

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

**U.O. INFRASTRUTTURE SUD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

Opere di sostegno viabilità - Lotto 3b

NV53A: Muro di sostegno MU80C

Relazione di calcolo

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS3T 30 D 78 CL MU80C0 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Feb-2020	A.Di Costanzo <i>A. Di Costanzo</i>	Feb-2020	A.Barreca <i>A. Barreca</i>	Feb-2020	D.Tiberti Apr-2020
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Apr-2020	A.Di Costanzo <i>A. Di Costanzo</i>	Apr-2020	A.Barreca <i>A. Barreca</i>	Apr-2020	

ITALFERR S.p.A.  
Direzione Generale  
UO Infrastrutture  
Dott. Ing. Giancarlo Tiberti  
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 18076



## INDICE

<b>1.-. PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.-. NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3.-. DESCRIZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>6</b>
<b>4.-. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO .....</b>	<b>7</b>
4.1.-. Stratigrafia di calcolo.....	7
<b>5.-. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>8</b>
5.1.-. Calcestruzzo per Muri .....	8
5.2.-. Acciaio per calcestruzzo armato .....	8
<b>6.-. CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....</b>	<b>10</b>
<b>7.-. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E VERIFICA.....</b>	<b>12</b>
7.1.-. Metodo agli Stati Limite ed Approcci di Progetto.....	12
7.2.-. Criteri di Analisi e Verifica di Muri di Sostegno .....	15
7.3.-. Verifiche di Stabilità Globale .....	16
7.4.-. Prescrizioni generali per le verifiche in fase sismica.....	17
<b>8.-. ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI.....</b>	<b>19</b>
8.1.-. Pesi Propri e Carichi permanenti .....	19
8.2.-. Spinte del terreno in fase statica .....	19
8.3.-. Coefficienti sismici.....	21
8.4.-. Spinte del terreno in Fase sismica .....	22
8.5.-. Carichi Accidentali .....	22
8.6.-. Combinazioni di Carico.....	22
<b>9.-. CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE .....</b>	<b>27</b>
9.1.-. Verifiche geotecniche .....	27
9.1.1.-. Verifica allo scorrimento .....	27
9.1.2.-. Verifica a carico limite .....	29
9.1.3.-. Verifica a ribaltamento .....	31
9.1.4.-. Stabilità Globale .....	32
9.2.-. Verifiche strutturali.....	33

9.2.1.-.. VERIFICHE ALLO SLU .....	33
9.2.1.1.-.. Pressoflessione sezioni in c.a. ....	33
9.2.1.2.-.. Taglio sezioni in c.a. ....	33
9.2.2.-.. VERIFICA SLE.....	35
9.2.2.1.-.. Verifiche alle tensioni .....	35
9.2.2.2.-.. Verifiche a fessurazione.....	36
<b>10.-.. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO .....</b>	<b>38</b>
<b>11.-.. ANALISI E VERIFICHE MURO.....</b>	<b>39</b>
11.1.-.. Modello di calcolo .....	39
11.2.-.. Risultati.....	40
<b>12.-.. TABULATI DI CALCOLO .....</b>	<b>42</b>
12.1.-.. Verifiche condizioni drenate .....	42
12.2.-.. Verifiche strutturali.....	59
12.3.-.. Verifiche condizioni non drenate.....	81

## 1.-..PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) dei muri di sostegno del viadotto stradale NW02.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il DM 17 gennaio 2018.

L'opera consiste in un muro di sostegno in c.a. gettato in opera.

## 2.-..NORME DI RIFERIMENTO

- [N.1]. L. n. 64 del 2/2/1974“Provvedimento per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- [N.2]. L. n. 1086 del 5/11/1971“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- [N.3]. Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018
- [N.4]. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- [N.5]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.
- [N.6]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- [N.7]. RFI DTC SI MA IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.
- [N.8]. RFI DTC SI SP IFS 001 B– Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.
- [N.9]. UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1

### 3.-..DESCRIZIONE DELLE OPERE

Nel seguito si riportano le principali caratteristiche geometriche del muro in esame, ed a seguire alcune immagini rappresentative delle sezioni trasversali di calcolo analizzate:

TIPO	Paramento	Fondazione	
	H [m]	L [m]	S [m]
sostegno	7.2	6.50	1.2

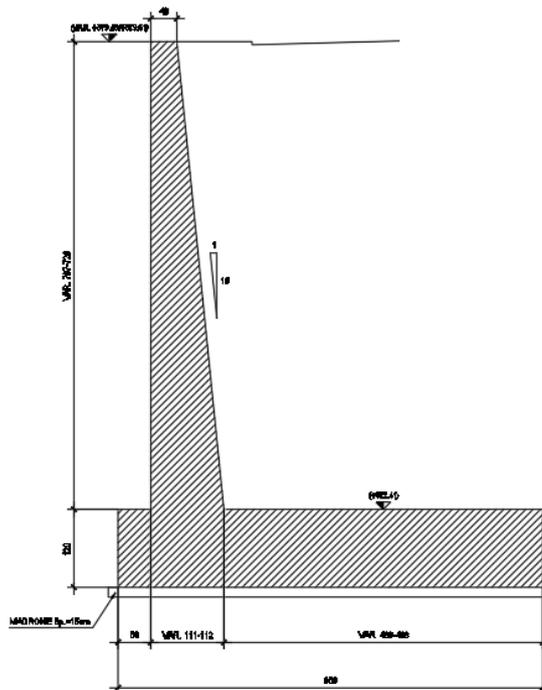


Figura 1. Sezione trasversale.

## 4.-..CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO

### 4.1.-..Stratigrafia di calcolo

Per i parametri geologico-geotecnici si fa riferimento ad:

La stratigrafia lungo lo sviluppo del viadotto è indicata nella seguente tabella:

	zi [m]	zf[m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Dr [%]	c' [kPa]	$\varphi'$ [°]	$\varphi'$ res [°]	Eop[MPa]	cu	Eu	Emr0	Emr	K(m/s)
A2	0	6	19		21	26			100				
TRV	6	40	19		0	38							

Falda cautelativamente a 6.0 m da p.c.

Categoria sottosuolo sismica:

**Categoria tipo C**

Mentre per il terreno di rinfianco si considera il terreno da **Rilevato stradale** avente i seguenti parametri meccanici:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3.$$

$$\varphi = 35^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

## 5.-.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito sono riportati per ciascuno materiale, i valori delle resistenze e parametri generali da adottare in sede di calcolo secondo quanto stabilito dalla normativa vigente nonché delle specifiche dei documenti tecnici RFI:

### 5.1.-..Calcestruzzo per Muri

Per le strutture in esame si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe di resistenza = C32/40;

$R_{ck}$  = resistenza cubica = 40 N/mm<sup>2</sup>;

$f_{ck}$  = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83  $R_{ck}$  = 33.20 N/ mm<sup>2</sup>;

$f_{cm}$  = resistenza cilindrica media =  $f_{ck} + 8$  = 41.20 N/ mm<sup>2</sup>;

$f_{cd}$  =  $\alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$  = 18,81 N/mm<sup>2</sup>;

$f_{ctm}$  = resistenza a trazione media =  $0.30 \times f_{ck}^{2/3}$  = 3.10 N/ mm<sup>2</sup>;

$f_{cfm}$  = resistenza a traz. per flessione media =  $1.20 \times f_{ctm}$  = 3.72 N/ mm<sup>2</sup>;

$f_{cfk}$  = resistenza a traz. per flessione carati. =  $0.70 \times f_{cfm}$  = 2.60 N/ mm<sup>2</sup>;

$E_{cm}$  = modulo elast. tra 0 e 0.40 $f_{cm}$  =  $22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$  = 33642.78 N/ mm<sup>2</sup>;

Tolleranza di posa del copriferro = 10 mm;

Classe di esposizione XC4

Copriferro minimo  $c_{min}$  = 50 mm

Condizioni ambientali: aggressive

### 5.2.-..Acciaio per calcestruzzo armato

Acciaio per calcestruzzo armato tipo B 450 C secondo DM 18 avente le seguenti caratteristiche:

Modulo di elasticità longitudinale  $E_s$  = 210000 [MPa]

Coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_s$  = 1,15 [-]

Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450$	[MPa]
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540$	[MPa]
Allungamento	$A_{gt k} \geq 7,50\%$	[-]
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = 391,3$	[MPa]

Coefficiente sicurezza SLU  $\gamma_s = 1,15$

Resistenza di calcolo SLU  $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391,30 \text{ N/mm}^2$

Tensione di calcolo SLE  $\sigma_{y,ad} = 0,80 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

## 6.-..CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Lo spettro di progetto è stato ottenuto utilizzando il foglio di calcolo elettronico messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

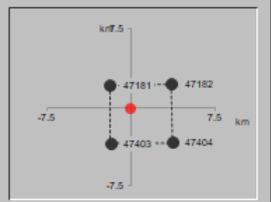
**FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO**

Ricerca per coordinate: LONGITUDINE  LATITUDINE

Ricerca per comune: REGIONE  PROVINCIA  COMUNE

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri

Elaborazioni: Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito: 

Reticolo di riferimento: 

Controllo sul reticolo:  Sito esterno al reticolo,  Interpolazione su 3 nodi,  Interpolazione corretta

Interpolazione:

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.

**FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE**

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

Valori di progetto

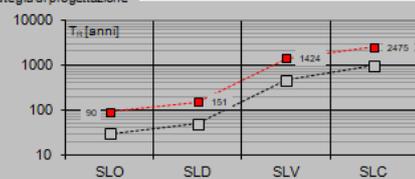
Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{SLO} - P_{VR} = 81\% \quad \text{90} \\ \text{SLD} - P_{VR} = 63\% \quad \text{151} \end{array} \right.$

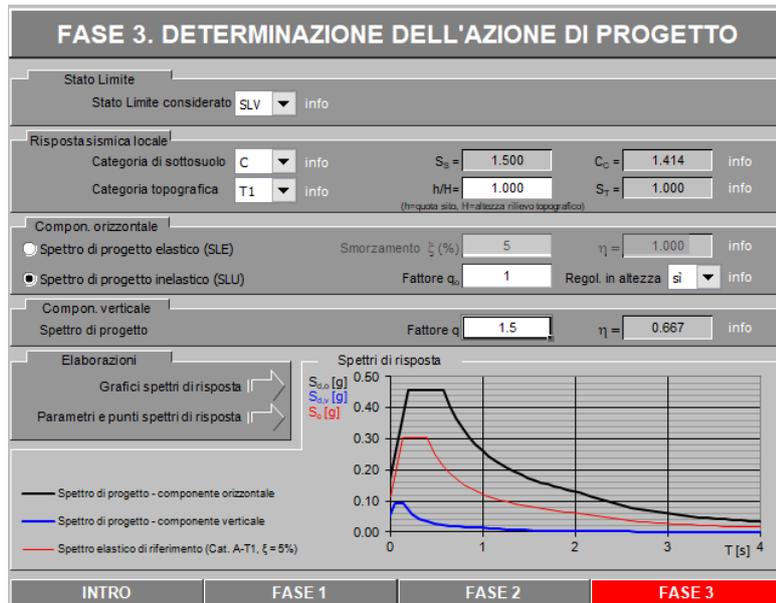
Stati limite ultimi - SLU:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{SLV} - P_{VR} = 10\% \quad \text{1424} \\ \text{SLC} - P_{VR} = 5\% \quad \text{2475} \end{array} \right.$

Elaborazioni: Grafici parametri azione, Grafici spettri di risposta, Tabella parametrizzazione

Strategia di progettazione: 

LEGENDA GRAFICO:   
- - - Strategia per costruzioni ordinarie   
- - - Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3



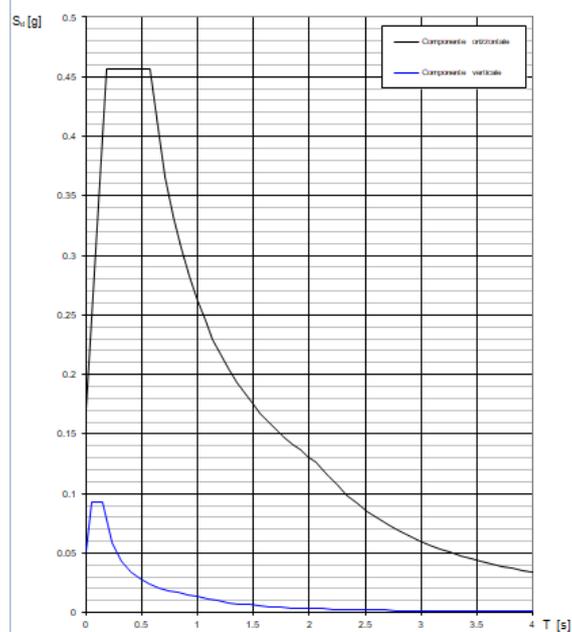
#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_n$	0.115 g
$F_0$	2.656
$T_C$	0.406 s
$S_B$	1.500
$C_C$	1.414
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Parametri dipendenti

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.191 s
$T_C$	0.574 s
$T_D$	2.059 s

#### Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato lim SLV



## 7.-..CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E VERIFICA

Nel presente paragrafo sono riportate alcune indicazioni salienti della Normativa riguardanti criteri generali di progettazione e verifica delle opere strutturali e geotecniche, oltre a specifiche da adottare per il caso dei Muri di Sostegno.

### 7.1.-..Metodo agli Stati Limite ed Approcci di Progetto

Il progetto di opere strutturali e geotecniche va effettuato, come prescritto dal DM 17/01/18, con i criteri del metodo **semiprobabilistico agli stati limite** basati sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza. Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale è verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni.

La normativa distingue inoltre tra **Stati Limite Ultimi** e **Stati Limite di Esercizio**.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **stati limite ultimi** di resistenza è stata effettuata con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione formale:  $R_d \geq E_d$ .

Dove:

$R_d$  è la resistenza di progetto

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

$E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni,

$$E_d = E \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad \text{oppure} \quad E_d = \gamma_E \cdot E \left[ F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

Il coefficiente  $\gamma_R$  opera direttamente sulla resistenza del sistema.

I coefficienti parziali di sicurezza,  $\gamma_{Mi}$  e  $\gamma_{Fj} = \gamma_{Ej}$ , associati rispettivamente al materiale  $i$ -esimo e all'azione  $j$ -esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e all'affidabilità del modello di calcolo.

In accordo a quanto stabilito al §2.6.1 del DM 17.01.18, la verifica della condizione  $R_d \geq E_d$  deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel primo Approccio progettuale (**Approccio I**) le verifiche si eseguono con due diverse

combinazioni di gruppi di coefficienti ognuna delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto, convenzionalmente indicate come di seguito:

**A1+M1+R1**

**A2+M2+R2**

Nel secondo approccio progettuale (**Approccio 2**) le verifiche si eseguono con un'unica combinazione di gruppi di coefficienti.

Gli stati limite di verifica si distinguono in genere in:

**EQU** perdita di equilibrio della struttura fuori terra, considerata come corpo rigido.

**STR** raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

**GEO** raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

**UPL** perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla spinta dell'acqua (sollevamento per galleggiamento).

**HYD** erosione e sifonamento del terreno dovuta ai gradienti idraulici.

I coefficienti parziali da applicare alle azioni sono quelli definiti alla Tab 2.6.I del DM 18 di seguito riportata per chiarezza espositiva:

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLLI

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_f$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti  $G_1$ ;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali  $G_2$ ;

$\gamma_Q$  coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

Nel caso in cui l'azione sia costituita dalla spinta del terreno, per la scelta dei coefficienti parziali di sicurezza valgono le indicazioni riportate nel Capitolo 6.

I valori dei coefficienti parziali da applicare ai materiali e/o alle caratteristiche dei terreni (M) sono definiti nelle specifiche sezioni della norma, ed in particolare al Cap. 4 per ciò che

concerne i coefficienti parziali da applicare ai materiali strutturali, mentre al Cap.6 sono indicati quelli da applicare alle caratteristiche meccaniche dei terreni.

I coefficienti parziali da applicare alle resistenze (R) sono infine unitari sulle capacità resistenti degli elementi strutturali, mentre assumono in genere valore diverso da 1 per ciò che concerne verifiche che attengono il controllo di meccanismi di stabilità locale o globale; i valori da adottare per ciascun meccanismo di verifica, sono definiti nelle specifiche sezioni di normativa dedicate al calcolo delle diverse opere geotecniche.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **stati limite di esercizio** viene effettuata invece controllando gli aspetti di funzionalità e lo stato tensionale e/o deformativo delle opere, con riferimento ad una combinazione di verifica caratterizzata da coefficienti parziali sulle azioni e sui materiali tutti unitari.

Al § 2.5.3 del DM 17.01.18, sono infine definiti i criteri con cui le diverse azioni presenti vanno combinate per ciascuno stato limite di verifica previsto dalla Normativa.

Nell'ambito della progettazione geotecnica, la normativa definisce inoltre nella Tab 6.2.II, i valori dei coefficienti parziali M1/M2 da applicare ai parametri caratteristici dei terreni nell'ambito delle diverse combinazioni contemplate dai due approcci di progetto come già illustrati al paragrafo precedente:

**Tabella 6.2.II** – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Tali valori agiscono sulle proprietà dei terreni, condizionando sia le azioni (spinte ed incrementi di spinta), sia le resistenze nei riguardi delle verifiche di stabilità dell'insieme opere-terreno con esse interagenti da effettuare caso per caso in funzione del tipo di opera. (Paratie, Muri, Pali di Fondazione ecc.)

Inoltre, ribadisce i valori dei coefficienti da applicare alle azioni nella Tab 6.2.II di seguito

riportata:

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

## 7.2.-.Criteri di Analisi e Verifica di Muri di Sostegno

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite, accertando che la condizione  $R_d \geq E_d$  come già descritta al paragrafo precedente sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- **SLU di tipo geotecnica (GEO)**
  - scorrimento sul piano di posa;
  - collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;
  - ribaltamento;
  - stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
- **SLU di tipo strutturale (STR)**
  - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (**A2+M2+R2**) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I del DM 18; in aggiunta a quanto già mostrato in precedenza nel documento, si riporta anche la Tab 6.8.I appena menzionata:

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione

**(AI+MI+R3)**, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I (di seguito riportata).

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Nella verifica a ribaltamento, i coefficienti R3 della Tab. 6.5.I, si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti.

Come già specificato al paragrafo precedente, trattandosi nel caso specifico di opere soggette ad azioni da traffico stradale, in luogo dei coefficienti generici di cui alle Tab 6.2.I, si è fatto riferimento a quelli di cui alle Tab. 5.1.V e 5.1.VI del già citato DM.

Le spinte devono tenere conto del sovraccarico e dell'inclinazione del piano campagna, dell'inclinazione del paramento rispetto alla verticale, delle pressioni interstiziali e degli effetti della filtrazione nel terreno; nel calcolo della spinta si può tenere conto dell'attrito che si sviluppa fra parete e terreno

Ai fini della verifica alla traslazione sul piano di posa di muri di sostegno con fondazioni superficiali, non si deve in generale considerare il contributo della resistenza passiva del terreno antistante il muro, salvo casi particolari in cui, in relazione caratteristiche meccaniche dei terreni ed alle modalità costruttive, è possibile portare in conto un'aliquota di tale resistenza, nella misura massima del 50% del valore teorico.

### **7.3.-.Verifiche di Stabilità Globale**

Il DM 18 affronta il tema della Stabilità Globale distinguendo tra il caso dei Pendii Naturali (§ 6.3) e quello delle opere in terra in Materiali sciolti e Fronti di scavo (§ 6.8) fornendo prescrizioni differenti circa i criteri di verifica da adottare nei due casi.

Trattandosi nel caso in esame di valutare la Stabilità Globale di Opere a sostegno di scavi, si ricade nel caso dei “Fronti di Scavo e rilevati”.

Il punto 6.8 del DM 18 e relativa circolare applicativa, tratta l’argomento della verifica di Stabilità di Materiali Sciolti e fronti di scavo, nella fattispecie, al punto 6.8.2 “Verifiche di Sicurezza (SLU)” viene prescritto quanto di seguito:

*Le verifiche devono essere effettuate secondo l’Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.*

In aggiunta a quanto già riportato nei precedenti paragrafi, si riporta di seguito la Tab. 6.8.I, in cui è definito il valore del coefficiente parziale “R2” da applicare al valore della resistenza caratteristica calcolata per la generica superficie di potenziale scivolamento analizzata:

**Tabella 6.8.I** – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
$\gamma_R$	1.1

#### **7.4.-..Prescrizioni generali per le verifiche in fase sismica**

Nell’ambito delle progettazione delle opere geotecniche soggette alle azioni Sismiche, il § 7.11 .1 del DM 18 specifica che le verifiche degli stati limite ultimi in presenza di azioni sismiche devono essere eseguite ponendo pari ad 1 i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto, con i coefficienti parziali  $\gamma_R$  indicati nel Capitolo 7 dello Stesso DM, oppure con i  $\gamma_R$  indicati nel Capitolo 6 laddove non espressamente specificato.

Ciascuna combinazione di verifica in fase sismica, assume pertanto la seguente espressione generale: **1+1+R**

Riguardo i valori dei coefficienti parziali da applicare alle resistenze (**R**), per il caso dei muri di sostegno, la Tab. 7.11.III del già citato DM ( di seguito riportata per completezza), definisce per ciascuna verifica di stabilità locale il relativo valore da considerare per la fase sismica:

Tab. 7.11.III - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.

Verifica	Coefficiente parziale $\gamma_R$
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

La Verifica di Stabilità Globale del complesso opera-terreno, v'è invece effettuata tenendo conto delle prescrizioni del § 7.11.4 del già citato DM riferito al caso dei "Fronti di scavo e rilevati", ove viene specificato che il valore del fattore  $R = \gamma_R$  sulla resistenza in fase sismica va assunto pari ad 1.2.

## 8.-..ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI

Nel presente paragrafo si descrivono i criteri di valutazione delle azioni sollecitanti le opere di sostegno e relative combinazioni di calcolo adottate.

### 8.1.-..Pesi Propri e Carichi permanenti

I pesi propri relativi alla struttura ed al terreno eventualmente gravante sulla fondazione, sono valutati tenendo conto dei pesi dell'unità di volume specifici  $\gamma$  come di seguito definiti:

Calcestruzzo strutturale costituente il muro :  $\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$

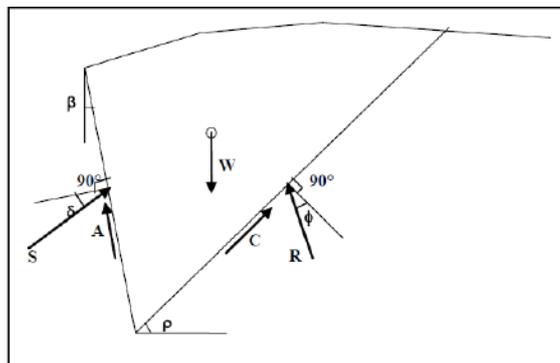
Rilevato stradale:  $\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$

Terreno in sito: come da caratterizzazione geotecnica.

### 8.2.-..Spinte del terreno in fase statica

Le spinte esercitate dal terrapieno e dagli eventuali carichi presenti su di esso sono state valutate con il metodo di Culmann.

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente.



Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere

trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea. I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio del terreno tenendo conto anche dell'eventuale presenza della falda (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima. La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno. Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Il metodo, per come è stato descritto, non permette di ricavare il diagramma delle pressioni agente sulla parete (e quindi le sollecitazioni lungo la parete) e inoltre risulta di difficile determinazione il punto di applicazione della spinta.

Nell'ambito dello specifico Software utilizzato, il procedimento è stato implementato suddividendo l'altezza della parete in tanti tratti di ampiezza  $dz$ , al fine di ricavare l'andamento delle pressioni lungo l'altezza del muro; in corrispondenza di ogni ordinata  $z_i$  si trova il cuneo di rottura e la spinta  $S_i$  ottenendo la distribuzione della spinta  $S(z)$  lungo l'altezza della parete.

Nota la distribuzione delle spinte lungo l'altezza della parete, la pressione ad una generica profondità  $z$ , rispetto alla sommità della parete, è espressa da:

$$\sigma(z) = \frac{dS}{dz}$$

Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta. Inoltre dal diagramma delle pressioni è facile ricavare l'andamento delle sollecitazioni lungo la parete, con gli usuali metodi della scienza delle costruzioni.

