

AUTOSTRADA (A14) : BOLOGNA-BARI-TARANTO

TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE - BOLOGNA SAN LAZZARO

POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA
AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA

"PASSANTE DI BOLOGNA"

PROGETTO DEFINITIVO

TANGENZIALE NORD E SUD

CORPO STRADALE da pk 8+623 a pk 9+176

MURO DI SOSTEGNO MS001

Relazione di calcolo

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Marco Pietro D'Angelantonio
Ord. Ingg. Milano n.A20155

RESPONSABILE GEOTECNICA
ALL'APERTO

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE



Ing. Raffaele Rinaldesi
Ord. Ingg. Macerata N. A1068

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Andrea Tanzi
Ord. Ingg. Parma N. 1154

PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI

CODICE IDENTIFICATIVO											ORDINATORE 001 SCALA -
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	
111465	0000	PD	A 2	C 0 2	M S 0 0 1	0 0 0 0 0	R	A P E	0 4 9 8	- 2	

 	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068						n.	data
							0	DICEMBRE 2017
							1	SETTEMBRE 2019
							2	SETTEMBRE 2020
REDATTO:		-		VERIFICATO:		-		

	VISTO DEL COMMITTENTE	VISTO DEL CONCEDENTE
		
	IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Fabio Visintin	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

Sommario

1	PREMESSA	4
1.1	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'OPERA.....	4
1.1.1	Tratto con fondazione diretta.....	4
1.1.2	Tratto con fondazione su pali e barriera fonoassorbente.....	5
1.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO E CRITERI DI VERIFICA	6
1.3	CODICI DI CALCOLO	6
2	MATERIALI	7
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO.....	9
3.1	LIVELLO DELLA FALDA.....	10
4	INQUADRAMENTO SISMICO	11
4.1	CLASSIFICAZIONE DELL'OPERA E VITA ATTESA	11
4.2	TEMPO DI RITORNO DELL'EVENTO SISMICO.....	11
4.3	ACCELERAZIONE MASSIMA SU SUOLO ROCCIOSO.....	12
4.4	PARAMETRI DI RIENTRIMENTO IN SUPERFICIE	13
4.4.1	Effetti stratigrafici.....	14
4.4.2	Effetti topografici.....	14
4.5	ACCELERAZIONE MASSIMA AL SITO	14
5	TRATTO CON FONDAZIONE DIRETTA – CRITERI DI VERIFICA.....	15
5.1	CODICE DI CALCOLO.....	15
5.2	VERIFICHE STRUTTURALI.....	16
5.3	VERIFICA DI RIBALTAMENTO.....	16
5.4	VERIFICA DI SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA.....	16
5.5	VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE.....	17
5.6	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE	17
5.6.1	Azione sismica.....	18
6	TRATTO CON FONDAZIONE DIRETTA – ANALISI DEI CARICHI.....	20
6.1	PESI PROPRI	20
6.2	SPINTA DELLA TERRA.....	20
6.3	TRAFFICO VEICOLARE	21
6.4	URTO DI UN VEICOLO IN SVIO.....	21
6.5	COMBINAZIONI DI CARICO	22
7	TRATTO SU PALI – CRITERI DI VERIFICA	23
7.1	CODICE DI CALCOLO.....	23
7.1.1	Legame costitutivo.....	23
7.2	ANALISI DELLA STRUTTURA.....	23
7.3	VERIFICHE STRUTTURALI.....	24
7.4	VERIFICA DELLA LUNGHEZZA DI IMMORSAMENTO DEI PALI	24
7.5	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE	24
7.5.1	Generalità	24
7.5.2	Azione stabilizzante dei pali di fondazione	25
7.5.3	Azione sismica.....	25
7.5.4	Verifica di stabilità	25
7.6	VERIFICA DELLE DEFORMAZIONI IN ESERCIZIO.....	26
8	TRATTO SU PALI – ANALISI DEI CARICHI	27

8.1	PESI PROPRI	27
8.2	SPINTA DELLA TERRA.....	27
8.3	SPINTA DELLA TERRA IN CONDIZIONI SISMICHE	27
8.3.1	Azione sismica.....	27
8.3.2	Incremento del coefficiente di spinta attiva.....	28
8.3.3	Riduzione del coefficiente di spinta passiva.....	29
8.4	AZIONE TRASMESSA DALLE BARRIERE FONOASSORBENTI	30
8.5	TRAFFICO VEICOLARE	31
8.6	COMBINAZIONI DI CARICO E COEFFICIENTI PARZIALI	31
9	TRATTO SU FONDAZIONE DIRETTA – ANALISI SEZIONE TIPO 1	32
9.1	MODELLO	32
9.2	RISULTATI E VERIFICHE	33
9.2.1	Verifiche globali - Coefficienti di sicurezza.....	33
9.2.2	Spinte	34
9.2.3	Azioni interne	35
9.2.4	Verifiche strutturali	35
10	TRATTO SU FONDAZIONE DIRETTA – ANALISI SEZIONE TIPO 2	38
10.1	MODELLO	38
10.2	RISULTATI E VERIFICHE	39
10.2.1	Verifiche globali - Coefficienti di sicurezza.....	39
10.2.2	Spinte	40
10.2.3	Azioni interne	41
10.2.4	Verifiche strutturali	41
11	TRATTO SU FONDAZIONE DIRETTA – ANALISI SEZIONE TIPO 3	44
11.1	MODELLO	44
11.2	RISULTATI E VERIFICHE	45
11.2.1	Verifiche globali - Coefficienti di sicurezza.....	45
11.2.2	Spinte	46
11.2.3	Azioni interne	47
11.2.4	Verifiche strutturali	47
12	TRATTO SU PALI - DATI DI INPUT	50
12.1	FASI ESECUTIVE	50
12.2	COEFFICIENTI DI SPINTA DELLA TERRA	50
12.3	AZIONE TRASMESSA DALLE BARRIERE FONOASSORBENTI	52
12.4	AZIONE SISMICA	52
13	TRATTO SU PALI - RISULTATI	53
13.1	FASI DI CALCOLO	53
13.2	SPOSTAMENTI	56
13.3	AZIONI INTERNE PALI DI FONDAZIONE	58
13.4	AZIONI INTERNE SPICCATO	61
13.5	SINTESI AZIONI INTERNE	64
14	TRATTO SU PALI - VERIFICHE	65
14.1	VERIFICA DELL'IMMORSAMENTO DEI PALI.....	65
14.2	VERIFICA STRUTTURALE DEI PALI.....	65
14.3	VERIFICA STRUTTURALE DEL SOPRALZO	68
14.4	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE	71
15	ALLEGATO 1 – TRATTO FONDAZIONE DIRETTA - SEZIONE TIPO 1.....	73
16	ALLEGATO 2 – TRATTO FONDAZIONE DIRETTA - SEZIONE TIPO 2.....	94

17	ALLEGATO 3 – TRATTO FONDAZIONE DIRETTA - SEZIONE TIPO 3.....	115
-----------	---	------------

1 PREMESSA

La presente relazione documenta le verifiche geotecniche e strutturali del muro di sostegno MS001 da realizzarsi in carreggiata nord tra le pk.8+622 e pk.9+160 circa nell'ambito dei lavori di potenziamento in sede del sistema autostradale/tangenziale del nodo di Bologna.

1.1 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'OPERA

Nel tratto caratterizzato da altezze dell'elevazione massima di 5.00m (figura n.1.1) l'opera viene realizzata con elevazione prefabbricata (bilastro) e fondazione ad imposta diretta. La parte terminale dell'opera caratterizzata da altezze superiori a 5.00m, viene, invece, realizzata con una paratia di pali di grosso diametro e sovrizzo in c.a. rivestito (figura n.1.2).

1.1.1 Tratto con fondazione diretta

- Altezza massima elevazione: 5.00m
- Tipologia dell'elevazione: gettato in opera
- Tipologia fondazione: getto in opera su fondazione diretta
- Lunghezza pali di fondazione: --
- Diametro pali di fondazione: --
- Interasse pali di fondazione: --

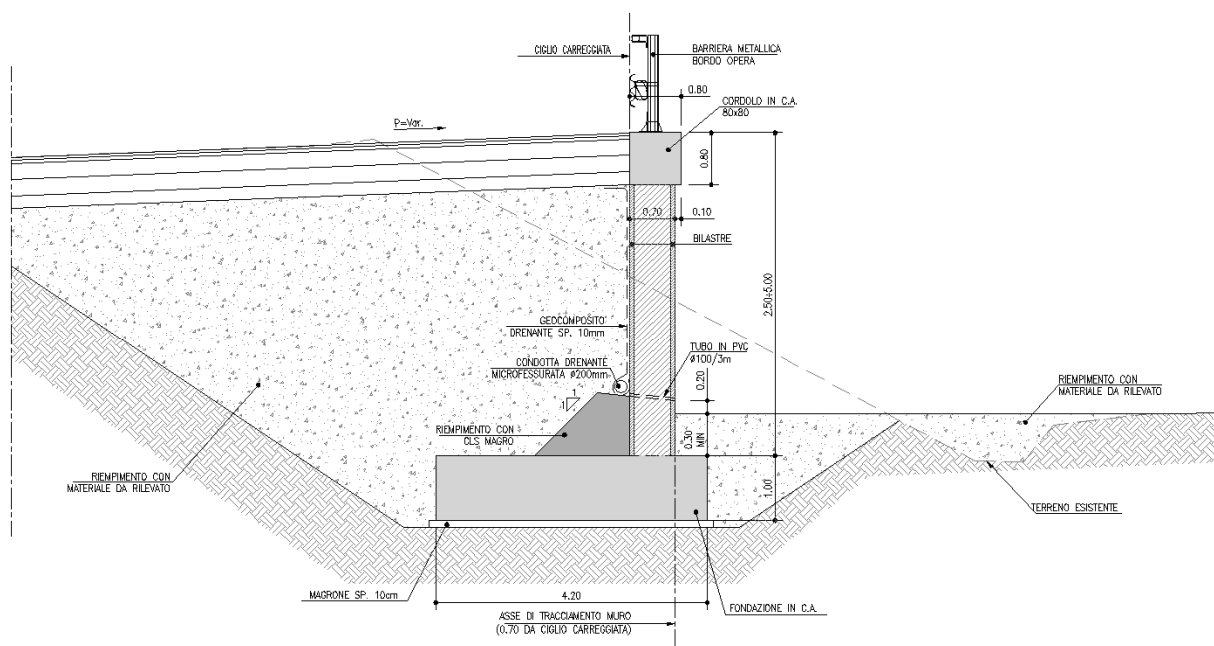


Figura 1-1. Sezione tipo opera di sostegno MS01 – Tratto a fondazione diretta

1.1.2 Tratto con fondazione su pali e barriera fonoassorbente

- Altezza massima del sopralzo: 3.80m (da trave testa pali)
- Altezza massima muro: 6.80m
- Tipologia pali di fondazione: trivellati ad elica
- Lunghezza pali di fondazione: 18.0m
- Diametro pali di fondazione: 1'000mm
- Interasse pali di fondazione: 1'200mm
- Dimensione trave di testa dei pali: 120 x 80cm

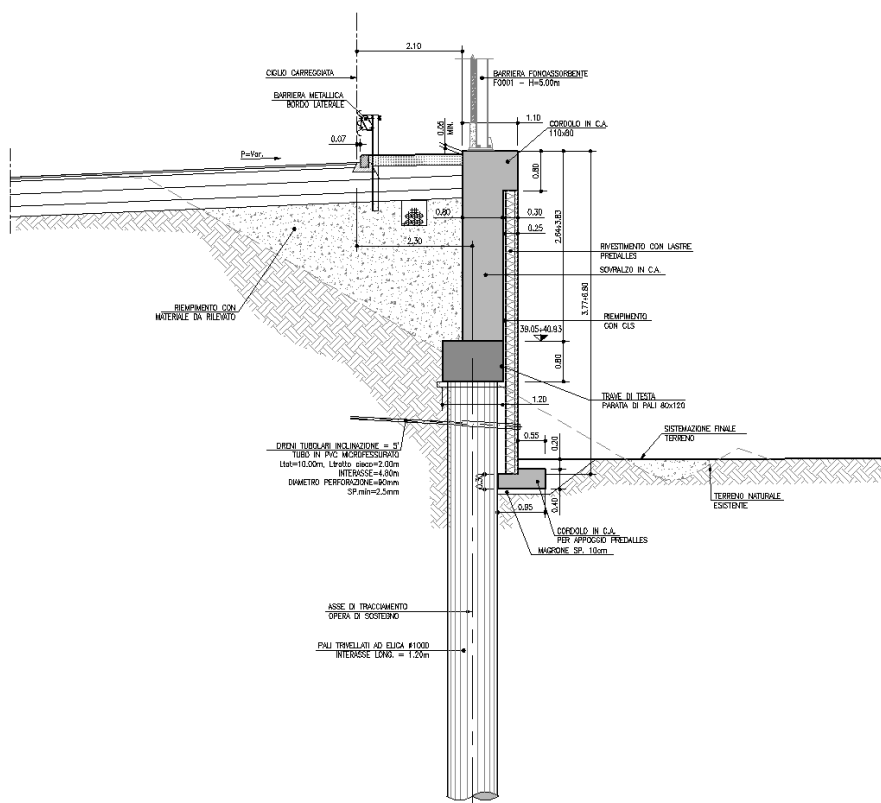


Figura 1-2. Sezione tipo opera di sostegno MS001 – Tratto con fondazione su pali e barriera fonoassorbente

1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO E CRITERI DI VERIFICA

Le analisi e le verifiche di seguito documentate sono state svolte nel rispetto della Normativa vigente di seguito richiamata:

- **Circolare 21 gennaio 2019**, n.7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. Gazzetta Ufficiale del 11.02.2019 n. 5, supplemento ordinario n.35.
- **D.M. 17/01/2018** “Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” - GU n°8 del 17/2/2018

In accordo a quanto previsto dalle NTC le analisi e le verifiche di seguito documentate sono state svolte con riferimento alla teoria degli Stati Limite.

1.3 CODICI DI CALCOLO

Per le verifiche geotecniche e strutturali si è fatto ricorso ai seguenti codici di calcolo commerciali:

RC-SEC_2019.11.0 – <i>Geostru</i>	(verifiche sezioni in c.a.)
MAX-15 2018 - 15.04.A – <i>Aztec</i>	(analisi muri)
PRATIE-PLUS 20.0.5 - <i>Ceas</i>	(analisi muro su pali)

2 MATERIALI

Le caratteristiche dei calcestruzzi sono definite in accordo con UNI-EN206-1 e CNR-UNI11104 mentre i copriferri sono definiti in base a NTC-2008 e EN1992-1-1.

MAGRONE DI SOTTOFONDO

- Classe di resistenza minima: C12/15
- Classe di esposizione: XC0

CALCESTRUZZO PER TRAVE TESTA PALI

- Classe di resistenza minima: C25/30
- Classe di esposizione: XC2
- Copriferro "*nominale*" ⁽¹⁾: 40mm

CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE (pali trivellati a elica)

- Classe di resistenza minima: C25/30
- Classe di esposizione: XC2
- Copriferro "*nominale*" ⁽¹⁾: 80mm

CALCESTRUZZO PER FONDAZIONE IN OPERA

- Classe di resistenza minima: C28/35
- Classe di esposizione: XC2
- Copriferro "*nominale*" ⁽¹⁾: 40mm

CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONE IN OPERA

- Classe di resistenza minima: C32/40
- Classe di esposizione: XF2
- Copriferro "*nominale*" ⁽¹⁾: 40mm

CALCESTRUZZO PER BILASTRE

- Classe di resistenza minima: C32/40
- Classe di esposizione: XF2
- Copriferro "*nominale*" ⁽¹⁾: 30mm

CALCESTRUZZO PER RIEMPIMENTO BILASTRE

- Classe di resistenza minima: C25/30
- Classe di esposizione: XC2

CALCESTRUZZO PER CORDOLO GUARDRAIL

- Classe di resistenza minima: C32/40
- Classe di esposizione: XF2
- Copriferro "*nominale*" ⁽¹⁾: 40mm

ACCIAIO PER ARMATURA LENTA

- Acciaio in barre: B450C
- Reti: B450A
- Sovrapposizione: 60 diametri

⁽¹⁾ – Copriferro *nominale di calcolo* secondo EN1992-1-1 comprensivo di $\Delta c_{dev} = 5\text{mm}$

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Rimandando per i dettagli agli specifici documenti progettuali si considera la seguente stratigrafia di riferimento (sondaggio PB02, S31 e **PB01**):

Da p.c. locale a 5m: Formazione **A**

Oltre 5m: Formazione **B**

Nello specifico la formazione **A** è costituita prevalentemente da argille e limi debolmente sabbiosi a consistenza da soffice a media mentre la formazione **B** è costituita da materiale granulare (ghiaie e ghiaietto in matrice sabbiosa/limosa) molto addensato con frequenti condizioni di "rifiuto" delle prove SPT.

Per tali formazioni si considerano i parametri geotecnici caratteristici di cui al seguito:

Formazione A (fino a 3m dal p.c. locale)

γ = peso di volume = 19kN/mc

c' = coesione efficace = 5kPa

ϕ'_k = angolo di attrito caratteristico = 28°

E' = modulo elastico operativo in carico vergine = 10MPa

E'_{ur} = modulo elastico operativo in scarico-ricarico = 20MPa

Formazione A (oltre 3m dal p.c. locale)

γ = peso di volume = 19kN/mc

c' = coesione efficace = 0kPa

ϕ'_k = angolo di attrito caratteristico = 28°

E' = modulo elastico operativo in carico vergine = 10MPa

E'_{ur} = modulo elastico operativo in scarico-ricarico = 20MPa

Formazione B

γ = peso di volume = 20kN/mc

c' = coesione efficace = 0kPa

ϕ'_k = angolo di attrito caratteristico = 38°

E' = modulo elastico operativo = 50MPa

E'_{ur} = modulo elastico operativo in scarico-ricarico = 75MPa

Per quanto concerne i parametri geotecnici del **rilevato stradale esistente e/o di nuova realizzazione** si considera, cautelativamente, quanto segue:

γ = peso di volume = 20kN/mc

c' = coesione efficace = 0kPa

ϕ' = angolo di attrito $\geq 35^\circ$

E' = modulo elastico operativo = 60MPa

E'_{ur} = modulo elastico operativo in scarico-ricarico = 90MPa

3.1 LIVELLO DELLA FALDA

Il livello piezometrico di progetto è assunto a 2m dal p.c. locale

4 INQUADRAMENTO SISMICO

4.1 CLASSIFICAZIONE DELL'OPERA E VITA ATTESA

In accordo a quanto previsto dalle NTC, la tipologia di opere in progetto può essere definita con riferimento alla tabella n.4.1 di cui al seguito.

