-0.04143	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm²]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	5906	29660	74.0	100.0	0.0042	0.0
2	S	16506	29660	74.0	100.0	0.0042	0.0

### 5.8 Verifica muro OS09

Il muro di sottoscarpa OS7 ha una estensione in pianta di circa 50m, con altezza del paramento variabile tra 3.4m e 4.3m. La larghezza della fondazione è costante in tutto il tratto. Si analizzerà la sezione con altezza del paramento maggiore.

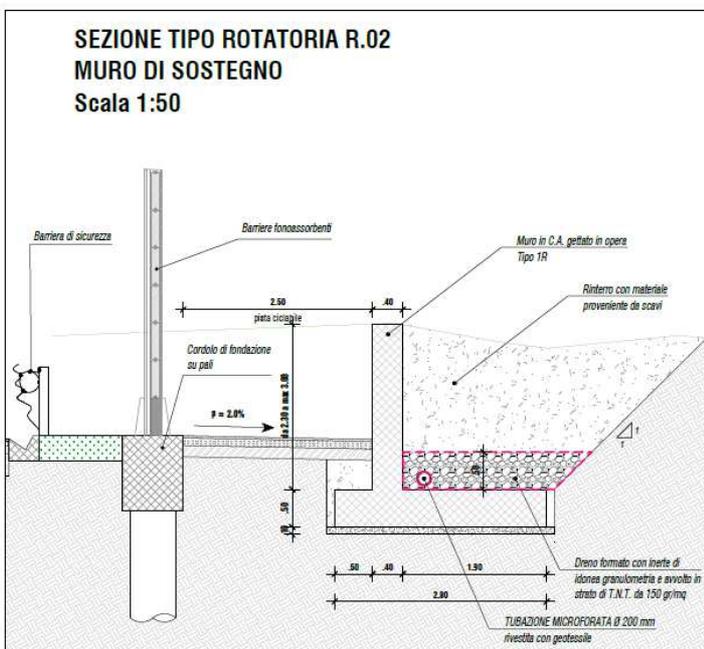
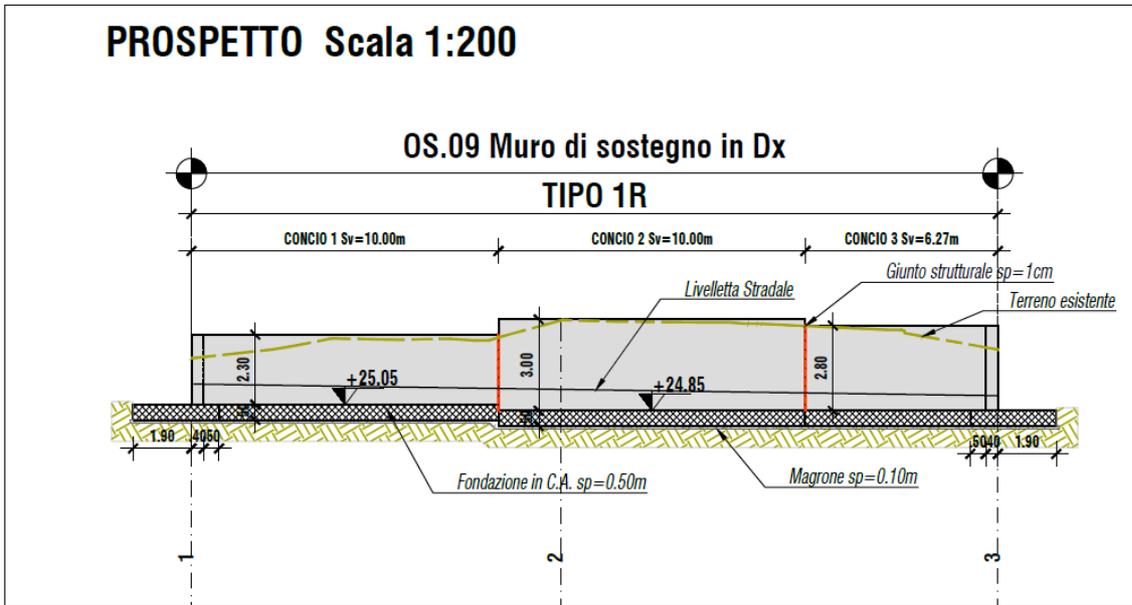