Per l'attrito paramento – terreno si utilizza il valore  $\delta = 0.6 \varphi'$  mentre per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno, in funzione dell'angolo d'attrito del terreno, si sono assunti i seguenti valori:

per  $\varphi < 30^\circ$   $\delta = \text{tg } \varphi'$ ;

per  $\varphi > 35^\circ$   $\delta = 0.85 \text{tg } \varphi'$ ;

per  $30^\circ \leq \varphi \leq 35^\circ$   $\delta$  si ricava per interpolazione lineare

Infine l'adesione ca terra-opera sarà considerata nulla.

### 8.3.-..Coefficienti sismici

Il § 7.11.3.5.2 del DM 18, precisa che l'analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche, può essere eseguite mediante i metodi pseudo-statici o i metodi degli spostamenti. Nell'analisi pseudo-statica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad [7.11.3]$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad [7.11.4]$$

dove

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

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

$g$  = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione

$$a_{max} = S \cdot a_g = (S_s \cdot S_r) \cdot a_g \quad [7.11.5]$$

dove

$S =$  coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_r$ ), di cui al § 3.2.3.2;

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

$\beta_s$  : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, che assume i valori

specificati di seguito:

$\beta_s = 0.38$  nelle verifiche dello stato limite ultimo (SLV)

$\beta_s = 0.47$  nelle verifiche dello stato limite di esercizio (SLD).

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica; negli altri casi, in assenza di specifici studi, si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

#### **8.4.-..Spinte del terreno in Fase sismica**

In condizioni sismiche si adotta la formulazione di Culmann come già illustrata al precedente paragrafo, inserendo nell'equazione risolutiva anche la forza di inerzia del cuneo di spinta.

#### **8.5.-..Carichi Accidentali**

I carichi variabili associati al passaggio dei veicoli, vengono schematizzati, ai fini del calcolo, con dei carichi uniformi  $qvk = 20kN/mq$ .

#### **8.6.-..Combinazioni di Carico**

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC-2018 al par.2.5.3:

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.1]
  - Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:  

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.2]
  - Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili:  

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.3]
  - Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:  

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.4]
  - Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:  

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.5]
  - Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:  

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.6]
- Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:
- $$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$
- [2.5.7]

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite:

#### SLU di tipo geotecnico (GEO)

- Scorrimento sul piano di posa;
- Collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;
- Ribaltamento;
- Stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;

#### SLU di tipo strutturale (STR)

- Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo l'Approccio 1, con la Combinazione 2 (A2+M2+R2).

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3).

Per ciascuna verifica si deve tenere conto dei coefficienti parziali per le azioni, dei parametri geotecnici e dei coefficienti di amplificazione per le verifiche di sicurezza, tutti riportati nelle seguenti tabelle.

Nella verifica a ribaltamento i coefficienti R3 si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti.

Coefficiente			EQU <sup>(2)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(5)</sup>	1,00 <sup>(6)</sup>	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	$\gamma_{Ce}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

Tabella 8-1 - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU.

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Tabella 8-2 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno.

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 8-3 – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi dei muri di sostegno.

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

Tabella 8-4 – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo.

Le combinazioni sismiche, in maniera del tutto analoga alle combinazioni statiche, sono effettuate con l'approccio 2, ponendo però pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto con i coefficienti parziali  $\gamma_R$  indicati nella seguente tabella.

Verifica	Coefficiente parziale $\gamma_R$
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

Tabella 8-5 – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.

Le verifiche pseudo-statiche di sicurezza dei fronti di scavo e dei rilevati in condizioni sismiche si eseguono adottando valori unitari dei coefficienti parziali del gruppo A e M per il calcolo delle azioni e dei parametri geotecnici di progetto e un coefficiente parziale  $\gamma_R$  pari a 1.2.

Al fine della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, si devono considerare, generalmente, le combinazioni riportate nella seguente tabella:

Gruppo di azioni	Carichi sulla superficie carrabile					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5kN/m <sup>2</sup>
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m <sup>2</sup>
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m <sup>2</sup>			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m <sup>2</sup>
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(\*) Ponti pedonali  
 (\*\*) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)  
 (\*\*\*) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

Tabella 8-6 – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico.

Questa fornisce i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimo.

I valori dei coefficienti di combinazione  $\psi_{0j}$ ,  $\psi_{1j}$ ,  $\psi_{2j}$  per le diverse categorie sono riportati nella tabella successiva:

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combi- nazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequent)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Tabella 8-7 – Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali.

## 9.-..CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE

Nel seguente paragrafo si riporta una descrizione riguardante procedure e criteri di calcolo adottati per l'effettuazione di tutte le verifiche prescritte dalla normative vigente.

### 9.1.-..Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche sono quelle che coinvolgono la resistenza del terreno nell'ambito di quelle prescritte dalla normativa.

#### 9.1.1.-..Verifica allo scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro, sia minore di tutte le forze resistenti lungo la stessa direzione.

La verifica a scorrimento risulta in particolare soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento (**Fr**) fattorizzata secondo un opportuno coefficiente parziale  $\gamma_r$  stabilito dalla normativa e la risultante delle forze mobilitanti (**Fs**) risulti non inferiore all'unita:

$$(F_r / \gamma_r) / F_s \geq 1$$

ovvero che il rapporto  $F_r/F_s$  risulti non inferiore di  $\gamma_r$ , fissato dalla normativa pari ad 1,1 per verifiche in fase statica e pari ad 1,0, per le verifiche in fase sismica.

Le forze che intervengono nella **Fs** sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione.

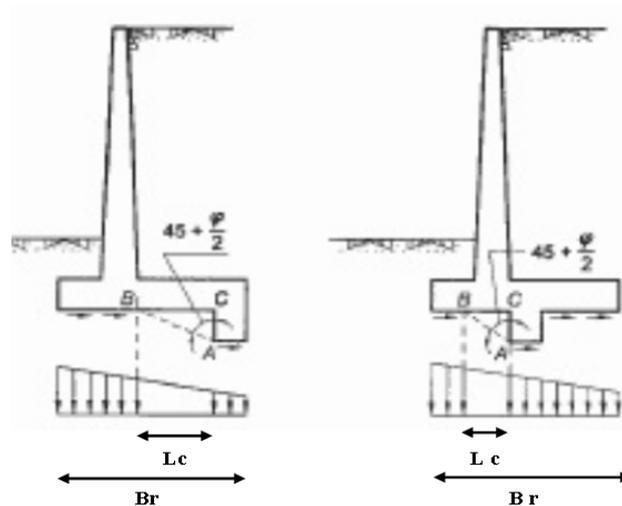
Detta **N** la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f$$

In casi particolari specificati dalla normativa, come già descritto al precedente, è possibile eventualmente tener conto della resistenza passiva  $S_p$  del terreno a valle del muro.

Come già ampiamente illustrato al paragrafo precedente, la valutazione delle azioni resistenti e di quelle mobilitanti, dovrà tener conto dei coefficienti  $A$  ed  $M$  fissati dalla normativa per la combinazioni di verifica specifica.

Nel caso di fondazione con dente, è possibile in linea generale tener conto della resistenza passiva sviluppata lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, secondo quanto riportato negli schemi delle figure seguenti:



Il procedimento utilizzato dal Software fa riferimento in particolare alle teorie di Lancellotta-Calavera, per i cui dettagli si rimanda alla letteratura tecnica; nella fattispecie, la procedura di calcolo implementata, prevede la definizione dello schema geometrico del cuneo di rottura, attraverso un procedimento iterativo volto a determinare il coefficiente di sicurezza a scorrimento minimo.

In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale.

Detta pertanto  $N$  la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione,  $Q$  l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo,  $S_p$  la resistenza passiva,  $L_c$  l'ampiezza del cuneo e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come:

$$Fr = (N - Q) \cdot \operatorname{tg}(\delta) + Sp + ca \cdot Lr$$

con  $Lr = Br - Lc$

Per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno considerato ai fini delle verifiche di scorrimento sul piano di posa della fondazione, si è assunto quanto segue:

per  $\phi < 30^\circ$   $\mu = \operatorname{tg} \phi'$ ;

per  $\phi > 35^\circ$   $\mu = 0.85 \operatorname{tg} \phi'$ ;

per  $30^\circ \leq \phi \leq 35^\circ$   $\mu$  si ricava per interpolazione lineare

Infine l'adesione  $ca = 0$

### 9.1.2.-.. Verifica a carico limite

Per la valutazione del carico limite delle fondazioni dirette si utilizza il criterio di Brinch-Hansen di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Dette:

- c Coesione
- ca Adesione lungo la base della fondazione ( $ca \leq c$ )
- V Azione tagliante
- $\phi$  Angolo d'attrito
- $\delta$  Angolo di attrito terreno fondazione
- $\gamma$  Peso specifico del terreno
- $K_p$  Coefficiente di spinta passiva espresso da  $K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$
- B Larghezza della fondazione
- L Lunghezza della fondazione
- D Profondità del piano di posa della fondazione
- $\eta$  inclinazione piano posa della fondazione
- P Pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione
- qult Carico ultimo della fondazione

Risulta:

#### Caso generale

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma$$

#### Caso di terreno puramente coesivo $\phi = 0$

$$q_{ult} = 5.14 \cdot c \cdot (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

in cui  $d_c$ ,  $d_q$  e  $d_\gamma$  sono i fattori di profondità,  $s_c$ ,  $s_q$  e  $s_\gamma$  sono i fattori di forma,  $i_c$ ,  $i_q$  e  $i_\gamma$  sono i

fattori di inclinazione del carico,  $bc$ ,  $bq$  e  $b\gamma$ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa e  $gc$ ,  $gq$  e  $g\gamma$  sono fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  sono espressi come:

$$N_q = Kp e^{\pi tg\phi}$$

$$N_c = (N_q - 1)ctg\phi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1)tg\phi$$

#### Fattori di forma

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$s_c = 0.2 \frac{B}{L}$	$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$
	$s_q = 1 + \frac{B}{L} tg\phi$
	$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$

#### Fattori di profondità

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \arctg \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} > 1$$

#### Fattori inclinazione del carico

Indicando con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con  $A_f$  l'area efficace della fondazione ottenuta come  $A_f = B' \times L'$  ( $B'$  e  $L'$  sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B, L e all'eccentricità del carico  $e_B$ ,  $e_L$  dalle relazioni  $B' = B - 2e_B$   $L' = L - 2e_L$ ) con  $\eta$  l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ( $\eta=0$  per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$	
$i_c = \frac{1}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}} \right)$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	
	$i_q = \left( 1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$	
	Per $\eta = 0$	$i_\gamma = \left( 1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$
	Per $\eta > 0$	$i_\gamma = \left( 1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ)H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$

Fattori inclinazione del piano di posa della fondazione

Fattori di inclinazione del terreno

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$ $b_q = e^{-2\eta \phi}$ $b_\gamma = e^{-2.7\eta \phi}$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$ $g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \text{tg} \beta)^\beta$

Si precisa infine che, in relazione alle specifiche di normativa di cui al precedente, ai fini delle verifiche, al valore di  $q_{ult}$  determinato con i criteri di cui sopra, va applicato un coefficiente parziale di sicurezza R pari ad **1.4** per le verifiche in fase statica ovvero pari ad **1.2** per le verifiche in fase sismica, ovvero, equivalentemente, i coefficienti di sicurezza  $q_{ult}/q_d$ , dovranno risultare non inferiori ai predetti valori nelle due fasi di verifica citate.

**9.1.3.-. Verifica a ribaltamento**

La verifica al ribaltamento dell'opera di sostegno, prevede la valutazione del coefficiente di sicurezza nei confronti del meccanismo di rotazione dell'opera rispetto al vertice esterno della fondazione.

Nella fattispecie, detti:

$M_{rib}$  : momento delle azioni ribaltanti;

$M_{sta}$  : momento delle azioni stabilizzanti

occorrerà verificare quanto segue:

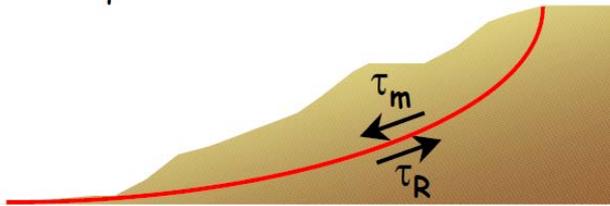
$$M_{sta} / R \geq M_{rib}$$

Con R pari ad 1.15 per le verifiche statiche e 1.00 per le verifiche in fase sismica. ovvero, equivalentemente, il rapporto  $M_{sta}/M_{rib}$  dovrà risultare non inferiore ai predetti valori nelle due

fasi di verifica citate.

### 9.1.4.-..Stabilità Globale

Nel presente paragrafo sono illustrati i Criteri generali adottati per l'effettuazione delle Verifiche di Stabilità Globale prescritte dalla normativa. In generale, ciascuno metodo va alla ricerca del potenziali superfici di scivolamento, generalmente di forma circolare, in qualche caso anche di forma diversa, rispetto a cui effettuare un equilibrio alla rotazione (o roto-traslazione) della potenziale massa di terreno coinvolta nel possibile movimento e quindi alla determinazione di un coefficiente di sicurezza coefficiente di sicurezza disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie, ovvero:



$$FS = \frac{\int_S \tau_{rott}}{\int_S \tau_{mob}}$$

Si procede generalmente suddividendo la massa di terreno coinvolta nella verifica in una serie di conci di dimensione b, interessati da azioni taglianti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato.

Per il caso in esame, le verifiche sono state effettuate rispetto a superfici di forma circolare, utilizzando il metodo di **Bishop**, per i cui dettagli si rimanda a quanto esposto a riguarda nella letteratura tecnica.

Le verifiche sono state effettuate rispetto a famiglie di superfici potenziali di rottura disegnate in maniera tale da non intersecare le opere, escludendo quindi ai fini della stabilità la resistenza al taglio locale offerta dalle opere, fermo restando tutte le prescrizioni definite dalla normativa per questo tipo di verifica, come già illustrate precedentemente; riguardo quest'ultimo aspetto, si segnala, come già ampiamente illustrato in precedenza, che la norma impone di fattorizzare con un coefficiente parziale R le resistenze, che assume valore 1.1 per le verifiche statiche ed 1.2 per le verifiche in fase sismica, ovvero, equivalentemente, che il valore di Fs come precedentemente definito, risulti non inferiore ai predetti valori.

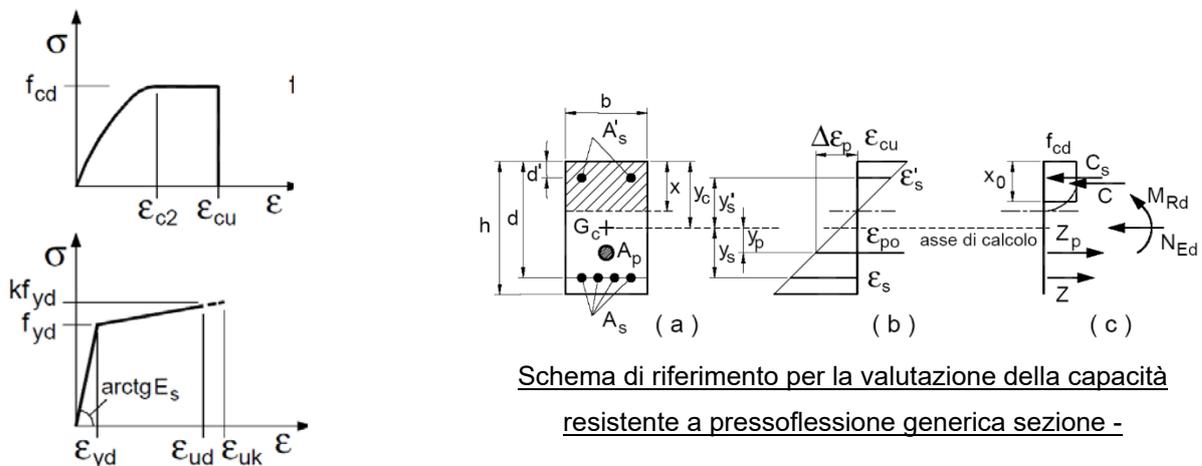
## 9.2.-. Verifiche strutturali

I criteri generali di verifica utilizzati per la valutazione delle capacità resistenti delle sezioni, per la condizione SLU, e per le massime tensioni nei materiali nonché per il controllo della fessurazione, relativamente agli SLE, sono quelli definiti al p.to 4.1.2 del DM 17.01.18.

### 9.2.1.-. VERIFICHE ALLO SLU

#### 9.2.1.1.-. Pressoflessione sezioni in c.a.

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione in c.a., viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.3.4.2 del DM 18, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:



Legami costitutivi Calcestruzzo ed Acciaio

La verifica consiste nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

$M_{Rd}$  è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a  $N_{Ed}$ ;

$N_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

$M_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

#### 9.2.1.2.-. Taglio sezioni in c.a.

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  degli elementi strutturali in c.a., può essere valutata secondo le

formulazioni fornite al § 4.1.2.3.5 del DM 17.01.18, riferite sia al caso di “elementi privi di armatura a taglio” sia al caso di “elementi armati a taglio”. Per il caso di una membratura priva di armatura specifica, risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w d$$

- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$  ;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$  ;
- $\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$
- $d$  = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;
- $b_w = 1000$  mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio  $V_{Rd}$  è il minimo tra la resistenza a taglio trazione  $V_{Rsd}$  e la resistenza a taglio compressione  $V_{Rcd}$ , che assumono nell'ordine le seguenti espressioni:

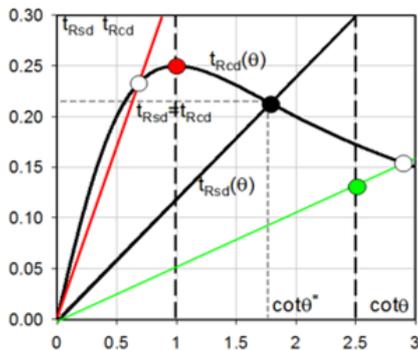
$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha ; \quad V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

Essendo:  $1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.3.5.2 del DM 17.01.18 considerando ai fini delle verifiche, un angolo  $\theta$  di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.  $1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$   $45^\circ \geq \theta \geq 21.8^\circ$ .

L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle ( $\theta$ ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato :

$$\cot \theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$



- Se la  $\cot\theta^*$  è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la  $\cot\theta^*$  è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rsd})$  coincide con il massimo taglio sopportato dalle armature trasversali valutabile per una  $\cot\theta=2,5$ .
- Se la  $\cot\theta^*$  è minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e taglio resistente  $V_{Rd}(=V_{Rcd})$  coincide con il massimo taglio sopportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una  $\cot\theta=1,0$ .

(  $\theta^*$  angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

Dove:

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

$f'_{cd}$  = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

$f_{cd}$  = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

$\alpha_c$	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrature non compresse
		$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 f_{cd}$
		1.25	per $0.25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 f_{cd}$
		$2.5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0.5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

$\omega_{sw}$  : Percentuale meccanica di armatura trasversale.  $\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{A_c f_{cd}}$

### 9.2.2.-..VERIFICA SLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato.

#### 9.2.2.1.-.. Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" / "Frequente" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente", adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in

specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento di RFI “ Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 2 / Ponti e Strutture – RFI DTC SI PS MA IFS 001 B, che al § 2.5.1.8.3.2.1 indica quanto segue:

Strutture in C.A.

**Tensioni di compressione del calcestruzzo**

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- Per combinazione di carico caratteristica (rara):  $0,55 f_{ck}$ ;
- Per combinazioni di carico quasi permanente:  $0,40 f_{ck}$ ;
- Per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

**Tensioni di trazione nell'acciaio**

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare  $0,75 f_{yk}$ .

**9.2.2.2.-. Verifiche a fessurazione**

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

**Tabella 8 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali**

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3B)</b> <b>Viadotto NW02</b>					
	RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI SOSTEGNO	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO MU 80 C0 001	REV. B

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Data la maggior restrittività, alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel DM 17.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l’apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

$$- \text{ Combinazione Caratteristica (Rara)} \quad \delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura riportata al C4.1.2.2.4.5 della Circolare n. 7/19.

## 10.-..ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

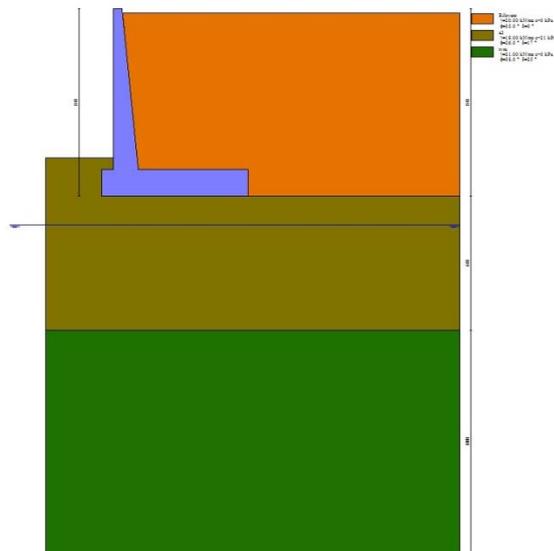
Tutte le Analisi e Verifiche espone nel presente documento sono state effettuate con l'Ausilio dei seguenti Software di calcolo:

• “ MAX - ver 15” (Analisi e Calcolo Muri di Sostegno) prodotto e distribuito dalla Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)

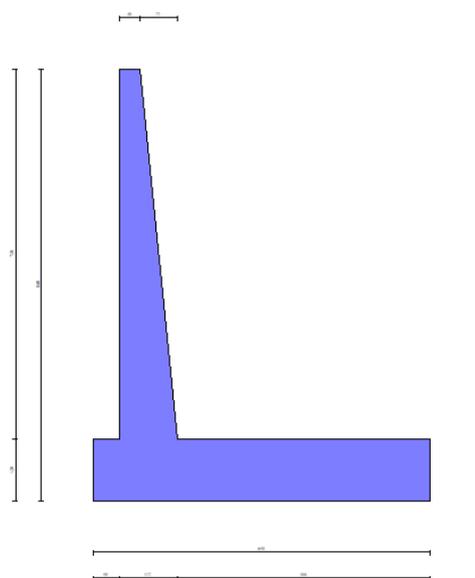
## 11.-..ANALISI E VERIFICHE MURO

Di seguito si riportano i risultati delle analisi dei muri in oggetto.