Opera	Tipo	V_N
Parti d'opera provvisoriale con $V_N \leq 2$ anni	1	≤ 2
Parti d'opera provvisoriale con $2 \text{ anni} < V_N \leq 10$ anni	1	≤ 10
Opere ordinarie	2	≥ 50
Grandi opere	3	≥ 100

Tabella n.4.1 – Tipo e vita nominale dell'opera (NTC – tabella 2.4.I)

In relazione alle conseguenze di una interruzione di funzionalità o collasso in caso di sisma l'opera in esame (cfr. tabella n.2.4.II – NTC) viene invece classificata in accordo a quanto riportato in tabella n.4.2.

Classe d'uso	I	II	III	IV
C_U	0.7	1.0	1.5	2.0

Tabella n.4.2 – Classi e coefficienti d'uso (NTC – tabella 2.4.II)

Nel caso specifico in studio si assume quanto segue:

$V_N =$ 50 anni

Classe d'uso IV

$C_U =$ 2.0

Il periodo di riferimento (V_R) dell'evento sismico viene pertanto definito (cfr. paragrafo n.2.4.3 – NTC) come prodotto tra la vita nominale (V_N) ed il coefficiente d'uso (C_U) ottenendo:

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \text{ anni} \times 2 = \mathbf{100 \text{ anni}}$$

4.2 TEMPO DI RITORNO DELL'EVENTO SISMICO

Fissato il periodo di riferimento V_R e stabilita la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} (funzione dello stato limite considerato come indicato in tabella n.4.3), è possibile stimare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R attraverso l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Stati limite di esercizio (P_{VR})	Stati limite ultimi (P_{VR})
SLO - Stato limite di operatività (81%)	SLV- Stato limite di salvaguardia (10%)
SLD - Stato limite di danno (63%)	SLD – Stato limite di prevenzione del collasso (5%)

Tabella n.4.3 – Stati limite secondo le NTC e relative probabilità di superamento P_{VR}

Nel caso specifico in studio si fa riferimento allo stato limite SLV, cui corrisponde il seguente valore del tempo di ritorno dell'evento sismico:

$$T_R = 949 \text{ anni}$$

4.3 ACCELERAZIONE MASSIMA SU SUOLO ROCCIOSO

Il valore di accelerazione orizzontale massima nello specifico sito di interesse va determinato con riferimento ai valori puntuali già definiti per un'apposita griglia (10x10km) da uno studio dell'INGV e riassunti nelle tabelle di cui all'allegato B delle NTC cui si rimanda.

In particolare il valore al sito viene definito mediando (in funzione della distanza) l'entità dell'accelerazione caratteristica dei 4 nodi più prossimi al sito stesso come di seguito indicato (analogo procedimento può essere adottato per gli altri parametri sismici [F_0 e T^*_{Cj}):

$$a_g = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{a_{g,i}}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

Dove:

a_g = accelerazione massima suolo tipo A nel sito

$a_{g,i}$ = accelerazione massima suolo tipo A nell'i-esimo punto

d_i = distanza del sito da i-esimo punto

Qualora la pericolosità sismica su reticolo di riferimento (vedi Allegato B delle NTC DM 14 Gennaio 2008) non contempli il periodo di ritorno corrispondente al V_R e alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} fissate in progetto, il valore del generico parametro p (a_g , F_0 , T^*_c) ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai T_R previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

nella quale:

- p è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato;
- T_{R1} , T_{R2} sono i periodi di ritorno più prossimi a T_R per i quali si dispone dei valori p_1 e p_2 del generico parametro p .

I valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'ALLEGATO B delle NTC.

Nel caso specifico in studio si fa riferimento alle seguenti coordinate geografiche (WGS84):

latitudine: 44,525608

longitudine: 11,292193

In tabella n.4.4 è, invece, riportato il numero identificativo dei nodi considerati con relative coordinate geografiche e distanza rispetto al sito in esame.

PUNTO	ID	LAT	LONG	DISTANZA (m)
1	16729	44,5137	11,2474	3'788
2	16730	44,5150	11,3175	2'325
3	16508	44,5650	11,3157	4'756
4	16507	44,5637	11,2456	5'618

Tabella n.4.4 – Reticolo di riferimento – Coordinate

Ne derivano i parametri sismici (a_g , F_0 e T_c^*) di cui alla tabella n.4.5 relativi agli stati limite ed al tempo di ritorno considerati.

STATI LIMITE	Classe d'uso IV ($V_R = 100$ anni)			
	T_R (anni)	a_g (g)	F_0 (-)	T_c^* (-)
SLD	101	0.086	2.486	0.285
SLV	949	0.210	2.432	0.307

Tabella n.4.5 – Parametri sismici al sito – suolo tipo A affiorante

4.4 PARAMETRI DI RISENTIMENTO IN SUPERFICIE

Gli effetti di amplificazione locale dovuti alla stratigrafia ed alla conformazione topografica vengono messi in conto mediante i seguenti parametri:

Parametro S_S : Effetti stratigrafici

Parametro S_T : Effetti topografici

4.4.1 Effetti stratigrafici

Il parametro S_S che tiene conto degli effetti di amplificazione locale dovuti alla stratigrafia, viene calcolato in funzione della categoria di sottosuolo e della sismicità locale.

Nel caso specifico in studio si assume quanto segue (vedere anche relazione geotecnica):

Categoria di suolo tipo **B**

Da cui:

$$\text{SLD: } S_S = 1.00 \leq 1.4 - (0.4 \cdot F_o \cdot a_g) \leq 1.20 \rightarrow 1.20$$

$$\text{SLV: } S_S = 1.00 \leq 1.4 - (0.4 \cdot F_o \cdot a_g) \leq 1.20 \rightarrow 1.20$$

4.4.2 Effetti topografici

Per quanto concerne gli effetti topografici si fa riferimento alla tabella n.3.2.VI delle NTC. Nel caso specifico in studio (terreno pressoché pianeggiante) si assume:

Categoria pendio: T1

$$S_T = 1.0$$

4.5 ACCELERAZIONE MASSIMA AL SITO

L'accelerazione massima orizzontale al sito (a_{\max}) è calcolata come prodotto dell'accelerazione al substrato (a_g) e dei fattori di amplificazione (S_S ed S_T).

Si ottiene pertanto:

$$a_{\max} = a_g \times S = a_g \times S_T \times S_S$$

Da cui:

$$\text{SLD: } a_{\max} = a_g \times S_T \times S_S = 0.086 \times 1.00 \times 1.20 = 0.103$$

$$\text{SLV: } a_{\max} = a_g \times S_T \times S_S = 0.210 \times 1.00 \times 1.20 = 0.252$$

5 TRATTO CON FONDAZIONE DIRETTA – CRITERI DI VERIFICA

5.1 CODICE DI CALCOLO

L'analisi geotecnica e strutturale del muro viene svolta con l'ausilio del codice di calcolo **MAX15** (Geostru) che consente di definire i valori di spinta dovuti alla terra ed alle azioni esterne mediante più generale (*Culmann*) basato sulla nota teoria dell'equilibrio limite.

Tale metodo, che adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb, consente di analizzare situazioni con profilo del terreno a tergo del muro di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti.

I passi del procedimento risolutivo implementati sono i seguenti:

1. si ipotizza una superficie di rottura piana (angolo di inclinazione ρ 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;
2. si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (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);
3. dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.
4. I passi da 1 a 3 vengono iterati fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima

In figura n.5.1 è illustrato lo schema concettuale seguito nel calcolo delle spinte e dei relativi equilibri. Si osserva che le verifiche strutturali sono riferite ad una sezione corrispondente con il paramento interno dell'elevazione mentre le verifiche geotecniche sono riferite ad una ideale sezione tracciata in corrispondenza dell'aggetto di monte.

E' da notare che i valori degli angoli δ_1 e δ_2 (funzione degli angoli d'attrito ϕ_1 e ϕ_2) relativi rispettivamente al terreno di riempimento ed al terreno spingente definiscono (di fatto) l'inclinazione rispetto alla normale alla sezione di calcolo delle forze risultanti (spinta della terra, sovraccarichi, ecc.) impiegate nel calcolo per le verifiche strutturali (S_1) e per le verifiche geotecniche (S_2).

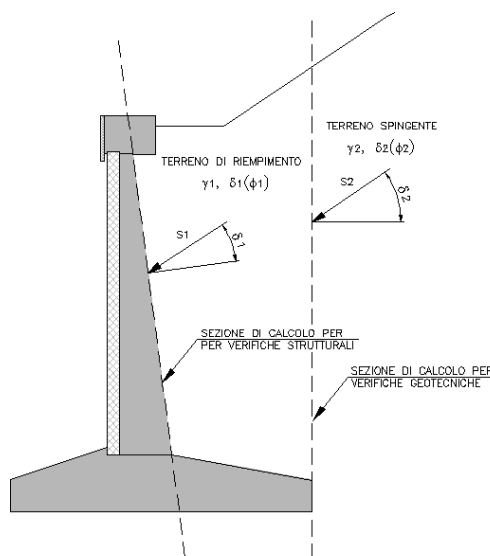


Figura n.5.1 – Schema per il calcolo delle spinte

5.2 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali vengono svolte con riferimento alla teoria dello stato limite (SLU-SLE-SLV) considerando le caratteristiche di resistenza dei materiali di Norma secondo le classi definite negli elaborati grafici di progetto.

5.3 VERIFICA DI RIBALTAMENTO

Si fa riferimento al paragrafo n.6.5.3.1.1 e 7.11.6.2.2 delle NTC-2018. La verifica a ribaltamento viene svolta sotto le seguenti ipotesi:

- Approccio di calcolo: 2
- Coefficienti parziali: A_1, M_1, R_3

Si verifica che valga:

$$M_{d-r} \leq (M_{d-s} / \gamma_R)$$

dove:

M_{d-r} = momento di calcolo ribaltante da calcolo muro

M_{d-s} = momento di calcolo stabilizzante da calcolo muro

γ_{R-s} = coefficiente globale sulla resistenza in **cond. statiche** = 1.15 (tab 6.5.I)

γ_{R-e} = coefficiente globale sulla resistenza in **cond. sismiche** = 1.0 (tab 7.11.III)

5.4 VERIFICA DI SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA

Si fa riferimento al paragrafo n.6.4.2.1 e 7.11.5.3.1 delle NTC-2018. La verifica di scorrimento sul piano di posa viene svolta sotto le seguenti ipotesi:

- Approccio di calcolo: 2
- Coefficienti parziali: A_1, M_1, R_3

Si verifica che valga:

$$H_d \leq (R_d / \gamma_R)$$

Dove:

H_d = azione orizzontale di calcolo all'impasto della fondazione da calcolo del muro

R_d = resistenza di calcolo allo scorrimento

γ_{R-s} = coefficiente globale sulla resistenza in **cond. statiche** = 1.1 (tab 6.5.I)

γ_{R-e} = coefficiente globale sulla resistenza in **cond. sismiche** = 1.0 (tab 7.11.III)

La resistenza di calcolo allo scorrimento viene definita sulla base della seguente espressione:

$$R_d = N_d \tan(\delta_d)$$

dove:

N_d = azione assiale da calcolo del muro

Nel caso di fondazione con dente, viene messa in conto la resistenza passiva che si sviluppa lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, inclinato dell'angolo φ (rispetto all'orizzontale). Tale cuneo viene individuato attraverso un procedimento iterativo volto a determinare il coefficiente di sicurezza a scorrimento minimo. In funzione 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.

5.5 VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE

Si fa riferimento al paragrafo n. 6.5.3.1.1 e 7.11.6.2.2 delle NTC-2018. La verifica di capacità portante del terreno viene svolta sotto le seguenti ipotesi:

- Approccio di calcolo: 2
- Coefficienti parziali: A_1, M_1, R_3

Si verifica che valga:

$$q_d \leq (q_{lim} / \gamma_R)$$

Dove:

q_d = pressione media (Meyerhof) all'imposta

q_{lim} = resistenza limite del terreno

γ_{R_s} = coefficiente globale sulla resistenza in **cond. statiche** = 1.4 (tab 6.5.I)

γ_{R_e} = coefficiente globale sulla resistenza in **cond. sismiche** = 1.2 (tab 7.11.III)

5.6 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

Si fa riferimento al paragrafo n.6.8.2 e 7.11.4 delle NTC-2018. La verifica di stabilità viene svolta sotto le seguenti ipotesi:

- Approccio di calcolo: 1
- Combinazione: 2
- Coefficienti parziali: A_2, M_2, R_2 (vedere tabella n.5.1)

Si verifica che valga:

$$\tau_m \leq (\tau_s / \gamma_R)$$

Dove:

τ_m = sforzo di taglio mobilitato

τ_s = sforzo di taglio disponibile

γ_R = coefficiente globale sulla resistenza di calcolo (NTC - §6.8.2 e 7.11.4)

I valori delle forze mobilitanti e resistenti sono definiti in rapporto ai coefficienti parziali (tabelle 6.2.I, 6.2.II, 6.8.I e 7.11.4 delle NTC) di cui alla tabella n.5.1:

VERIFICA	γ_F			γ_M				γ_R
	Permanenti sfavorevoli		Accidentali sfavorevoli	$\tan(\phi')$	c'	c_u		
	Strutturali e permanenti definiti (p.p., spinte terra e acqua)	Permanenti non definiti						
STATICA	1.0	1.3	1.3	1.25	1.25	1.40		1.1
SISMA_SLV	1.0 ⁽¹⁾	1.0 ⁽¹⁾	1.0 ⁽¹⁾	1.0 ⁽¹⁾	1.0 ⁽¹⁾	1.0 ⁽¹⁾		1.2
⁽¹⁾ §7.11.4 NTC								

Tabella n.5.1- Coefficienti parziali

Per il calcolo della superficie di rottura si ricorre al metodo dell'equilibri limite proposto da **Bishop** (1965). La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Detta superficie viene definita su una maglia di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il solido in potenziale movimento è suddiviso in 25 elementi.

Le equazioni di equilibrio applicate al generico elemento sono di seguito riassunte:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{b_i c_i + W_i \tan \phi_i}{m} \right)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i}$$

Con:

$$m = \left(1 + \frac{\tan \alpha_i \tan \phi_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

Dove:

n = numero di elementi (25)

b_i = lunghezza base dell'elemento i-esimo

α_i = inclinazione della base dell'elemento i-esimo

W_i = peso dell'elemento i-esimo

5.6.1 Azione sismica

Si ricorre ad un approccio di tipo pseudo-statico che consiste nell'aggiungere ai carichi statici di progetto una forza rappresentativa della forza di inerzia prodotta dal passaggio delle onde sismiche nella massa di terreno. Da un punto di vista operativo si ricorre agli stessi codici impiegati per le analisi statiche con la semplice aggiunta di una forza di volume calcolata come di seguito indicato.

Con riferimento a quanto definito nelle NTC (paragrafo n.7.11.3.5.2 e 7.11.4) l'azione sismica viene messa in conto per mezzo dei seguenti coefficienti di accelerazione:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{\max}/g$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Dove:

a_{\max} = accelerazione massima al suolo = $S_T \cdot S_s \cdot a_g$

g = accelerazione di gravità

β_s = come definito al §7.11.4 di NTC = 0.38

6 TRATTO CON FONDAZIONE DIRETTA – ANALISI DEI CARICHI

6.1 PESI PROPRI

Per i getti in opera ed i prefabbricati si considera un peso proprio pari a 25kN/m³

6.2 SPINTA DELLA TERRA

Come anticipato nel precedente capitolo per il calcolo della spinta della terra si fa riferimento al metodo di *Culmann* (o metodo del cuneo di tentativo) implementato automaticamente nel codice di calcolo **MAX-15**.

Vista la tipologia delle opere si fa riferimento ad un regime di **spinta “attiva”**

Per tenere conto dell'incremento di spinta dovuto al sisma si fa invece riferimento al metodo di *Mononobe-Okabe*. Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale:

$$A = [\cos^2(\beta + \theta)] / [\cos^2\beta \cos\theta]$$

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta con **distribuzione rettangolare**.

Oltre a questo incremento il codice di calcolo tiene conto anche delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze (applicate nel baricentro dei pesi) vengono valutate come di seguito indicato:

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi.

Nel caso specifico in studio i coefficienti sismici k_h e k_v valgono (cfr. NTC – tabella n.7.1.II e paragrafo n.4.5):

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

$$k_v = 0.5k_h$$

6.3 TRAFFICO VEICOLARE

Si tiene conto del carico dovuto al traffico veicolare a tergo dell'opera di sostegno mediante una pressione omogenea pari a 20kPa (valore "caratteristico") applicata in corrispondenza della sede autostradale.

6.4 URTO DI UN VEICOLO IN SVIO

L'azione dell'urto per lo svio del veicolo è messa in conto in accordo a quanto previsto dalle NTC (paragrafo n.3.6.3.3.2). Nello specifico l'urto viene considerato come carico "eccezionale" e viene messo in conto mediante una forza concentrata pari a 100kN applicata ad un'altezza (h) pari a 1.0m dal piano viario.

Per le verifiche geotecniche del muro si considera una diffusione del carico a 45° fino a ll'imposta della fondazione (in tutti i casi la lunghezza di influenza massima corrisponde con la lunghezza del concio):

$$F_{H,urto} = 100kN / [2 \times (H_{elevazione} + H_{fondazione})]$$

$$M_{H,urto} = 100kNm / [2 \times (H_{elevazione} + H_{fondazione})]$$

Poiché il codice di calcolo considera l'urto come azione "variabile" e pertanto ne applica un coefficiente parziale pari a 1.50, per riportarsi ad un carico "eccezionale" i valori caratteristici di cui sopra vengono fittiziamente divisi per 1.50 ottenendo:

$$F^*_{H,urto} = F_{H,urto} / 1.5m$$

$$M^*_{H,urto} = M_{H,urto} / 1.5m$$

Per le sole verifiche strutturali si considera una combinazione "eccezionale" calcolando le azioni d'urto con una diffusione del carico a 45° per un'altezza limitata alla sola elevazione che comporta una lunghezza di influenza pari a (in tutti i casi la lunghezza di influenza massima corrisponde con la lunghezza del concio):

$$F_{H,urto} = 100kN / (2 \times H_{elevazione})$$

$$M_{H,urto} = 100kNm / (2 \times H_{elevazione})$$

6.5 COMBINAZIONI DI CARICO

I coefficienti considerati nelle varie combinazioni di carico sono riassunti nella seguente tabella n.6.1.

		Coefficienti di combinazione			
Combinazione		Traffico	Vento	Sisma	Urto
SLE-R	Vento	0.75	1.00	0.00	0.00
	Traffico	1.00	0.60	0.00	0.00
SLE-F	Vento	0.25	0.20	0.00	0.00
	Traffico	0.75	0.00	0.00	0.00
SLE-Q	--	0.25	0.00	0.00	0.00
SLU	Vento	0.75	1.00	0.00	0.00
SLU	Traffico	1.00	0.60	0.00	0.00
SLU	Urto	0.25	0.00	0.00	1.00
SLV	Sisma	0.25	0.00	1.00	0.00

Tabella n.6.1 – Coefficienti di combinazione

7 TRATTO SU PALI – CRITERI DI VERIFICA

7.1 CODICE DI CALCOLO

L'analisi di interazione terreno-struttura è svolta con l'ausilio del codice di calcolo **"PARATIE-PLUS 20"** commercializzato da Harpaceas.