Figura 9 – Prospetto e sezione tipo muro OS09

### 5.8.1 Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo h=3.0

Le verifiche in condizioni statiche vengono eseguite considerando oltre ad un sovraccarico a monte dell'opera di sostegno pari a 20kpa, le seguenti azioni dovute all'azione del vento:

#### Riepilogo dati

altezza paramento (hp)	3.0 [m]
spessore paramento alla base (sp)	0.4 [m]
spessore paramento in testa (spt)	0.4 [m]
spessore fondazione (sf)	0.5 [m]
lunghezza fondazione lato monte (lf,m)	1.9 [m]
lunghezza fondazione lato valle (lf,v)	0.6 [m]
inclinazione terreno a monte (i)	4.0 [°]
inclinazione della superficie di scorrimento	0 [°] =
altezza di spinta del terreno (h)	3.63 [m]
altezza di spinta della parte emersa (h')	3.63 [m]
peso specifico materiale drenante (gdr)	20 [kN/m3]
peso specifico terreno (g)	20 [kN/m3]
angolo di resistenza al taglio del terreno (j'k)	38 [°]
coesione efficace (c'k)	0 [kN/m2]
resistenza non drenata (cu,k)	0 [kN/m2]
quota della falda (hw)	0 [m]
sovraccarico distribuito (qk)	20 [kN/m]
sforzo normale in testa al muro (NE,k)	[kN]
taglio in testa al muro (VE,k)	[kN]
momento flettente in testa al muro (ME,k)	[kN]

#### 5.8.1.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante A1+M1+R3

Verifica allo SLU di ribaltamento DA2 (A1+M1+R3)

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38 [°]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333 [°]
coefficiente di spinta attiva (kA)	0.225762 (Muller Breslau, 1924)
pressione alla testa del triangolo di spinta (ssup)	3.386424 [kN/m2]
pressione alla quota di falda (sm)	19.78963 [kN/m2]
pressione al piede della fondazione (sinf)	19.78963 [kN/m2]
pressione idrica al piede della fondazione (sw)	0 [kN/m2] O:
spinta terreno emerso (S't)	42.09769 [kN] bS'o = 1.387895 [m]
spinta orizzontale terreno emerso (S'o)	38.04932 [kN]

spinta verticale terreno emerso (S <sup>v</sup> )	18.01292 [kN]	bS <sup>v</sup> =	2.9 [m]
spinta orizzontale terreno immerso (S <sup>o</sup> )	0 [kN]	bS <sup>o</sup> =	0 [m]
spinta verticale terreno immerso (S <sup>v</sup> )	0 [kN]	bS <sup>v</sup> =	2.9 [m]
spinta idraulica (S <sub>w</sub> )	0 [kN]	bS <sub>w</sub> =	0 [m]
peso materiale drenante di riempimento (P <sub>dr</sub> )	116.5244 [kN]	bP <sub>dr</sub> =	1.95686 [m]
azione del sovraccarico distribuito (Q <sub>d</sub> )	28.56959 [kN]	bQ =	1.95 [m]
peso paramento muro (P <sub>1</sub> )	30 [kN]	bP <sub>1</sub> =	0.8 [m]
peso fondazione muro (P <sub>2</sub> )	36.25 [kN]	bP <sub>2</sub> =	1.45 [m]
sforzo normale in testa al muro (N <sub>E,d</sub> )	0 [kN]	bN =	0.8 [m]
taglio in testa al muro (V <sub>E,d</sub> )	0 [kN]	bV =	3.5 [m]
momento flettente in testa al muro (M <sub>E,d</sub> )	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O	313.3001 [kN*m]		
momento ribaltante rispetto ad O	0.570989 [kN*m]		
	coefficiente di sicurezza al ribaltamento	548.70	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica statica allo scorrimento (A1 + M1 + R3)			
Angolo di attrito base della fondazione -terreno	24		
tanδ <sub>k</sub>	0.445229		
forza totale verticale	200.7873 [kN]		
forza totale orizzontale	49.46411 [kN]		
forza resistente allo scorrimento (F <sub>R,d</sub> )	89.39626 [kN]		
forza di scorrimento	49.46411 [kN]		
	coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.81	VERIFICA SODDISFATTA