### 11.1.-..Modello di calcolo



Modello di calcolo muro



Geometria muro

## 11.2.-.Risultati

### 11.2.1.-.Condizioni drenate

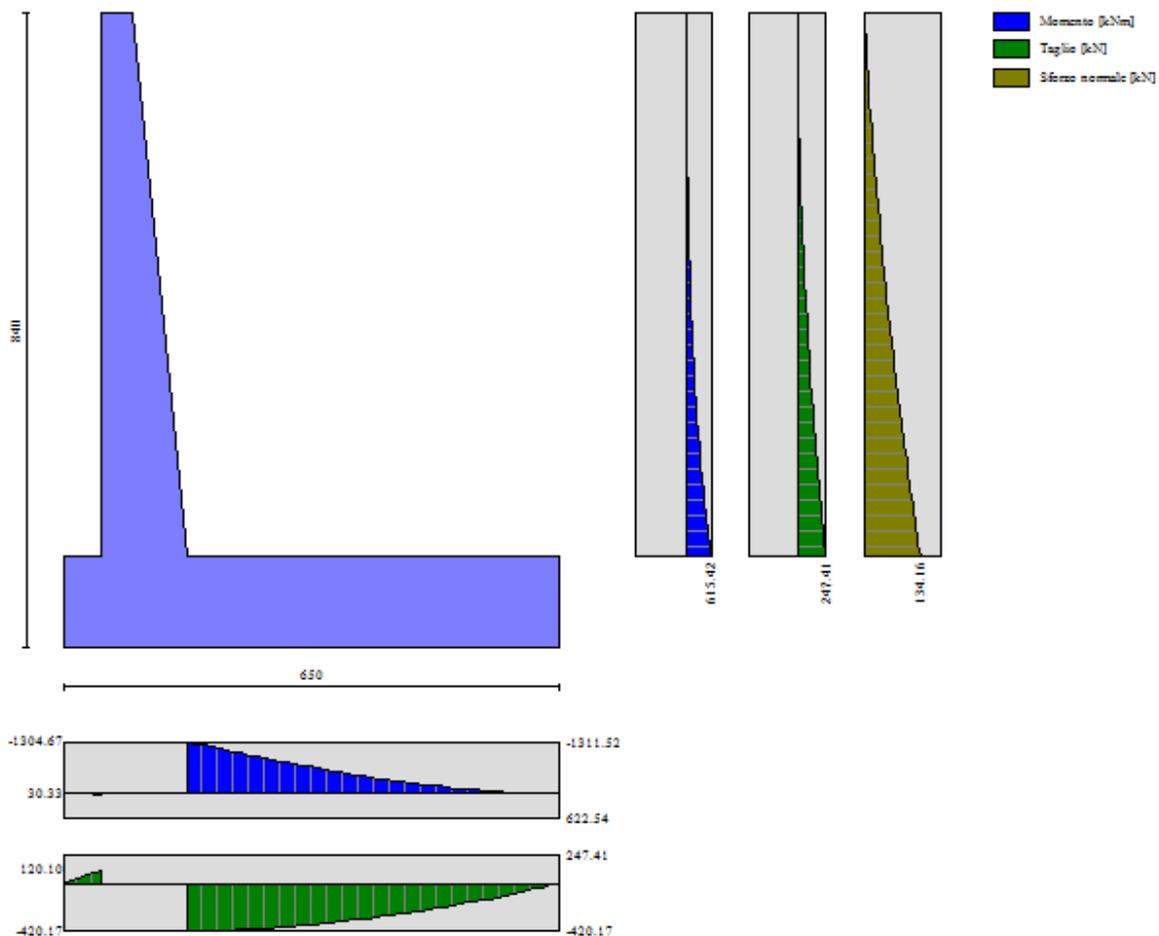
n°	Combinazione	Sismica	FSsco	FSqlim	FSrib	FSstab
1	STR (A1-M1-R3)		1.205	3.093	--	--
2	STR (A1-M1-R3)	H + V	1.209	3.251	--	--
3	STR (A1-M1-R3)	H - V	1.182	3.402	--	--
4	STR (A1-M1-R3)		1.583	2.843	--	--
5	STR (A1-M1-R3)		1.467	3.025	--	--
6	STR (A1-M1-R3)		1.321	2.908	--	--
7	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	1.872
8	GEO (A2-M2-R2)	H + V	--	--	--	2.248
9	GEO (A2-M2-R2)	H - V	--	--	--	2.261

### 11.2.1.-.Condizioni non drenate

1	STR (A1-M1-R3)		1.593	1.831	--	--
2	STR (A1-M1-R3)	H + V	1.729	1.927	--	--
3	STR (A1-M1-R3)	H - V	1.805	2.024	--	--
4	STR (A1-M1-R3)		1.593	1.617	--	--
5	STR (A1-M1-R3)		1.593	1.734	--	--
6	STR (A1-M1-R3)		1.593	1.702	--	--
7	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	2.157
8	GEO (A2-M2-R2)	H + V	--	--	--	2.924
9	GEO (A2-M2-R2)	H - V	--	--	--	3.049

Sintesi risultati verifiche Geotecniche

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	MU 80 C0 001	B	41 di 89



Inviluppo sollecitazioni sul muro

## 12.-..TABULATI DI CALCOLO

### 12.1.-.. Verifiche condizioni drenate

#### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
$R_{ck}$	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$	$R_{ck}$	E	$\nu$	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	$f_{yk}$	$f_{uk}$
	[kPa]	[kPa]
B450C	450000	540000

#### Geometria profilo terreno a monte del muro

##### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0.02	-0.20	0.000
2	15.00	-0.20	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

#### Falda

##### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-5.00	-9.70	0.000
2	-0.40	-9.70	0.000
3	0.57	-9.70	0.000
4	15.00	-9.70	0.000

## Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 10.00 [m]

#### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	7.20	[m]
Altezza paramento libero	6.70	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.12	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	5.71	[°]

#### Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.50	[m]
Lunghezza mensola di monte	4.88	[m]
Lunghezza totale	6.50	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.20	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

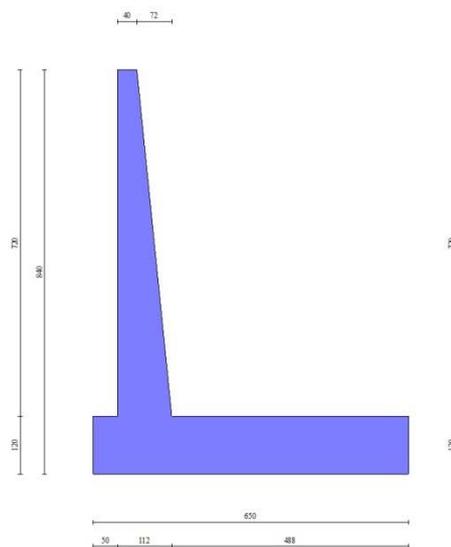


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	MU 80 C0 001	B	44 di 89

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_s$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
tl	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	$c_s$ [kPa]	Cesp	tl [kPa]
1	Rilevato	20.0000	20.0000	35.000	0.000	0	0	---	---
2	a2	19.0000	19.0000	26.000	17.330	21	0	---	---
3	tvra	21.0000	21.0000	38.000	25.330	0	0	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	8.40	0.000	Rilevato	---	---	---	---	---
2	6.00	0.000	a2	---	---	---	---	---
3	10.00	0.000	tvra	---	---	---	---	---



Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
Veicoli	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.35	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.35	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
Veicoli	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.35	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
Veicoli	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.35	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
Veicoli	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Veicoli	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	MU 80 C0 001	B	48 di 89

Combinazione n° 10 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Veicoli	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Veicoli	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Veicoli	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.130	0.000
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.115	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.656	2.430
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.406	0.370
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss	C	1.500	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	0.380	6.566	3.283
Ultimo - Ribaltamento	0.570	9.849	4.924
Esercizio	0.470	0.000	0.000

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

## Opzioni di calcolo

### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

### Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ( $0.5B \gamma N_c$ )	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

### Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

### Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

### Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

### Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

#### Paramento e fondazione muro

Condizioni ambientali Aggressive  
Armatura ad aderenza migliorata SI

#### Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile  
Metodo di calcolo aperture delle fessure NTC 2018 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

$$w_2=0.20$$

$$w_3=0.20$$

#### Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	$0.55 f_{ck}$	$0.75 f_{yk}$
Frequente	$0.55 f_{ck}$	$0.75 f_{yk}$
Quasi permanente	$0.40 f_{ck}$	$0.75 f_{yk}$

## Risultati per inviluppo

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	305.99	0.00	305.99	0.00	5.60	-5.40
	Peso/Inerzia muro			0.00	325.40/0.00	1.38	-6.30
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	856.40/0.00	3.01	-3.63
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
2	Spinta statica	182.22	0.00	182.22	0.00	5.60	-5.67
	Incremento di spinta sismica		30.25	30.25	0.00	5.60	-5.67
	Peso/Inerzia muro			21.36	325.40/10.68	1.38	-6.30
	Peso/Inerzia terrapieno			48.07	732.20/24.04	2.98	-3.62
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

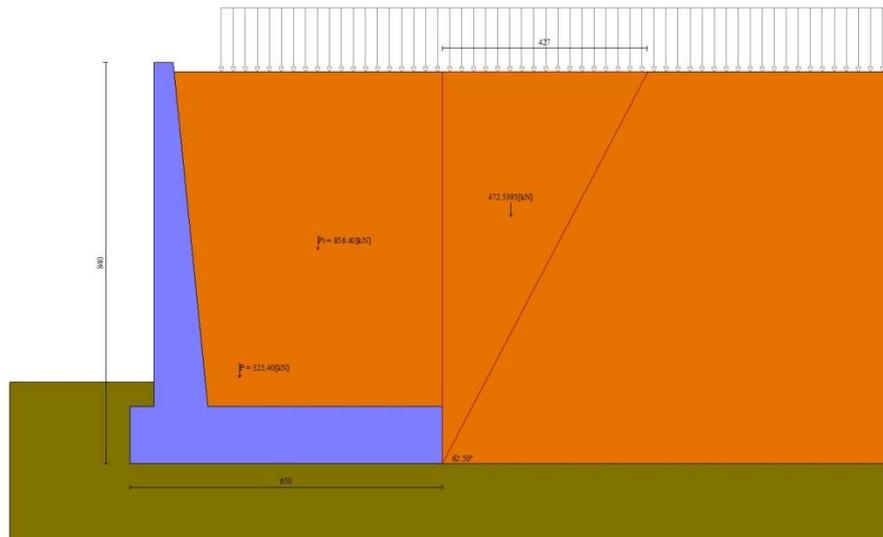


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

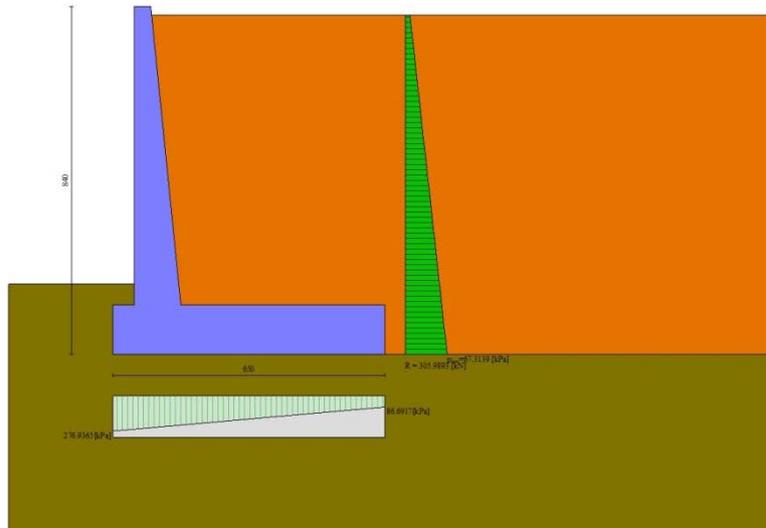


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

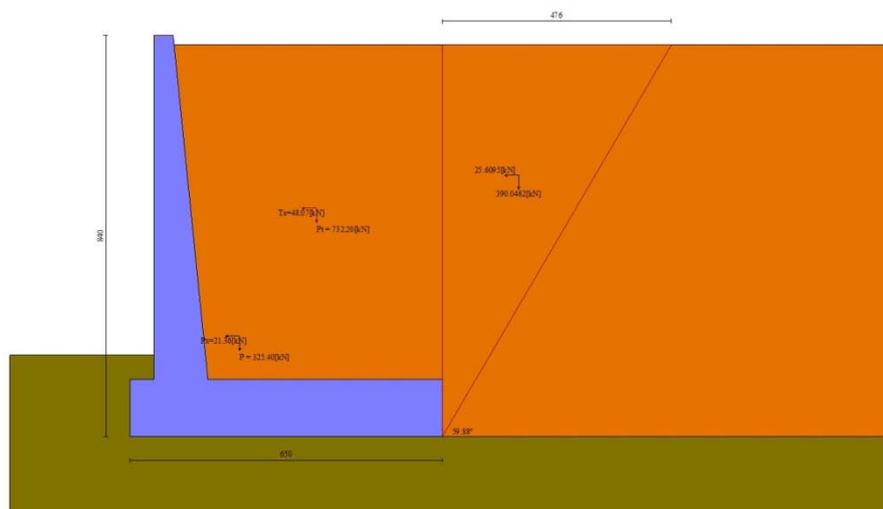


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

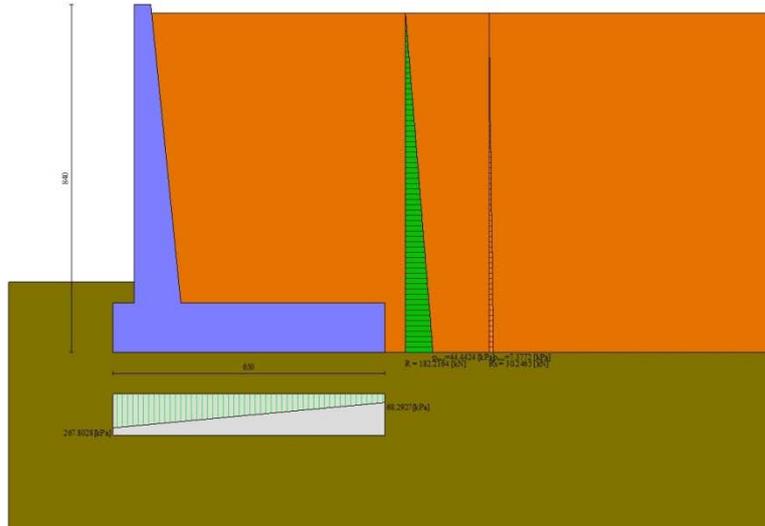


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.205		3.093			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.209		3.251			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.182		3.402			
4 - STR (A1-M1-R3)		1.583		2.843			
5 - STR (A1-M1-R3)		1.467		3.025			
6 - STR (A1-M1-R3)		1.321		2.908			
7 - GEO (A2-M2-R2)					1.872		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.248		
9 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.261		
10 - EQU (A1-M1-R3)			4.577				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.629				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		3.078				

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI SOSTEGNO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	MU 80 C0 001	B	53 di 89

T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]  
FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	368.77	0.00	0.00	--	--	368.77	305.99	1.205
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	319.18	0.00	0.00	--	--	319.18	270.03	1.182

**Verifica a carico limite**

**Simbologia adottata**

n° Indice combinazione  
N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]  
Qu carico limite del terreno, espresso in [kN]  
Qd Portanza di progetto, espresso in [kN]  
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
4 - STR (A1-M1-R3)	1551.96	4412.29	3151.64	2.843
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1092.32	3550.83	2959.02	3.251

**Dettagli calcolo portanza**

**Simbologia adottata**

n° Indice combinazione  
Nc, Nq, N<sub>γ</sub> Fattori di capacità portante  
ic, iq, i<sub>γ</sub> Fattori di inclinazione del carico  
dc, dq, d<sub>γ</sub> Fattori di profondità del piano di posa  
gc, gq, g<sub>γ</sub> Fattori di inclinazione del profilo topografico  
bc, bq, b<sub>γ</sub> Fattori di inclinazione del piano di posa  
sc, sq, s<sub>γ</sub> Fattori di forma della fondazione  
pc, pq, p<sub>γ</sub> Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic  
r<sub>γ</sub> Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B<sub>γ</sub>N, viene moltiplicato per questo fattore  
D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]  
B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]  
H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]  
γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]  
φ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]  
c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]  
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq N <sub>γ</sub>	ic iq i <sub>γ</sub>	dc dq d <sub>γ</sub>	gc gq g <sub>γ</sub>	bc bq b <sub>γ</sub>	sc sq s <sub>γ</sub>	pc pq p <sub>γ</sub>	r <sub>γ</sub>	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
4	22.254	0.768	1.084	--	--	--	--	0.872	1.70	5.70	11.64	26.00	21
	11.854	0.768	1.042	--	--	--	--			5.20			
	8.002	0.326	1.042	--	--	--	--						
2	22.254	0.704	1.084	--	--	--	--	0.872	1.70	5.21	11.64	26.00	21
	11.854	0.704	1.042	--	--	--	--			5.20			
	8.002	0.197	1.042	--	--	--	--						

**Verifica a ribaltamento**

**Simbologia adottata**

n° Indice combinazione  
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]  
Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)  
La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
10 - EQU (A1-M1-R3)	4089.44	893.48	4.577
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	3585.17	1164.93	3.078

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
7 - GEO (A2-M2-R2)	-1.00; 2.50	12.75	1.872
8 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-0.50; 4.50	14.28	2.248

### Dettagli strisce verifiche stabilità

#### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W	Qy	b	$\alpha$	$\phi$	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	21.76	19.61	11.47 - 0.85	71.522	29.256	0	0.0	
2	56.98	19.61	0.85	61.645	29.256	0	0.0	
3	80.58	19.61	0.85	54.323	29.256	0	0.0	
4	98.83	19.61	0.85	48.164	29.256	0	0.0	
5	113.65	19.61	0.85	42.684	29.256	0	0.0	
6	125.97	19.61	0.85	37.658	29.256	0	0.0	
7	130.10	19.61	0.85	32.954	29.256	0	0.0	
8	149.31	19.61	0.85	28.491	21.315	17	0.0	
9	156.17	19.61	0.85	24.210	21.315	17	0.0	
10	161.80	19.61	0.85	20.070	21.315	17	0.0	
11	166.31	19.61	0.85	16.037	21.315	17	0.5	
12	169.77	19.61	0.85	12.084	21.315	17	2.6	
13	174.71	5.56	0.85	8.190	21.315	17	4.1	
14	125.90	0.00	0.85	4.333	21.315	17	5.0	
15	61.24	0.00	0.85	0.496	21.315	17	5.3	
16	58.53	0.00	0.85	-3.339	21.315	17	5.1	
17	57.26	0.00	0.85	-7.189	21.315	17	4.4	
18	55.04	0.00	0.85	-11.072	21.315	17	3.0	
19	51.83	0.00	0.85	-15.008	21.315	17	1.1	
20	47.60	0.00	0.85	-19.018	21.315	17	0.0	
21	42.27	0.00	0.85	-23.127	21.315	17	0.0	
22	35.75	0.00	0.85	-27.368	21.315	17	0.0	
23	27.80	0.00	0.85	-31.779	21.315	17	0.0	
24	17.97	0.00	0.85	-36.414	21.315	17	0.0	
25	6.21	0.00	-9.84 - 0.85	-40.925	21.315	17	0.0	

n°	W	Qy	b	$\alpha$	$\phi$	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	18.06	0.00	12.99 - 0.89	66.105	35.000	0	0.0	
2	49.18	0.00	0.89	58.494	35.000	0	0.0	
3	72.53	0.00	0.89	52.133	35.000	0	0.0	
4	91.28	0.00	0.89	46.595	35.000	0	0.0	
5	106.84	0.00	0.89	41.582	35.000	0	0.0	
6	119.96	0.00	0.89	36.936	35.000	0	0.0	
7	131.09	0.00	0.89	32.561	35.000	0	0.0	
8	140.52	0.00	0.89	28.390	35.000	0	0.0	

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
9	145.40	0.00	0.89	24.379	26.000	21	0.0	
10	159.52	0.00	0.89	20.492	26.000	21	0.0	
11	164.64	0.00	0.89	16.702	26.000	21	0.0	
12	168.68	0.00	0.89	12.986	26.000	21	0.0	
13	171.68	0.00	0.89	9.324	26.000	21	0.0	
14	175.09	0.00	0.89	5.701	26.000	21	0.0	
15	127.14	0.00	0.89	2.101	26.000	21	0.6	
16	56.24	0.00	0.89	-1.490	26.000	21	0.7	
17	52.79	0.00	0.89	-5.088	26.000	21	0.2	
18	50.95	0.00	0.89	-8.706	26.000	21	0.0	
19	48.12	0.00	0.89	-12.360	26.000	21	0.0	
20	44.26	0.00	0.89	-16.065	26.000	21	0.0	
21	39.33	0.00	0.89	-19.841	26.000	21	0.0	
22	33.25	0.00	0.89	-23.710	26.000	21	0.0	
23	25.68	0.00	0.89	-27.698	26.000	21	0.0	
24	16.51	0.00	0.89	-31.838	26.000	21	0.0	
25	5.69	0.00	-9.37 - 0.89	-35.795	26.000	21	0.0	

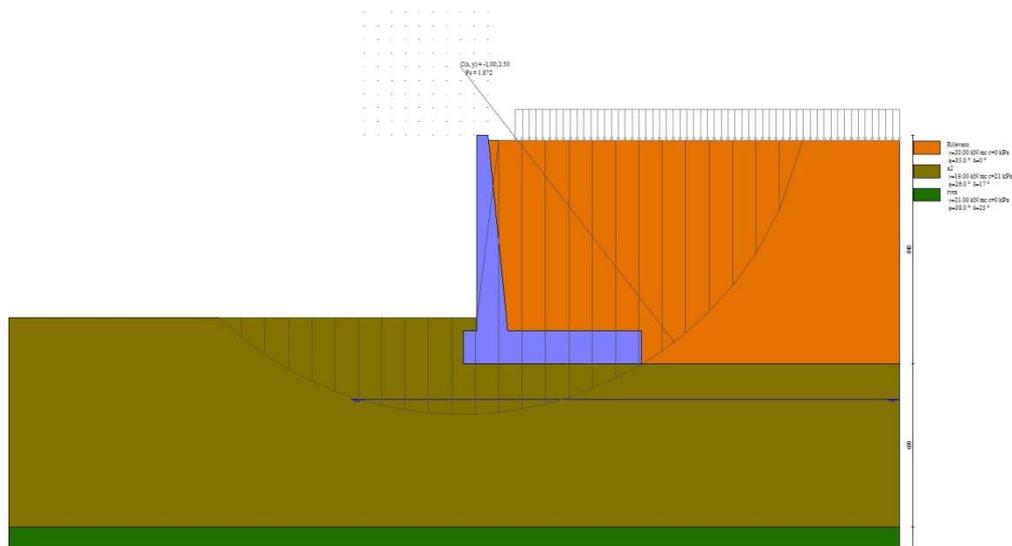


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 7)

## Sollecitazioni

### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

## Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.99	1.34	0.00	0.07	0.00	0.01
3	-0.20	2.01	2.71	0.00	0.13	0.01	0.02

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
4	-0.30	3.05	4.12	0.03	0.24	0.02	0.05
5	-0.40	4.12	5.56	0.12	0.41	0.05	0.10
6	-0.50	5.21	7.03	0.28	0.66	0.09	0.18
7	-0.60	6.33	8.54	0.50	0.99	0.16	0.29
8	-0.70	7.47	10.08	0.77	1.38	0.26	0.44
9	-0.80	8.63	11.65	1.11	1.85	0.39	0.64
10	-0.90	9.82	13.26	1.51	2.38	0.57	0.90
11	-1.00	11.03	14.89	1.97	3.00	0.79	1.22
12	-1.10	12.27	16.57	2.49	3.68	1.07	1.61
13	-1.20	13.53	18.27	3.08	4.44	1.42	2.08
14	-1.30	14.82	20.01	3.73	5.26	1.83	2.64
15	-1.40	16.13	21.78	4.43	6.18	2.31	3.29
16	-1.50	17.47	23.58	5.20	7.48	2.88	4.03
17	-1.60	18.83	25.42	6.03	9.00	3.53	4.89
18	-1.70	20.21	27.29	6.92	10.71	4.27	5.99
19	-1.80	21.62	29.19	7.88	12.56	5.12	7.29
20	-1.90	23.06	31.13	8.89	14.53	6.07	8.80
21	-2.00	24.52	33.10	9.97	16.61	7.13	10.51
22	-2.10	26.00	35.10	11.11	18.79	8.31	12.45
23	-2.20	27.51	37.14	12.31	21.07	9.61	14.62
24	-2.30	29.04	39.21	13.57	23.45	11.05	17.04
25	-2.40	30.60	41.31	14.89	25.93	12.62	19.71
26	-2.50	32.18	43.44	16.28	28.51	14.33	22.64
27	-2.60	33.79	45.61	17.72	31.18	16.20	25.85
28	-2.70	35.42	47.81	19.23	33.94	18.22	29.34
29	-2.80	37.07	50.05	20.80	36.79	20.40	33.12
30	-2.90	38.75	52.31	22.43	39.73	22.75	37.20
31	-3.00	40.45	54.61	24.12	42.76	25.28	41.59
32	-3.10	42.18	56.95	25.87	45.89	27.98	46.30
33	-3.20	43.94	59.31	27.69	49.10	30.87	51.34
34	-3.30	45.71	61.71	29.56	52.40	33.96	56.72
35	-3.40	47.51	64.15	31.50	55.78	37.25	62.44
36	-3.50	49.34	66.61	33.50	59.25	40.74	68.52
37	-3.60	51.19	69.11	35.56	62.81	44.44	74.96
38	-3.70	53.07	71.64	37.69	66.46	48.36	81.77
39	-3.80	54.97	74.21	39.87	70.19	52.51	88.97
40	-3.90	56.89	76.81	42.12	74.01	56.89	96.56
41	-4.00	58.84	79.44	44.42	77.92	61.51	104.54
42	-4.10	60.82	82.10	46.79	81.91	66.37	112.94
43	-4.20	62.81	84.80	49.22	85.98	71.47	121.75
44	-4.30	64.84	87.53	51.71	90.14	76.84	130.99
45	-4.40	66.88	90.29	54.27	94.39	82.47	140.66
46	-4.50	68.96	93.09	56.88	98.72	88.36	150.77
47	-4.60	71.05	95.92	59.56	103.13	94.54	161.33
48	-4.70	73.17	98.78	62.29	107.63	100.99	172.36
49	-4.80	75.32	101.68	65.09	112.22	107.73	183.85
50	-4.90	77.49	104.61	67.95	116.89	114.76	195.82
51	-5.00	79.68	107.57	70.88	121.64	122.10	208.28
52	-5.10	81.90	110.57	73.86	126.48	129.74	221.23
53	-5.20	84.14	113.60	76.91	131.40	137.69	234.68
54	-5.30	86.41	116.66	80.01	136.40	145.96	248.65
55	-5.40	88.71	119.75	83.18	141.49	154.56	263.13
56	-5.50	91.02	122.88	86.41	146.66	163.49	278.15
57	-5.60	93.36	126.04	89.70	151.92	172.75	293.70
58	-5.70	95.73	129.23	93.06	157.26	182.36	309.79
59	-5.80	98.12	132.46	96.47	162.69	192.32	326.44
60	-5.90	100.54	135.72	99.95	168.19	202.64	343.66
61	-6.00	102.97	139.02	103.48	173.79	213.32	361.44
62	-6.10	105.44	142.34	107.08	179.46	224.37	379.81
63	-6.20	107.93	145.70	110.74	185.22	235.79	398.76
64	-6.30	110.44	149.09	114.47	191.06	247.60	418.31
65	-6.40	112.98	152.52	118.25	196.99	259.79	438.47
66	-6.50	115.54	155.98	122.09	203.00	272.38	459.24
67	-6.60	118.13	159.47	126.00	209.09	285.37	480.63