L'opera di sostegno viene modellata come opera *"opera flessibile"* in condizioni di simmetria piana nelle deformazioni (2D) considerando le seguenti ipotesi di tipo "generale".

- Stato piano nelle deformazioni (paratia di lunghezza infinita).
- Terreno modellato come un letto di molle con legame costitutivo elastico-perfettamente plastico con criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
- Struttura discretizzata in elementi perfettamente elastici.
- Solutore agli elementi finiti (FEM).
- Eventuali contrasti modellati per mezzo di molle di opportuna rigidità.
- Sovraccarichi a monte ed a valle della paratia trasformati in spinte sul paramento in accordo a quanto previsto dalla teoria elastica.
- Mobilitazione della spinta della terra funzione del livello di deformazione partendo da una condizione iniziale di spinta *"a riposo"* (k_0). I valori massimi e minimi della spinta vengono definiti in funzione dei coefficienti di spinta *"passiva"* (K_p) e *"attiva"* (K_a) rispettivamente.

7.1.1 Legame costitutivo

Per i dettagli si rimanda al manuale di teoria del codice di calcolo *PARATIE-PLUS*. Da un punto di vista generale la legge costitutiva del terreno viene definita da due sottoclassi di parametri: parametri di spinta (K_0 , K_a e K_p) e parametri di deformabilità.

Per quanto concerne i **parametri di spinta**, si rimanda al capitolo successivo. I **parametri di deformabilità** del terreno compaiono nella definizione della rigidità delle molle equivalenti. Per un letto di molle distribuite la rigidità di ciascuna di esse, k , è data da

$$k = E / L$$

ove E è un modulo di rigidità del terreno mentre L è una grandezza geometrica caratteristica diversa a valle e a monte della paratia perché diversa è la zona di terreno coinvolta dal movimento in zona attiva e passiva. Il parametro E può essere definito in funzione dello stato tensionale o assunto costante e tiene conto degli effetti dello scarico/ricarico mediante opportuni coefficienti moltiplicativi (da 3 a 10 nel caso delle argille e da 1.5 a 3.0 nel caso delle sabbie/ghiaie).

7.2 ANALISI DELLA STRUTTURA

In accordo al §6.2.4.1.3 (NTC) l'analisi di interazione terreno-struttura viene svolta con i valori caratteristici dei parametri geotecnici, amplificando l'effetto delle azioni con i coefficienti parziali del gruppo A1.

In accordo a §6.5.3.1.2 le verifiche vengono svolte considerando l'Approccio 1 che prevede le combinazioni STR e GEO e impone (vedere §2.6.1) che "[...] in tutti i casi, sia nei confronti del dimensionamento strutturale, sia per quello geotecnico, si deve utilizzare la combinazione più gravosa fra le due precedenti [...]".

Per quanto attiene la verifica strutturale si impone che non si possano formare cerniere plastiche (comportamento non dissipativo) ricorrendo ad un legame costitutivo del calcestruzzo di tipo elastico (*"prima plasticizzazione"*).

Nello specifico il calcolo viene svolto in 6 differenti combinazioni:

- Nominale (tutti coefficienti parziali unitari)
- SLE-Rara
- SLU - A1-M1-R1 (R3 per i tiranti)
- SLU - A2-M2-R1
- SISMICA - STR
- SISMICA - GEO

Nella fase di realizzazione dell'opera si considera un sovrascavo pari a 50cm come previsto in NTC (§6.5.2.2).

7.3 VERIFICHE STRUTTURALI

La verifica strutturale dei pali di fondazione e del sovralzato viene svolta con riferimento alla teoria dello stato limite considerando le caratteristiche di resistenza dei materiali di Norma secondo le classi definite negli elaborati grafici di progetto.

Per quanto attiene la verifica delle sezioni in c.a. si impone che non si possano formare cerniere plastiche (**comportamento non dissipativo**) ricorrendo ad un legame costitutivo del calcestruzzo di tipo elastico ("prima plasticizzazione").

7.4 VERIFICA DELLA LUNGHEZZA DI IMMORSAMENTO DEI PALI

La lunghezza di immersione dei pali di fondazione viene definita sulla base del più restrittivo dei seguenti criteri:

- A. Garanzia nei riguardi della stabilità globale dell'opera.
- B. Immersione minima al di sotto della quota di fondo scavo 5.0m
- C. Mobilitazione della spinta passiva non superiore all'90% della spinta potenzialmente mobilitabile in condizioni più gravose.

7.5 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

7.5.1 Generalità

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

Tale approccio consente di svincolarsi da tutte le complesse problematiche legate all'analisi dello stato deformativo dell'ammasso e di definire un semplice fattore di sicurezza, convenzionalmente valutato come rapporto tra le forze di taglio potenzialmente mobilitabili lungo la superficie di rottura analizzata e le forze di taglio effettivamente mobilitate sotto l'azione delle forze agenti sull'ammasso (pesi propri, carichi esterni, ecc.). La letteratura tecnica documenta numerosi metodi per il calcolo del fattore di sicurezza; tra di essi si è optato per quello proposto da **Morghestern & Price per superfici di rottura di forma cilindrica**.

7.5.2 Azione stabilizzante dei pali di fondazione

Ai fini della stabilità globale i pali vengono considerati come elementi strutturali atti ad imporre che le potenziali superfici di rottura debbano passare al di sotto della base degli stessi.

7.5.3 Azione sismica

Si ricorre ad un approccio di tipo pseudo-statico che consiste nell'aggiungere ai carichi statici di progetto una forza rappresentativa della forza di inerzia prodotta dal passaggio delle onde sismiche nella massa di terreno. Da un punto di vista operativo si ricorre agli stessi codici impiegati per le analisi statiche con la semplice aggiunta di una forza di volume calcolata come di seguito indicato.

Con riferimento a quanto definito nelle NTC (paragrafo n.7.11.3.5.2) l'azione sismica viene messa in conto per mezzo dei seguenti coefficienti di accelerazione:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{\max} / g$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (\text{verso l'alto})$$

Dove:

a_{\max} = accelerazione massima al suolo

g = accelerazione di gravità

$\beta_s = 0.38$ per analisi SLV

7.5.4 Verifica di stabilità

Si fa riferimento al paragrafo n.6.8.2 e 7.11.4 delle NTC. La verifica di stabilità viene svolta sotto le seguenti ipotesi:

Approccio di calcolo:	1 – C2
Stato limite (SLU):	GEO
Coefficienti parziali:	A_2, M_2, R_2 (vedere tabella n.7.1)

Si verifica che valga:

$$\tau_m \leq \tau_s / \gamma_R$$

Dove:

τ_m = sforzo di taglio mobilitato (da calcolare con fattori di cui a tabella n.7.1)

τ_s = sforzo di taglio disponibile (da calcolare con fattori di cui a tabella n.7.1)

γ_R = coefficiente globale sulla resistenza di calcolo

VERIFICA	γ_F			γ_M				γ_R
	Permanenti sfavorevoli		Accidentali sfavorevoli	$\tan(\phi')$	C'	C_u	q_u	
	Strutturali e permanenti definiti (p.p., spinte terra e acqua)	Permanenti non definiti						
STATICA	1.0	1.3	1.3	1.25	1.25	1.40		1.1
SISMA_SLV	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.2

Tabella n.7.1 – Analisi di stabilità globale - Coefficienti parziali

7.6 VERIFICA DELLE DEFORMAZIONI IN ESERCIZIO

In condizioni SLE si verifica che siano rispettate le seguenti limitazioni sugli spostamenti calcolati:

1. Spostamento massimo complessivo da inizio costruzione (s_{max}) inferiore a 1.5% dell'altezza di calcolo del muro:

$$s_{max} \leq 1.5\% H_{muro}$$

2. Spostamento in esercizio al netto dello spostamento a fine costruzione (Δs) inferiore a 0.5% dell'altezza di calcolo del muro

$$\Delta s \leq 0.5\% H_{muro}$$

8 TRATTO SU PALI – ANALISI DEI CARICHI

8.1 PESI PROPRI

Per i getti in opera si considera un peso proprio pari a 25kN/m³.

8.2 SPINTA DELLA TERRA

il coefficiente di spinta a riposo (K_o) fornisce lo stato tensionale presente in sito prima delle operazioni di scavo. Esso lega la tensione orizzontale efficace quella verticale efficace e dipende dalla resistenza del terreno, attraverso il suo angolo di attrito efficace e dalla sua storia geologica. Si può assumere che:

$$K_o = K_o^{NC} (OCR)^m$$

dove:

$$K_o^{NC} = 1 - \sin(\phi')$$

OCR = grado di sovraconsolidazione

m = parametro empirico compreso tra 0.4 e 0.7; Ladd et al. (1977), Jamiolkowski et al. (1979)

Il coefficiente di spinta attiva (K_a) e di spinta passiva (K_p) vengono valutati ricorrendo alla correlazione di Caquot & Kerisel (1948) valida per superfici di rottura di tipo complesso (spirale logaritmica) ed in grado di tenere conto dell'attrito tra paratia e terreno (δ). Quest'ultimo parametro viene in genere assunto pari a:

Analisi statiche: $\delta/\phi = 0.67$

Analisi sismiche – spinta attiva: $\delta/\phi = 0.67$

Analisi sismiche – spinta passiva: $\delta/\phi = 0.0$

8.3 SPINTA DELLA TERRA IN CONDIZIONI SISMICHE

8.3.1 Azione sismica

L'azione sismica da impiegarsi per il calcolo delle spinte sulle opere di sostegno viene espressa con riferimento ai "coefficienti sismici" di cui al seguito (NTC – paragrafo n.7.11.6.3.1):

$$k_h = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max} \geq 0.2 \cdot a_{max}$$

$$k_v = 0$$

dove:

k_h = coefficiente sismico orizzontale

k_v = coefficiente sismico verticale

$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$ = accelerazione massima di progetto al suolo

α = coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni (cfr. figura n.8.1)

β = coefficiente che tiene conto della deformabilità dell'opera (cfr. figura n.8.1)

H = altezza massima dello scavo

u_s = spostamento tollerato dalla paratia senza riduzione della resistenza

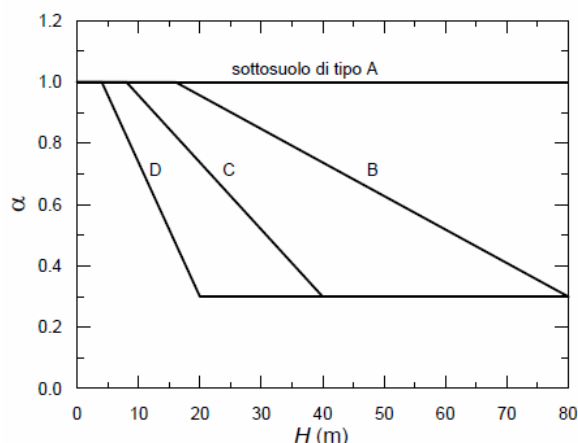


Fig. 7.11.2 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α

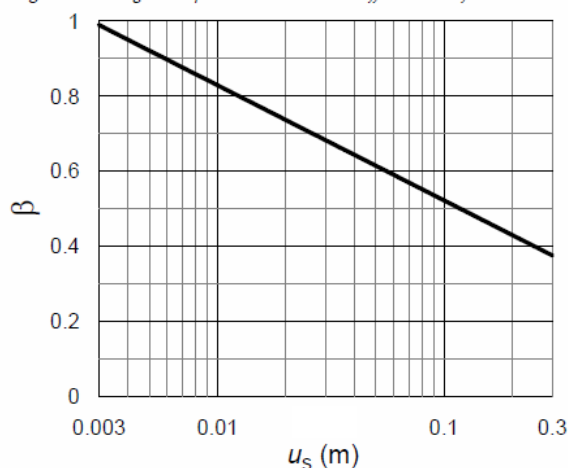


Fig. 7.11.3 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .

Figura n.8.1 – Coefficiente α e β (figura n.7.11.3 – NTC)

L'azione sismica viene, pertanto, messa in conto considerando 2 differenti contributi:

- 1) Incremento del coefficiente di spinta attiva del terreno
- 2) Decremento del coefficiente di spinta passiva del terreno

8.3.2 Incremento del coefficiente di spinta attiva

Il coefficiente di spinta attiva (contributo statico + sismico) viene pertanto calcolato ricorrendo alla formulazione di Mononobe & Okabe:

$$K_{as} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \vartheta - \delta) \left[1 + \frac{\sqrt{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta - \vartheta)}}{\sqrt{\sin(\psi - \vartheta - \delta) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

dove (con ovvio significato dei simboli) si possono distinguere 3 differenti casi come di seguito indicato:

Caso 1 Assenza di falda	$\vartheta = \arctan k_h / (\pm k_v)$	$\gamma^* = \gamma_{nat} \cong \gamma_{sat}$
Caso 2 Terreno impermeabile saturo	$\vartheta = \arctan \left(\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \right) \cdot k_h / (\pm k_v)$	$\gamma^* = \gamma'$
Caso 3 Terreno permeabile saturo	$\vartheta = \arctan \left(\frac{\gamma_d}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \right) \cdot k_h / (\pm k_v)$	$\gamma^* = \gamma'$

Definito il coefficiente di spinta attiva (K_{as}) come sopra indicato (contributo statico + contributo del sisma) è possibile risalire all'incremento di spinta dovuto al solo sisma operando come segue:

- 1) Si calcola la spinta attiva in condizioni statiche: S_a
- 2) Si calcola la spinta attiva in presenza di sisma: S_{as}
- 3) Si calcola l'incremento dovuto al solo sisma: $\Delta S_{as} = S_{as} - S_a$

Il codice PARATIE-PLUS consente di mettere in conto l'azione sismica così calcolata con due differenti modalità operative:

Modalità 1): si tratta del metodo più tradizionale in base al quale la spinta sismica ΔS_{as} viene applicata a monte come azione esterna con distribuzioni da definire (rettangolare, trapezia, su tutta altezza o solo sulla parte fuori terra, ecc.).

Modalità 2): si tratta di un metodo alternativo (più sofisticato) che permette di correlare l'entità delle spinte alla deformabilità della parete considerando valori intermedi tra l'estremo superiore di paratia "rigida" (teoria di Wood) e paratia "flessibile" (teoria di Mononobe-Okabe e Lanecclotta, 2007).

Nel caso specifico si ricorre alla **modalità 2**. Per maggiori dettagli si rimanda al Manuale del programma.

8.3.3 Riduzione del coefficiente di spinta passiva

In analogia a quanto visto per la spinta attiva (metodo di Mononobe & Okabe) è possibile calcolare l'entità del coefficiente di spinta passiva in accordo all'espressione di cui al seguito, imponendo un attrito terreno-manufatto nullo.

$$K_{ps} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \vartheta) \left[1 - \frac{\sqrt{\sin(\varphi) \sin(\varphi - \beta - \vartheta)}}{\sqrt{\sin(\psi - \vartheta) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

La spinta passiva in condizioni sismiche viene calcolata considerando un attrito terra-opera nullo.

8.4 AZIONE TRASMESSA DALLE BARRIERE FONOASSORBENTI

Le azioni trasmesse dalle barriere fonoassorbenti sono state cautelativamente calcolate facendo riferimento al caso del tratto di "bordo" e considerando un valore "medio" del coefficiente di pressione pari a 2.40 (si osserva che per il calcolo dei montanti il valore del coefficiente di pressione è stato affinato e rigorosamente definito ai sensi della norma). Vista la tipologia di fondazione (paratia di pali di grosso diametro) si trascura, a favore di sicurezza, l'effetto del peso dei montanti e dei pannelli. Per i dettagli del calcolo delle azioni al piede del montante si rimanda agli elaborati specifici.

In tabella n.8.1 di cui al seguito sono riassunti i valori delle azioni agenti al piede dei montanti (interasse 4m) per la barriera tipo 4 di altezza pari a 6.50m.

	Peso risultante	Azione normale	Taglio	Momento
	F_k	N_k	T_k	M_k
	(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)
1 Peso proprio	6.5	-6.5	0.0	-0.5
G1a - inferiore	4.0	-4.0	0.0	0.0
G1b - superiore	2.5	-2.5	0.0	-0.5
2 Carichi permanenti	19.5	-19.5	0.0	-5.7
G2 - pannello inferiore in cls	7.5	-7.5	0.0	-1.8
G3 - pannelli inferiori in acciaio	7.0	-7.0	0.0	-1.6
G4 - pannelli superiori in acciaio	5.0	-5.0	0.0	-2.3
G - Pesì propri e permanenti	26.0			

	Forza risultante	Azione normale	Taglio	Momento
	F_k	N_k	T_k	M_k
	(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)
3 Vento X+		-3.6	53.9	-181.4
pannelli inferiori	33.4	0.0	33.4	-70.1
pannelli superiori	20.8	-3.6	20.5	-111.4
4 Vento X-		3.3	-49.6	167.1
pannelli inferiori	-30.7	0.0	-30.7	64.5
pannelli superiori	-19.2	3.3	-18.9	102.6
6 Pressione dinamica veicolare		1.4	-20.7	69.6
pannelli inferiori	-12.8	0.0	-12.8	26.9
pannelli superiori	-8.0	1.4	-7.9	42.7

Tabella n.8.1 – Azioni sui montanti di bordo (interasse 4m) per FOA tipo 4

Si considerano 2 combinazioni caratteristiche e dimensionanti:

VENTO X+ (vento da esterno autostrada e neve su sbalzo)

VENTO X- (vento da interno autostrada)

Tali azioni vengono implementate nel modello di calcolo dell'opera di sostegno previa divisione per interasse tra i montanti pari a 4m.

	Azione normale	Taglio	Momento
	N_k	T_k	M_k
	(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)
1 Peso proprio + permanenti	-6.5	0.0	-1.6
3 Vento X+	-0.9	13.5	-45.4
4 Vento X-	0.8	-12.4	41.8

Tabella n.8.2 – Azioni per metro lineare di muro implementate nel calcolo

8.5 TRAFFICO VEICOLARE

Si tiene conto del carico dovuto al traffico veicolare a tergo dell'opera di sostegno mediante una pressione omogenea pari a 20kPa (valore “caratteristico”) applicata in corrispondenza della sede autostradale.

8.6 COMBINAZIONI DI CARICO E COEFFICIENTI PARZIALI

I coefficienti considerati nelle varie combinazioni di carico sono riassunti nella seguente tabella n.6.3.