### 5.8.2 Verifiche in condizioni sismiche

accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (a <sub>g</sub> )	0.172	[g]	
fattore di amplificazione dello spettro (F <sub>0</sub> )	2.373		
categoria di sottosuolo (tab. 3.2.II NTC '08)	C		
categoria topografica (tab. 3.2.IV NTC '08)	T1		
coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS)	1.4551064		
coefficiente di amplificazione topografica (ST)	1		quota sito/altezza rilievo topografico
accelerazione orizzontale massima attesa al sito (a <sub>max</sub> )	0.250278301	[g]	
coefficiente di riduzione di a <sub>max</sub> (b <sub>m</sub> )	0.38		
permeabilità del terreno:	elevata		
coefficiente sismico orizzontale (k <sub>h</sub> )	0.095105754	[g]	
coefficiente sismico verticale (k <sub>v</sub> )	±	0.047552877	[g]

Verifiche sismiche al ribaltamento allo scorrimento e di capacità portante			
angolo di resistenza al taglio del terreno (i <sup>'d</sup> )	38	[°] =	0.663225116 [rad]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333333	[°] =	0.442150077 [rad]
coesione efficace (c <sup>'d</sup> )	0	[kN/m <sup>2</sup> ]	

resistenza al taglio in fondazione (j <sup>f,d</sup> )	30	[°]		
coesione efficace fondazione (c <sup>f,d</sup> )	0	[kN/m <sup>2</sup> ]		
angolo di inclinazione della superficie di spinta (y)	90	[°] =	1.570796327	[rad]
inclinazione terreno a monte (i)	4.2	[°] =	0.073303829	[rad]
inclinazione della superficie di scorrimento	0	[°] =	0	[rad]
q <sub>down</sub> =	0.090540283	[rad]		(sopra falda sisma verticale ↓)
q <sub>up</sub> =	0.099524199	[rad]		(sopra falda sisma verticale ↑)
q' <sub>down</sub> =	0.177704187	[rad]		(sotto falda sisma verticale ↓)
q' <sub>up</sub> =	0.195336995	[rad]		(sotto falda sisma verticale ↑)
coefficienti di spinta attiva (KAE) (Mononobe-Okabe, 1926)				
KAE, <sub>down</sub> =	0.282967465	termine A =	2.9096575	(sopra falda sisma verticale ↓)
KAE, <sub>up</sub> =	0.289361415	termine A =	2.896112327	(sopra falda sisma verticale ↑)
K*AE, <sub>down</sub>				
=	0.352577345	termine A =	2.769257701	(sotto falda sisma verticale ↓)
K*AE, <sub>up</sub> =	0.36905888	termine A =	2.738073449	(sotto falda sisma verticale ↑)

### 5.8.2.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante (A1+M1+R3)

Sisma verso il basso

ssup =	0	[kN/m <sup>2</sup> ]		
sm =	19.42	[kN/m <sup>2</sup> ]		
s*m =	24.18	[kN/m <sup>2</sup> ]		
s*inf =	24.18	[kN/m <sup>2</sup> ]		
sw =	0	[kN/m <sup>2</sup> ]		bracci forze rispetto al polo O:
S <sub>0</sub> =	33.59	[kN]	bS <sub>0</sub> =	1.210953648 [m]
S <sub>v</sub> =	15.90	[kN]	bS <sub>v</sub> =	2.9 [m]
S* <sub>o</sub> =	0	[kN]	bS* <sub>o</sub> =	0 [m]
S* <sub>v</sub> =	0	[kN]	bS* <sub>v</sub> =	2.9 [m]
S <sub>ws</sub> =	0	[kN]	bS <sub>ws</sub> =	0 [m]
S <sub>wd</sub> =	0	[kN]	bS <sub>wd</sub> =	0 [m]
(1+kv)·P <sub>dr</sub>				
=	122.07	[kN]	bP <sub>dr</sub> =	1.913424246 [m]
kh·P <sub>dr</sub> =	11.08	[kN]	bkhP <sub>dr</sub> =	2.033455092 [m]
(1+kv)·Q <sub>d</sub> =	0	[kN]	bQ =	1.95 [m]
kh·Q <sub>d</sub> =	0	[kN]	bkhQ =	3.566430471 [m]
(1+kv)·P <sub>1</sub> =	31.42658631	[kN]	bP <sub>1</sub> =	0.8 [m]
kh·P <sub>1</sub> =	2.853172629	[kN]	bkhP <sub>1</sub> =	2 [m]
(1+kv)·P <sub>2</sub> =	37.9737918	[kN]	bP <sub>2</sub> =	1.45 [m]
kh·P <sub>2</sub> =	3.447583594	[kN]	bkhP <sub>2</sub> =	0.25 [m]
(1+kv)·NE, <sub>d</sub>				
=	0	[kN]	bN =	0.8 [m]
kh·NE, <sub>d</sub> =	0	[kN]	bkhN =	3.5 [m]
VE, <sub>d</sub> =	0	[kN]	bV =	3.5 [m]
ME, <sub>d</sub> =	0	[kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:			284.6629446	[kN*m]

momento ribaltante rispetto ad O:	-5.43974377	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento	-52.33	
	!!!	
forza totale verticale	207.37	[kN]
forza totale orizzontale	50.98	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)	92.33	[kN]
forza di scorrimento	50.98	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.81	