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
68	-6.70	120.74	163.00	129.97	215.27	298.76	502.65
69	-6.80	123.37	166.55	134.00	221.53	312.57	525.32
70	-6.90	126.03	170.15	138.09	227.87	326.80	548.63
71	-7.00	128.72	173.77	142.24	234.30	341.45	572.60
72	-7.10	131.43	177.43	146.46	240.81	356.54	597.23
73	-7.20	134.16	181.12	150.73	247.41	372.06	622.54

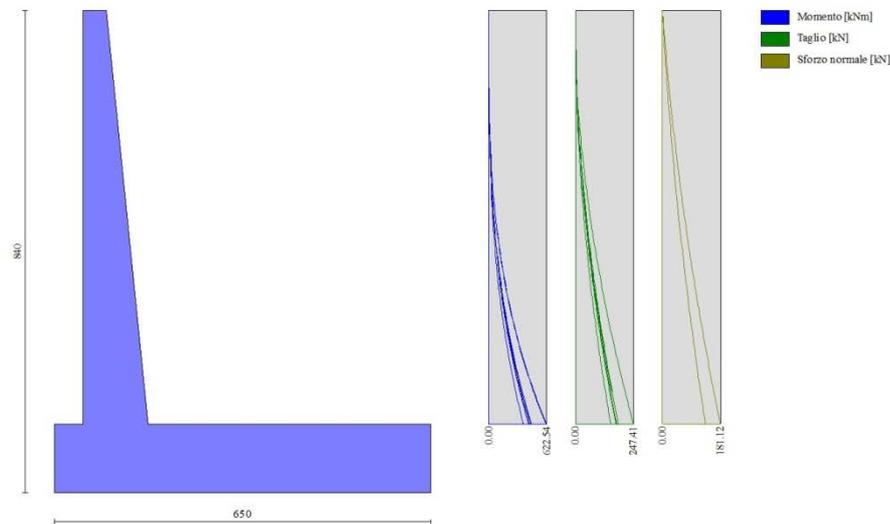


Fig. 8 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	0.00	18.22	28.55	0.91	1.43
3	-0.70	0.00	0.00	36.30	56.82	3.64	5.70
4	-0.60	0.00	0.00	54.21	84.83	8.17	12.79
5	-0.50	0.00	0.00	71.98	112.56	14.48	22.66
6	-0.40	0.00	0.00	89.59	140.03	22.56	35.29
7	0.72	0.00	0.00	-418.54	-93.24	-1311.52	-375.66
8	0.82	0.00	0.00	-419.50	-94.98	-1277.52	-366.29
9	0.92	0.00	0.00	-420.17	-96.57	-1243.29	-356.75
10	1.02	0.00	0.00	-420.04	-98.00	-1207.71	-347.06
11	1.12	0.00	0.00	-417.44	-99.28	-1167.13	-337.24
12	1.22	0.00	0.00	-414.55	-100.42	-1126.69	-327.29
13	1.32	0.00	0.00	-411.37	-101.40	-1086.43	-317.24
14	1.42	0.00	0.00	-407.90	-102.23	-1046.38	-307.10
15	1.52	0.00	0.00	-404.14	-102.90	-1006.58	-296.88
16	1.62	0.00	0.00	-400.09	-103.43	-967.05	-286.61
17	1.72	0.00	0.00	-395.74	-103.80	-927.84	-276.29
18	1.82	0.00	0.00	-391.11	-104.02	-888.97	-265.94
19	1.92	0.00	0.00	-386.19	-104.09	-850.47	-255.57
20	2.01	0.00	0.00	-380.98	-104.01	-812.39	-245.21
21	2.11	0.00	0.00	-375.54	-103.78	-774.76	-234.86
22	2.21	0.00	0.00	-370.55	-103.39	-737.60	-224.54
23	2.31	0.00	0.00	-365.23	-102.85	-700.96	-214.27

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
24	2.41	0.00	0.00	-359.57	-102.16	-664.87	-204.06
25	2.51	0.00	0.00	-353.57	-101.32	-629.35	-193.93
26	2.61	0.00	0.00	-347.23	-100.33	-594.45	-183.88
27	2.71	0.00	0.00	-340.56	-99.19	-560.20	-173.95
28	2.81	0.00	0.00	-333.55	-97.89	-526.63	-164.13
29	2.91	0.00	0.00	-326.20	-96.44	-493.77	-154.45
30	3.01	0.00	0.00	-318.51	-94.84	-461.67	-144.93
31	3.11	0.00	0.00	-310.48	-93.09	-430.34	-135.57
32	3.21	0.00	0.00	-302.12	-91.19	-399.84	-126.39
33	3.31	0.00	0.00	-293.42	-89.14	-370.18	-117.41
34	3.41	0.00	0.00	-284.38	-86.93	-341.40	-108.64
35	3.51	0.00	0.00	-275.00	-84.57	-313.55	-100.10
36	3.61	0.00	0.00	-265.28	-82.06	-286.64	-91.80
37	3.71	0.00	0.00	-255.23	-79.40	-260.72	-83.76
38	3.81	0.00	0.00	-244.84	-76.59	-235.81	-75.99
39	3.91	0.00	0.00	-234.11	-73.62	-211.96	-68.51
40	4.01	0.00	0.00	-223.04	-70.50	-189.19	-61.33
41	4.11	0.00	0.00	-211.64	-67.24	-167.55	-54.47
42	4.21	0.00	0.00	-199.89	-63.82	-147.05	-47.94
43	4.31	0.00	0.00	-187.81	-60.24	-127.74	-41.77
44	4.40	0.00	0.00	-175.39	-56.52	-109.65	-35.95
45	4.50	0.00	0.00	-162.63	-52.64	-92.82	-30.51
46	4.60	0.00	0.00	-149.54	-48.62	-77.27	-25.47
47	4.70	0.00	0.00	-136.11	-44.44	-63.04	-20.83
48	4.80	0.00	0.00	-122.34	-40.11	-50.17	-16.62
49	4.90	0.00	0.00	-108.23	-35.63	-38.69	-12.85
50	5.00	0.00	0.00	-93.78	-30.99	-28.62	-9.53
51	5.10	0.00	0.00	-78.99	-26.21	-20.02	-6.68
52	5.20	0.00	0.00	-63.87	-21.27	-12.90	-4.32
53	5.30	0.00	0.00	-48.41	-16.18	-7.31	-2.45
54	5.40	0.00	0.00	-32.61	-10.94	-3.27	-1.10
55	5.50	0.00	0.00	-16.47	-5.54	-0.82	-0.28
56	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

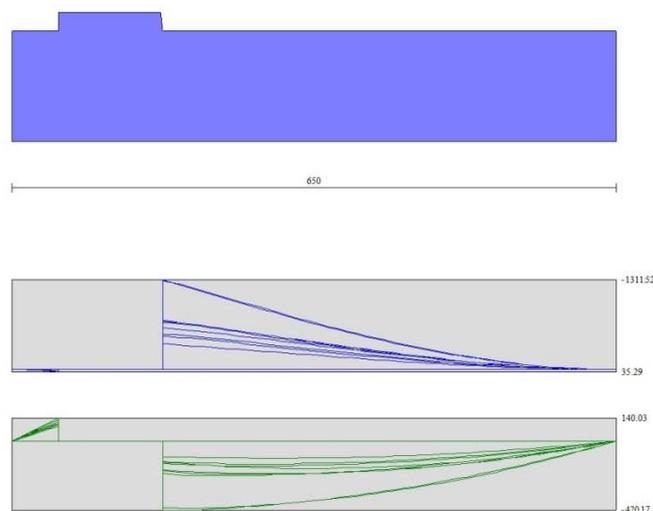


Fig. 9 - Fondazione

## 12.2.-. Verifiche strutturali

### Verifiche a flessione

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espressa in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espressa in [kNm]
Nu	sforzo normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

#### Paramento

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	40	22.62	45.24	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	100	41	22.62	45.24	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
3	100	42	22.62	45.24	0.01	2.71	42.26	8520.24	3139.321
4	100	43	22.62	45.24	0.03	4.12	67.16	8666.15	2103.072
5	100	44	22.62	45.24	0.07	5.56	104.43	8806.34	1583.738
6	100	45	22.62	45.24	0.12	7.03	157.62	8939.71	1271.046
7	100	46	22.62	45.24	0.21	8.54	227.79	9066.79	1061.770
8	100	47	22.62	45.24	0.35	10.08	304.14	8860.93	879.201
9	100	48	22.62	45.24	0.53	11.65	388.33	8591.11	737.399
10	100	49	22.62	45.24	0.77	13.26	478.84	8296.26	625.857
11	100	50	22.62	45.24	1.07	14.89	572.06	7964.35	534.728
12	100	51	22.62	45.24	1.45	16.57	666.59	7619.49	459.956
13	100	52	22.62	45.24	1.91	18.27	760.98	7272.04	398.026
14	100	53	22.62	45.24	2.47	20.01	853.13	6916.92	345.709
15	100	54	22.62	45.24	3.13	21.78	945.43	6571.27	301.729
16	100	55	22.62	45.24	3.93	23.58	1035.80	6219.40	263.729
17	100	56	22.62	45.24	4.87	25.42	1126.76	5878.84	231.273
18	100	57	22.62	45.24	5.99	27.29	1215.65	5540.22	203.016
19	100	58	22.62	45.24	7.29	29.19	1304.12	5221.55	178.864
20	100	59	22.62	45.24	8.80	31.13	1385.12	4902.41	157.487
21	100	60	22.62	45.24	10.51	33.10	1461.17	4600.90	139.007
22	100	61	22.62	45.24	12.01	26.00	1464.83	3172.22	122.005
23	100	62	22.62	45.24	14.13	27.51	1464.95	2851.53	103.660
24	100	63	22.62	45.24	16.50	29.04	1465.74	2579.91	88.837
25	100	64	22.62	45.24	19.12	30.60	1462.29	2340.49	76.492
26	100	65	22.62	45.24	22.00	32.18	1463.64	2141.32	66.544
27	100	66	22.62	45.24	25.14	33.79	1458.52	1959.80	58.008
28	100	67	22.62	45.24	28.57	35.42	1457.83	1807.04	51.024
29	100	68	22.62	45.24	32.29	37.07	1460.67	1677.02	45.239
30	100	69	22.62	45.24	36.30	38.75	1461.65	1560.17	40.263
31	100	70	22.62	45.24	40.63	40.45	1461.49	1455.33	35.975
32	100	71	22.62	45.24	45.26	42.18	1464.22	1364.55	32.349
33	100	72	22.62	45.24	50.23	43.94	1469.33	1285.27	29.254
34	100	73	22.62	45.24	55.53	45.71	1476.43	1215.52	26.590
35	100	74	22.62	45.24	61.17	47.51	1483.87	1152.70	24.260
36	100	75	22.62	45.24	67.16	49.34	1488.81	1093.82	22.168
37	100	76	22.62	45.24	73.51	51.19	1495.12	1041.15	20.338
38	100	77	22.62	45.24	80.24	53.07	1502.58	993.79	18.727
39	100	78	22.62	45.24	87.34	54.97	1511.05	951.00	17.301
40	100	79	22.62	45.24	94.83	56.89	1520.39	912.16	16.033

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
41	100	80	22.62	45.24	102.71	58.84	1530.49	876.78	14.900
42	100	81	22.62	45.24	111.00	60.82	1541.26	844.41	13.885
43	100	82	22.62	45.24	119.71	62.81	1552.62	814.71	12.970
44	100	83	22.62	45.24	128.83	64.84	1564.50	787.36	12.144
45	100	84	22.62	45.24	138.39	66.88	1576.84	762.11	11.394
46	100	85	22.62	45.24	148.38	68.96	1589.57	738.71	10.713
47	100	86	22.62	45.24	158.82	71.05	1602.64	716.97	10.091
48	100	87	22.62	45.24	169.72	73.17	1616.05	696.74	9.522
49	100	88	22.62	90.48	181.08	75.32	3025.30	1258.31	16.707
50	100	89	22.62	90.48	192.92	77.49	3059.42	1228.84	15.858
51	100	90	22.62	90.48	205.24	79.68	3093.94	1201.20	15.075
52	100	91	22.62	90.48	218.05	81.90	3128.83	1175.22	14.349
53	100	92	22.62	90.48	231.36	84.14	3164.07	1150.78	13.676
54	100	93	22.62	90.48	245.17	86.41	3199.64	1127.74	13.051
55	100	94	22.62	90.48	259.50	88.71	3235.53	1105.99	12.468
56	100	95	22.62	90.48	274.36	91.02	3271.72	1085.43	11.925
57	100	96	22.62	90.48	289.75	93.36	3308.19	1065.97	11.417
58	100	97	22.62	90.48	305.68	95.73	3344.93	1047.53	10.943
59	100	98	22.62	90.48	322.16	98.12	3381.93	1030.03	10.498
60	100	99	22.62	90.48	339.20	100.54	3416.38	1012.57	10.072
61	100	100	22.62	90.48	356.81	102.97	3450.21	995.73	9.670
62	100	101	22.62	90.48	374.99	105.44	3484.26	979.69	9.292
63	100	102	22.62	90.48	393.76	107.93	3518.50	964.40	8.936
64	100	103	22.62	45.24	413.12	110.44	1865.16	498.62	4.515
65	100	104	22.62	45.24	433.08	112.98	1882.03	490.97	4.346
66	100	105	22.62	45.24	453.65	115.54	1899.01	483.66	4.186
67	100	106	22.62	45.24	474.84	118.13	1916.08	476.67	4.035
68	100	107	22.62	45.24	496.65	120.74	1933.24	469.98	3.893
69	100	108	22.62	45.24	519.10	123.37	1950.48	463.57	3.757
70	100	109	22.62	45.24	542.19	126.03	1967.82	457.42	3.629
71	100	110	22.62	45.24	565.94	128.72	1985.23	451.52	3.508
72	100	111	22.62	45.24	590.34	131.43	2002.71	445.86	3.392
73	100	112	22.62	45.24	615.42	134.16	2020.27	440.42	3.283

## Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	120	27.14	31.67	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	100	120	27.14	31.67	1.43	0.00	1179.73	0.00	825.237
3	100	120	27.14	31.67	5.70	0.00	1179.73	0.00	206.961
4	100	120	27.14	31.67	12.79	0.00	1179.73	0.00	92.274
5	100	120	27.14	31.67	22.66	0.00	1179.73	0.00	52.069
6	100	120	27.14	31.67	35.29	0.00	1179.73	0.00	33.430
7	100	120	27.14	31.67	-1311.52	0.00	-1373.20	0.00	1.047
8	100	120	27.14	31.67	-1277.52	0.00	-1373.20	0.00	1.075
9	100	120	27.14	31.67	-1243.29	0.00	-1373.20	0.00	1.104
10	100	120	27.14	31.67	-1207.71	0.00	-1373.20	0.00	1.137
11	100	120	27.14	31.67	-1167.13	0.00	-1373.20	0.00	1.177
12	100	120	27.14	31.67	-1126.69	0.00	-1373.20	0.00	1.219
13	100	120	27.14	31.67	-1086.43	0.00	-1373.20	0.00	1.264
14	100	120	27.14	31.67	-1046.38	0.00	-1373.20	0.00	1.312
15	100	120	27.14	31.67	-1006.58	0.00	-1373.20	0.00	1.364
16	100	120	27.14	31.67	-967.05	0.00	-1373.20	0.00	1.420
17	100	120	27.14	31.67	-927.84	0.00	-1373.20	0.00	1.480
18	100	120	27.14	31.67	-888.97	0.00	-1373.20	0.00	1.545
19	100	120	27.14	31.67	-850.47	0.00	-1373.20	0.00	1.615
20	100	120	27.14	31.67	-812.39	0.00	-1373.20	0.00	1.690
21	100	120	27.14	31.67	-774.76	0.00	-1373.20	0.00	1.772
22	100	120	27.14	31.67	-737.60	0.00	-1373.20	0.00	1.862
23	100	120	27.14	31.67	-700.96	0.00	-1373.20	0.00	1.959
24	100	120	27.14	31.67	-664.87	0.00	-1373.20	0.00	2.065

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
25	100	120	27.14	31.67	-629.35	0.00	-1373.20	0.00	2.182
26	100	120	27.14	31.67	-594.45	0.00	-1373.20	0.00	2.310
27	100	120	27.14	31.67	-560.20	0.00	-1373.20	0.00	2.451
28	100	120	27.14	31.67	-526.63	0.00	-1373.20	0.00	2.608
29	100	120	27.14	31.67	-493.77	0.00	-1373.20	0.00	2.781
30	100	120	27.14	31.67	-461.67	0.00	-1373.20	0.00	2.974
31	100	120	27.14	31.67	-430.34	0.00	-1373.20	0.00	3.191
32	100	120	27.14	31.67	-399.84	0.00	-1373.20	0.00	3.434
33	100	120	27.14	31.67	-370.18	0.00	-1373.20	0.00	3.710
34	100	120	27.14	31.67	-341.40	0.00	-1373.20	0.00	4.022
35	100	120	27.14	31.67	-313.55	0.00	-1373.20	0.00	4.380
36	100	120	27.14	31.67	-286.64	0.00	-1373.20	0.00	4.791
37	100	120	27.14	31.67	-260.72	0.00	-1373.20	0.00	5.267
38	100	120	27.14	31.67	-235.81	0.00	-1373.20	0.00	5.823
39	100	120	27.14	31.67	-211.96	0.00	-1373.20	0.00	6.479
40	100	120	27.14	31.67	-189.19	0.00	-1373.20	0.00	7.258
41	100	120	27.14	31.67	-167.55	0.00	-1373.20	0.00	8.196
42	100	120	27.14	31.67	-147.05	0.00	-1373.20	0.00	9.338
43	100	120	27.14	31.67	-127.74	0.00	-1373.20	0.00	10.750
44	100	120	27.14	31.67	-109.65	0.00	-1373.20	0.00	12.523
45	100	120	27.14	31.67	-92.82	0.00	-1373.20	0.00	14.795
46	100	120	27.14	31.67	-77.27	0.00	-1373.20	0.00	17.772
47	100	120	27.14	31.67	-63.04	0.00	-1373.20	0.00	21.782
48	100	120	27.14	31.67	-50.17	0.00	-1373.20	0.00	27.371
49	100	120	27.14	31.67	-38.69	0.00	-1373.20	0.00	35.496
50	100	120	27.14	31.67	-28.62	0.00	-1373.20	0.00	47.972
51	100	120	27.14	31.67	-20.02	0.00	-1373.20	0.00	68.596
52	100	120	27.14	31.67	-12.90	0.00	-1373.20	0.00	106.436
53	100	120	27.14	31.67	-7.31	0.00	-1373.20	0.00	187.913
54	100	120	27.14	31.67	-3.27	0.00	-1373.20	0.00	419.903
55	100	120	27.14	31.67	-0.82	0.00	-1373.20	0.00	1668.167
56	100	120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000

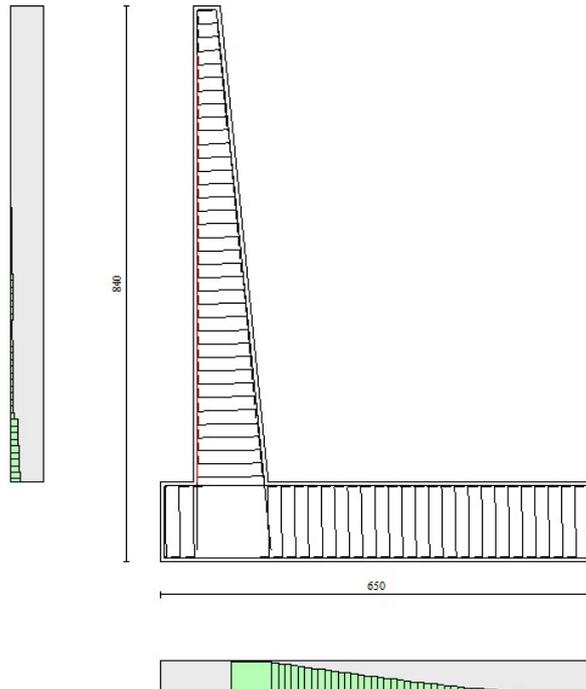


Fig. 10 - Paramento (Inviluppo)

### Verifiche a taglio

#### Simbologia adottata

$I_s$	indice sezione
$Y$	ordinata sezione espressa in [m]
$B$	larghezza sezione espressa in [cm]
$H$	altezza sezione espressa in [cm]
$A_{sw}$	area ferri a taglio espressa in [cm <sup>2</sup> ]
$\cot\theta$	inclinazione delle bielle compresse, $\theta$ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
$V_{Rcd}$	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
$V_{Rsd}$	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
$V_{Rd}$	resistenza di progetto a taglio espressa in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio ( $A_{sw}>0.0$ ) $V_{Rd}=\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$ .
$T$	taglio agente espressa in [kN]
$FS$	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

### Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	$A_{sw}$ [cm <sup>2</sup> ]	$\cot\theta$	$V_{Rcd}$ [kN]	$V_{Rsd}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0.00	--	0.00	0.00	297.70	0.00	100.000
2	100	41	0.00	--	0.00	0.00	301.64	0.07	4626.877
3	100	42	0.00	--	0.00	0.00	305.55	0.13	2314.837
4	100	43	0.00	--	0.00	0.00	309.42	0.24	1309.855
5	100	44	0.00	--	0.00	0.00	313.26	0.41	757.211
6	100	45	0.00	--	0.00	0.00	317.06	0.66	477.750
7	100	46	0.00	--	0.00	0.00	320.83	0.99	325.608
8	100	47	0.00	--	0.00	0.00	324.56	1.38	235.348
9	100	48	0.00	--	0.00	0.00	328.27	1.85	177.893
10	100	49	0.00	--	0.00	0.00	331.95	2.38	139.237
11	100	50	0.00	--	0.00	0.00	335.59	3.00	112.042
12	100	51	0.00	--	0.00	0.00	339.21	3.68	92.205
13	100	52	0.00	--	0.00	0.00	342.81	4.44	77.295
14	100	53	0.00	--	0.00	0.00	346.38	5.26	65.805
15	100	54	0.00	--	0.00	0.00	349.92	6.18	56.658
16	100	55	0.00	--	0.00	0.00	353.44	7.48	47.275
17	100	56	0.00	--	0.00	0.00	356.94	9.00	39.658
18	100	57	0.00	--	0.00	0.00	360.41	10.71	33.661
19	100	58	0.00	--	0.00	0.00	363.87	12.56	28.981
20	100	59	0.00	--	0.00	0.00	367.30	14.53	25.283
21	100	60	0.00	--	0.00	0.00	370.72	16.61	22.324
22	100	61	0.00	--	0.00	0.00	374.11	18.79	19.911
23	100	62	0.00	--	0.00	0.00	377.49	21.07	17.914
24	100	63	0.00	--	0.00	0.00	380.84	23.45	16.237
25	100	64	0.00	--	0.00	0.00	384.18	25.93	14.814
26	100	65	0.00	--	0.00	0.00	387.51	28.51	13.593
27	100	66	0.00	--	0.00	0.00	390.81	31.18	12.536
28	100	67	0.00	--	0.00	0.00	394.10	33.94	11.613
29	100	68	0.00	--	0.00	0.00	397.38	36.79	10.802
30	100	69	0.00	--	0.00	0.00	400.64	39.73	10.084
31	100	70	0.00	--	0.00	0.00	403.88	42.76	9.444
32	100	71	0.00	--	0.00	0.00	407.11	45.89	8.872
33	100	72	0.00	--	0.00	0.00	410.33	49.10	8.357
34	100	73	0.00	--	0.00	0.00	413.53	52.40	7.892
35	100	74	0.00	--	0.00	0.00	416.72	55.78	7.471
36	100	75	0.00	--	0.00	0.00	419.89	59.25	7.086
37	100	76	0.00	--	0.00	0.00	423.06	62.81	6.735
38	100	77	0.00	--	0.00	0.00	426.21	66.46	6.413
39	100	78	0.00	--	0.00	0.00	429.35	70.19	6.117
40	100	79	0.00	--	0.00	0.00	432.47	74.01	5.843
41	100	80	0.00	--	0.00	0.00	435.59	77.92	5.590
42	100	81	0.00	--	0.00	0.00	438.70	81.91	5.356
43	100	82	0.00	--	0.00	0.00	441.79	85.98	5.138
44	100	83	0.00	--	0.00	0.00	444.88	90.14	4.935
45	100	84	0.00	--	0.00	0.00	447.95	94.39	4.746