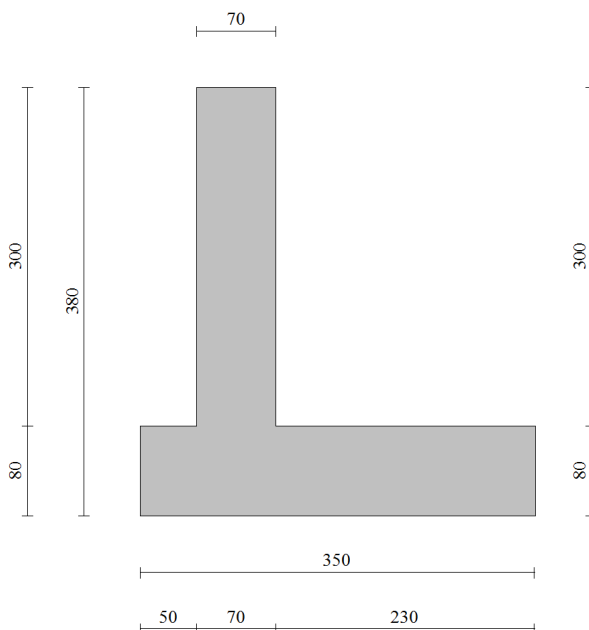
		Coefficienti di combinazione			
Combinazione		Traffico	Vento	Sisma	Urto
SLE-R	Vento	0.75	1.00	0.00	0.00
	Traffico	1.00	0.60	0.00	0.00
SLE-F	Vento	0.25	0.20	0.00	0.00
	Traffico	0.75	0.00	0.00	0.00
SLE-Q	--	0.25	0.00	0.00	0.00
SLU	Vento	0.75	1.00	0.00	0.00
SLU	Traffico	1.00	0.60	0.00	0.00
SLU	Urto	0.25	0.00	0.00	1.00
SLV	Sisma	0.25	0.00	1.00	0.00

Tabella n.8.3 – Coefficienti di combinazione

9 TRATTO SU FONDAZIONE DIRETTA – ANALISI SEZIONE TIPO 1

9.1 MODELLO

Si fa riferimento alla sezione tipo di cui al seguito:



Come armatura si dispongono:

Elevazione: 5 Φ 16 lato terra + 5 Φ 12 lato valle

Fondazione: 5 Φ 16 superiori + 5 Φ 12 inferiori

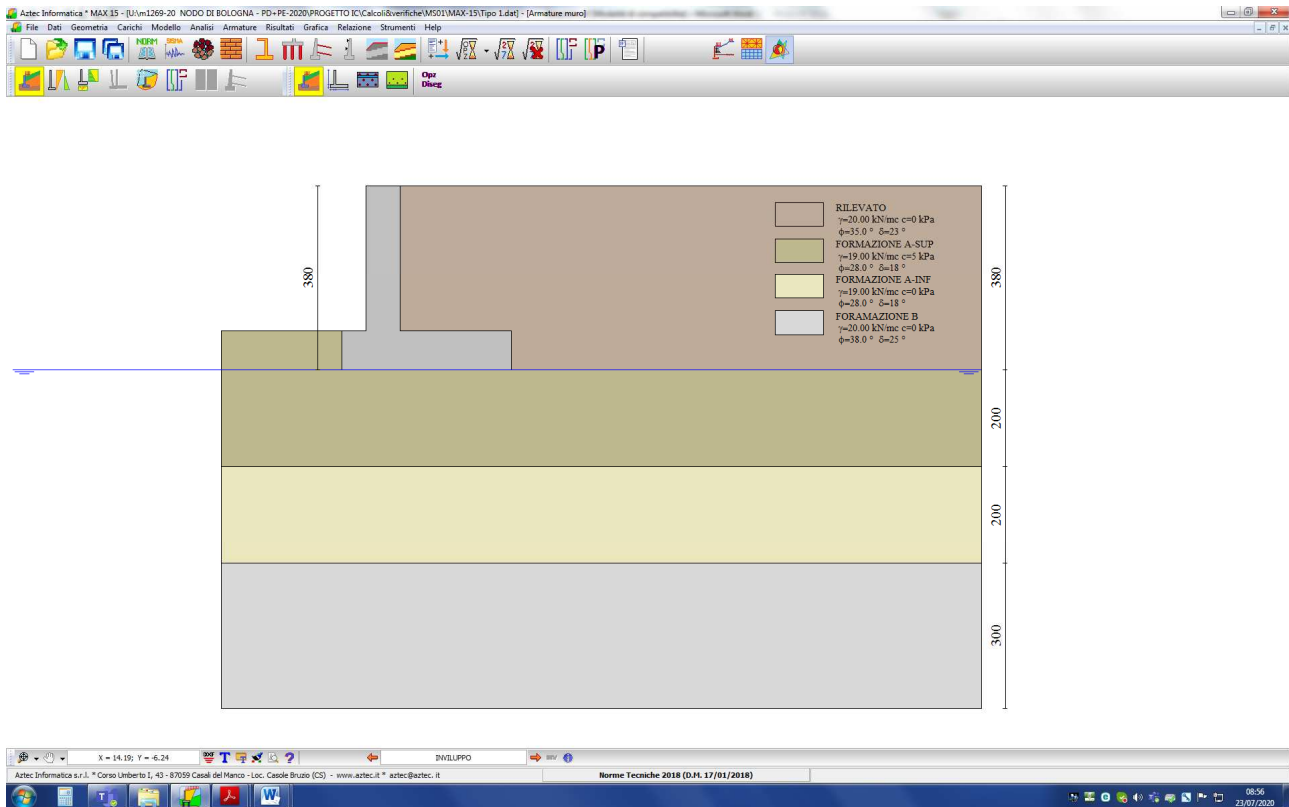
Per l'elevazione (da realizzare con bilastre) si considera:

- Calcestruzzo riempimento: C25/30
- Copriferro delle riprese in elevazione: 7cm
- Armatura minima: 0.015% della sezione (min. 5 barre/m)

Per la fondazione si considera:

- Calcestruzzo: C28/35
- Copriferro: 4cm
- Armatura minima: 0.015% della sezione (min. 5 barre/m)

Segue immagine della geometria del modello di calcolo MAX15.



9.2 RISULTATI E VERIFICHE

Si riportano di seguito i principali risultati in relazione ai coefficienti di sicurezza ottenuti per tutte le combinazioni di carico, alle spinte (involuppo) ed alle azioni interne (involuppo) in elevazione e fondazione.

Per tutti i dettagli delle analisi e delle verifiche si rimanda ai tabulati di calcolo di cui all'**allegato 1**

9.2.1 Verifiche globali - Coefficienti di sicurezza

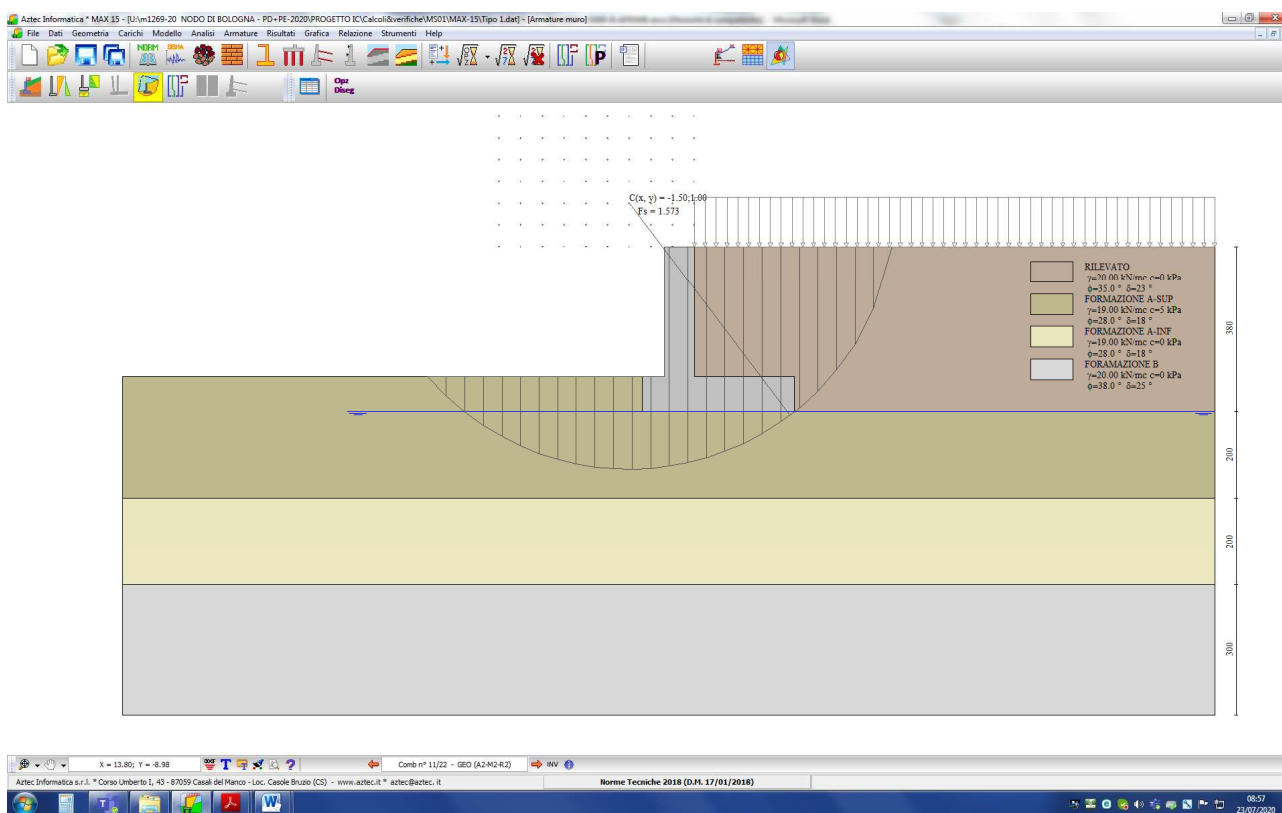
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

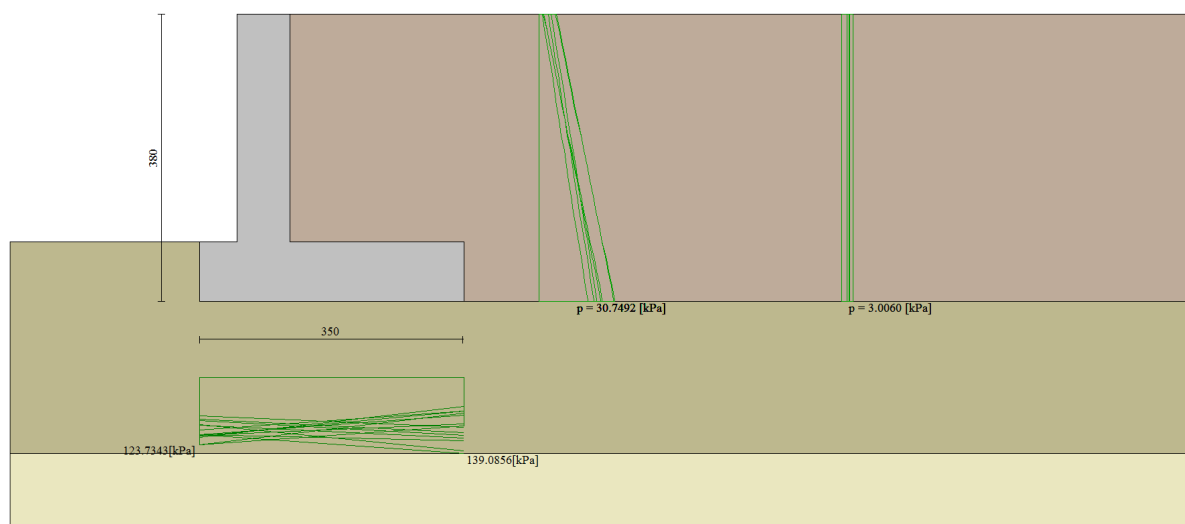
Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.731		2.456	
2 - STR (A1-M1-R3)		1.562		2.504	
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.346		2.261	
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.285		2.365	
5 - STR (A1-M1-R3)		2.116		2.206	
6 - STR (A1-M1-R3)		1.937		2.207	
7 - STR (A1-M1-R3)		1.910		2.498	
8 - STR (A1-M1-R3)		1.973		2.412	
9 - STR (A1-M1-R3)		1.782		2.616	
10 - STR (A1-M1-R3)		1.753		2.350	
11 - GEO (A2-M2-R2)					1.573
12 - GEO (A2-M2-R2)					1.794
13 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.831
14 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.802
15 - EQU (A1-M1-R3)			7.509		
16 - EQU (A1-M1-R3)			4.670		
17 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		4.187		
18 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		3.291		

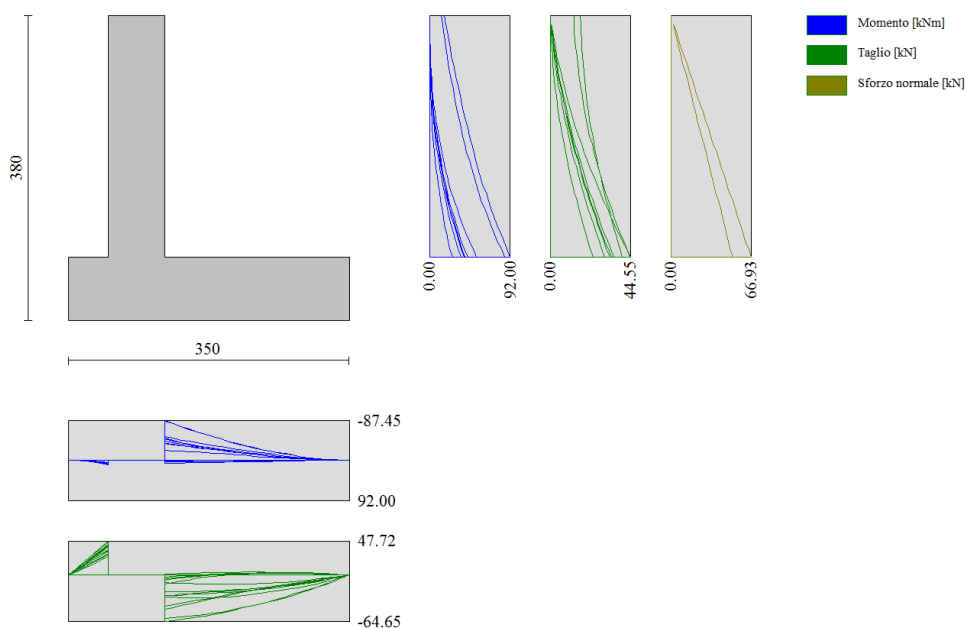
Nella seguente figura è illustrata l'analisi di stabilità nella combinazione più critica (combinazione 11).



9.2.2 Spinte



9.2.3 Azioni interne



9.2.4 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 [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
31	100	70	5.65	10.05	85.79	51.49	292.43	175.50	3.409

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
6	100	80	5.65	10.05	12.03	0.00	159.78	0.00	13.280
7	100	80	5.65	10.05	-87.45	0.00	-278.16	0.00	3.181

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	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 [cmq]
cotθ	inclinazione delle bielle compresse, θ 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} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
31	100	70	0.00	--	0.00	0.00	225.75	44.55	5.067

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
6	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-47.72	5.077
7	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-64.65	3.747

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]
A _f	area ferri zona tesa espressa in [cmq]
A _{eff}	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
M _{pf}	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	deformazione espressa in %
S _m	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

Combinazioni SLER

Paramento

Apertura limite fessure w_{lim}=0.40

n°	B [cm]	H [cm]	A _f [cmq]	A _{eff} [cmq]	M [kNm]	M _{pf} [kNm]	ε [%]	S _m [mm]	w [mm]
31	100	70	10.05	1750.00	40.51	266.23	0.000000	0.00	0.000 (20)

Fondazione

Apertura limite fessure w_{lim}=0.40

n°	B [cm]	H [cm]	A _f [cmq]	A _{eff} [cmq]	M [kNm]	M _{pf} [kNm]	ε [%]	S _m [mm]	w [mm]
6	100	80	5.65	1750.00	7.65	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
7	100	80	5.65	1750.00	2.10	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
31	100	70	10.05	1750.00	35.44	273.14	0.000000	0.00	0.000 (21)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
6	100	80	5.65	1750.00	7.29	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
7	100	80	5.65	1750.00	3.85	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)

Combinazioni SLEQ

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]
31	100	70	10.05	1750.00	25.32	297.91	0.000000	0.00	0.000 (22)

Fondazione

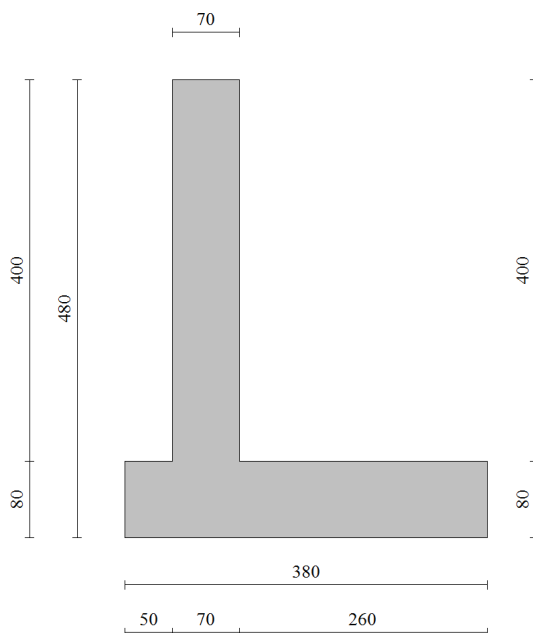
Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
6	100	80	5.65	1750.00	6.55	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
7	100	80	5.65	1750.00	7.33	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)

10 TRATTO SU FONDAZIONE DIRETTA – ANALISI SEZIONE TIPO 2

10.1 MODELLO

Si fa riferimento alla sezione tipo di cui al seguito:



Come armatura si dispongono:

Elevazione: 5 Φ 16 lato terra + 5 Φ 12 lato valle

Fondazione: 5 Φ 16 superiori + 5 Φ 14 inferiori

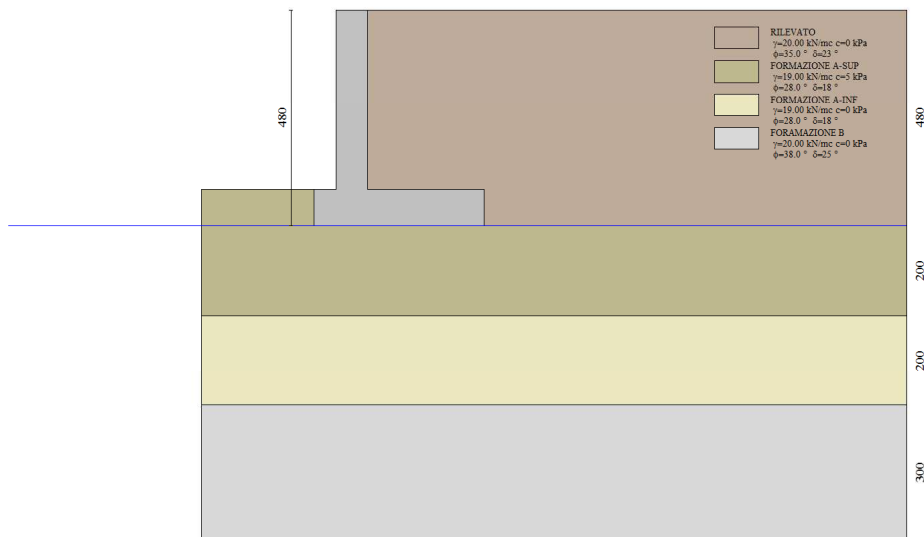
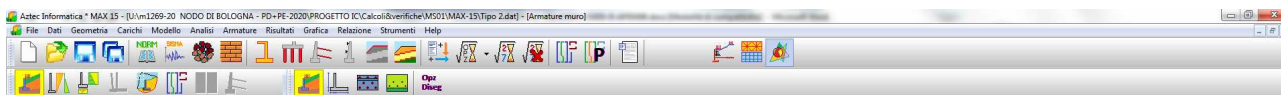
Per l'elevazione (da realizzare con bilastre) si considera:

- Calcestruzzo riempimento: C25/30
- Copriferro delle riprese in elevazione: 7cm
- Armatura minima: 0.015% della sezione (min. 5 barre/m)

Per la fondazione si considera:

- Calcestruzzo: C28/35
- Copriferro: 4cm
- Armatura minima: 0.015% della sezione (min. 5 barre/m)

Segue immagine della geometria del modello di calcolo MAX15.