VERIFICA SODDISFATTA

azione assiale risultante (NE,tot,d)	207.37	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)	50.98	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)	10.58	[kN*m]
eccentricità del carico (e)	0.05	[m]
larghezza fondazione (B)	2.9	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')	2.797941262	[m]

calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):

	sg = bg = gg	
Ng = 22.40248627	= 1	
	sc = bc = gc	
Nc = 30.13962779	= 1	
	sq = bq = gq	
Nq = 18.40112222	= 1	

ig = 0.428970478

dc = 1.054551644      ic = 0.54400893

dq = 1.051587061      iq = 0.568789542

capacità portante (qLim,d)	228.1112196	[kN/m2]
Ed	207.3686766	kN
Rd	531.8681613	
coefficiente di sicurezza di capacità portante	2.56	

VERIFICA SODDISFATTA

Sisma verso l'alto

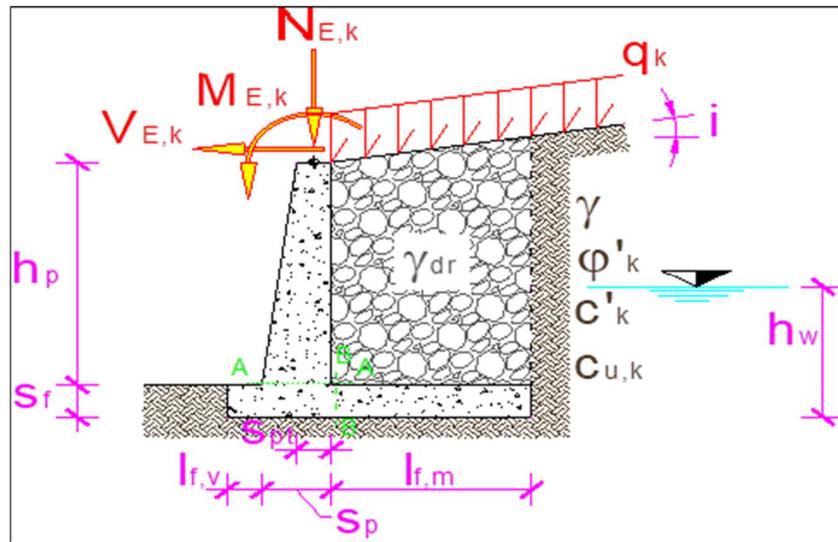
ssup =	0	[kN/m2]
sm =	18.05	[kN/m2]
s*m =	0.00	[kN/m2]
s*inf =	0.00	[kN/m2]
sw =	0	[kN/m2]
So =	32.79	[kN]
Sv =	15.52	[kN]
S*o =	0	[kN]
S*v =	0	[kN]
Sws =	0	[kN]
Swd =	0	[kN]
(1-kv)·Pdr =	110.98	[kN]
kh·Pdr =	11.08	[kN]
(1-kv)·Qd =	0	[kN]

bracci forze rispetto al polo O:

bSo =	1.21095365	[m]
bSv =	2.9	[m]
bS*o =	0	[m]
bS*v =	2.9	[m]
bSws =	0	[m]
bSwd =	0	[m]
bPdr =	2.00463341	[m]
bkhPdr =	2.03345509	[m]
bQ =	1.95	[m]