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
46	100	85	0.00	--	0.00	0.00	451.01	98.72	4.569
47	100	86	0.00	--	0.00	0.00	454.07	103.13	4.403
48	100	87	0.00	--	0.00	0.00	457.11	107.63	4.247
49	100	88	0.00	--	0.00	0.00	543.59	112.22	4.844
50	100	89	0.00	--	0.00	0.00	547.12	116.89	4.681
51	100	90	0.00	--	0.00	0.00	550.64	121.64	4.527
52	100	91	0.00	--	0.00	0.00	554.15	126.48	4.381
53	100	92	0.00	--	0.00	0.00	557.65	131.40	4.244
54	100	93	0.00	--	0.00	0.00	561.14	136.40	4.114
55	100	94	0.00	--	0.00	0.00	564.61	141.49	3.990
56	100	95	0.00	--	0.00	0.00	568.08	146.66	3.873
57	100	96	0.00	--	0.00	0.00	571.54	151.92	3.762
58	100	97	0.00	--	0.00	0.00	574.99	157.26	3.656
59	100	98	0.00	--	0.00	0.00	578.43	162.69	3.555
60	100	99	0.00	--	0.00	0.00	581.86	168.19	3.459
61	100	100	0.00	--	0.00	0.00	585.28	173.79	3.368
62	100	101	0.00	--	0.00	0.00	588.69	179.46	3.280
63	100	102	0.00	--	0.00	0.00	592.09	185.22	3.197
64	100	103	0.00	--	0.00	0.00	504.72	191.06	2.642
65	100	104	0.00	--	0.00	0.00	507.64	196.99	2.577
66	100	105	0.00	--	0.00	0.00	510.55	203.00	2.515
67	100	106	0.00	--	0.00	0.00	513.45	209.09	2.456
68	100	107	0.00	--	0.00	0.00	516.35	215.27	2.399
69	100	108	0.00	--	0.00	0.00	519.24	221.53	2.344
70	100	109	0.00	--	0.00	0.00	522.13	227.87	2.291
71	100	110	0.00	--	0.00	0.00	525.01	234.30	2.241
72	100	111	0.00	--	0.00	0.00	527.88	240.81	2.192
73	100	112	0.00	--	0.00	0.00	530.75	247.41	2.145

## Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	0.00	100.000
2	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-28.55	17.734
3	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-56.82	8.909
4	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-84.83	5.968
5	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-112.56	4.497
6	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-140.03	3.615
7	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-418.54	1.210
8	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-419.50	1.207
9	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-420.17	1.205
10	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-420.04	1.205
11	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-417.44	1.213
12	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-414.55	1.221
13	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-411.37	1.231
14	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-407.90	1.241
15	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-404.14	1.253
16	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-400.09	1.265
17	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-395.74	1.279
18	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-391.11	1.294
19	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-386.19	1.311
20	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-380.98	1.329
21	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-375.54	1.348
22	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-370.55	1.366
23	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-365.23	1.386
24	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-359.57	1.408
25	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-353.57	1.432
26	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-347.23	1.458
27	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-340.56	1.486
28	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-333.55	1.518
29	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-326.20	1.552
30	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-318.51	1.589

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
31	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-310.48	1.630
32	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-302.12	1.676
33	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-293.42	1.725
34	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-284.38	1.780
35	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-275.00	1.841
36	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-265.28	1.908
37	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-255.23	1.983
38	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-244.84	2.068
39	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-234.11	2.162
40	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-223.04	2.270
41	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-211.64	2.392
42	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-199.89	2.533
43	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-187.81	2.695
44	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-175.39	2.886
45	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-162.63	3.113
46	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-149.54	3.385
47	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-136.11	3.719
48	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-122.34	4.138
49	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-108.23	4.678
50	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-93.78	5.398
51	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-78.99	6.408
52	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-63.87	7.926
53	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-48.41	10.457
54	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-32.61	15.523
55	100	120	0.00	--	0.00	0.00	506.23	-16.47	30.728
56	100	120	0.00	--	0.00	0.00	395.31	0.00	100.000

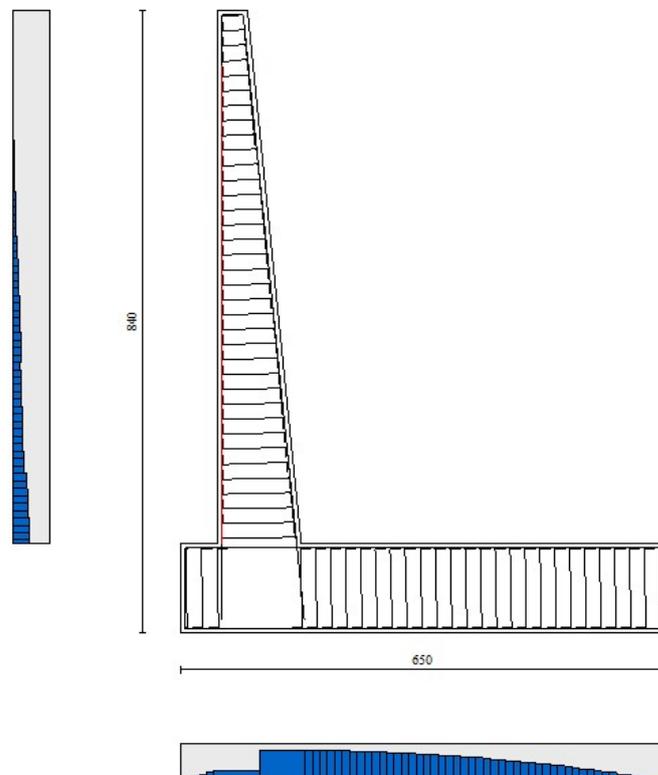


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

### Verifica delle tensioni

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
$\sigma_c$	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

### Combinazioni SLER

#### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	18260	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	337500	[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	22.62	45.24	0.00	0.00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	41	22.62	45.24	0.00	0.99	2 (13)	26 (13)	33 (13)
3	100	42	22.62	45.24	0.01	2.01	5 (13)	50 (13)	67 (13)
4	100	43	22.62	45.24	0.02	3.05	7 (13)	72 (13)	102 (13)
5	100	44	22.62	45.24	0.05	4.12	10 (13)	92 (13)	139 (13)
6	100	45	22.62	45.24	0.09	5.21	13 (13)	107 (13)	180 (13)
7	100	46	22.62	45.24	0.16	6.33	16 (13)	118 (13)	226 (13)
8	100	47	22.62	45.24	0.26	7.47	20 (13)	123 (13)	278 (13)
9	100	48	22.62	45.24	0.39	8.63	24 (13)	121 (13)	337 (13)
10	100	49	22.62	45.24	0.57	9.82	29 (13)	112 (13)	403 (13)
11	100	50	22.62	45.24	0.79	11.03	35 (13)	95 (13)	477 (13)
12	100	51	22.62	45.24	1.07	12.27	41 (13)	70 (13)	559 (13)
13	100	52	22.62	45.24	1.42	13.53	48 (13)	34 (13)	651 (13)
14	100	53	22.62	45.24	1.83	14.82	56 (13)	22 (13)	756 (13)
15	100	54	22.62	45.24	2.32	16.13	66 (13)	102 (13)	876 (13)
16	100	55	22.62	45.24	2.91	17.47	77 (13)	215 (13)	1014 (13)
17	100	56	22.62	45.24	3.61	18.83	89 (13)	368 (13)	1171 (13)
18	100	57	22.62	45.24	4.44	20.21	104 (13)	566 (13)	1349 (13)
19	100	58	22.62	45.24	5.40	21.62	120 (13)	815 (13)	1549 (13)
20	100	59	22.62	45.24	6.51	23.06	138 (13)	1117 (13)	1770 (13)
21	100	60	22.62	45.24	7.79	24.52	157 (13)	1473 (13)	2011 (13)
22	100	61	22.62	45.24	9.22	26.00	179 (13)	1883 (13)	2272 (13)
23	100	62	22.62	45.24	10.83	27.51	202 (13)	2348 (13)	2553 (13)
24	100	63	22.62	45.24	12.62	29.04	226 (13)	2867 (13)	2853 (13)
25	100	64	22.62	45.24	14.60	30.60	252 (13)	3441 (13)	3172 (13)
26	100	65	22.62	45.24	16.77	32.18	280 (13)	4068 (13)	3509 (13)
27	100	66	22.62	45.24	19.15	33.79	309 (13)	4750 (13)	3865 (13)
28	100	67	22.62	45.24	21.73	35.42	339 (13)	5485 (13)	4238 (13)
29	100	68	22.62	45.24	24.53	37.07	371 (13)	6273 (13)	4628 (13)
30	100	69	22.62	45.24	27.55	38.75	404 (13)	7115 (13)	5036 (13)
31	100	70	22.62	45.24	30.81	40.45	439 (13)	8010 (13)	5460 (13)
32	100	71	22.62	45.24	34.30	42.18	475 (13)	8958 (13)	5901 (13)
33	100	72	22.62	45.24	38.03	43.94	512 (13)	9958 (13)	6359 (13)
34	100	73	22.62	45.24	42.01	45.71	550 (13)	11011 (13)	6832 (13)
35	100	74	22.62	45.24	46.25	47.51	589 (13)	12115 (13)	7321 (13)
36	100	75	22.62	45.24	50.75	49.34	630 (13)	13272 (13)	7826 (13)
37	100	76	22.62	45.24	55.53	51.19	672 (13)	14481 (13)	8345 (13)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
38	100	77	22.62	45.24	60.57	53.07	715 (13)	15742 (13)	8880 (13)
39	100	78	22.62	45.24	65.90	54.97	758 (13)	17054 (13)	9430 (13)
40	100	79	22.62	45.24	71.52	56.89	804 (13)	18417 (13)	9994 (13)
41	100	80	22.62	45.24	77.44	58.84	850 (13)	19832 (13)	10572 (13)
42	100	81	22.62	45.24	83.66	60.82	897 (13)	21297 (13)	11165 (13)
43	100	82	22.62	45.24	90.19	62.81	945 (13)	22814 (13)	11771 (13)
44	100	83	22.62	45.24	97.03	64.84	994 (13)	24381 (13)	12391 (13)
45	100	84	22.62	45.24	104.19	66.88	1044 (13)	25999 (13)	13024 (13)
46	100	85	22.62	45.24	111.68	68.96	1095 (13)	27667 (13)	13671 (13)
47	100	86	22.62	45.24	119.51	71.05	1147 (13)	29385 (13)	14331 (13)
48	100	87	22.62	45.24	127.67	73.17	1200 (13)	31154 (13)	15003 (13)
49	100	88	22.62	90.48	136.19	75.32	1036 (13)	17439 (13)	13547 (13)
50	100	89	22.62	90.48	145.05	77.49	1079 (13)	18415 (13)	14132 (13)
51	100	90	22.62	90.48	154.28	79.68	1124 (13)	19416 (13)	14727 (13)
52	100	91	22.62	90.48	163.87	81.90	1169 (13)	20443 (13)	15331 (13)
53	100	92	22.62	90.48	173.84	84.14	1215 (13)	21496 (13)	15945 (13)
54	100	93	22.62	90.48	184.18	86.41	1262 (13)	22574 (13)	16568 (13)
55	100	94	22.62	90.48	194.91	88.71	1309 (13)	23678 (13)	17200 (13)
56	100	95	22.62	90.48	206.03	91.02	1357 (13)	24807 (13)	17840 (13)
57	100	96	22.62	90.48	217.55	93.36	1405 (13)	25961 (13)	18490 (13)
58	100	97	22.62	90.48	229.48	95.73	1454 (13)	27140 (13)	19148 (13)
59	100	98	22.62	90.48	241.81	98.12	1503 (13)	28345 (13)	19815 (13)
60	100	99	22.62	90.48	254.56	100.54	1553 (13)	29575 (13)	20490 (13)
61	100	100	22.62	90.48	267.74	102.97	1604 (13)	30830 (13)	21173 (13)
62	100	101	22.62	90.48	281.34	105.44	1655 (13)	32110 (13)	21865 (13)
63	100	102	22.62	90.48	295.38	107.93	1707 (13)	33415 (13)	22565 (13)
64	100	103	22.62	45.24	309.86	110.44	2160 (13)	66184 (13)	27374 (13)
65	100	104	22.62	45.24	324.79	112.98	2227 (13)	68789 (13)	28241 (13)
66	100	105	22.62	45.24	340.18	115.54	2294 (13)	71443 (13)	29118 (13)
67	100	106	22.62	45.24	356.02	118.13	2362 (13)	74144 (13)	30005 (13)
68	100	107	22.62	45.24	372.34	120.74	2431 (13)	76894 (13)	30901 (13)
69	100	108	22.62	45.24	389.12	123.37	2500 (13)	79692 (13)	31808 (13)
70	100	109	22.62	45.24	406.39	126.03	2570 (13)	82539 (13)	32725 (13)
71	100	110	22.62	45.24	424.15	128.72	2640 (13)	85433 (13)	33651 (13)
72	100	111	22.62	45.24	442.39	131.43	2712 (13)	88375 (13)	34587 (13)
73	100	112	22.62	45.24	461.14	134.16	2784 (13)	91365 (13)	35533 (13)

### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo                      18260                      [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio                                      337500                      [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	120	27.14	31.67	0.00	0.00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	120	27.14	31.67	1.06	0.00	6 (13)	362 (13)	74 (13)
3	100	120	27.14	31.67	4.22	0.00	25 (13)	1443 (13)	297 (13)
4	100	120	27.14	31.67	9.47	0.00	56 (13)	3237 (13)	666 (13)
5	100	120	27.14	31.67	16.78	0.00	100 (13)	5737 (13)	1180 (13)
6	100	120	27.14	31.67	26.14	0.00	155 (13)	8935 (13)	1838 (13)
7	100	120	27.14	31.67	-522.57	0.00	2998 (13)	36317 (13)	154108 (13)
8	100	120	27.14	31.67	-513.53	0.00	2946 (13)	35689 (13)	151444 (13)
9	100	120	27.14	31.67	-504.12	0.00	2892 (13)	35035 (13)	148667 (13)
10	100	120	27.14	31.67	-493.49	0.00	2831 (13)	34296 (13)	145532 (13)
11	100	120	27.14	31.67	-478.93	0.00	2748 (13)	33284 (13)	141240 (13)
12	100	120	27.14	31.67	-464.26	0.00	2664 (13)	32265 (13)	136912 (13)
13	100	120	27.14	31.67	-449.49	0.00	2579 (13)	31238 (13)	132556 (13)
14	100	120	27.14	31.67	-434.63	0.00	2494 (13)	30206 (13)	128175 (13)
15	100	120	27.14	31.67	-419.72	0.00	2408 (13)	29169 (13)	123777 (13)
16	100	120	27.14	31.67	-404.76	0.00	2322 (13)	28130 (13)	119367 (13)
17	100	120	27.14	31.67	-389.79	0.00	2236 (13)	27089 (13)	114950 (13)
18	100	120	27.14	31.67	-374.81	0.00	2150 (13)	26048 (13)	110533 (13)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
19	100	120	27.14	31.67	-359.85	0.00	2065 (13)	25009 (13)	106122 (13)
20	100	120	27.14	31.67	-344.93	0.00	1979 (13)	23972 (13)	101722 (13)
21	100	120	27.14	31.67	-330.07	0.00	1894 (13)	22939 (13)	97339 (13)
22	100	120	27.14	31.67	-315.28	0.00	1809 (13)	21911 (13)	92979 (13)
23	100	120	27.14	31.67	-300.60	0.00	1725 (13)	20891 (13)	88648 (13)
24	100	120	27.14	31.67	-286.03	0.00	1641 (13)	19878 (13)	84351 (13)
25	100	120	27.14	31.67	-271.59	0.00	1558 (13)	18875 (13)	80095 (13)
26	100	120	27.14	31.67	-257.32	0.00	1476 (13)	17883 (13)	75885 (13)
27	100	120	27.14	31.67	-243.22	0.00	1395 (13)	16903 (13)	71727 (13)
28	100	120	27.14	31.67	-229.32	0.00	1316 (13)	15937 (13)	67627 (13)
29	100	120	27.14	31.67	-215.63	0.00	1237 (13)	14986 (13)	63591 (13)
30	100	120	27.14	31.67	-202.18	0.00	1160 (13)	14051 (13)	59624 (13)
31	100	120	27.14	31.67	-188.99	0.00	1084 (13)	13134 (13)	55733 (13)
32	100	120	27.14	31.67	-176.07	0.00	1010 (13)	12236 (13)	51923 (13)
33	100	120	27.14	31.67	-163.44	0.00	938 (13)	11359 (13)	48200 (13)
34	100	120	27.14	31.67	-151.13	0.00	867 (13)	10503 (13)	44570 (13)
35	100	120	27.14	31.67	-139.16	0.00	798 (13)	9671 (13)	41038 (13)
36	100	120	27.14	31.67	-127.54	0.00	732 (13)	8863 (13)	37611 (13)
37	100	120	27.14	31.67	-116.29	0.00	667 (13)	8082 (13)	34295 (13)
38	100	120	27.14	31.67	-105.44	0.00	605 (13)	7328 (13)	31095 (13)
39	100	120	27.14	31.67	-95.00	0.00	545 (13)	6602 (13)	28016 (13)
40	100	120	27.14	31.67	-85.00	0.00	488 (13)	5907 (13)	25066 (13)
41	100	120	27.14	31.67	-75.44	0.00	433 (13)	5243 (13)	22249 (13)
42	100	120	27.14	31.67	-66.37	0.00	381 (13)	4612 (13)	19572 (13)
43	100	120	27.14	31.67	-57.78	0.00	332 (13)	4016 (13)	17040 (13)
44	100	120	27.14	31.67	-49.71	0.00	285 (13)	3455 (13)	14659 (13)
45	100	120	27.14	31.67	-42.17	0.00	242 (13)	2930 (13)	12435 (13)
46	100	120	27.14	31.67	-35.18	0.00	202 (13)	2445 (13)	10374 (13)
47	100	120	27.14	31.67	-28.76	0.00	165 (13)	1999 (13)	8482 (13)
48	100	120	27.14	31.67	-22.94	0.00	132 (13)	1594 (13)	6764 (13)
49	100	120	27.14	31.67	-17.72	0.00	102 (13)	1232 (13)	5226 (13)
50	100	120	27.14	31.67	-13.14	0.00	75 (13)	913 (13)	3875 (13)
51	100	120	27.14	31.67	-9.21	0.00	53 (13)	640 (13)	2715 (13)
52	100	120	27.14	31.67	-5.94	0.00	34 (13)	413 (13)	1753 (13)
53	100	120	27.14	31.67	-3.37	0.00	19 (13)	234 (13)	995 (13)
54	100	120	27.14	31.67	-1.51	0.00	9 (13)	105 (13)	446 (13)
55	100	120	27.14	31.67	-0.38	0.00	2 (13)	27 (13)	112 (13)
56	100	120	0.00	0.00	0.00	0.00	0 (13)	0 (13)	0 (13)