10.2 RISULTATI E VERIFICHE

Si riportano di seguito i principali risultati in relazione ai coefficienti di sicurezza ottenuti per tutte le combinazioni di carico, alle spinte (involuppo) ed alle azioni interne (involuppo) in elevazione e fondazione.

Per tutti i dettagli delle analisi e delle verifiche si rimanda ai tabulati di calcolo di cui all'**allegato 2**

10.2.1 Verifiche globali - Coefficienti di sicurezza

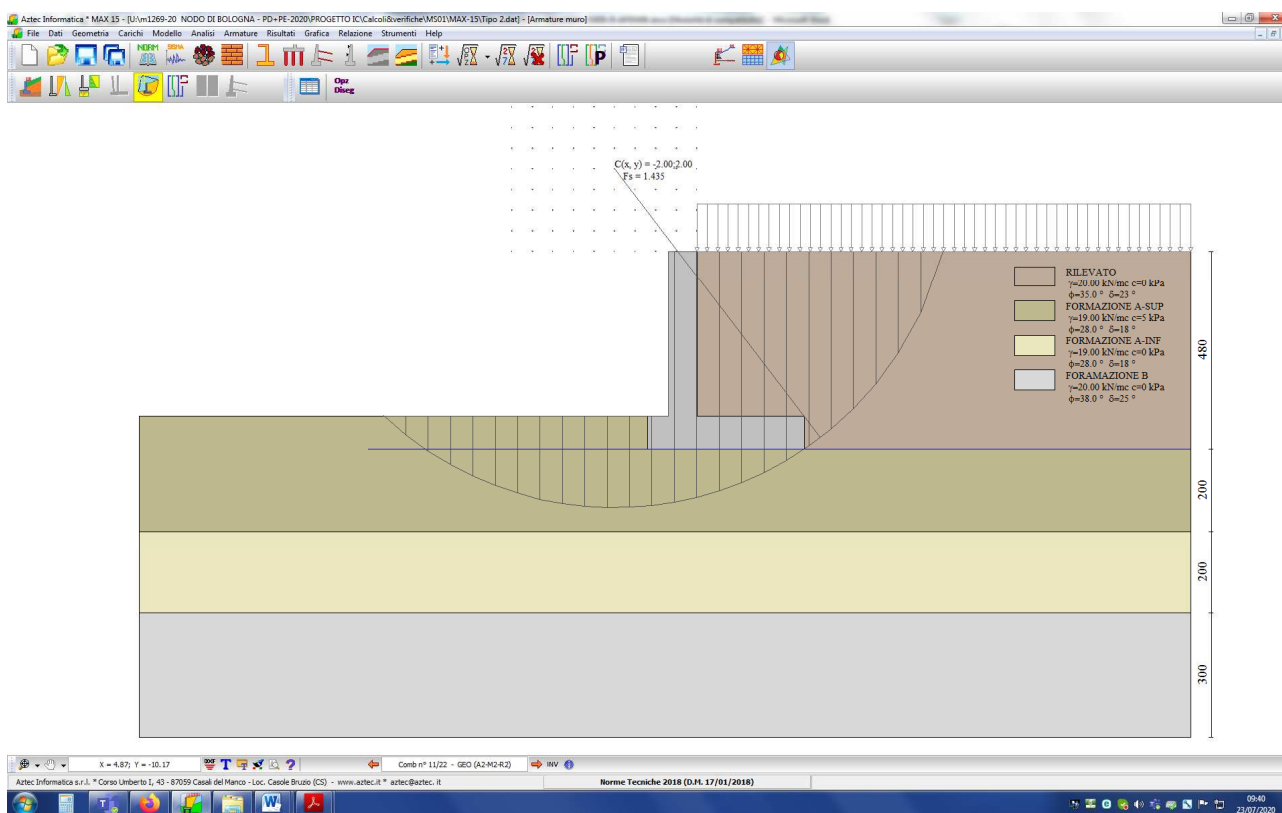
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

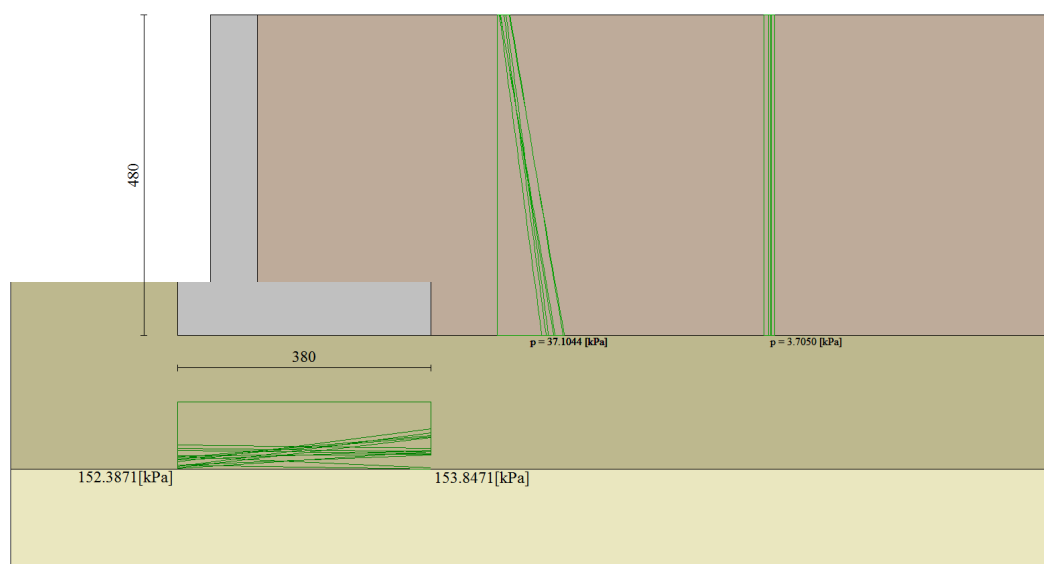
Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.556		2.073	
2 - STR (A1-M1-R3)		1.529		1.995	
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.237		1.555	
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.184		1.624	
5 - STR (A1-M1-R3)		1.910		1.879	
6 - STR (A1-M1-R3)		1.766		1.826	
7 - STR (A1-M1-R3)		1.700		1.873	
8 - STR (A1-M1-R3)		1.931		1.928	
9 - STR (A1-M1-R3)		1.767		2.091	
10 - STR (A1-M1-R3)		1.693		1.875	
11 - GEO (A2-M2-R2)					1.435
12 - GEO (A2-M2-R2)					1.583
13 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.647
14 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.613
15 - EQU (A1-M1-R3)			5.912		
16 - EQU (A1-M1-R3)			4.762		
17 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.382		
18 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.787		

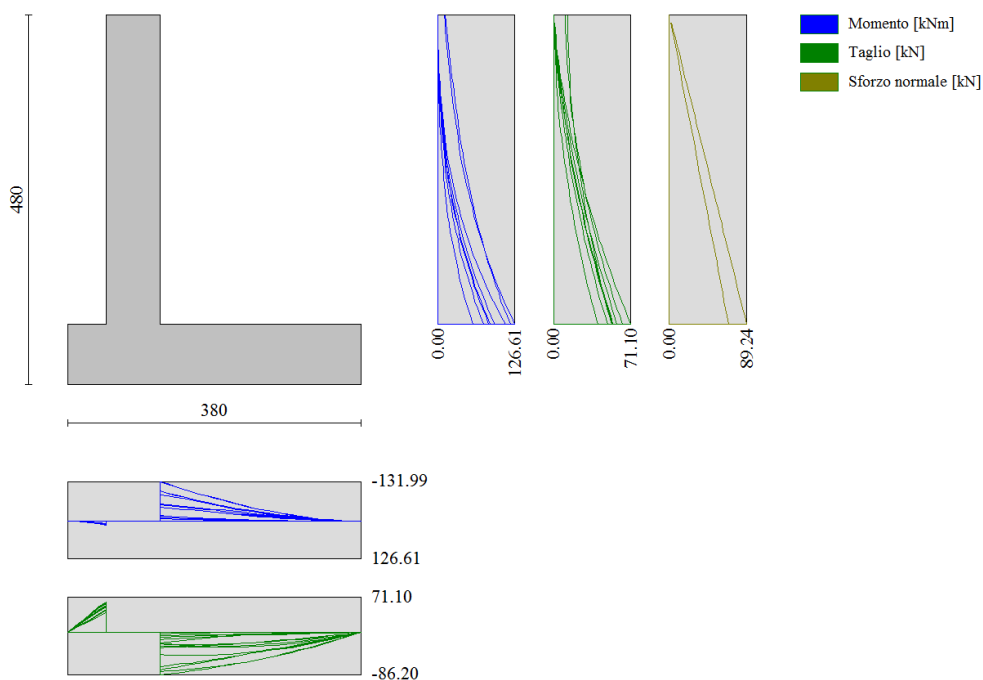
Nella seguente figura è illustrata l'analisi di stabilità nella combinazione più critica (combinazione 11).



10.2.2 Spinte



10.2.3 Azioni interne



10.2.4 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]	
41	100	70	5.65	10.05	126.61	68.65	286.35	155.26	2.262

Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
6	100	80	7.70	10.05	15.65	0.00	214.90	0.00	13.732
7	100	80	7.70	10.05	-131.99	0.00	-278.21	0.00	2.108

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	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 [cmq]
cotθ	inclinazione delle bielle compresse, θ 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} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
41	100	70	0.00	--	0.00	0.00	228.07	71.10	3.208

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
6	100	80	0.00	--	0.00	0.00	244.99	-62.18	3.940
7	100	80	0.00	--	0.00	0.00	244.99	-86.20	2.842

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]
A _f	area ferri zona tesa espressa in [cmq]
A _{eff}	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
M _{pf}	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	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}=0.40

n°	B [cm]	H [cm]	A _f [cmq]	A _{eff} [cmq]	M [kNm]	M _{pf} [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
41	100	70	10.05	1750.00	84.01	250.38	0.000000	0.00	0.000 (20)

Fondazione

Apertura limite fessure w_{lim}=0.40

n°	B [cm]	H [cm]	A _f [cmq]	A _{eff} [cmq]	M [kNm]	M _{pf} [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
6	100	80	7.70	1750.00	11.44	293.13	0.000000	0.00	0.000 (20)
7	100	80	10.05	1750.00	-11.56	-295.20	0.000000	0.00	0.000 (20)

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
41	100	70	10.05	1750.00	75.01	253.64	0.000000	0.00	0.000 (21)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
6	100	80	7.70	1750.00	10.90	293.13	0.000000	0.00	0.000 (21)
7	100	80	10.05	1750.00	-7.65	-295.20	0.000000	0.00	0.000 (21)

Combinazioni SLEQ

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]
41	100	70	10.05	1750.00	57.01	263.77	0.000000	0.00	0.000 (22)

Fondazione

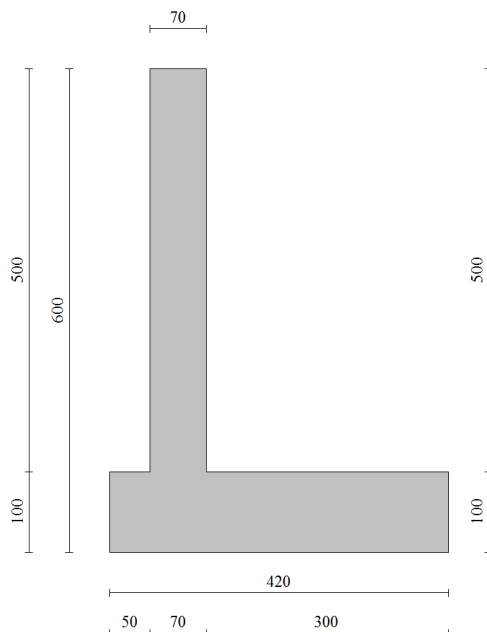
Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
6	100	80	7.70	1750.00	9.82	293.13	0.000000	0.00	0.000 (22)
7	100	80	7.70	1750.00	0.17	293.13	0.000000	0.00	0.000 (22)

11 TRATTO SU FONDAZIONE DIRETTA – ANALISI SEZIONE TIPO 3

11.1 MODELLO

Si fa riferimento alla sezione tipo di cui al seguito:



Come armatura si dispongono:

Elevazione: 5 Φ 20 lato terra + 5 Φ 12 lato valle

Fondazione: 5 Φ 20 superiori + 5 Φ 14 inferiori

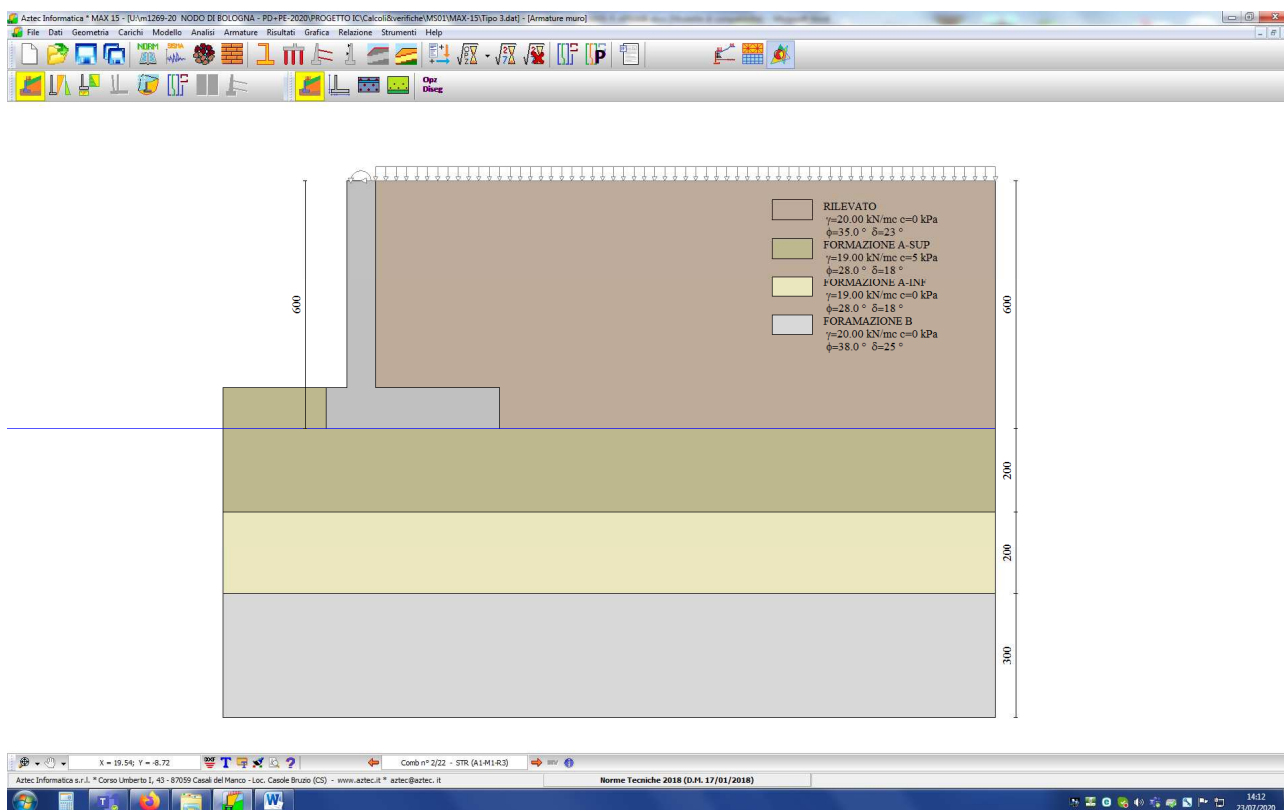
Per l'elevazione (da realizzare con bilastre) si considera:

- Calcestruzzo riempimento: C25/30
- Copriferro delle riprese in elevazione: 7cm
- Armatura minima: 0.015% della sezione (min. 5 barre/m)

Per la fondazione si considera:

- Calcestruzzo: C28/35
- Copriferro: 4cm
- Armatura minima: 0.015% della sezione (min. 5 barre/m)

Segue immagine della geometria del modello di calcolo MAX15.



11.2 RISULTATI E VERIFICHE

Si riportano di seguito i principali risultati in relazione ai coefficienti di sicurezza ottenuti per tutte le combinazioni di carico, alle spinte (involuppo) ed alle azioni interne (involuppo) in elevazione e fondazione.