kh·Qd =	0 [kN]	bkhQ =	3.56643047 [m]
(1-kv)·P1 =	28.57341369 [kN]	bP1 =	0.8 [m]
kh·P1 =	2.853172629 [kN]	bkhP1 =	2 [m]
(1-kv)·P2 =	34.5262082 [kN]	bP2 =	1.45 [m]
kh·P2 =	3.447583594 [kN]	bkhP2 =	0.25 [m]
(1-kv)·NE,d			
=	0 [kN]	bN =	0.8 [m]
kh·NE,d =	0 [kN]	bkhN =	3.5 [m]
VE,d =	0 [kN]	bV =	3.5 [m]
ME,d =	0 [kN*m]		
momento stabilizzante rispetto ad O:		266.299273	[kN*m]
momento ribaltante rispetto ad O:		-5.3098892	[kN*m]
coefficiente di sicurezza al ribaltamento		-50.15	
		!!!	
forza totale verticale		189.61	[kN]
forza totale orizzontale		50.17	[kN]
forza resistente allo scorrimento (FRs,d)		84.42	[kN]
forza di scorrimento		50.17	[kN]
coefficiente di sicurezza allo scorrimento		1.68	
		VERIFICA SODDISFATTA	
azione assiale risultante (NE,tot,d)		189.61	[kN]
azione tagliante risultante (VE,tot,d)		50.17	[kN]
momento flettente risultante (ME,tot,d)		3.32	[kN*m]
eccentricità del carico (e)		0.02	[m]
larghezza fondazione (B)		2.9	[m]
larghezza fondazione equivalente (B')		2.86498249	[m]
calcolo capacità portante (Brinch-Hansen, 1970):			
	sg = bg = gg =		
Ng =	22.40248627	1	
	sc = bc = gc =		
Nc =	30.13962779	1	
	sq = bq = gq =		
Nq =	18.40112222	1	
		ig =	0.39768491
	dc =	1	ic = 0.51439693
	dq =	1	iq = 0.54078679
capacità portante (qLim,d)		211.820389	[kN/m <sup>2</sup> ]
Ed		189.606159	kN
Rd		505.718088	
coefficiente di sicurezza di capacità portante		2.67	
		VERIFICA SODDISFATTA	

5.8.2.2 Caratteristiche di sollecitazione e verifiche sezione in c.a



CONDIZIONI	SEZIONE	$M_{E,d}$ [kN*m]	$N_{E,d}$ [kN]	$V_{E,d}$ [kN]
STATICHE (SLU)	sez. A	44.48	30.00	38.00
	sez. B	41.57	-	28.59
SISMICHE (SLV)	sez. A - sisma ↓	48.66	31.43	47.11
	sez. A - sisma ↑	46.74	28.57	45.27
	sez. B - sisma ↓	54.13	-	50.92
	sez. B - sisma ↑	54.80	-	41.45

5.8.2.2.1 Verifica sezione di incastro paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x40, armata con  $A_f=A'_f=5\phi 16$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20"$ . Incidenza 80kg/m<sup>3</sup>.

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto $f_{cd}$ :	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza $\epsilon_{c2}$ :	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima $\epsilon_{cu}$ :	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	328360	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento $f_{yk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura $f_{tk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto $f_{yd}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto $E_{pu}$ :	0.068	
	Modulo Elastico $E_f$ :	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	40.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	3000	4448	3800	0
2	3143	4866	4711	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	3000	4448	3001	14024	3.153	35.4	0.14	0.70	
2	S	3143	4866	3144	14046	2.886	35.4	0.14	0.70	

##### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	40.0	-0.00105	34.0	-0.02230	6.0
2	0.00350	40.0	-0.00105	34.0	-0.02228	6.0

##### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
--------	-----	-----	------	---	----	----	-----

1	S	3800	19185	34.0	100.0	0.0059	0.1
2	S	4711	19203	34.0	100.0	0.0059	0.1

### 5.8.2.2.2 Verifica sezione di incastro fondazione

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x50, armata con  $A_f=A_f'=5\phi 16$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 70kg/m<sup>3</sup>.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	141.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	25.60	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	4157	2859	0
2	0	5480	5092	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45

C.Rid. As Tesa		Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC] Area armature long. trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)								
N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0	4157	-29	17158	4.128	45.1	0.11	0.70	
2	S	0	4866	-29	17158	3.526	45.1	0.11	0.70	

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

		Deform. unit. massima del conglomerato a compressione Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)					
		Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione) Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)					
		Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione) Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)					
N°Comb		ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1		0.00350	50.0	-0.00082	44.0	-0.02817	6.0
2		0.00350	50.0	-0.00082	44.0	-0.02817	6.0

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

		S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata					
		Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)					
		Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]					
		Altezza utile sezione [cm]					
		Larghezza minima sezione [cm]					
		Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]					
		Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm <sup>2</sup> ]					
N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	2859	19909	44.0	100.0	0.0046	0.0
2	S	4711	19909	44.0	100.0	0.0046	0.0

### 5.9 Verifica muro OS10

Si tratta di un manufatto a U con altezza del paramento variabile tra 3.5m e 4.2m. Il muro ha una estensione in pianta di circa 53.4m. La larghezza della fondazione che unisce lo scatolare aperto, può considerarsi costante lungo tutto il tratto. Vista la tipologia di manufatto, la verifica verrà eseguita considerando un paramento a spinta impedita.