## Combinazioni SLEF

### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 18260 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 337500 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	22.62	45.24	0.00	0.00	0 (14)	0 (14)	0 (14)
2	100	41	22.62	45.24	0.00	0.99	2 (14)	26 (14)	33 (14)
3	100	42	22.62	45.24	0.01	2.01	5 (14)	50 (14)	67 (14)
4	100	43	22.62	45.24	0.02	3.05	7 (14)	72 (14)	102 (14)
5	100	44	22.62	45.24	0.05	4.12	10 (14)	92 (14)	139 (14)
6	100	45	22.62	45.24	0.09	5.21	13 (14)	107 (14)	180 (14)
7	100	46	22.62	45.24	0.16	6.33	16 (14)	118 (14)	226 (14)
8	100	47	22.62	45.24	0.26	7.47	20 (14)	123 (14)	278 (14)
9	100	48	22.62	45.24	0.39	8.63	24 (14)	121 (14)	337 (14)
10	100	49	22.62	45.24	0.57	9.82	29 (14)	112 (14)	403 (14)
11	100	50	22.62	45.24	0.79	11.03	35 (14)	95 (14)	477 (14)
12	100	51	22.62	45.24	1.07	12.27	41 (14)	70 (14)	559 (14)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
13	100	52	22.62	45.24	1.42	13.53	48 (14)	34 (14)	651 (14)
14	100	53	22.62	45.24	1.83	14.82	56 (14)	21 (14)	756 (14)
15	100	54	22.62	45.24	2.32	16.13	66 (14)	101 (14)	875 (14)
16	100	55	22.62	45.24	2.89	17.47	76 (14)	209 (14)	1009 (14)
17	100	56	22.62	45.24	3.57	18.83	88 (14)	353 (14)	1161 (14)
18	100	57	22.62	45.24	4.35	20.21	102 (14)	537 (14)	1331 (14)
19	100	58	22.62	45.24	5.27	21.62	117 (14)	766 (14)	1521 (14)
20	100	59	22.62	45.24	6.32	23.06	134 (14)	1043 (14)	1730 (14)
21	100	60	22.62	45.24	7.52	24.52	153 (14)	1369 (14)	1958 (14)
22	100	61	22.62	45.24	8.88	26.00	173 (14)	1746 (14)	2205 (14)
23	100	62	22.62	45.24	10.40	27.51	194 (14)	2173 (14)	2470 (14)
24	100	63	22.62	45.24	12.08	29.04	218 (14)	2651 (14)	2753 (14)
25	100	64	22.62	45.24	13.94	30.60	242 (14)	3179 (14)	3054 (14)
26	100	65	22.62	45.24	15.98	32.18	268 (14)	3758 (14)	3372 (14)
27	100	66	22.62	45.24	18.22	33.79	295 (14)	4387 (14)	3707 (14)
28	100	67	22.62	45.24	20.64	35.42	324 (14)	5067 (14)	4058 (14)
29	100	68	22.62	45.24	23.28	37.07	354 (14)	5796 (14)	4426 (14)
30	100	69	22.62	45.24	26.12	38.75	385 (14)	6576 (14)	4811 (14)
31	100	70	22.62	45.24	29.18	40.45	417 (14)	7406 (14)	5211 (14)
32	100	71	22.62	45.24	32.46	42.18	451 (14)	8285 (14)	5627 (14)
33	100	72	22.62	45.24	35.97	43.94	486 (14)	9214 (14)	6058 (14)
34	100	73	22.62	45.24	39.71	45.71	522 (14)	10193 (14)	6505 (14)
35	100	74	22.62	45.24	43.70	47.51	559 (14)	11221 (14)	6967 (14)
36	100	75	22.62	45.24	47.94	49.34	597 (14)	12299 (14)	7443 (14)
37	100	76	22.62	45.24	52.44	51.19	637 (14)	13426 (14)	7934 (14)
38	100	77	22.62	45.24	57.19	53.07	677 (14)	14603 (14)	8440 (14)
39	100	78	22.62	45.24	62.22	54.97	719 (14)	15829 (14)	8960 (14)
40	100	79	22.62	45.24	67.52	56.89	761 (14)	17103 (14)	9493 (14)
41	100	80	22.62	45.24	73.10	58.84	805 (14)	18427 (14)	10041 (14)
42	100	81	22.62	45.24	78.97	60.82	850 (14)	19800 (14)	10602 (14)
43	100	82	22.62	45.24	85.13	62.81	895 (14)	21221 (14)	11176 (14)
44	100	83	22.62	45.24	91.60	64.84	942 (14)	22691 (14)	11764 (14)
45	100	84	22.62	45.24	98.37	66.88	989 (14)	24210 (14)	12364 (14)
46	100	85	22.62	45.24	105.45	68.96	1037 (14)	25778 (14)	12978 (14)
47	100	86	22.62	45.24	112.86	71.05	1087 (14)	27393 (14)	13604 (14)
48	100	87	22.62	45.24	120.59	73.17	1137 (14)	29058 (14)	14243 (14)
49	100	88	22.62	90.48	128.65	75.32	983 (14)	16300 (14)	12871 (14)
50	100	89	22.62	90.48	137.05	77.49	1025 (14)	17220 (14)	13428 (14)
51	100	90	22.62	90.48	145.80	79.68	1067 (14)	18165 (14)	13994 (14)
52	100	91	22.62	90.48	154.90	81.90	1110 (14)	19135 (14)	14569 (14)
53	100	92	22.62	90.48	164.35	84.14	1154 (14)	20130 (14)	15154 (14)
54	100	93	22.62	90.48	174.17	86.41	1198 (14)	21150 (14)	15747 (14)
55	100	94	22.62	90.48	184.36	88.71	1243 (14)	22194 (14)	16350 (14)
56	100	95	22.62	90.48	194.93	91.02	1288 (14)	23263 (14)	16961 (14)
57	100	96	22.62	90.48	205.88	93.36	1335 (14)	24356 (14)	17581 (14)
58	100	97	22.62	90.48	217.22	95.73	1381 (14)	25474 (14)	18210 (14)
59	100	98	22.62	90.48	228.96	98.12	1429 (14)	26617 (14)	18847 (14)
60	100	99	22.62	90.48	241.09	100.54	1477 (14)	27784 (14)	19492 (14)
61	100	100	22.62	90.48	253.64	102.97	1525 (14)	28976 (14)	20146 (14)
62	100	101	22.62	90.48	266.60	105.44	1574 (14)	30193 (14)	20808 (14)
63	100	102	22.62	90.48	279.98	107.93	1624 (14)	31433 (14)	21477 (14)
64	100	103	22.62	45.24	293.79	110.44	2053 (14)	62222 (14)	26047 (14)
65	100	104	22.62	45.24	308.03	112.98	2117 (14)	64700 (14)	26877 (14)
66	100	105	22.62	45.24	322.71	115.54	2181 (14)	67225 (14)	27717 (14)
67	100	106	22.62	45.24	337.84	118.13	2246 (14)	69798 (14)	28567 (14)
68	100	107	22.62	45.24	353.42	120.74	2312 (14)	72418 (14)	29428 (14)
69	100	108	22.62	45.24	369.46	123.37	2378 (14)	75086 (14)	30298 (14)
70	100	109	22.62	45.24	385.96	126.03	2445 (14)	77800 (14)	31178 (14)
71	100	110	22.62	45.24	402.93	128.72	2513 (14)	80562 (14)	32068 (14)
72	100	111	22.62	45.24	420.39	131.43	2582 (14)	83371 (14)	32967 (14)
73	100	112	22.62	45.24	438.32	134.16	2651 (14)	86227 (14)	33876 (14)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo                      18260                      [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio                                      337500                      [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	120	27.14	31.67	0.00	0.00	0 (14)	0 (14)	0 (14)
2	100	120	27.14	31.67	1.02	0.00	6 (14)	349 (14)	72 (14)
3	100	120	27.14	31.67	4.08	0.00	24 (14)	1394 (14)	287 (14)
4	100	120	27.14	31.67	9.14	0.00	54 (14)	3126 (14)	643 (14)
5	100	120	27.14	31.67	16.21	0.00	96 (14)	5540 (14)	1139 (14)
6	100	120	27.14	31.67	25.24	0.00	150 (14)	8629 (14)	1775 (14)
7	100	120	27.14	31.67	-485.84	0.00	2787 (14)	33765 (14)	143278 (14)
8	100	120	27.14	31.67	-476.72	0.00	2735 (14)	33131 (14)	140588 (14)
9	100	120	27.14	31.67	-467.28	0.00	2681 (14)	32474 (14)	137802 (14)
10	100	120	27.14	31.67	-456.88	0.00	2621 (14)	31752 (14)	134736 (14)
11	100	120	27.14	31.67	-443.51	0.00	2545 (14)	30822 (14)	130793 (14)
12	100	120	27.14	31.67	-430.02	0.00	2467 (14)	29885 (14)	126814 (14)
13	100	120	27.14	31.67	-416.42	0.00	2389 (14)	28940 (14)	122806 (14)
14	100	120	27.14	31.67	-402.75	0.00	2311 (14)	27990 (14)	118773 (14)
15	100	120	27.14	31.67	-389.01	0.00	2232 (14)	27035 (14)	114721 (14)
16	100	120	27.14	31.67	-375.22	0.00	2153 (14)	26077 (14)	110655 (14)
17	100	120	27.14	31.67	-361.41	0.00	2074 (14)	25117 (14)	106582 (14)
18	100	120	27.14	31.67	-347.59	0.00	1994 (14)	24157 (14)	102506 (14)
19	100	120	27.14	31.67	-333.78	0.00	1915 (14)	23197 (14)	98434 (14)
20	100	120	27.14	31.67	-320.00	0.00	1836 (14)	22239 (14)	94370 (14)
21	100	120	27.14	31.67	-306.27	0.00	1757 (14)	21285 (14)	90320 (14)
22	100	120	27.14	31.67	-292.60	0.00	1679 (14)	20335 (14)	86289 (14)
23	100	120	27.14	31.67	-279.02	0.00	1601 (14)	19391 (14)	82283 (14)
24	100	120	27.14	31.67	-265.54	0.00	1523 (14)	18454 (14)	78308 (14)
25	100	120	27.14	31.67	-252.18	0.00	1447 (14)	17526 (14)	74369 (14)
26	100	120	27.14	31.67	-238.96	0.00	1371 (14)	16607 (14)	70471 (14)
27	100	120	27.14	31.67	-225.90	0.00	1296 (14)	15700 (14)	66620 (14)
28	100	120	27.14	31.67	-213.02	0.00	1222 (14)	14804 (14)	62821 (14)
29	100	120	27.14	31.67	-200.34	0.00	1149 (14)	13923 (14)	59080 (14)
30	100	120	27.14	31.67	-187.87	0.00	1078 (14)	13056 (14)	55403 (14)
31	100	120	27.14	31.67	-175.63	0.00	1008 (14)	12206 (14)	51795 (14)
32	100	120	27.14	31.67	-163.65	0.00	939 (14)	11373 (14)	48260 (14)
33	100	120	27.14	31.67	-151.93	0.00	872 (14)	10559 (14)	44806 (14)
34	100	120	27.14	31.67	-140.51	0.00	806 (14)	9765 (14)	41437 (14)
35	100	120	27.14	31.67	-129.39	0.00	742 (14)	8992 (14)	38159 (14)
36	100	120	27.14	31.67	-118.60	0.00	680 (14)	8243 (14)	34977 (14)
37	100	120	27.14	31.67	-108.16	0.00	621 (14)	7517 (14)	31897 (14)
38	100	120	27.14	31.67	-98.08	0.00	563 (14)	6816 (14)	28924 (14)
39	100	120	27.14	31.67	-88.38	0.00	507 (14)	6142 (14)	26063 (14)
40	100	120	27.14	31.67	-79.08	0.00	454 (14)	5496 (14)	23321 (14)
41	100	120	27.14	31.67	-70.20	0.00	403 (14)	4879 (14)	20703 (14)
42	100	120	27.14	31.67	-61.76	0.00	354 (14)	4292 (14)	18214 (14)
43	100	120	27.14	31.67	-53.78	0.00	309 (14)	3737 (14)	15859 (14)
44	100	120	27.14	31.67	-46.27	0.00	265 (14)	3215 (14)	13645 (14)
45	100	120	27.14	31.67	-39.25	0.00	225 (14)	2728 (14)	11576 (14)
46	100	120	27.14	31.67	-32.75	0.00	188 (14)	2276 (14)	9658 (14)
47	100	120	27.14	31.67	-26.78	0.00	154 (14)	1861 (14)	7897 (14)
48	100	120	27.14	31.67	-21.36	0.00	123 (14)	1484 (14)	6298 (14)
49	100	120	27.14	31.67	-16.50	0.00	95 (14)	1147 (14)	4867 (14)
50	100	120	27.14	31.67	-12.24	0.00	70 (14)	850 (14)	3609 (14)
51	100	120	27.14	31.67	-8.58	0.00	49 (14)	596 (14)	2529 (14)
52	100	120	27.14	31.67	-5.54	0.00	32 (14)	385 (14)	1633 (14)
53	100	120	27.14	31.67	-3.14	0.00	18 (14)	218 (14)	927 (14)
54	100	120	27.14	31.67	-1.41	0.00	8 (14)	98 (14)	416 (14)
55	100	120	27.14	31.67	-0.36	0.00	2 (14)	25 (14)	105 (14)
56	100	120	0.00	0.00	0.00	0.00	0 (14)	0 (14)	0 (14)

## Combinazioni SLEQ

### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo  
Tensione massima di trazione dell'acciaio

13280 [kPa]  
337500 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	40	22.62	45.24	0.00	0.00	0 (15)	0 (15)	0 (15)
2	100	41	22.62	45.24	0.00	0.99	2 (15)	26 (15)	33 (15)
3	100	42	22.62	45.24	0.01	2.01	5 (15)	50 (15)	67 (15)
4	100	43	22.62	45.24	0.02	3.05	7 (15)	72 (15)	102 (15)
5	100	44	22.62	45.24	0.05	4.12	10 (15)	92 (15)	139 (15)
6	100	45	22.62	45.24	0.09	5.21	13 (15)	107 (15)	180 (15)
7	100	46	22.62	45.24	0.16	6.33	16 (15)	118 (15)	226 (15)
8	100	47	22.62	45.24	0.26	7.47	20 (15)	123 (15)	278 (15)
9	100	48	22.62	45.24	0.39	8.63	24 (15)	121 (15)	337 (15)
10	100	49	22.62	45.24	0.57	9.82	29 (15)	112 (15)	403 (15)
11	100	50	22.62	45.24	0.79	11.03	35 (15)	95 (15)	477 (15)
12	100	51	22.62	45.24	1.07	12.27	41 (15)	70 (15)	559 (15)
13	100	52	22.62	45.24	1.42	13.53	48 (15)	34 (15)	651 (15)
14	100	53	22.62	45.24	1.83	14.82	56 (15)	21 (15)	756 (15)
15	100	54	22.62	45.24	2.31	16.13	66 (15)	100 (15)	874 (15)
16	100	55	22.62	45.24	2.88	17.47	76 (15)	205 (15)	1006 (15)
17	100	56	22.62	45.24	3.53	18.83	88 (15)	340 (15)	1153 (15)
18	100	57	22.62	45.24	4.27	20.21	100 (15)	508 (15)	1313 (15)
19	100	58	22.62	45.24	5.12	21.62	114 (15)	709 (15)	1488 (15)
20	100	59	22.62	45.24	6.07	23.06	130 (15)	944 (15)	1676 (15)
21	100	60	22.62	45.24	7.13	24.52	146 (15)	1215 (15)	1877 (15)
22	100	61	22.62	45.24	8.31	26.00	163 (15)	1522 (15)	2092 (15)
23	100	62	22.62	45.24	9.61	27.51	181 (15)	1865 (15)	2320 (15)
24	100	63	22.62	45.24	11.05	29.04	201 (15)	2245 (15)	2561 (15)
25	100	64	22.62	45.24	12.62	30.60	221 (15)	2662 (15)	2815 (15)
26	100	65	22.62	45.24	14.33	32.18	243 (15)	3118 (15)	3082 (15)
27	100	66	22.62	45.24	16.20	33.79	266 (15)	3611 (15)	3363 (15)
28	100	67	22.62	45.24	18.22	35.42	289 (15)	4142 (15)	3656 (15)
29	100	68	22.62	45.24	20.40	37.07	314 (15)	4713 (15)	3961 (15)
30	100	69	22.62	45.24	22.75	38.75	340 (15)	5322 (15)	4280 (15)
31	100	70	22.62	45.24	25.28	40.45	366 (15)	5971 (15)	4612 (15)
32	100	71	22.62	45.24	27.98	42.18	394 (15)	6660 (15)	4956 (15)
33	100	72	22.62	45.24	30.87	43.94	422 (15)	7388 (15)	5313 (15)
34	100	73	22.62	45.24	33.96	45.71	452 (15)	8157 (15)	5682 (15)
35	100	74	22.62	45.24	37.25	47.51	483 (15)	8967 (15)	6064 (15)
36	100	75	22.62	45.24	40.74	49.34	514 (15)	9817 (15)	6458 (15)
37	100	76	22.62	45.24	44.44	51.19	546 (15)	10708 (15)	6865 (15)
38	100	77	22.62	45.24	48.36	53.07	580 (15)	11640 (15)	7284 (15)
39	100	78	22.62	45.24	52.51	54.97	614 (15)	12614 (15)	7715 (15)
40	100	79	22.62	45.24	56.89	56.89	649 (15)	13629 (15)	8159 (15)
41	100	80	22.62	45.24	61.51	58.84	685 (15)	14687 (15)	8614 (15)
42	100	81	22.62	45.24	66.37	60.82	722 (15)	15786 (15)	9082 (15)
43	100	82	22.62	45.24	71.47	62.81	760 (15)	16927 (15)	9561 (15)
44	100	83	22.62	45.24	76.84	64.84	799 (15)	18111 (15)	10052 (15)
45	100	84	22.62	45.24	82.47	66.88	838 (15)	19337 (15)	10555 (15)
46	100	85	22.62	45.24	88.36	68.96	879 (15)	20605 (15)	11069 (15)
47	100	86	22.62	45.24	94.54	71.05	920 (15)	21916 (15)	11596 (15)
48	100	87	22.62	45.24	100.99	73.17	962 (15)	23271 (15)	12133 (15)
49	100	88	22.62	90.48	107.73	75.32	836 (15)	13144 (15)	10992 (15)
50	100	89	22.62	90.48	114.76	77.49	871 (15)	13898 (15)	11462 (15)
51	100	90	22.62	90.48	122.10	79.68	907 (15)	14675 (15)	11941 (15)
52	100	91	22.62	90.48	129.74	81.90	943 (15)	15475 (15)	12430 (15)
53	100	92	22.62	90.48	137.69	84.14	981 (15)	16296 (15)	12926 (15)
54	100	93	22.62	90.48	145.96	86.41	1018 (15)	17140 (15)	13432 (15)
55	100	94	22.62	90.48	154.56	88.71	1056 (15)	18007 (15)	13945 (15)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
56	100	95	22.62	90.48	163.49	91.02	1095 (15)	18896 (15)	14468 (15)
57	100	96	22.62	90.48	172.75	93.36	1135 (15)	19808 (15)	14999 (15)
58	100	97	22.62	90.48	182.36	95.73	1175 (15)	20742 (15)	15538 (15)
59	100	98	22.62	90.48	192.32	98.12	1215 (15)	21699 (15)	16085 (15)
60	100	99	22.62	90.48	202.64	100.54	1257 (15)	22678 (15)	16640 (15)
61	100	100	22.62	90.48	213.32	102.97	1298 (15)	23680 (15)	17204 (15)
62	100	101	22.62	90.48	224.37	105.44	1341 (15)	24705 (15)	17775 (15)
63	100	102	22.62	90.48	235.79	107.93	1383 (15)	25753 (15)	18354 (15)
64	100	103	22.62	45.24	247.60	110.44	1744 (15)	50846 (15)	22225 (15)
65	100	104	22.62	45.24	259.79	112.98	1799 (15)	52943 (15)	22945 (15)
66	100	105	22.62	45.24	272.38	115.54	1855 (15)	55084 (15)	23674 (15)
67	100	106	22.62	45.24	285.37	118.13	1911 (15)	57269 (15)	24414 (15)
68	100	107	22.62	45.24	298.76	120.74	1968 (15)	59499 (15)	25163 (15)
69	100	108	22.62	45.24	312.57	123.37	2026 (15)	61773 (15)	25923 (15)
70	100	109	22.62	45.24	326.80	126.03	2085 (15)	64092 (15)	26692 (15)
71	100	110	22.62	45.24	341.45	128.72	2144 (15)	66455 (15)	27471 (15)
72	100	111	22.62	45.24	356.54	131.43	2204 (15)	68863 (15)	28259 (15)
73	100	112	22.62	45.24	372.06	134.16	2265 (15)	71315 (15)	29056 (15)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 13280 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 337500 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	120	27.14	31.67	0.00	0.00	0 (15)	0 (15)	0 (15)
2	100	120	27.14	31.67	0.91	0.00	5 (15)	312 (15)	64 (15)
3	100	120	27.14	31.67	3.64	0.00	22 (15)	1244 (15)	256 (15)
4	100	120	27.14	31.67	8.17	0.00	48 (15)	2791 (15)	574 (15)
5	100	120	27.14	31.67	14.48	0.00	86 (15)	4949 (15)	1018 (15)
6	100	120	27.14	31.67	22.56	0.00	134 (15)	7711 (15)	1586 (15)
7	100	120	27.14	31.67	-375.66	0.00	2155 (15)	26107 (15)	110785 (15)
8	100	120	27.14	31.67	-366.29	0.00	2102 (15)	25456 (15)	108021 (15)
9	100	120	27.14	31.67	-356.75	0.00	2047 (15)	24793 (15)	105208 (15)
10	100	120	27.14	31.67	-347.06	0.00	1991 (15)	24120 (15)	102350 (15)
11	100	120	27.14	31.67	-337.24	0.00	1935 (15)	23437 (15)	99452 (15)
12	100	120	27.14	31.67	-327.29	0.00	1878 (15)	22746 (15)	96519 (15)
13	100	120	27.14	31.67	-317.24	0.00	1820 (15)	22047 (15)	93555 (15)
14	100	120	27.14	31.67	-307.10	0.00	1762 (15)	21342 (15)	90565 (15)
15	100	120	27.14	31.67	-296.88	0.00	1703 (15)	20632 (15)	87552 (15)
16	100	120	27.14	31.67	-286.61	0.00	1644 (15)	19918 (15)	84522 (15)
17	100	120	27.14	31.67	-276.29	0.00	1585 (15)	19201 (15)	81478 (15)
18	100	120	27.14	31.67	-265.94	0.00	1526 (15)	18482 (15)	78426 (15)
19	100	120	27.14	31.67	-255.57	0.00	1466 (15)	17761 (15)	75370 (15)
20	100	120	27.14	31.67	-245.21	0.00	1407 (15)	17041 (15)	72313 (15)
21	100	120	27.14	31.67	-234.86	0.00	1347 (15)	16322 (15)	69262 (15)
22	100	120	27.14	31.67	-224.54	0.00	1288 (15)	15605 (15)	66219 (15)
23	100	120	27.14	31.67	-214.27	0.00	1229 (15)	14891 (15)	63190 (15)
24	100	120	27.14	31.67	-204.06	0.00	1171 (15)	14182 (15)	60179 (15)
25	100	120	27.14	31.67	-193.93	0.00	1113 (15)	13477 (15)	57190 (15)
26	100	120	27.14	31.67	-183.88	0.00	1055 (15)	12779 (15)	54229 (15)
27	100	120	27.14	31.67	-173.95	0.00	998 (15)	12089 (15)	51298 (15)
28	100	120	27.14	31.67	-164.13	0.00	942 (15)	11407 (15)	48404 (15)
29	100	120	27.14	31.67	-154.45	0.00	886 (15)	10734 (15)	45550 (15)
30	100	120	27.14	31.67	-144.93	0.00	832 (15)	10072 (15)	42740 (15)
31	100	120	27.14	31.67	-135.57	0.00	778 (15)	9422 (15)	39980 (15)
32	100	120	27.14	31.67	-126.39	0.00	725 (15)	8784 (15)	37273 (15)
33	100	120	27.14	31.67	-117.41	0.00	674 (15)	8160 (15)	34625 (15)
34	100	120	27.14	31.67	-108.64	0.00	623 (15)	7550 (15)	32039 (15)
35	100	120	27.14	31.67	-100.10	0.00	574 (15)	6957 (15)	29520 (15)
36	100	120	27.14	31.67	-91.80	0.00	527 (15)	6380 (15)	27073 (15)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
37	100	120	27.14	31.67	-83.76	0.00	481 (15)	5821 (15)	24701 (15)
38	100	120	27.14	31.67	-75.99	0.00	436 (15)	5281 (15)	22410 (15)
39	100	120	27.14	31.67	-68.51	0.00	393 (15)	4761 (15)	20204 (15)
40	100	120	27.14	31.67	-61.33	0.00	352 (15)	4262 (15)	18087 (15)
41	100	120	27.14	31.67	-54.47	0.00	313 (15)	3786 (15)	16064 (15)
42	100	120	27.14	31.67	-47.94	0.00	275 (15)	3332 (15)	14139 (15)
43	100	120	27.14	31.67	-41.77	0.00	240 (15)	2903 (15)	12317 (15)
44	100	120	27.14	31.67	-35.95	0.00	206 (15)	2498 (15)	10602 (15)
45	100	120	27.14	31.67	-30.51	0.00	175 (15)	2121 (15)	8998 (15)
46	100	120	27.14	31.67	-25.47	0.00	146 (15)	1770 (15)	7511 (15)
47	100	120	27.14	31.67	-20.83	0.00	120 (15)	1448 (15)	6144 (15)
48	100	120	27.14	31.67	-16.62	0.00	95 (15)	1155 (15)	4902 (15)
49	100	120	27.14	31.67	-12.85	0.00	74 (15)	893 (15)	3790 (15)
50	100	120	27.14	31.67	-9.53	0.00	55 (15)	662 (15)	2811 (15)
51	100	120	27.14	31.67	-6.68	0.00	38 (15)	464 (15)	1971 (15)
52	100	120	27.14	31.67	-4.32	0.00	25 (15)	300 (15)	1273 (15)
53	100	120	27.14	31.67	-2.45	0.00	14 (15)	170 (15)	723 (15)
54	100	120	27.14	31.67	-1.10	0.00	6 (15)	76 (15)	324 (15)
55	100	120	27.14	31.67	-0.28	0.00	2 (15)	19 (15)	82 (15)
56	100	120	0.00	0.00	0.00	0.00	0 (15)	0 (15)	0 (15)

### Verifica a fessurazione

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$\epsilon$	deformazione espressa in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