Per tutti i dettagli delle analisi e delle verifiche si rimanda ai tabulati di calcolo di cui all'**allegato 3**

11.2.1 Verifiche globali - Coefficienti di sicurezza

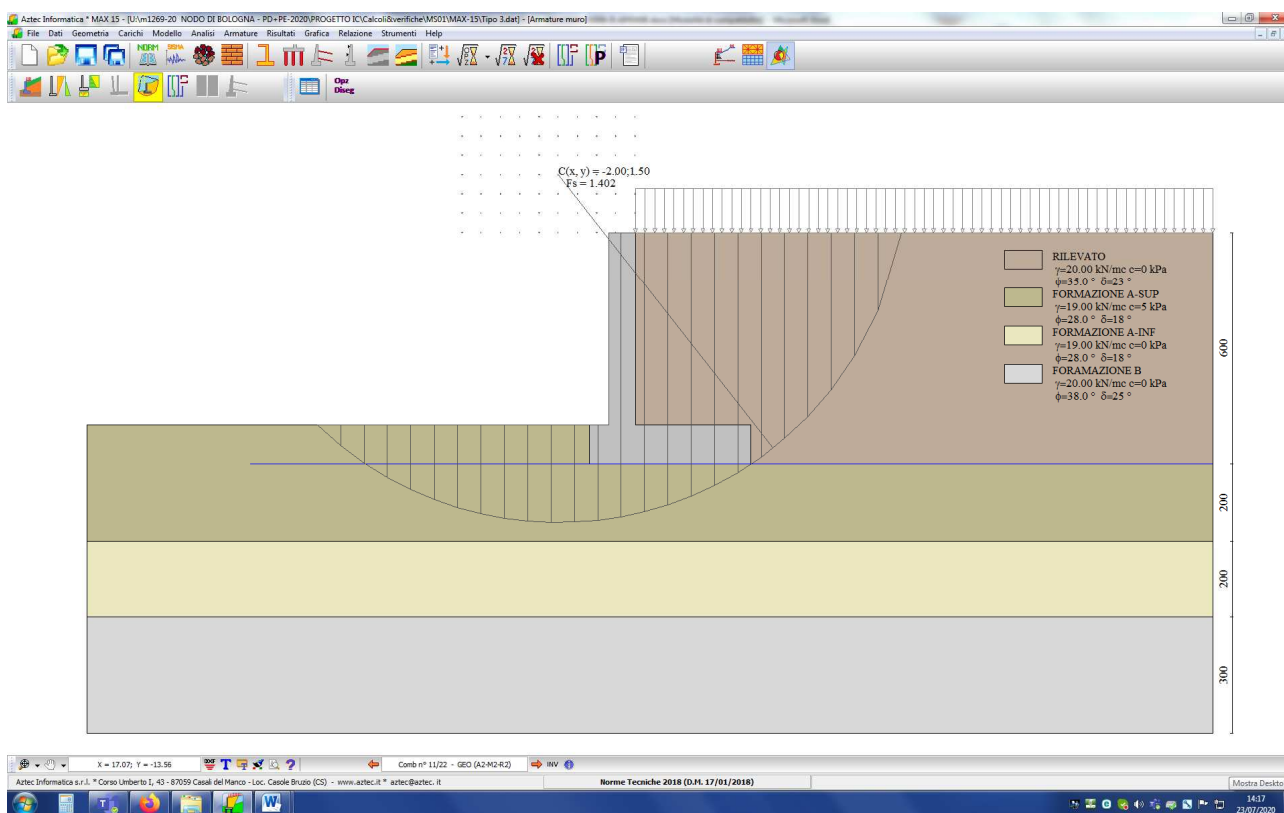
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

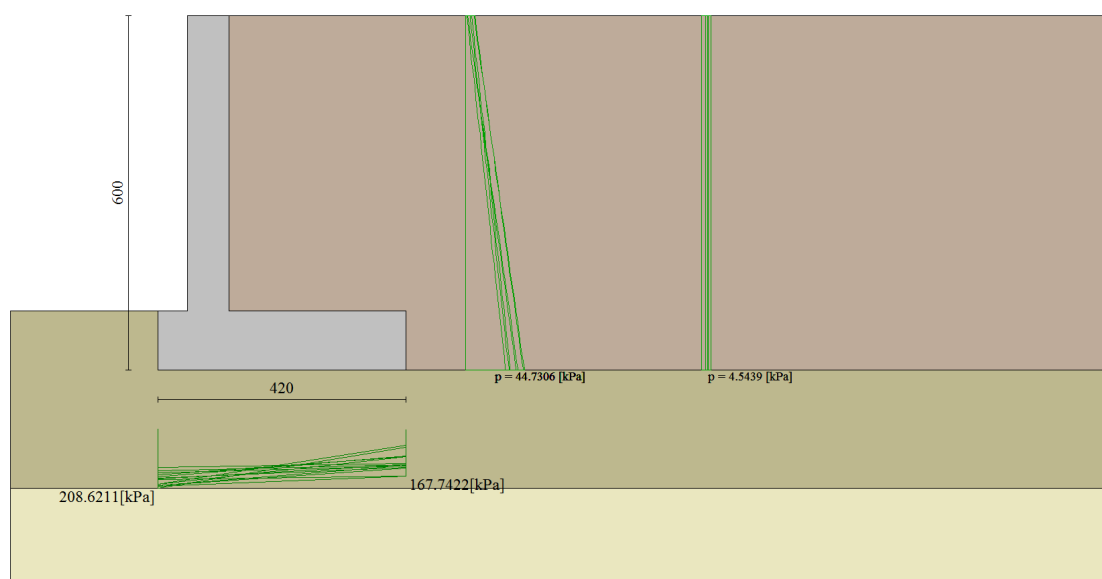
Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.444		1.614	
2 - STR (A1-M1-R3)		1.476		1.740	
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.162		1.245	
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.114		1.300	
5 - STR (A1-M1-R3)		1.780		1.574	
6 - STR (A1-M1-R3)		1.650		1.709	
7 - STR (A1-M1-R3)		1.574		1.526	
8 - STR (A1-M1-R3)		1.864		1.685	
9 - STR (A1-M1-R3)		1.714		1.808	
10 - STR (A1-M1-R3)		1.626		1.647	
11 - GEO (A2-M2-R2)					1.402
12 - GEO (A2-M2-R2)					1.518
13 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.585
14 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.540
15 - EQU (A1-M1-R3)			4.909		
16 - EQU (A1-M1-R3)			4.584		
17 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.847		
18 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.423		

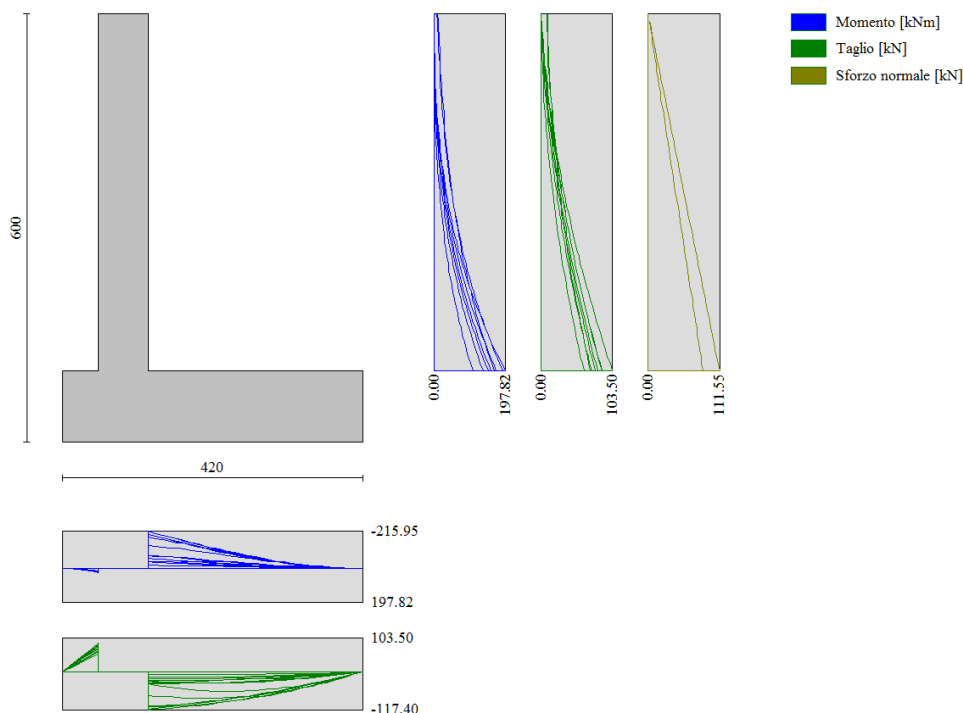
Nella seguente figura è illustrata l'analisi di stabilità nella combinazione più critica (combinazione 11).



11.2.2 Spinte



11.2.3 Azioni interne



11.2.4 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 [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
51	100	70	5.65	15.71	197.82	85.81	423.66	183.77	2.142

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
6	100	100	7.70	15.71	22.30	0.00	273.81	0.00	12.277
7	100	100	7.70	15.71	-215.95	0.00	-550.36	0.00	2.549

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	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 [cmq]
cotθ	inclinazione delle bielle compresse, θ 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} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
51	100	70	0.00	--	0.00	0.00	254.00	103.50	2.454

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
6	100	100	0.00	--	0.00	0.00	303.34	-87.79	3.455
7	100	100	0.00	--	0.00	0.00	303.34	-117.40	2.584

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]
A _f	area ferri zona tesa espressa in [cmq]
A _{eff}	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
M _{pf}	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	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}=0.40

n°	B [cm]	H [cm]	A _f [cmq]	A _{eff} [cmq]	M [kNm]	M _{pf} [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
51	100	70	15.71	1750.00	150.01	249.89	0.000000	0.00	0.000 (20)

Fondazione

Apertura limite fessure w_{lim}=0.40

n°	B [cm]	H [cm]	A _f [cmq]	A _{eff} [cmq]	M [kNm]	M _{pf} [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
6	100	100	7.70	1750.00	16.12	459.20	0.000000	0.00	0.000 (20)
7	100	100	15.71	1750.00	-43.70	-468.46	0.000000	0.00	0.000 (20)

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
51	100	70	15.71	1750.00	135.95	251.77	0.000000	0.00	0.000 (21)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
6	100	100	7.70	1750.00	15.38	459.20	0.000000	0.00	0.000 (21)
7	100	100	15.71	1750.00	-36.14	-468.46	0.000000	0.00	0.000 (21)

Combinazioni SLEQ

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]
51	100	70	15.71	1750.00	107.82	257.14	0.000000	0.00	0.000 (22)

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]
6	100	100	7.70	1750.00	13.91	459.20	0.000000	0.00	0.000 (22)
7	100	100	15.71	1750.00	-21.03	-468.46	0.000000	0.00	0.000 (22)

12 TRATTO SU PALI - DATI DI INPUT

12.1 FASI ESECUTIVE

Vengono le seguenti fasi esecutive:

1. Realizzazione del rilevato stradale esistente
2. Realizzazione dell'opera di sostegno con riprofilatura a valle
3. C.d.C. 1 – Traffico
4. C.d.C. 2 – Azione sulle FOA (vento da interno)
5. C.d.C. 3 – Azione sulle FOA (vento da esterno + neve)
6. C.d.C. 4 – Sisma

12.2 COEFFICIENTI DI SPINTA DELLA TERRA

Nelle seguenti figure n.12.1, 12.2 e 12.3 sono sintetizzati i coefficienti di spinta impiegati nelle verifiche statiche e sismiche.

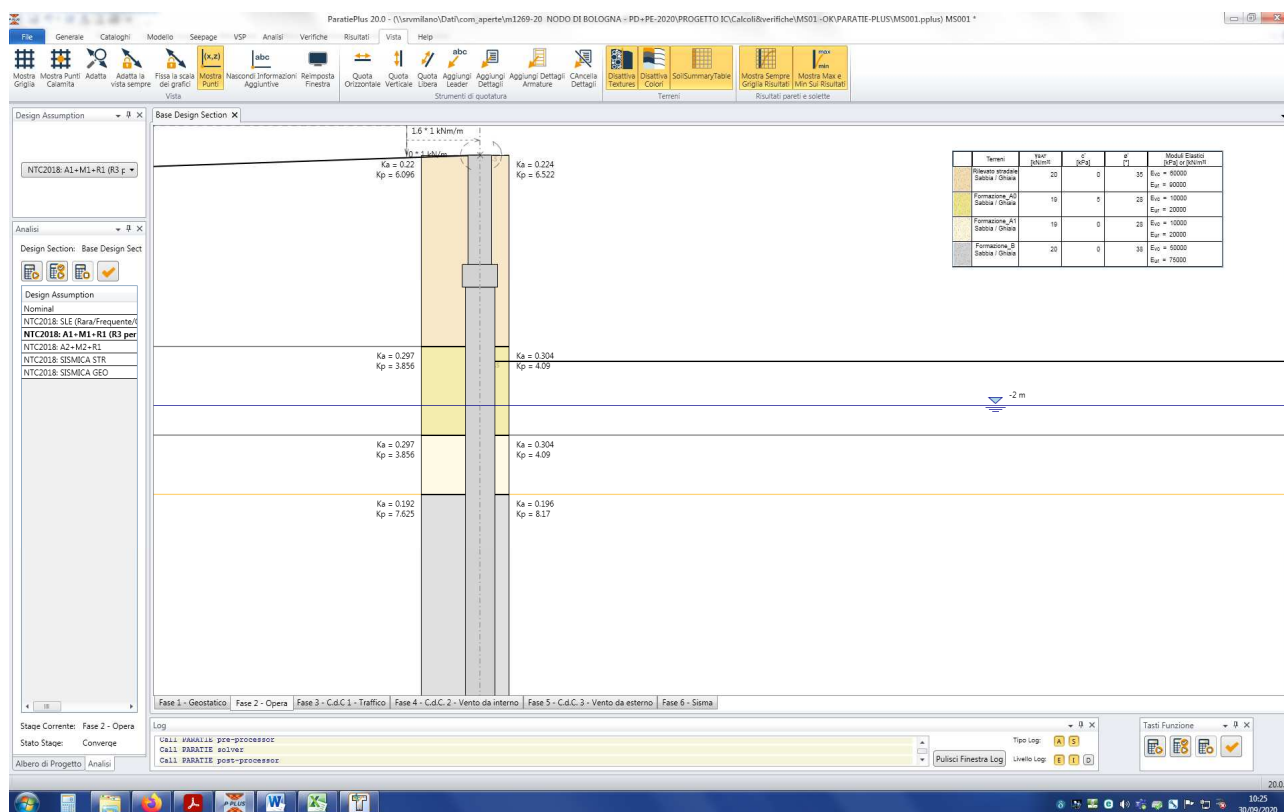


Figura n. 12.1 – Verifiche statiche STR - Coefficienti di spinta

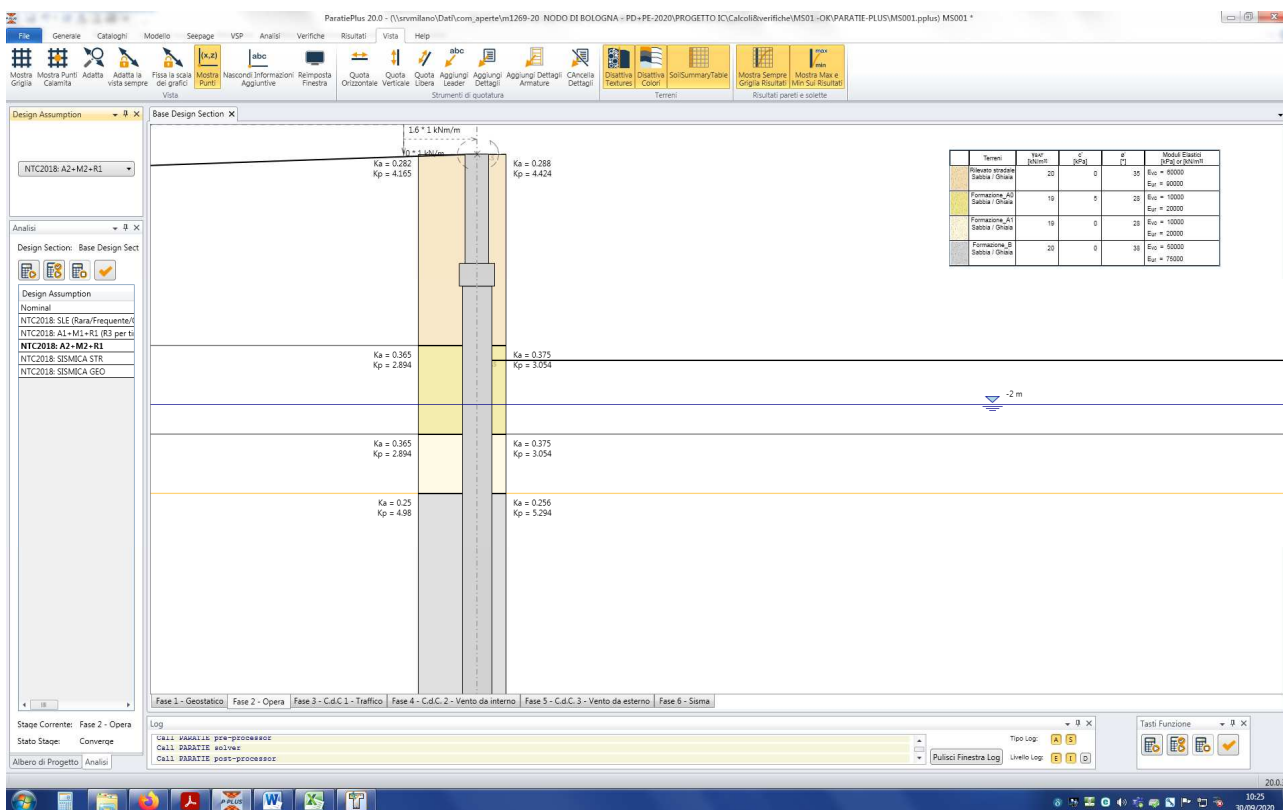


Figura n.12.2 – Verifiche statiche GEO - Coefficienti di spinta

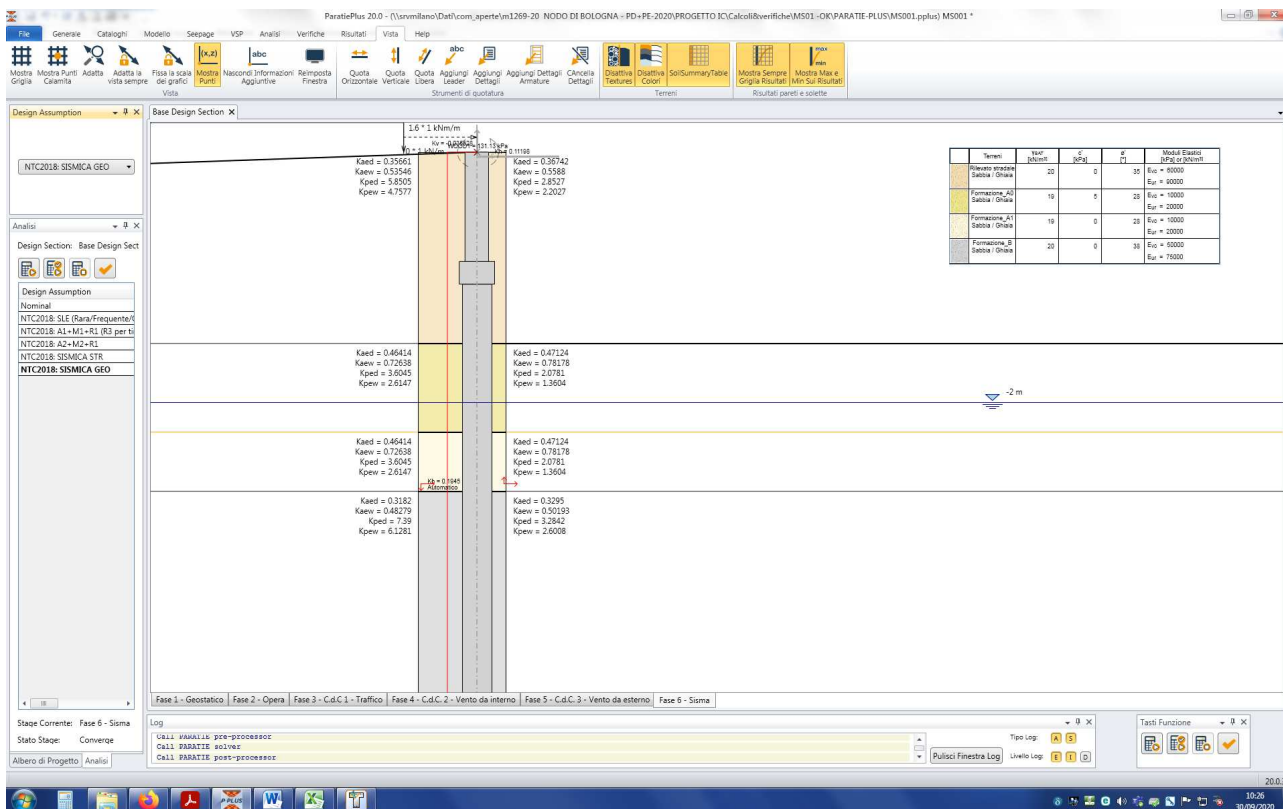


Figura n.12.3 – Verifiche sismiche - Coefficienti di spinta

12.3 AZIONE TRASMESSA DALLE BARRIERE FONOASSORBENTI

Nel tratto ove è prevista l'installazione delle barriera antifonica FO01 di altezza pari a 6.50m si considera il valore "caratteristico" del momento flettente e del taglio (M_k e V_k) per metro lineare di sviluppo agenti a base montante come già definito nella precedente tabella n.8.2 per le due combinazioni considerate.