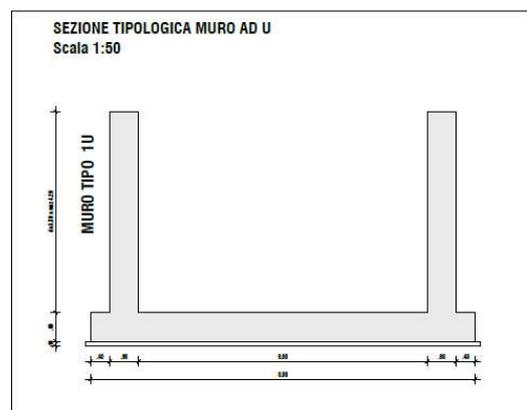
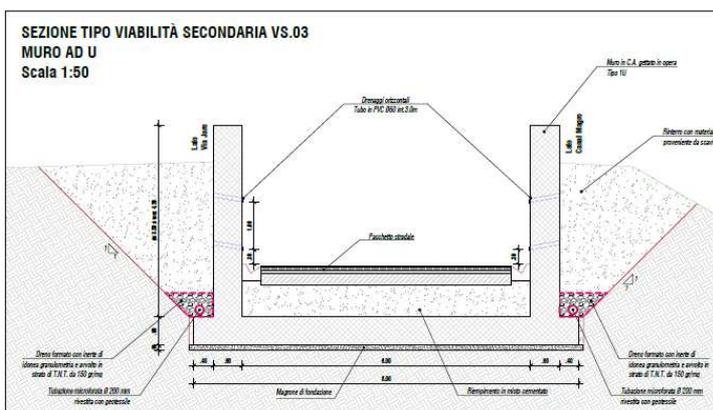
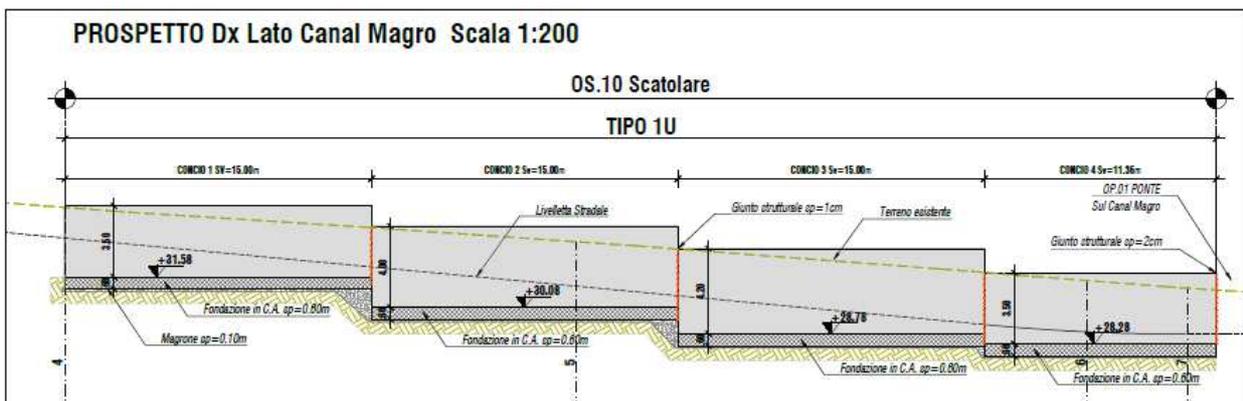
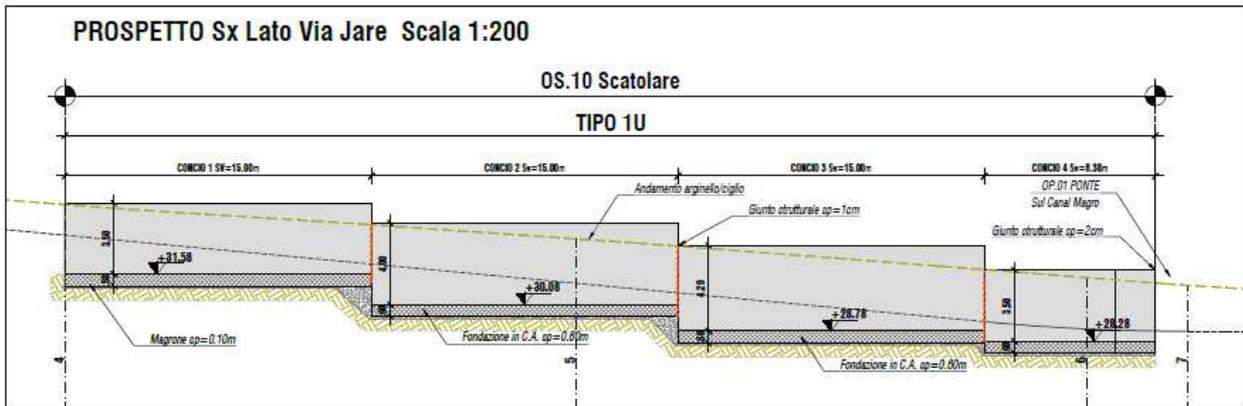