### Combinazioni SLER

#### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\epsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (13)
2	100	41	0.00	0.00	0.00	4.73	0.000000	0.00	0.000 (13)
3	100	42	0.00	0.00	0.01	9.91	0.000000	0.00	0.000 (13)
4	100	43	0.00	0.00	0.02	16.38	0.000000	0.00	0.000 (13)
5	100	44	0.00	0.00	0.05	27.01	0.000000	0.00	0.000 (13)
6	100	45	0.00	0.00	0.09	44.44	0.000000	0.00	0.000 (13)
7	100	46	0.00	0.00	0.16	72.46	0.000000	0.00	0.000 (13)
8	100	47	0.00	0.00	0.26	118.27	0.000000	0.00	0.000 (13)
9	100	48	0.00	0.00	0.39	198.10	0.000000	0.00	0.000 (13)
10	100	49	0.00	0.00	0.57	357.30	0.000000	0.00	0.000 (13)
11	100	50	0.00	0.00	0.79	787.98	0.000000	0.00	0.000 (13)
12	100	51	0.00	0.00	1.07	4922.50	0.000000	0.00	0.000 (13)
13	100	52	0.00	0.00	1.42	1805.64	0.000000	0.00	0.000 (13)
14	100	53	45.24	1250.00	1.83	908.01	0.000000	0.00	0.000 (13)
15	100	54	45.24	1250.00	2.32	663.21	0.000000	0.00	0.000 (13)
16	100	55	45.24	1250.00	2.91	551.20	0.000000	0.00	0.000 (13)
17	100	56	45.24	1250.00	3.61	488.56	0.000000	0.00	0.000 (13)
18	100	57	45.24	1250.00	4.44	449.99	0.000000	0.00	0.000 (13)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
19	100	58	45.24	1250.00	5.40	425.32	0.000000	0.00	0.000 (13)
20	100	59	45.24	1250.00	6.51	409.41	0.000000	0.00	0.000 (13)
21	100	60	45.24	1250.00	7.79	399.39	0.000000	0.00	0.000 (13)
22	100	61	45.24	1250.00	9.22	393.51	0.000000	0.00	0.000 (13)
23	100	62	45.24	1250.00	10.83	390.61	0.000000	0.00	0.000 (13)
24	100	63	45.24	1250.00	12.62	389.95	0.000000	0.00	0.000 (13)
25	100	64	45.24	1250.00	14.60	391.01	0.000000	0.00	0.000 (13)
26	100	65	45.24	1250.00	16.77	393.42	0.000000	0.00	0.000 (13)
27	100	66	45.24	1250.00	19.15	396.90	0.000000	0.00	0.000 (13)
28	100	67	45.24	1250.00	21.73	401.26	0.000000	0.00	0.000 (13)
29	100	68	45.24	1250.00	24.53	406.35	0.000000	0.00	0.000 (13)
30	100	69	45.24	1250.00	27.55	412.06	0.000000	0.00	0.000 (13)
31	100	70	45.24	1250.00	30.81	418.30	0.000000	0.00	0.000 (13)
32	100	71	45.24	1250.00	34.30	425.00	0.000000	0.00	0.000 (13)
33	100	72	45.24	1250.00	38.03	432.10	0.000000	0.00	0.000 (13)
34	100	73	45.24	1250.00	42.01	439.57	0.000000	0.00	0.000 (13)
35	100	74	45.24	1250.00	46.25	447.35	0.000000	0.00	0.000 (13)
36	100	75	45.24	1250.00	50.75	455.43	0.000000	0.00	0.000 (13)
37	100	76	45.24	1250.00	55.53	463.77	0.000000	0.00	0.000 (13)
38	100	77	45.24	1250.00	60.57	472.36	0.000000	0.00	0.000 (13)
39	100	78	45.24	1250.00	65.90	481.19	0.000000	0.00	0.000 (13)
40	100	79	45.24	1250.00	71.52	490.22	0.000000	0.00	0.000 (13)
41	100	80	45.24	1250.00	77.44	499.47	0.000000	0.00	0.000 (13)
42	100	81	45.24	1250.00	83.66	508.90	0.000000	0.00	0.000 (13)
43	100	82	45.24	1250.00	90.19	518.51	0.000000	0.00	0.000 (13)
44	100	83	45.24	1250.00	97.03	528.31	0.000000	0.00	0.000 (13)
45	100	84	45.24	1250.00	104.19	538.26	0.000000	0.00	0.000 (13)
46	100	85	45.24	1250.00	111.68	548.39	0.000000	0.00	0.000 (13)
47	100	86	45.24	1250.00	119.51	558.67	0.000000	0.00	0.000 (13)
48	100	87	45.24	1250.00	127.67	569.10	0.000000	0.00	0.000 (13)
49	100	88	90.48	1250.00	136.19	689.64	0.000000	0.00	0.000 (13)
50	100	89	90.48	1250.00	145.05	701.74	0.000000	0.00	0.000 (13)
51	100	90	90.48	1250.00	154.28	713.98	0.000000	0.00	0.000 (13)
52	100	91	90.48	1250.00	163.87	726.36	0.000000	0.00	0.000 (13)
53	100	92	90.48	1250.00	173.84	738.89	0.000000	0.00	0.000 (13)
54	100	93	90.48	1250.00	184.18	751.55	0.000000	0.00	0.000 (13)
55	100	94	90.48	1250.00	194.91	764.34	0.000000	0.00	0.000 (13)
56	100	95	90.48	1250.00	206.03	777.27	0.000000	0.00	0.000 (13)
57	100	96	90.48	1250.00	217.55	790.33	0.000000	0.00	0.000 (13)
58	100	97	90.48	1250.00	229.48	803.52	0.000000	0.00	0.000 (13)
59	100	98	90.48	1250.00	241.81	816.84	0.000000	0.00	0.000 (13)
60	100	99	90.48	1250.00	254.56	830.28	0.000000	0.00	0.000 (13)
61	100	100	90.48	1250.00	267.74	843.85	0.000000	0.00	0.000 (13)
62	100	101	90.48	1250.00	281.34	857.54	0.000000	0.00	0.000 (13)
63	100	102	90.48	1250.00	295.38	871.35	0.000000	0.00	0.000 (13)
64	100	103	45.24	1250.00	309.86	754.38	0.000000	0.00	0.000 (13)
65	100	104	45.24	1250.00	324.79	767.02	0.000000	0.00	0.000 (13)
66	100	105	45.24	1250.00	340.18	779.78	0.000000	0.00	0.000 (13)
67	100	106	45.24	1250.00	356.02	792.65	0.000000	0.00	0.000 (13)
68	100	107	45.24	1250.00	372.34	805.65	0.000000	0.00	0.000 (13)
69	100	108	45.24	1250.00	389.12	818.76	0.000000	0.00	0.000 (13)
70	100	109	45.24	1250.00	406.39	831.98	0.000000	0.00	0.000 (13)
71	100	110	45.24	1250.00	424.15	845.32	0.000000	0.00	0.000 (13)
72	100	111	45.24	1250.00	442.39	858.77	0.000000	0.00	0.000 (13)
73	100	112	45.24	1250.00	461.14	872.34	0.000000	0.00	0.000 (13)

Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	120	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.00 (13)
2	100	120	27.14	1250.00	1.06	885.60	0.000000	0.00	0.00 (13)
3	100	120	27.14	1250.00	4.22	885.60	0.000000	0.00	0.00 (13)
4	100	120	27.14	1250.00	9.47	885.60	0.000000	0.00	0.00 (13)
5	100	120	27.14	1250.00	16.78	885.60	0.000000	0.00	0.00 (13)
6	100	120	27.14	1250.00	26.14	885.60	0.000000	0.00	0.00 (13)
7	100	120	31.67	1250.00	-522.57	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
8	100	120	31.67	1250.00	-513.53	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
9	100	120	31.67	1250.00	-504.12	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
10	100	120	31.67	1250.00	-493.49	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
11	100	120	31.67	1250.00	-478.93	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
12	100	120	31.67	1250.00	-464.26	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
13	100	120	31.67	1250.00	-449.49	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
14	100	120	31.67	1250.00	-434.63	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
15	100	120	31.67	1250.00	-419.72	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
16	100	120	31.67	1250.00	-404.76	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
17	100	120	31.67	1250.00	-389.79	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
18	100	120	31.67	1250.00	-374.81	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
19	100	120	31.67	1250.00	-359.85	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
20	100	120	31.67	1250.00	-344.93	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
21	100	120	31.67	1250.00	-330.07	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
22	100	120	31.67	1250.00	-315.28	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
23	100	120	31.67	1250.00	-300.60	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
24	100	120	31.67	1250.00	-286.03	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
25	100	120	31.67	1250.00	-271.59	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
26	100	120	31.67	1250.00	-257.32	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
27	100	120	31.67	1250.00	-243.22	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
28	100	120	31.67	1250.00	-229.32	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
29	100	120	31.67	1250.00	-215.63	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
30	100	120	31.67	1250.00	-202.18	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
31	100	120	31.67	1250.00	-188.99	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
32	100	120	31.67	1250.00	-176.07	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
33	100	120	31.67	1250.00	-163.44	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
34	100	120	31.67	1250.00	-151.13	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
35	100	120	31.67	1250.00	-139.16	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
36	100	120	31.67	1250.00	-127.54	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
37	100	120	31.67	1250.00	-116.29	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
38	100	120	31.67	1250.00	-105.44	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
39	100	120	31.67	1250.00	-95.00	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
40	100	120	31.67	1250.00	-85.00	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
41	100	120	31.67	1250.00	-75.44	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
42	100	120	31.67	1250.00	-66.37	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
43	100	120	31.67	1250.00	-57.78	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
44	100	120	31.67	1250.00	-49.71	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
45	100	120	31.67	1250.00	-42.17	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
46	100	120	31.67	1250.00	-35.18	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
47	100	120	31.67	1250.00	-28.76	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
48	100	120	31.67	1250.00	-22.94	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
49	100	120	31.67	1250.00	-17.72	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
50	100	120	31.67	1250.00	-13.14	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
51	100	120	31.67	1250.00	-9.21	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
52	100	120	31.67	1250.00	-5.94	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
53	100	120	31.67	1250.00	-3.37	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
54	100	120	31.67	1250.00	-1.51	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
55	100	120	31.67	1250.00	-0.38	-894.19	0.000000	0.00	0.00 (13)
56	100	120	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.00 (13)

### Combinazioni SLEF

### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.00 (14)
2	100	41	0.00	0.00	0.00	4.73	0.000000	0.00	0.00 (14)
3	100	42	0.00	0.00	0.01	9.91	0.000000	0.00	0.00 (14)
4	100	43	0.00	0.00	0.02	16.38	0.000000	0.00	0.00 (14)
5	100	44	0.00	0.00	0.05	27.01	0.000000	0.00	0.00 (14)
6	100	45	0.00	0.00	0.09	44.44	0.000000	0.00	0.00 (14)
7	100	46	0.00	0.00	0.16	72.46	0.000000	0.00	0.00 (14)
8	100	47	0.00	0.00	0.26	118.27	0.000000	0.00	0.00 (14)
9	100	48	0.00	0.00	0.39	198.10	0.000000	0.00	0.00 (14)
10	100	49	0.00	0.00	0.57	357.30	0.000000	0.00	0.00 (14)
11	100	50	0.00	0.00	0.79	787.98	0.000000	0.00	0.00 (14)
12	100	51	0.00	0.00	1.07	4922.50	0.000000	0.00	0.00 (14)
13	100	52	0.00	0.00	1.42	1805.64	0.000000	0.00	0.00 (14)
14	100	53	45.24	1250.00	1.83	909.20	0.000000	0.00	0.00 (14)
15	100	54	45.24	1250.00	2.32	666.62	0.000000	0.00	0.00 (14)
16	100	55	45.24	1250.00	2.89	556.57	0.000000	0.00	0.00 (14)
17	100	56	45.24	1250.00	3.57	495.25	0.000000	0.00	0.00 (14)
18	100	57	45.24	1250.00	4.35	457.45	0.000000	0.00	0.00 (14)
19	100	58	45.24	1250.00	5.27	433.01	0.000000	0.00	0.00 (14)
20	100	59	45.24	1250.00	6.32	416.97	0.000000	0.00	0.00 (14)
21	100	60	45.24	1250.00	7.52	406.67	0.000000	0.00	0.00 (14)
22	100	61	45.24	1250.00	8.88	400.45	0.000000	0.00	0.00 (14)
23	100	62	45.24	1250.00	10.40	397.22	0.000000	0.00	0.00 (14)
24	100	63	45.24	1250.00	12.08	396.25	0.000000	0.00	0.00 (14)
25	100	64	45.24	1250.00	13.94	397.01	0.000000	0.00	0.00 (14)
26	100	65	45.24	1250.00	15.98	399.14	0.000000	0.00	0.00 (14)
27	100	66	45.24	1250.00	18.22	402.38	0.000000	0.00	0.00 (14)
28	100	67	45.24	1250.00	20.64	406.51	0.000000	0.00	0.00 (14)
29	100	68	45.24	1250.00	23.28	411.41	0.000000	0.00	0.00 (14)
30	100	69	45.24	1250.00	26.12	416.94	0.000000	0.00	0.00 (14)
31	100	70	45.24	1250.00	29.18	423.01	0.000000	0.00	0.00 (14)
32	100	71	45.24	1250.00	32.46	429.56	0.000000	0.00	0.00 (14)
33	100	72	45.24	1250.00	35.97	436.53	0.000000	0.00	0.00 (14)
34	100	73	45.24	1250.00	39.71	443.87	0.000000	0.00	0.00 (14)
35	100	74	45.24	1250.00	43.70	451.54	0.000000	0.00	0.00 (14)
36	100	75	45.24	1250.00	47.94	459.51	0.000000	0.00	0.00 (14)
37	100	76	45.24	1250.00	52.44	467.76	0.000000	0.00	0.00 (14)
38	100	77	45.24	1250.00	57.19	476.27	0.000000	0.00	0.00 (14)
39	100	78	45.24	1250.00	62.22	485.01	0.000000	0.00	0.00 (14)
40	100	79	45.24	1250.00	67.52	493.98	0.000000	0.00	0.00 (14)
41	100	80	45.24	1250.00	73.10	503.15	0.000000	0.00	0.00 (14)
42	100	81	45.24	1250.00	78.97	512.52	0.000000	0.00	0.00 (14)
43	100	82	45.24	1250.00	85.13	522.08	0.000000	0.00	0.00 (14)
44	100	83	45.24	1250.00	91.60	531.81	0.000000	0.00	0.00 (14)
45	100	84	45.24	1250.00	98.37	541.72	0.000000	0.00	0.00 (14)
46	100	85	45.24	1250.00	105.45	551.80	0.000000	0.00	0.00 (14)
47	100	86	45.24	1250.00	112.86	562.03	0.000000	0.00	0.00 (14)
48	100	87	45.24	1250.00	120.59	572.42	0.000000	0.00	0.00 (14)
49	100	88	90.48	1250.00	128.65	693.43	0.000000	0.00	0.00 (14)
50	100	89	90.48	1250.00	137.05	705.49	0.000000	0.00	0.00 (14)
51	100	90	90.48	1250.00	145.80	717.69	0.000000	0.00	0.00 (14)
52	100	91	90.48	1250.00	154.90	730.03	0.000000	0.00	0.00 (14)
53	100	92	90.48	1250.00	164.35	742.52	0.000000	0.00	0.00 (14)
54	100	93	90.48	1250.00	174.17	755.15	0.000000	0.00	0.00 (14)
55	100	94	90.48	1250.00	184.36	767.91	0.000000	0.00	0.00 (14)
56	100	95	90.48	1250.00	194.93	780.81	0.000000	0.00	0.00 (14)
57	100	96	90.48	1250.00	205.88	793.85	0.000000	0.00	0.00 (14)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
58	100	97	90.48	1250.00	217.22	807.01	0.000000	0.00	0.000 (14)
59	100	98	90.48	1250.00	228.96	820.30	0.000000	0.00	0.000 (14)
60	100	99	90.48	1250.00	241.09	833.72	0.000000	0.00	0.000 (14)
61	100	100	90.48	1250.00	253.64	847.27	0.000000	0.00	0.000 (14)
62	100	101	90.48	1250.00	266.60	860.94	0.000000	0.00	0.000 (14)
63	100	102	90.48	1250.00	279.98	874.73	0.000000	0.00	0.000 (14)
64	100	103	45.24	1250.00	293.79	757.31	0.000000	0.00	0.000 (14)
65	100	104	45.24	1250.00	308.03	769.93	0.000000	0.00	0.000 (14)
66	100	105	45.24	1250.00	322.71	782.68	0.000000	0.00	0.000 (14)
67	100	106	45.24	1250.00	337.84	795.54	0.000000	0.00	0.000 (14)
68	100	107	45.24	1250.00	353.42	808.52	0.000000	0.00	0.000 (14)
69	100	108	45.24	1250.00	369.46	821.62	0.000000	0.00	0.000 (14)
70	100	109	45.24	1250.00	385.96	834.83	0.000000	0.00	0.000 (14)
71	100	110	45.24	1250.00	402.93	848.16	0.000000	0.00	0.000 (14)
72	100	111	45.24	1250.00	420.39	861.61	0.000000	0.00	0.000 (14)
73	100	112	45.24	1250.00	438.32	875.17	0.000000	0.00	0.000 (14)

Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{im}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	120	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (14)
2	100	120	27.14	1250.00	1.02	885.60	0.000000	0.00	0.000 (14)
3	100	120	27.14	1250.00	4.08	885.60	0.000000	0.00	0.000 (14)
4	100	120	27.14	1250.00	9.14	885.60	0.000000	0.00	0.000 (14)
5	100	120	27.14	1250.00	16.21	885.60	0.000000	0.00	0.000 (14)
6	100	120	27.14	1250.00	25.24	885.60	0.000000	0.00	0.000 (14)
7	100	120	31.67	1250.00	-485.84	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
8	100	120	31.67	1250.00	-476.72	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
9	100	120	31.67	1250.00	-467.28	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
10	100	120	31.67	1250.00	-456.88	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
11	100	120	31.67	1250.00	-443.51	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
12	100	120	31.67	1250.00	-430.02	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
13	100	120	31.67	1250.00	-416.42	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
14	100	120	31.67	1250.00	-402.75	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
15	100	120	31.67	1250.00	-389.01	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
16	100	120	31.67	1250.00	-375.22	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
17	100	120	31.67	1250.00	-361.41	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
18	100	120	31.67	1250.00	-347.59	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
19	100	120	31.67	1250.00	-333.78	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
20	100	120	31.67	1250.00	-320.00	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
21	100	120	31.67	1250.00	-306.27	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
22	100	120	31.67	1250.00	-292.60	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
23	100	120	31.67	1250.00	-279.02	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
24	100	120	31.67	1250.00	-265.54	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
25	100	120	31.67	1250.00	-252.18	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
26	100	120	31.67	1250.00	-238.96	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
27	100	120	31.67	1250.00	-225.90	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
28	100	120	31.67	1250.00	-213.02	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
29	100	120	31.67	1250.00	-200.34	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
30	100	120	31.67	1250.00	-187.87	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
31	100	120	31.67	1250.00	-175.63	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
32	100	120	31.67	1250.00	-163.65	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
33	100	120	31.67	1250.00	-151.93	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
34	100	120	31.67	1250.00	-140.51	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
35	100	120	31.67	1250.00	-129.39	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
36	100	120	31.67	1250.00	-118.60	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
37	100	120	31.67	1250.00	-108.16	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
38	100	120	31.67	1250.00	-98.08	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
39	100	120	31.67	1250.00	-88.38	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
40	100	120	31.67	1250.00	-79.08	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
41	100	120	31.67	1250.00	-70.20	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
42	100	120	31.67	1250.00	-61.76	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
43	100	120	31.67	1250.00	-53.78	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
44	100	120	31.67	1250.00	-46.27	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
45	100	120	31.67	1250.00	-39.25	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
46	100	120	31.67	1250.00	-32.75	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
47	100	120	31.67	1250.00	-26.78	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
48	100	120	31.67	1250.00	-21.36	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
49	100	120	31.67	1250.00	-16.50	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
50	100	120	31.67	1250.00	-12.24	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
51	100	120	31.67	1250.00	-8.58	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
52	100	120	31.67	1250.00	-5.54	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
53	100	120	31.67	1250.00	-3.14	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
54	100	120	31.67	1250.00	-1.41	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
55	100	120	31.67	1250.00	-0.36	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (14)
56	100	120	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (14)

## Combinazioni SLEQ

### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{im}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (15)
2	100	41	0.00	0.00	0.00	4.73	0.000000	0.00	0.000 (15)
3	100	42	0.00	0.00	0.01	9.91	0.000000	0.00	0.000 (15)
4	100	43	0.00	0.00	0.02	16.38	0.000000	0.00	0.000 (15)
5	100	44	0.00	0.00	0.05	27.01	0.000000	0.00	0.000 (15)
6	100	45	0.00	0.00	0.09	44.44	0.000000	0.00	0.000 (15)
7	100	46	0.00	0.00	0.16	72.46	0.000000	0.00	0.000 (15)
8	100	47	0.00	0.00	0.26	118.27	0.000000	0.00	0.000 (15)
9	100	48	0.00	0.00	0.39	198.10	0.000000	0.00	0.000 (15)
10	100	49	0.00	0.00	0.57	357.30	0.000000	0.00	0.000 (15)
11	100	50	0.00	0.00	0.79	787.98	0.000000	0.00	0.000 (15)
12	100	51	0.00	0.00	1.07	4922.50	0.000000	0.00	0.000 (15)
13	100	52	0.00	0.00	1.42	1805.64	0.000000	0.00	0.000 (15)
14	100	53	45.24	1250.00	1.83	909.97	0.000000	0.00	0.000 (15)
15	100	54	45.24	1250.00	2.31	668.83	0.000000	0.00	0.000 (15)
16	100	55	45.24	1250.00	2.88	560.40	0.000000	0.00	0.000 (15)
17	100	56	45.24	1250.00	3.53	501.11	0.000000	0.00	0.000 (15)
18	100	57	45.24	1250.00	4.27	465.41	0.000000	0.00	0.000 (15)
19	100	58	45.24	1250.00	5.12	442.86	0.000000	0.00	0.000 (15)
20	100	59	45.24	1250.00	6.07	428.41	0.000000	0.00	0.000 (15)
21	100	60	45.24	1250.00	7.13	419.31	0.000000	0.00	0.000 (15)
22	100	61	45.24	1250.00	8.31	413.93	0.000000	0.00	0.000 (15)
23	100	62	45.24	1250.00	9.61	411.27	0.000000	0.00	0.000 (15)
24	100	63	45.24	1250.00	11.05	410.66	0.000000	0.00	0.000 (15)
25	100	64	45.24	1250.00	12.62	411.62	0.000000	0.00	0.000 (15)
26	100	65	45.24	1250.00	14.33	413.85	0.000000	0.00	0.000 (15)
27	100	66	45.24	1250.00	16.20	417.10	0.000000	0.00	0.000 (15)
28	100	67	45.24	1250.00	18.22	421.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
29	100	68	45.24	1250.00	20.40	426.00	0.000000	0.00	0.000 (15)
30	100	69	45.24	1250.00	22.75	431.41	0.000000	0.00	0.000 (15)
31	100	70	45.24	1250.00	25.28	437.35	0.000000	0.00	0.000 (15)
32	100	71	45.24	1250.00	27.98	443.75	0.000000	0.00	0.000 (15)
33	100	72	45.24	1250.00	30.87	450.57	0.000000	0.00	0.000 (15)
34	100	73	45.24	1250.00	33.96	457.74	0.000000	0.00	0.000 (15)
35	100	74	45.24	1250.00	37.25	465.25	0.000000	0.00	0.000 (15)
36	100	75	45.24	1250.00	40.74	473.07	0.000000	0.00	0.000 (15)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
37	100	76	45.24	1250.00	44.44	481.16	0.000000	0.00	0.000 (15)
38	100	77	45.24	1250.00	48.36	489.51	0.000000	0.00	0.000 (15)
39	100	78	45.24	1250.00	52.51	498.10	0.000000	0.00	0.000 (15)
40	100	79	45.24	1250.00	56.89	506.91	0.000000	0.00	0.000 (15)
41	100	80	45.24	1250.00	61.51	515.94	0.000000	0.00	0.000 (15)
42	100	81	45.24	1250.00	66.37	525.18	0.000000	0.00	0.000 (15)
43	100	82	45.24	1250.00	71.47	534.60	0.000000	0.00	0.000 (15)
44	100	83	45.24	1250.00	76.84	544.21	0.000000	0.00	0.000 (15)
45	100	84	45.24	1250.00	82.47	554.00	0.000000	0.00	0.000 (15)
46	100	85	45.24	1250.00	88.36	563.95	0.000000	0.00	0.000 (15)
47	100	86	45.24	1250.00	94.54	574.07	0.000000	0.00	0.000 (15)
48	100	87	45.24	1250.00	100.99	584.35	0.000000	0.00	0.000 (15)
49	100	88	90.48	1250.00	107.73	707.07	0.000000	0.00	0.000 (15)
50	100	89	90.48	1250.00	114.76	719.00	0.000000	0.00	0.000 (15)
51	100	90	90.48	1250.00	122.10	731.09	0.000000	0.00	0.000 (15)
52	100	91	90.48	1250.00	129.74	743.33	0.000000	0.00	0.000 (15)
53	100	92	90.48	1250.00	137.69	755.71	0.000000	0.00	0.000 (15)
54	100	93	90.48	1250.00	145.96	768.24	0.000000	0.00	0.000 (15)
55	100	94	90.48	1250.00	154.56	780.91	0.000000	0.00	0.000 (15)
56	100	95	90.48	1250.00	163.49	793.72	0.000000	0.00	0.000 (15)
57	100	96	90.48	1250.00	172.75	806.66	0.000000	0.00	0.000 (15)
58	100	97	90.48	1250.00	182.36	819.74	0.000000	0.00	0.000 (15)
59	100	98	90.48	1250.00	192.32	832.95	0.000000	0.00	0.000 (15)
60	100	99	90.48	1250.00	202.64	846.29	0.000000	0.00	0.000 (15)
61	100	100	90.48	1250.00	213.32	859.76	0.000000	0.00	0.000 (15)
62	100	101	90.48	1250.00	224.37	873.36	0.000000	0.00	0.000 (15)
63	100	102	90.48	1250.00	235.79	887.08	0.000000	0.00	0.000 (15)
64	100	103	45.24	1250.00	247.60	768.02	0.000000	0.00	0.000 (15)
65	100	104	45.24	1250.00	259.79	780.59	0.000000	0.00	0.000 (15)
66	100	105	45.24	1250.00	272.38	793.29	0.000000	0.00	0.000 (15)
67	100	106	45.24	1250.00	285.37	806.11	0.000000	0.00	0.000 (15)
68	100	107	45.24	1250.00	298.76	819.04	0.000000	0.00	0.000 (15)
69	100	108	45.24	1250.00	312.57	832.10	0.000000	0.00	0.000 (15)
70	100	109	45.24	1250.00	326.80	845.27	0.000000	0.00	0.000 (15)
71	100	110	45.24	1250.00	341.45	858.56	0.000000	0.00	0.000 (15)
72	100	111	45.24	1250.00	356.54	871.97	0.000000	0.00	0.000 (15)
73	100	112	45.24	1250.00	372.06	885.49	0.000000	0.00	0.000 (15)

Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	120	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (15)
2	100	120	27.14	1250.00	0.91	885.60	0.000000	0.00	0.000 (15)
3	100	120	27.14	1250.00	3.64	885.60	0.000000	0.00	0.000 (15)
4	100	120	27.14	1250.00	8.17	885.60	0.000000	0.00	0.000 (15)
5	100	120	27.14	1250.00	14.48	885.60	0.000000	0.00	0.000 (15)
6	100	120	27.14	1250.00	22.56	885.60	0.000000	0.00	0.000 (15)
7	100	120	31.67	1250.00	-375.66	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
8	100	120	31.67	1250.00	-366.29	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
9	100	120	31.67	1250.00	-356.75	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
10	100	120	31.67	1250.00	-347.06	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
11	100	120	31.67	1250.00	-337.24	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
12	100	120	31.67	1250.00	-327.29	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
13	100	120	31.67	1250.00	-317.24	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
14	100	120	31.67	1250.00	-307.10	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
15	100	120	31.67	1250.00	-296.88	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
16	100	120	31.67	1250.00	-286.61	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
17	100	120	31.67	1250.00	-276.29	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
18	100	120	31.67	1250.00	-265.94	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
19	100	120	31.67	1250.00	-255.57	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
20	100	120	31.67	1250.00	-245.21	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
21	100	120	31.67	1250.00	-234.86	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
22	100	120	31.67	1250.00	-224.54	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
23	100	120	31.67	1250.00	-214.27	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
24	100	120	31.67	1250.00	-204.06	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
25	100	120	31.67	1250.00	-193.93	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
26	100	120	31.67	1250.00	-183.88	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
27	100	120	31.67	1250.00	-173.95	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
28	100	120	31.67	1250.00	-164.13	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
29	100	120	31.67	1250.00	-154.45	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
30	100	120	31.67	1250.00	-144.93	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
31	100	120	31.67	1250.00	-135.57	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
32	100	120	31.67	1250.00	-126.39	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
33	100	120	31.67	1250.00	-117.41	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
34	100	120	31.67	1250.00	-108.64	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
35	100	120	31.67	1250.00	-100.10	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
36	100	120	31.67	1250.00	-91.80	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
37	100	120	31.67	1250.00	-83.76	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
38	100	120	31.67	1250.00	-75.99	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
39	100	120	31.67	1250.00	-68.51	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
40	100	120	31.67	1250.00	-61.33	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
41	100	120	31.67	1250.00	-54.47	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
42	100	120	31.67	1250.00	-47.94	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
43	100	120	31.67	1250.00	-41.77	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
44	100	120	31.67	1250.00	-35.95	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
45	100	120	31.67	1250.00	-30.51	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
46	100	120	31.67	1250.00	-25.47	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
47	100	120	31.67	1250.00	-20.83	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
48	100	120	31.67	1250.00	-16.62	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
49	100	120	31.67	1250.00	-12.85	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
50	100	120	31.67	1250.00	-9.53	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
51	100	120	31.67	1250.00	-6.68	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
52	100	120	31.67	1250.00	-4.32	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
53	100	120	31.67	1250.00	-2.45	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
54	100	120	31.67	1250.00	-1.10	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
55	100	120	31.67	1250.00	-0.28	-894.19	0.000000	0.00	0.000 (15)
56	100	120	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (15)



### 12.3.-. Verifiche condizioni non drenate

#### Risultati per inviluppo

#### Spinta e forze

##### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	305.99	0.00	305.99	0.00	5.60	-5.40
	Peso/Inerzia muro			0.00	325.40/0.00	1.38	-6.30
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	856.40/0.00	3.01	-3.63
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
2	Spinta statica	182.22	0.00	182.22	0.00	5.60	-5.67
	Incremento di spinta sismica		30.25	30.25	0.00	5.60	-5.67
	Peso/Inerzia muro			21.36	325.40/10.68	1.38	-6.30
	Peso/Inerzia terrapieno			48.07	732.20/24.04	2.98	-3.62
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

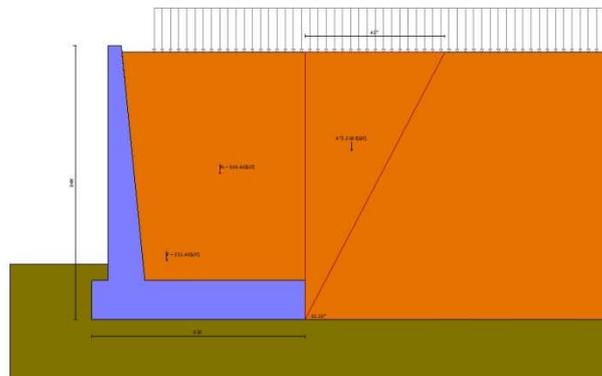


Fig. 1 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

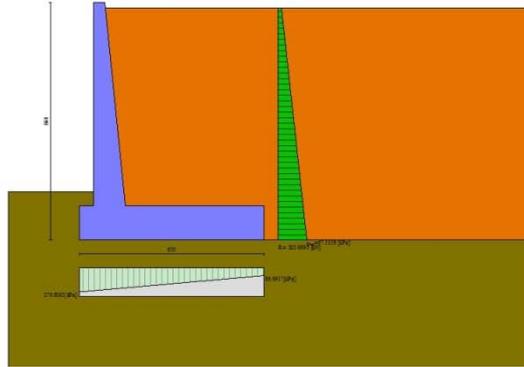


Fig. 2 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

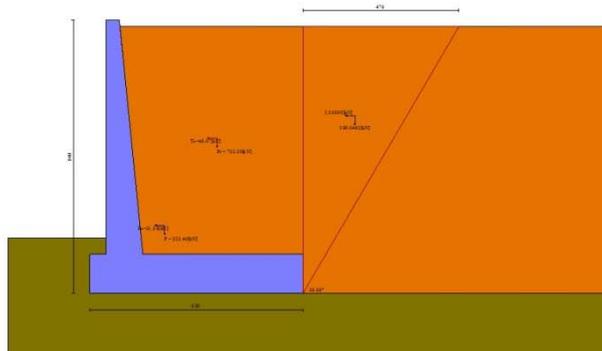


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

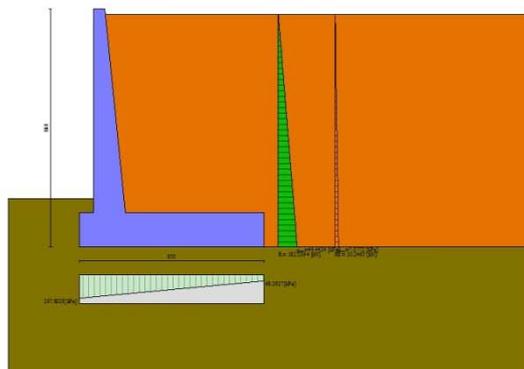


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.593		1.831			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.729		1.927			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.805		2.024			
4 - STR (A1-M1-R3)		1.593		1.617			
5 - STR (A1-M1-R3)		1.593		1.734			
6 - STR (A1-M1-R3)		1.593		1.702			
7 - GEO (A2-M2-R2)					2.157		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.924		
9 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				3.049		
10 - EQU (A1-M1-R3)			4.577				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.629				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		3.078				

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	487.50	0.00	0.00	--	--	487.50	305.99	1.593
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	487.50	0.00	0.00	--	--	487.50	281.90	1.729

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
4 - STR (A1-M1-R3)	1551.96	2509.12	1792.23	1.617
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1092.32	2104.75	1753.96	1.927

### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico

**RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI SOSTEGNO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	MU 80 C0 001	B	84 di 89

bc, bq, by Fattori di inclinazione del piano di posa  
 sc, sq, sy Fattori di forma della fondazione  
 pc, pq, py Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic  
 r<sub>γ</sub> Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B<sub>γ</sub>N, viene moltiplicato per questo fattore  
 D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]  
 B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]  
 H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]  
 γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]  
 φ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]  
 c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]  
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	r <sub>γ</sub>	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
4	5.140 1.000 -0.000	0.768 0.768 0.000	1.052 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.872	1.70	5.70 3.25	13.12	0.00	100
2	5.140 1.000 -0.000	0.704 0.704 0.000	1.052 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.872	1.70	5.21 3.25	13.12	0.00	100

**Verifica a ribaltamento**

**Simbologia adottata**

n° Indice combinazione  
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]  
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]  
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)  
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
10 - EQU (A1-M1-R3)	4089.44	893.48	4.577
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	3585.17	1164.93	3.078

**Verifica stabilità globale muro + terreno**

**Simbologia adottata**

Ic Indice/Tipo combinazione  
 C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
 R Raggio, espresso in [m]  
 FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
7 - GEO (A2-M2-R2)	0.00; 1.50	11.38	2.157
8 - GEO (A2-M2-R2) H + V	0.00; 2.50	12.26	2.924

**Dettagli strisce verifiche stabilità**

**Simbologia adottata**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
 W peso della striscia espresso in [kN]  
 Qy carico sulla striscia espresso in [kN]  
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W	Qy	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	20.71	17.64	11.27 - 0.77	74.139	29.256	0	0.0	

RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	MU 80 C0 001	B	85 di 89

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
2	52.97	17.64	0.77	63.008	29.256	0	0.0	
3	73.03	17.64	0.77	55.354	29.256	0	0.0	
4	88.31	17.64	0.77	49.012	29.256	0	0.0	
5	100.65	17.64	0.77	43.410	29.256	0	0.0	
6	110.86	17.64	0.77	38.292	29.256	0	0.0	
7	119.40	17.64	0.77	33.516	29.256	0	0.0	
8	123.34	17.64	0.77	28.993	0.000	71	0.0	
9	136.34	17.64	0.77	24.662	0.000	71	0.0	
10	141.00	17.64	0.77	20.476	0.000	71	0.0	
11	144.73	17.64	0.77	16.403	0.000	71	0.0	
12	147.60	17.64	0.77	12.414	0.000	71	0.0	
13	149.67	17.64	0.77	8.485	0.000	71	0.5	
14	151.78	6.79	0.77	4.596	0.000	71	1.4	
15	171.11	0.00	0.77	0.729	0.000	71	1.7	
16	68.96	0.00	0.77	-3.136	0.000	71	1.6	
17	46.37	0.00	0.77	-7.014	0.000	71	0.9	
18	44.60	0.00	0.77	-10.926	0.000	71	0.0	
19	42.04	0.00	0.77	-14.889	0.000	71	0.0	
20	38.64	0.00	0.77	-18.928	0.000	71	0.0	
21	34.34	0.00	0.77	-23.068	0.000	71	0.0	
22	29.07	0.00	0.77	-27.339	0.000	71	0.0	
23	22.54	0.00	0.77	-31.784	0.000	71	0.0	
24	14.55	0.00	0.77	-36.456	0.000	71	0.0	
25	5.01	0.00	-7.91 - 0.77	-40.926	0.000	71	0.0	

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	19.01	0.00	11.97 - 0.80	71.223	35.000	0	0.0	
2	50.00	0.00	0.80	61.652	35.000	0	0.0	
3	71.03	0.00	0.80	54.461	35.000	0	0.0	
4	87.35	0.00	0.80	48.399	35.000	0	0.0	
5	100.66	0.00	0.80	43.001	35.000	0	0.0	
6	111.74	0.00	0.80	38.047	35.000	0	0.0	
7	121.07	0.00	0.80	33.412	35.000	0	0.0	
8	122.85	0.00	0.80	29.014	35.000	0	0.0	
9	139.66	0.00	0.80	24.797	0.000	100	0.0	
10	144.82	0.00	0.80	20.720	0.000	100	0.0	
11	148.99	0.00	0.80	16.750	0.000	100	0.0	
12	152.24	0.00	0.80	12.862	0.000	100	0.0	
13	154.62	0.00	0.80	9.034	0.000	100	0.0	
14	156.16	0.00	0.80	5.246	0.000	100	0.1	
15	171.74	0.00	0.80	1.481	0.000	100	0.5	
16	104.71	0.00	0.80	-2.277	0.000	100	0.5	
17	47.09	0.00	0.80	-6.046	0.000	100	0.0	
18	45.32	0.00	0.80	-9.841	0.000	100	0.0	
19	42.76	0.00	0.80	-13.680	0.000	100	0.0	
20	39.32	0.00	0.80	-17.583	0.000	100	0.0	
21	34.94	0.00	0.80	-21.573	0.000	100	0.0	
22	29.56	0.00	0.80	-25.677	0.000	100	0.0	
23	22.85	0.00	0.80	-29.929	0.000	100	0.0	
24	14.71	0.00	0.80	-34.372	0.000	100	0.0	
25	5.04	0.00	-8.12 - 0.80	-38.525	0.000	100	0.0	

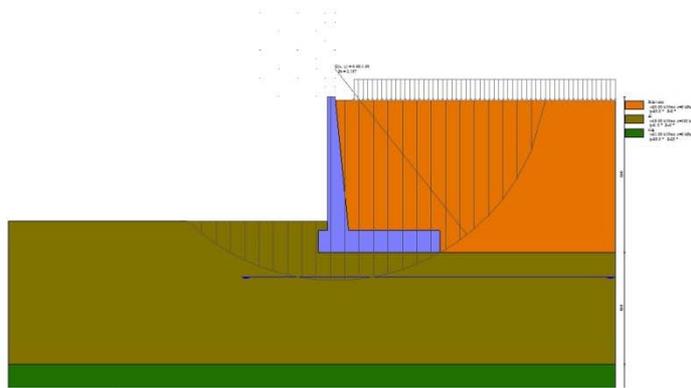


Fig. 5 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 7)

## Sollecitazioni

### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

## Paramento

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.99	1.34	0.00	0.07	0.00	0.01
3	-0.20	2.01	2.71	0.00	0.13	0.01	0.02
4	-0.30	3.05	4.12	0.03	0.24	0.02	0.05
5	-0.40	4.12	5.56	0.12	0.41	0.05	0.10
6	-0.50	5.21	7.03	0.28	0.66	0.09	0.18
7	-0.60	6.33	8.54	0.50	0.99	0.16	0.29
8	-0.70	7.47	10.08	0.77	1.38	0.26	0.44
9	-0.80	8.63	11.65	1.11	1.85	0.39	0.64
10	-0.90	9.82	13.26	1.51	2.38	0.57	0.90
11	-1.00	11.03	14.89	1.97	3.00	0.79	1.22
12	-1.10	12.27	16.57	2.49	3.68	1.07	1.61
13	-1.20	13.53	18.27	3.08	4.44	1.42	2.08
14	-1.30	14.82	20.01	3.73	5.26	1.83	2.64
15	-1.40	16.13	21.78	4.43	6.18	2.31	3.29
16	-1.50	17.47	23.58	5.20	7.48	2.88	4.03
17	-1.60	18.83	25.42	6.03	9.00	3.53	4.89
18	-1.70	20.21	27.29	6.92	10.71	4.27	5.99
19	-1.80	21.62	29.19	7.88	12.56	5.12	7.29
20	-1.90	23.06	31.13	8.89	14.53	6.07	8.80
21	-2.00	24.52	33.10	9.97	16.61	7.13	10.51
22	-2.10	26.00	35.10	11.11	18.79	8.31	12.45
23	-2.20	27.51	37.14	12.31	21.07	9.61	14.62
24	-2.30	29.04	39.21	13.57	23.45	11.05	17.04
25	-2.40	30.60	41.31	14.89	25.93	12.62	19.71
26	-2.50	32.18	43.44	16.28	28.51	14.33	22.64
27	-2.60	33.79	45.61	17.72	31.18	16.20	25.85
28	-2.70	35.42	47.81	19.23	33.94	18.22	29.34
29	-2.80	37.07	50.05	20.80	36.79	20.40	33.12
30	-2.90	38.75	52.31	22.43	39.73	22.75	37.20
31	-3.00	40.45	54.61	24.12	42.76	25.28	41.59
32	-3.10	42.18	56.95	25.87	45.89	27.98	46.30

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
33	-3.20	43.94	59.31	27.69	49.10	30.87	51.34
34	-3.30	45.71	61.71	29.56	52.40	33.96	56.72
35	-3.40	47.51	64.15	31.50	55.78	37.25	62.44
36	-3.50	49.34	66.61	33.50	59.25	40.74	68.52
37	-3.60	51.19	69.11	35.56	62.81	44.44	74.96
38	-3.70	53.07	71.64	37.69	66.46	48.36	81.77
39	-3.80	54.97	74.21	39.87	70.19	52.51	88.97
40	-3.90	56.89	76.81	42.12	74.01	56.89	96.56
41	-4.00	58.84	79.44	44.42	77.92	61.51	104.54
42	-4.10	60.82	82.10	46.79	81.91	66.37	112.94
43	-4.20	62.81	84.80	49.22	85.98	71.47	121.75
44	-4.30	64.84	87.53	51.71	90.14	76.84	130.99
45	-4.40	66.88	90.29	54.27	94.39	82.47	140.66
46	-4.50	68.96	93.09	56.88	98.72	88.36	150.77
47	-4.60	71.05	95.92	59.56	103.13	94.54	161.33
48	-4.70	73.17	98.78	62.29	107.63	100.99	172.36
49	-4.80	75.32	101.68	65.09	112.22	107.73	183.85
50	-4.90	77.49	104.61	67.95	116.89	114.76	195.82
51	-5.00	79.68	107.57	70.88	121.64	122.10	208.28
52	-5.10	81.90	110.57	73.86	126.48	129.74	221.23
53	-5.20	84.14	113.60	76.91	131.40	137.69	234.68
54	-5.30	86.41	116.66	80.01	136.40	145.96	248.65
55	-5.40	88.71	119.75	83.18	141.49	154.56	263.13
56	-5.50	91.02	122.88	86.41	146.66	163.49	278.15
57	-5.60	93.36	126.04	89.70	151.92	172.75	293.70
58	-5.70	95.73	129.23	93.06	157.26	182.36	309.79
59	-5.80	98.12	132.46	96.47	162.69	192.32	326.44
60	-5.90	100.54	135.72	99.95	168.19	202.64	343.66
61	-6.00	102.97	139.02	103.48	173.79	213.32	361.44
62	-6.10	105.44	142.34	107.08	179.46	224.37	379.81
63	-6.20	107.93	145.70	110.74	185.22	235.79	398.76
64	-6.30	110.44	149.09	114.47	191.06	247.60	418.31
65	-6.40	112.98	152.52	118.25	196.99	259.79	438.47
66	-6.50	115.54	155.98	122.09	203.00	272.38	459.24
67	-6.60	118.13	159.47	126.00	209.09	285.37	480.63
68	-6.70	120.74	163.00	129.97	215.27	298.76	502.65
69	-6.80	123.37	166.55	134.00	221.53	312.57	525.32
70	-6.90	126.03	170.15	138.09	227.87	326.80	548.63
71	-7.00	128.72	173.77	142.24	234.30	341.45	572.60
72	-7.10	131.43	177.43	146.46	240.81	356.54	597.23
73	-7.20	134.16	181.12	150.73	247.41	372.06	622.54

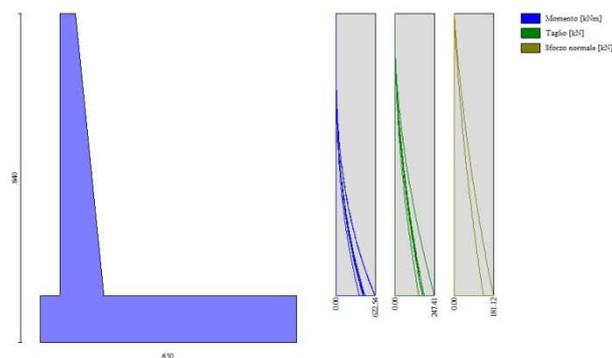


Fig. 6 - Paramento

*Fondazione*

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	0.00	18.22	28.55	0.91	1.43
3	-0.70	0.00	0.00	36.30	56.82	3.64	5.70
4	-0.60	0.00	0.00	54.21	84.83	8.17	12.79
5	-0.50	0.00	0.00	71.98	112.56	14.48	22.66
6	-0.40	0.00	0.00	89.59	140.03	22.56	35.29
7	0.72	0.00	0.00	-418.54	-93.24	-1311.52	-375.66
8	0.82	0.00	0.00	-419.50	-94.98	-1277.52	-366.29
9	0.92	0.00	0.00	-420.17	-96.57	-1243.29	-356.75
10	1.02	0.00	0.00	-420.04	-98.00	-1207.71	-347.06
11	1.12	0.00	0.00	-417.44	-99.28	-1167.13	-337.24
12	1.22	0.00	0.00	-414.55	-100.42	-1126.69	-327.29
13	1.32	0.00	0.00	-411.37	-101.40	-1086.43	-317.24
14	1.42	0.00	0.00	-407.90	-102.23	-1046.38	-307.10
15	1.52	0.00	0.00	-404.14	-102.90	-1006.58	-296.88
16	1.62	0.00	0.00	-400.09	-103.43	-967.05	-286.61
17	1.72	0.00	0.00	-395.74	-103.80	-927.84	-276.29
18	1.82	0.00	0.00	-391.11	-104.02	-888.97	-265.94
19	1.92	0.00	0.00	-386.19	-104.09	-850.47	-255.57
20	2.01	0.00	0.00	-380.98	-104.01	-812.39	-245.21
21	2.11	0.00	0.00	-375.54	-103.78	-774.76	-234.86
22	2.21	0.00	0.00	-370.55	-103.39	-737.60	-224.54
23	2.31	0.00	0.00	-365.23	-102.85	-700.96	-214.27
24	2.41	0.00	0.00	-359.57	-102.16	-664.87	-204.06
25	2.51	0.00	0.00	-353.57	-101.32	-629.35	-193.93
26	2.61	0.00	0.00	-347.23	-100.33	-594.45	-183.88
27	2.71	0.00	0.00	-340.56	-99.19	-560.20	-173.95
28	2.81	0.00	0.00	-333.55	-97.89	-526.63	-164.13
29	2.91	0.00	0.00	-326.20	-96.44	-493.77	-154.45
30	3.01	0.00	0.00	-318.51	-94.84	-461.67	-144.93
31	3.11	0.00	0.00	-310.48	-93.09	-430.34	-135.57
32	3.21	0.00	0.00	-302.12	-91.19	-399.84	-126.39
33	3.31	0.00	0.00	-293.42	-89.14	-370.18	-117.41
34	3.41	0.00	0.00	-284.38	-86.93	-341.40	-108.64
35	3.51	0.00	0.00	-275.00	-84.57	-313.55	-100.10
36	3.61	0.00	0.00	-265.28	-82.06	-286.64	-91.80
37	3.71	0.00	0.00	-255.23	-79.40	-260.72	-83.76
38	3.81	0.00	0.00	-244.84	-76.59	-235.81	-75.99
39	3.91	0.00	0.00	-234.11	-73.62	-211.96	-68.51
40	4.01	0.00	0.00	-223.04	-70.50	-189.19	-61.33
41	4.11	0.00	0.00	-211.64	-67.24	-167.55	-54.47
42	4.21	0.00	0.00	-199.89	-63.82	-147.05	-47.94
43	4.31	0.00	0.00	-187.81	-60.24	-127.74	-41.77
44	4.40	0.00	0.00	-175.39	-56.52	-109.65	-35.95
45	4.50	0.00	0.00	-162.63	-52.64	-92.82	-30.51
46	4.60	0.00	0.00	-149.54	-48.62	-77.27	-25.47
47	4.70	0.00	0.00	-136.11	-44.44	-63.04	-20.83
48	4.80	0.00	0.00	-122.34	-40.11	-50.17	-16.62
49	4.90	0.00	0.00	-108.23	-35.63	-38.69	-12.85
50	5.00	0.00	0.00	-93.78	-30.99	-28.62	-9.53
51	5.10	0.00	0.00	-78.99	-26.21	-20.02	-6.68
52	5.20	0.00	0.00	-63.87	-21.27	-12.90	-4.32
53	5.30	0.00	0.00	-48.41	-16.18	-7.31	-2.45
54	5.40	0.00	0.00	-32.61	-10.94	-3.27	-1.10
55	5.50	0.00	0.00	-16.47	-5.54	-0.82	-0.28
56	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

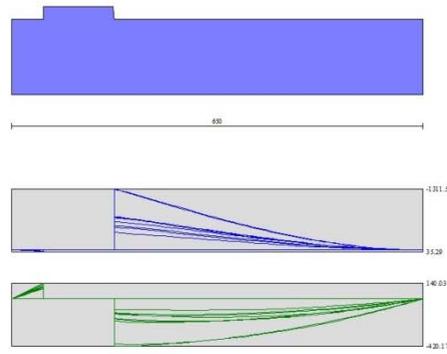


Fig. 7 - Fondazione