Peso proprio

$$M_k = 1.6 \text{ kN/m}$$

Vento da esterno autostrada

$$V_k = -13.5 \text{ kN/m}$$

$$M_k = 45.4 \text{ kNm/m}$$

Vento da interno autostrada

$$V_k = 12.4 \text{ kN/m}$$

$$M_k = -41.8 \text{ kNm/m}$$

12.4 AZIONE SISMICA

Segue sintesi dei parametri sismici impiegati nell'analisi.

Opzioni Sisma (attive solo nell'ultima fase)

☒ Includi Azione Sismica

1. Definizione accelerazione

Coefficiente accel. base a_g / g 0.212 NTC

Fattore importanza I 1

Coefficiente S_s 1.39

Coefficiente S_T 1

$a_{max} / g =$ 0.29468

2. Accelerazione di calcolo

☐ Eurocodice

Calcolo coefficiente di risposta R

☒ Input diretto

☐ Da formule

U_s m T_c m/s

V_{max} m/s V_{max}/a_{max}

R= 1

☒ NTC

$U_s =$ 0.035 m

$\beta =$ 0.6599

$\alpha =$ 1

$k_h = \alpha \beta a_{max}$ 0.1945

3. Definizione calcolo

Modalità spinta ☐ Paratia fuori terra ☒ Paratia intera

Comportamento idraulico ☐ Terreno pervio ☒ Terreno impervio

k_{vu} (% kh) 0.5

k_{vd} (% kh) -0.5

R_u 0

Includi inerzia paratia ☒

4. Metodo di calcolo

☒ Procedura Automatica (Paratie)

Pressione di Wood [0-1] 1

Valore Applicato 0.29468

☐ Manuale (Carichi Esterni)

Comportamento Paratia ☒ Flessibile (usa kh) ☐ Rigido (usa amax)

Metodo ☐ Wood ☒ Mononobe-Okabe ☐ Semirigido

B= 0.315

$\alpha_1 =$ 1.6

$\alpha_2 =$ 0.4

Correlazione $\alpha_1 - \alpha_2$

Applica OK Annulla

13 TRATTO SU PALI - RISULTATI

13.1 FASI DI CALCOLO

Segue la rappresentazione grafica delle singole fasi di calcolo precedentemente descritte.

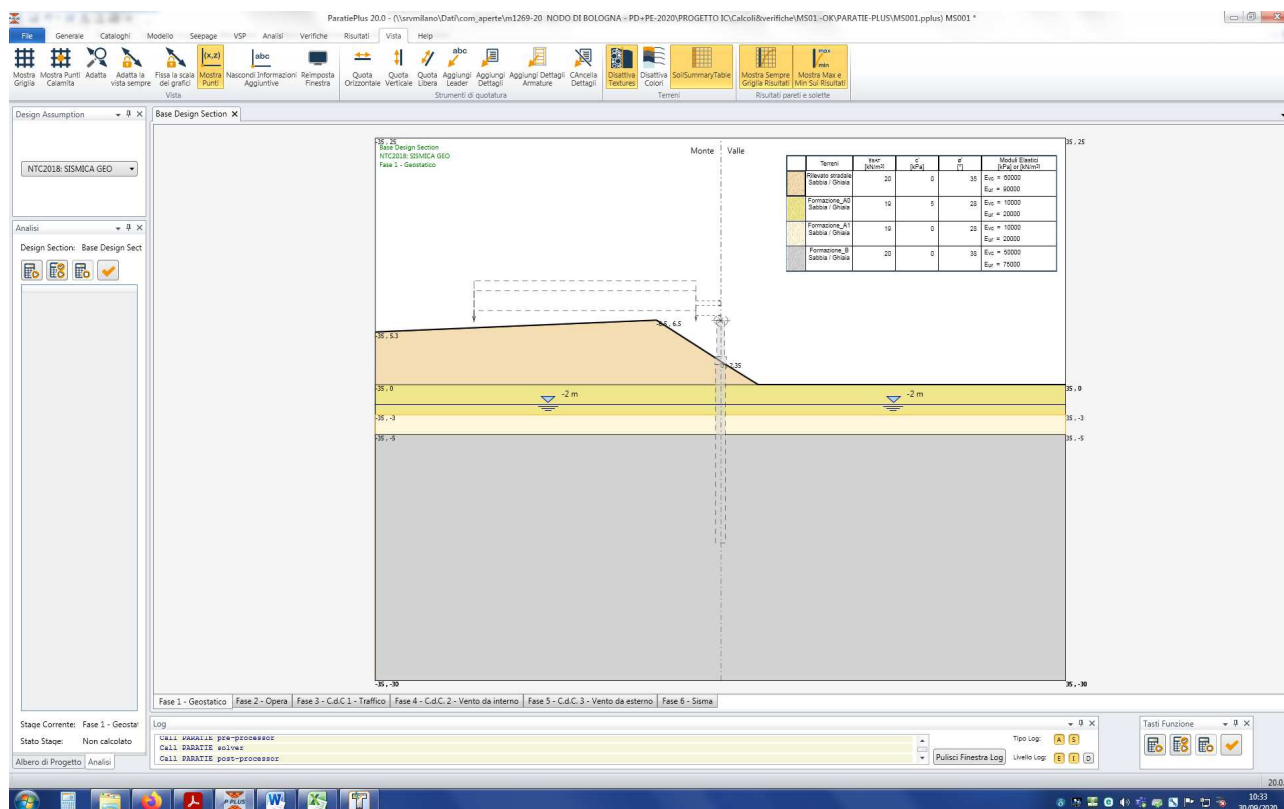


Figura n. 13.1 - FASE 1 - Realizzazione del rilevato stradale esistente

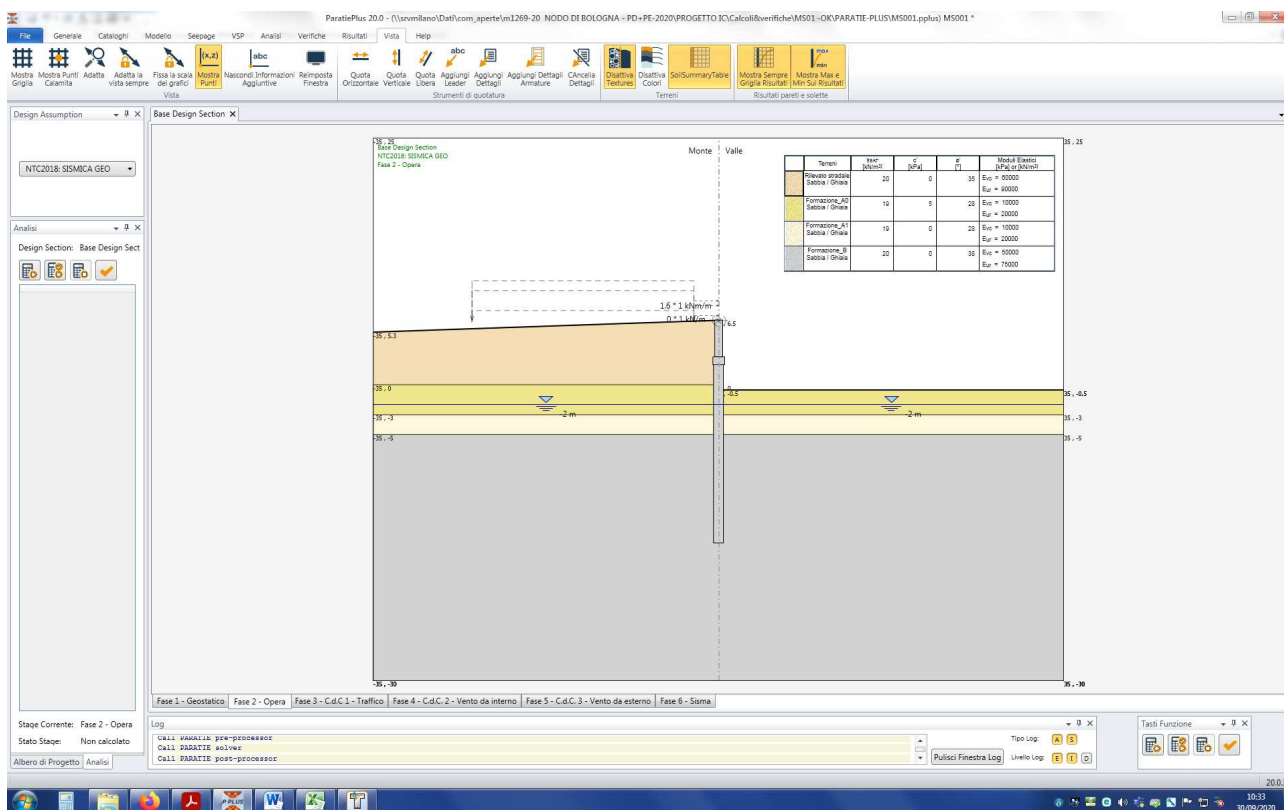


Figura n.13.2 - FASE 2 - Realizzazione dell'opera di sostegno con riprofilatura a valle

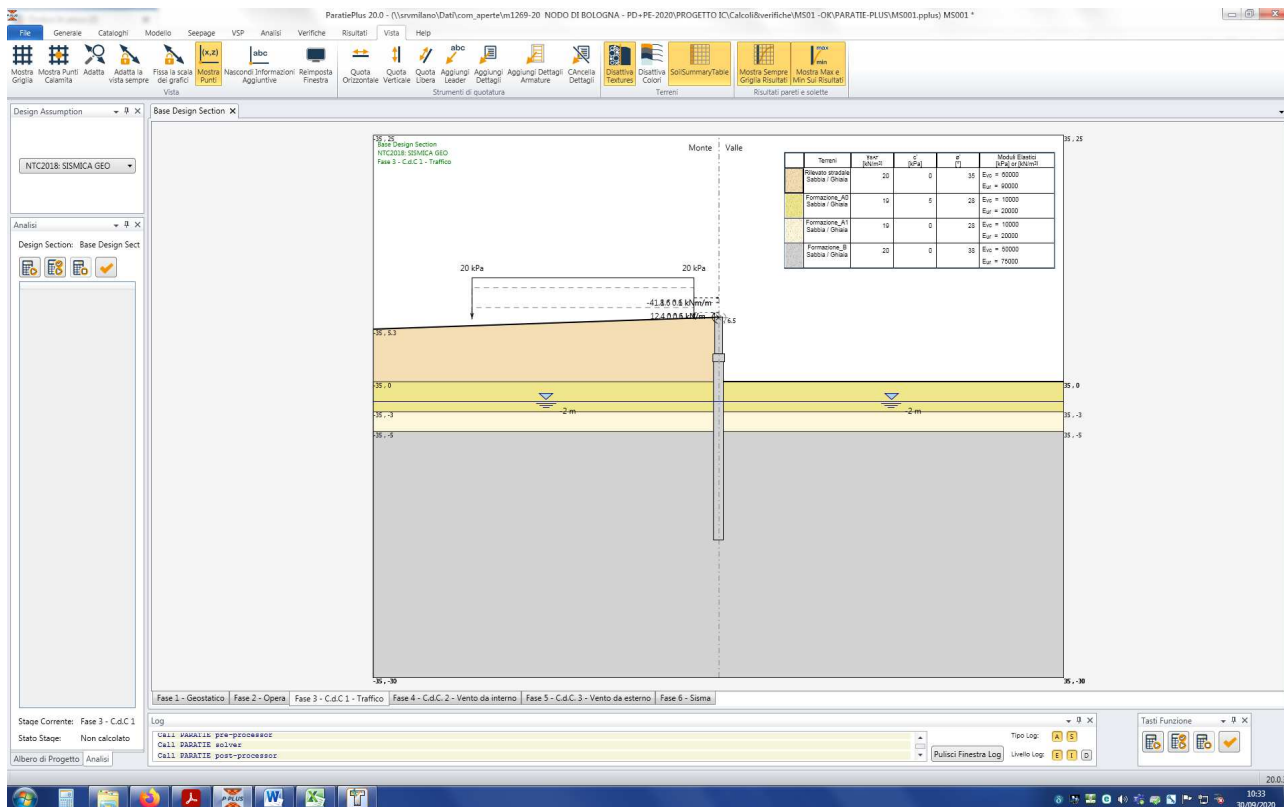


Figura n.13.3 - FASE 3 - C.d.C. 1 – Traffico

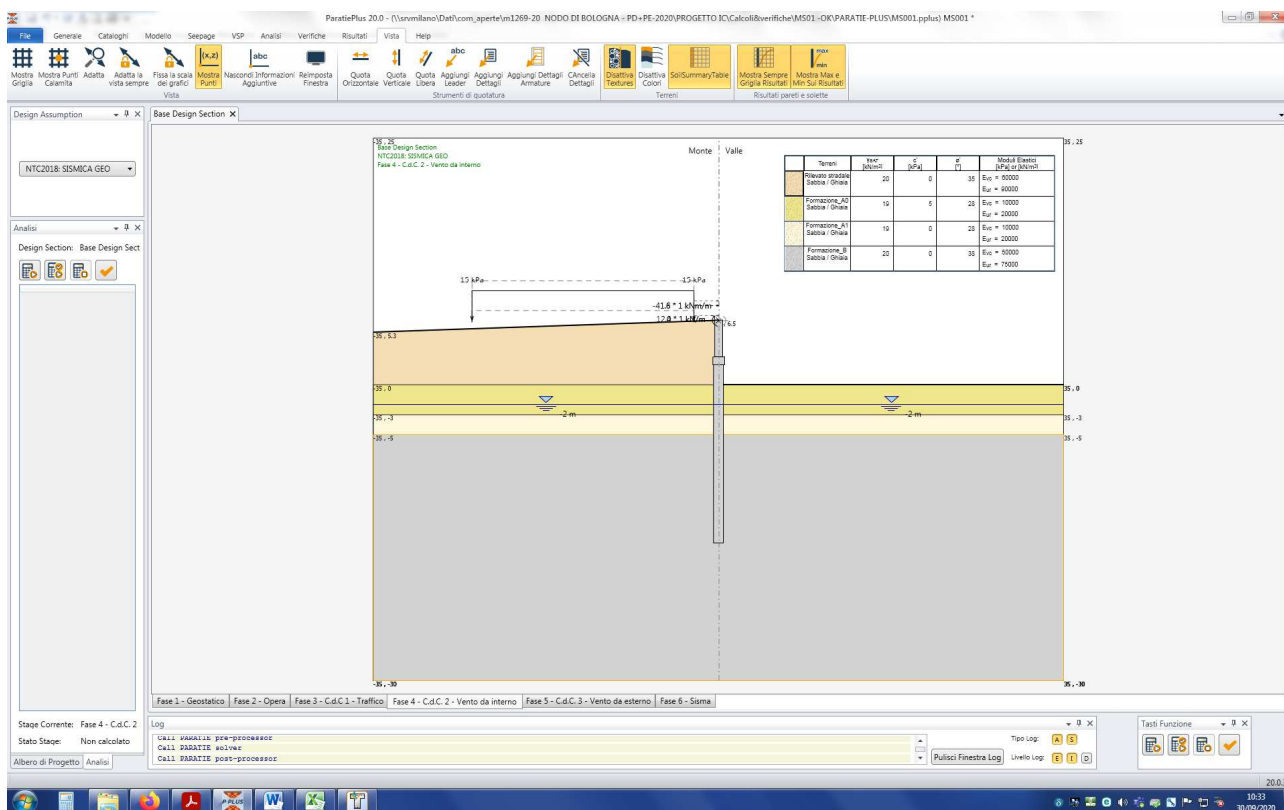


Figura n.13.4 - FASE 4 - C.d.C. 2 – Azione sulle FOA (vento da interno)

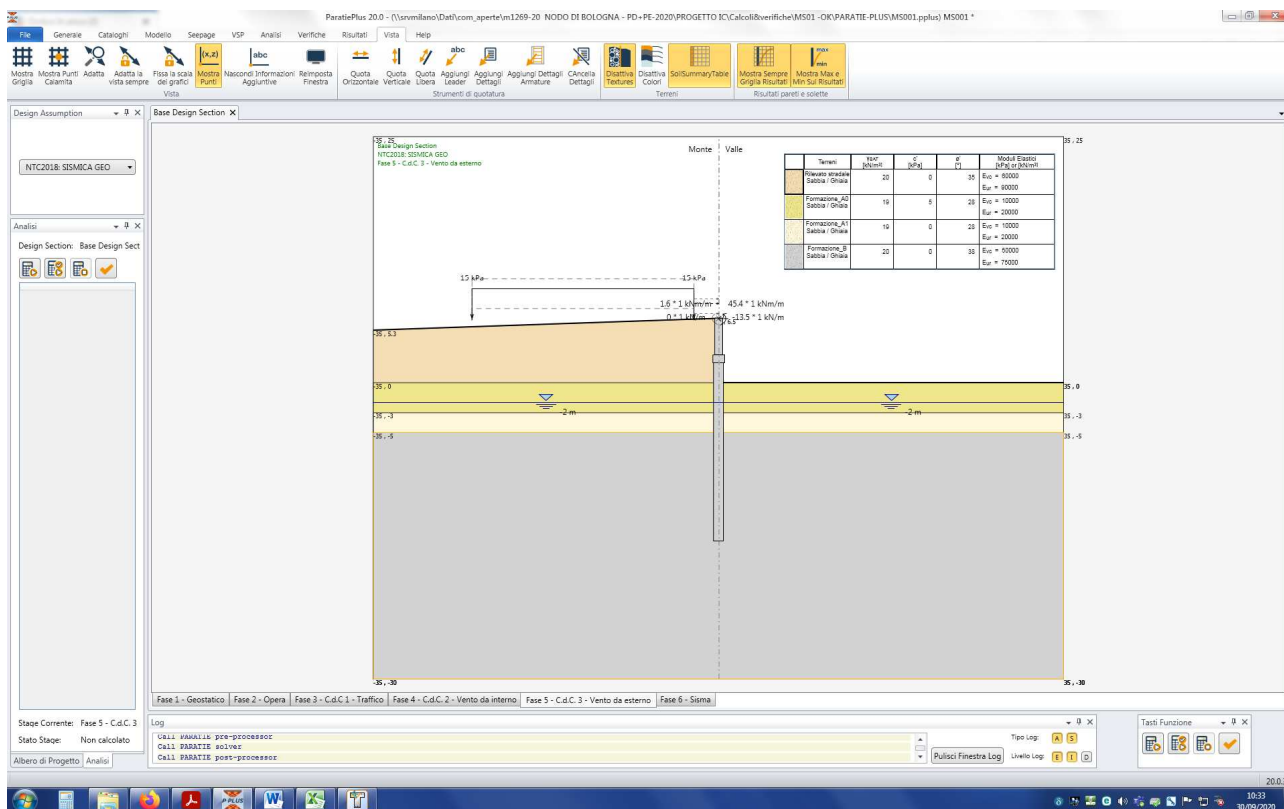


Figura n.13.5 - FASE 5 - C.d.C. 3 – Azione sulle FOA (vento da esterno + neve)