Figura 10 – Prospetto e sezione tipo muro OS10

### 5.9.1 Verifiche in condizioni statiche sezione Tipo h=3.0

Le verifiche in condizioni statiche vengono eseguite considerando oltre ad un sovraccarico a monte dell'opera di sostegno pari a 20kpa, le seguenti azioni dovute all'azione del vento:

#### Riepilogo dati

altezza paramento (hp)	4.2 [m]
spessore paramento alla base (sp)	0.6 [m]
spessore paramento in testa (spt)	0.6 [m]
spessore fondazione (sf)	0.6 [m]
peso specifico terreno (g)	20 [kN/m <sup>3</sup> ]
angolo di resistenza al taglio del terreno ( $\phi^k$ )	38 [°]
coesione efficace ( $c^k$ )	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
resistenza non drenata ( $c_u, k$ )	0 [kN/m <sup>2</sup> ]
quota della falda (hw)	0 [m]
sovraccarico distribuito (qk)	10 [kN/m]
sforzo normale in testa al muro (NE,k)	[kN]
taglio in testa al muro (VE,k)	[kN]
momento flettente in testa al muro (ME,k)	[kN]

#### 5.9.1.1 Verifica a ribaltamento, scorrimento e capacità portante A1+M1+R3

##### Verifica allo SLU di ribaltamento DA2 (A1+M1+R3)

angolo di resistenza al taglio del terreno ( $\phi^d$ )	38 [°]	
angolo di attrito terreno-drenaggio ( $\delta_d$ )	25.33333 [°]	
coefficiente di spinta attiva ( $k_A$ )	0.225762	(Muller Breslau, 1924)
pressione alla testa del triangolo di spinta ( $\sigma_{sup}$ )	3.386424 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione alla quota di falda ( $\sigma_m$ )	25.20791 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione al piede della fondazione ( $\sigma_{inf}$ )	25.20791 [kN/m <sup>2</sup> ]	
pressione idrica al piede della fondazione ( $\sigma_w$ )	0 [kN/m <sup>2</sup> ]	bracci forze rispetto al polo
spinta terreno emerso ( $S^t$ )	69.09622 [kN]	$b_{S^o} = 1.801739$ [m]
spinta orizzontale terreno emerso ( $S^o$ )	62.4515 [kN]	
spinta verticale terreno emerso ( $S^v$ )	29.56515 [kN]	$b_{S^v} = 2.9$ [m]
spinta orizzontale terreno immerso ( $S''^o$ )	0 [kN]	$b_{S''^o} = 0$ [m]
spinta verticale terreno immerso ( $S''^v$ )	0 [kN]	$b_{S''^v} = 2.9$ [m]
spinta idraulica ( $S_w$ )	0 [kN]	$b_{S_w} = 0$ [m]
peso materiale drenante di riempimento ( $P_{dr}$ )	162.1244 [kN]	$b_{P_{dr}} = 1.954931$ [m]
azione del sovraccarico distribuito ( $Q_d$ )	28.56959 [kN]	$b_Q = 1.95$ [m]
peso paramento muro ( $P_1$ )	42 [kN]	$b_{P_1} = 0.8$ [m]
peso fondazione muro ( $P_2$ )	36.25 [kN]	$b_{P_2} = 1.45$ [m]

Le sollecitazioni nella sezione di incastro del paramento è pari a:

momento flettente sollecitante sez. A ( $M_{E,A,d}$ )	107.12kNm
sforzo normale sollecitante sez. A ( $N_{E,A,d}$ )	42kN
taglio sollecitante sez. A ( $V_{E,A,d}$ )	67.82kN

### 5.9.2 Verifiche in condizioni sismiche

accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (ag)	0.172	[g]
fattore di amplificazione dello spettro (F0)	2.373	
categoria di sottosuolo (tab. 3.2.II NTC '08)	C	
categoria topografica (tab. 3.2.IV NTC '08)	T1	
coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS)	1.4551064	
coefficiente di amplificazione topografica (ST)	1	quota sito/altezza rilievo topografico
accelerazione orizzontale massima attesa al sito (amax)	0.250278301	[g]
coefficiente di riduzione di amax (bm)	0.38	
permeabilità del terreno:	elevata	
coefficiente sismico orizzontale (kh)	0.095105754	[g]
coefficiente sismico verticale (kv)	±	0.047552877 [g]

Verifiche sismiche al ribaltamento allo scorrimento e di capacità portante

angolo di resistenza al taglio del terreno (j'd)	38	[°] =	0.663225116	[rad]
angolo di attrito terreno-drenaggio (dd)	25.33333333	[°] =	0.442150077	[rad]
coesione efficace (c'd)	0	[kN/m2]		
resistenza al taglio in fondazione (j'f,d)	30	[°]		
coesione efficace fondazione (c'f,d)	0	[kN/m2]		
angolo di inclinazione della superficie di spinta (y)	90	[°] =	1.570796327	[rad]
inclinazione terreno a monte (i)	4.2	[°] =	0.073303829	[rad]
inclinazione della superficie di scorrimento	0	[°] =	0	[rad]
qdown =	0.090540283	[rad]	(sopra falda sisma verticale ↓)	
qup =	0.099524199	[rad]	(sopra falda sisma verticale ↑)	
q'down =	0.177704187	[rad]	(sotto falda sisma verticale ↓)	
q'up =	0.195336995	[rad]	(sotto falda sisma verticale ↑)	
coefficienti di spinta attiva (KAE) (Mononobe-Okabe, 1926)				
KAE,down =	0.282967465	termine A =	2.9096575	(sopra falda sisma verticale ↓)
KAE,up =	0.289361415	termine A =	2.896112327	(sopra falda sisma verticale ↑)
K*AE,down =	0.352577345	termine A =	2.769257701	(sotto falda sisma verticale ↓)
K*AE,up =	0.36905888	termine A =	2.738073449	(sotto falda sisma verticale ↑)

Le sollecitazioni nella sezione di incastro del paramento è pari a:

momento flettente sollecitante sez. A ( $M_{E,A,d}$ )	113.7437069	[kN*m]
sforzo normale sollecitante sez. A ( $N_{E,A,d}$ )	43.99722084	[kN]
taglio sollecitante sez. A ( $V_{E,A,d}$ )	77.73159697	[kN]

### 5.9.2.1 Verifica della sezione maggiormente sollecitata

#### 5.9.2.1.1 Verifica sezione di incastro paramento

La verifica si esegue su una sezione rettangolare di dimensioni 100x60, armata con  $A_f=A_f'=5\phi 20$

Come armatura di ripartizione si considera un'armatura  $\phi 12/20''$ . Incidenza 70kg/m3.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto $f_{cd}$ :	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza $\epsilon_{c2}$ :	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima $\epsilon_{cu}$ :	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale $E_c$ :	328360	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione $f_{ctm}$ :	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento $f_{yk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura $f_{tk}$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto $f_{yd}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto $f_{td}$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto $\epsilon_{pu}$ :	0.068	
	Modulo Elastico $E_f$ :	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno 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
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	4400	11374	7775	0
2	4200	10712	6782	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.

x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
As Tesa Area armature long. trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	4400	11374	4416	33372	2.934	54.5	0.10	0.70	31.4 (9.0) 12)
2	S	4200	10712	4180	33314	3.110	54.5	0.10	0.70	31.4 (9.0) 12)

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00032	54.0	-0.03085	6.0
2	0.00350	60.0	-0.00032	54.0	-0.03089	6.0

#### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata  
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)  
Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]  
d Altezza utile sezione [cm]  
bw Larghezza minima sezione [cm]  
Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]  
Scp Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm<sup>2</sup>]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	7775	27632	54.0	100.0	0.0058	0.1
2	S	6782	27605	54.0	100.0	0.0058	0.1