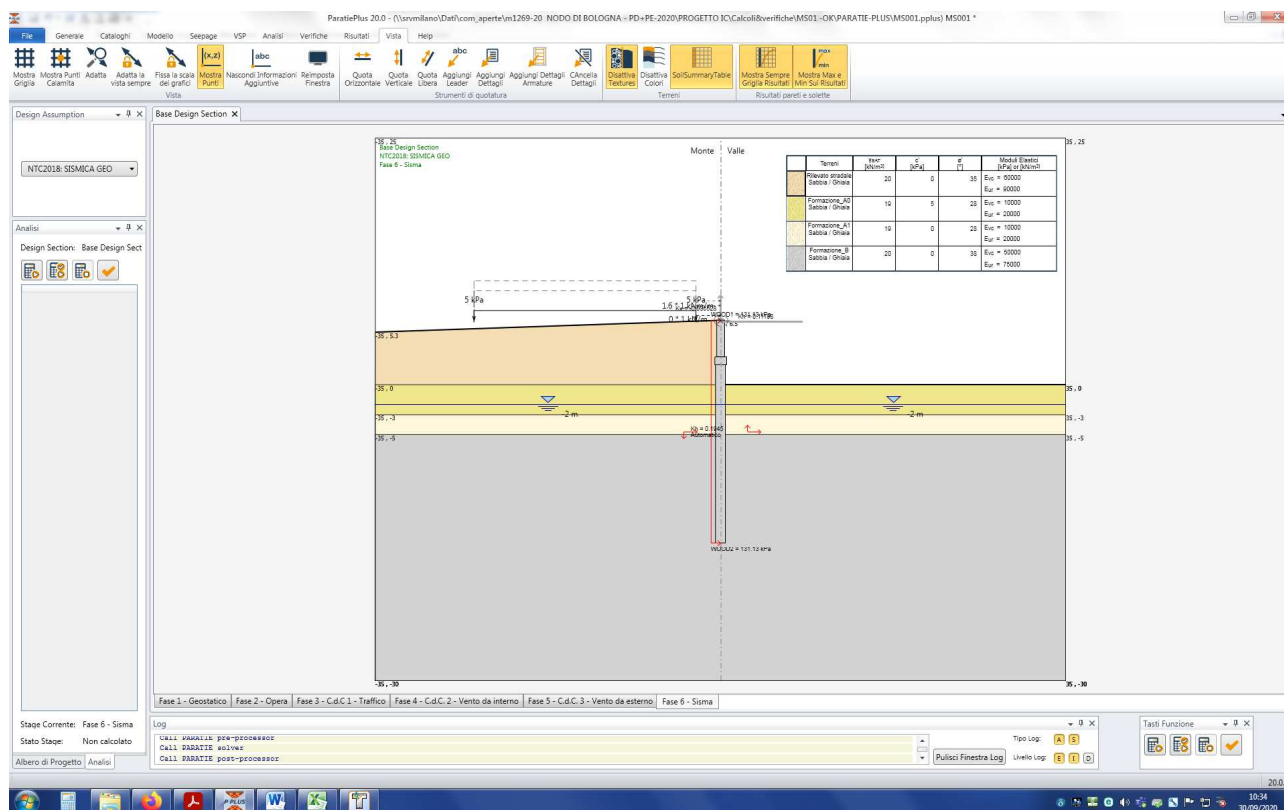


Figura n.13.6 - FASE 6 - C.d.C. 4 – Sisma

13.2 SPOSTAMENTI

Nelle seguenti figure è illustrato l'andamento degli spostamenti nelle combinazioni di carico più gravosa in esercizio (FASE 4) e a fine costruzione (FASE 2).

Si osserva che (vedere anche §7.6):

- lo spostamento in esercizio (calcolato come differenza tra lo spostamento massimo e lo spostamento a fine costruzione) risulta pari a $72\text{mm} - 62\text{mm} = 10\text{mm}$ inferiore a **0.5%** dell'altezza del muro.
- lo spostamento totale massimo compresa la deformazione in fase di costruzione ($s_{\max} = 72\text{mm}$ - FASE 4) risulta **inferiore all'1.5%** dell'altezza del muro.

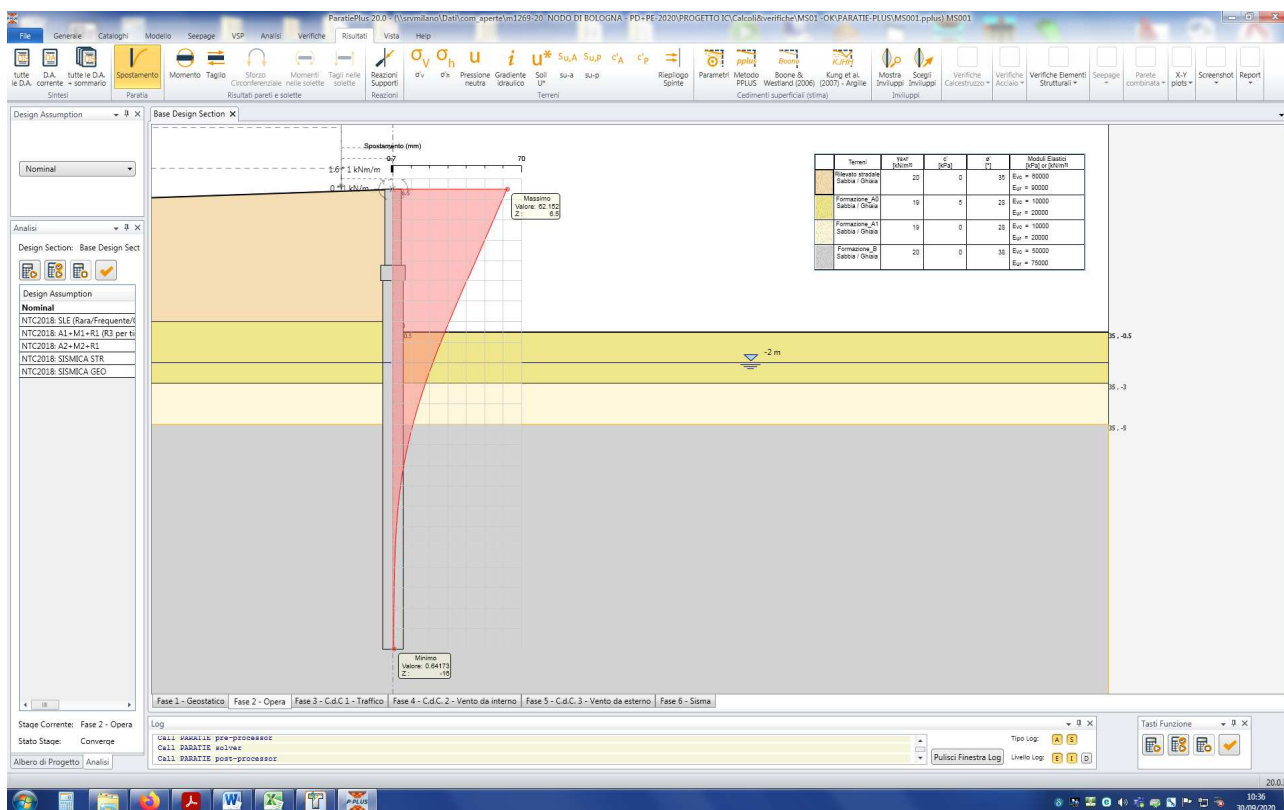


Figura n.13.7 – Spostamenti FASE 2

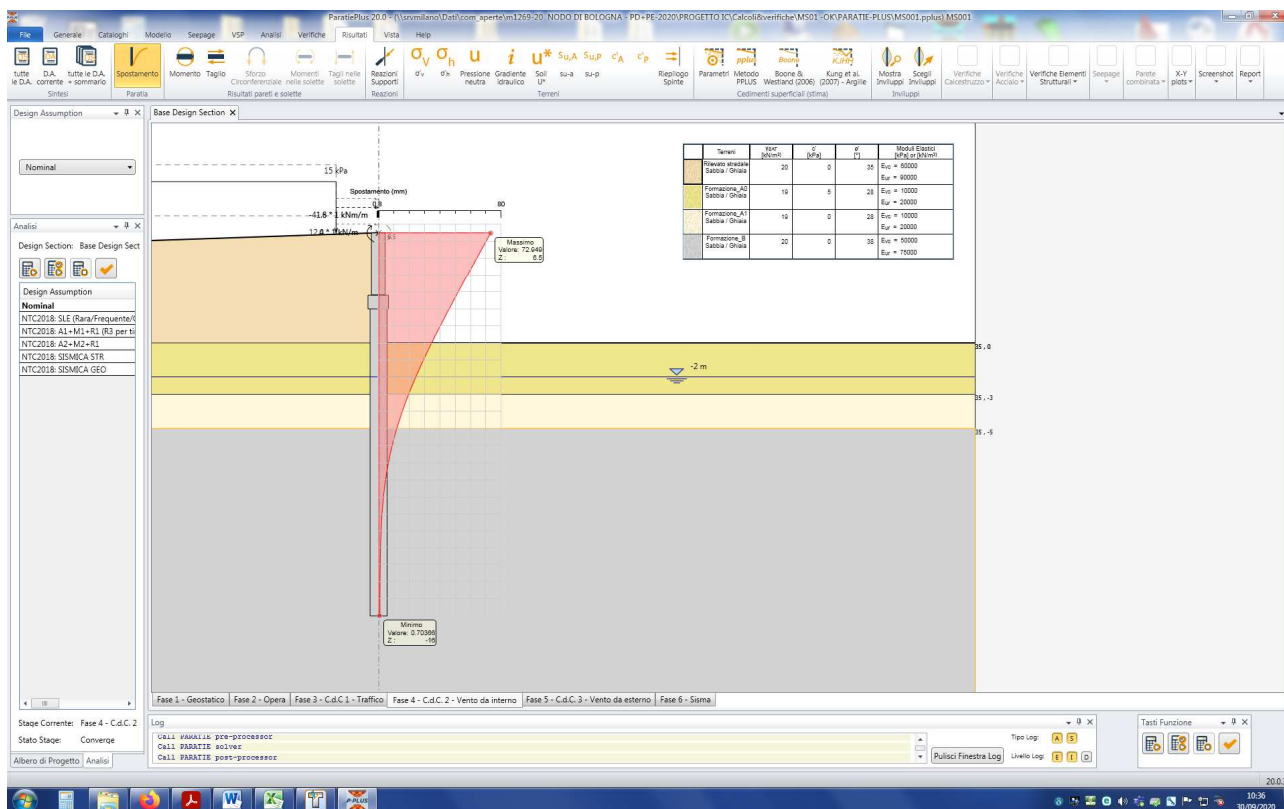


Figura n.13.8 – Spostamenti FASE 4

13.3 AZIONI INTERNE PALI DI FONDAZIONE

Nelle successive figure sono illustrati i grafici di involucro delle azioni interne (momento flettente e taglio) calcolate nei pali di fondazione per differenti verifiche (SLE, SLU e SLV). Si rammenta che le azioni sono **esprese per metro lineare di paratia**.

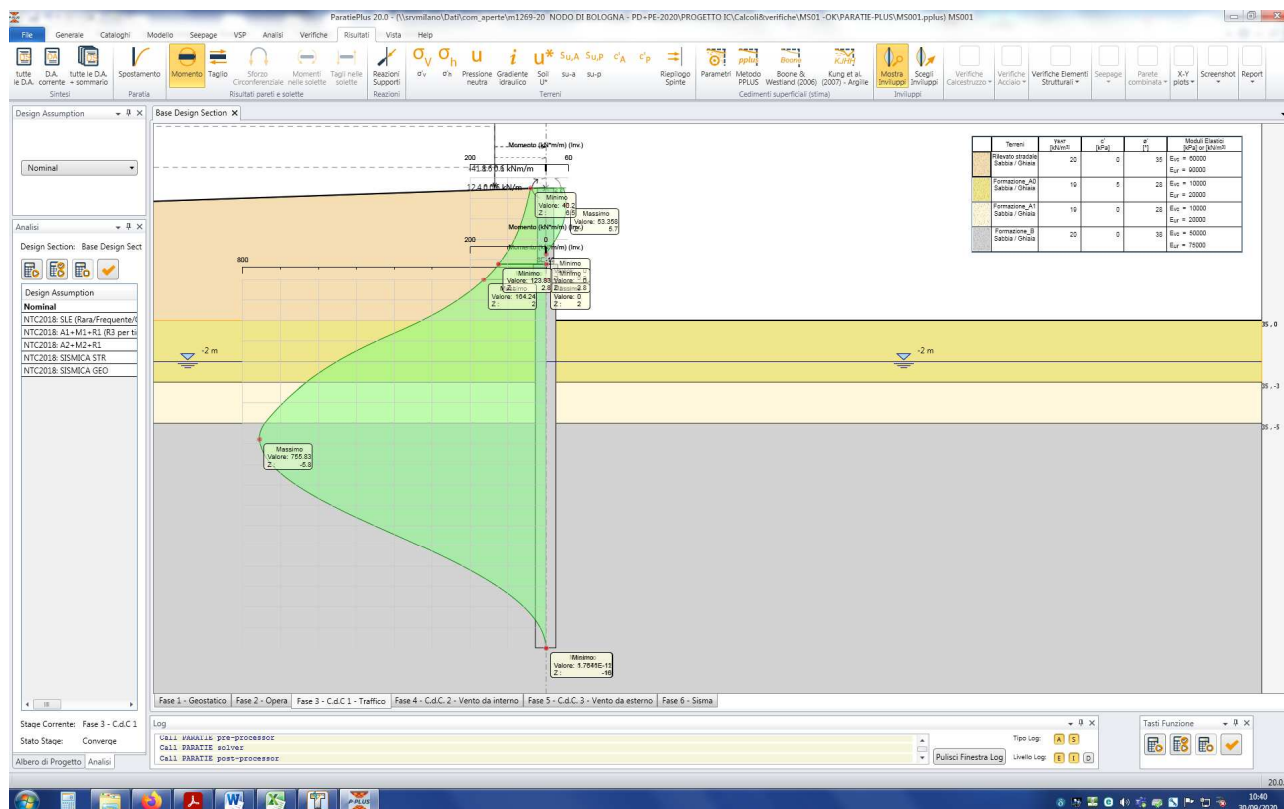


Figura n.13.9 – Momento flettente - Involuppo SLE-QP

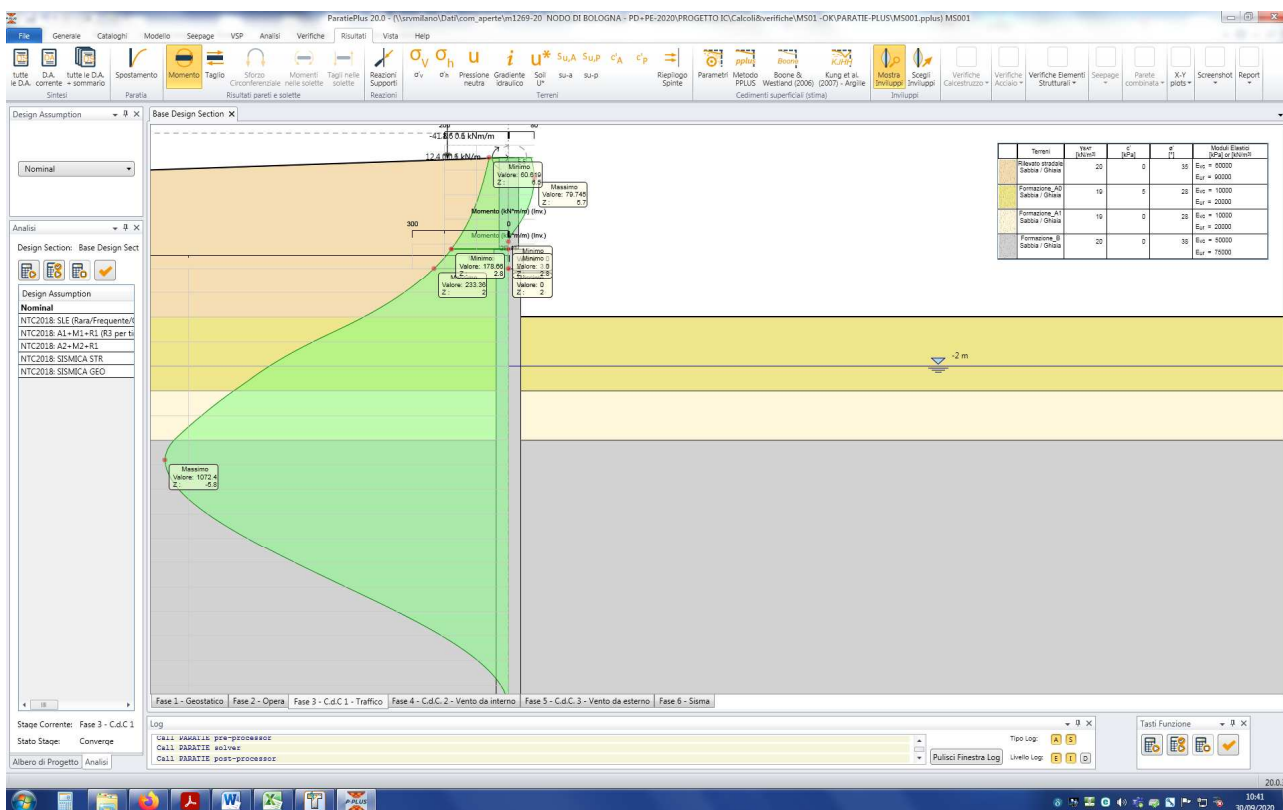


Figura n.13.10 – Momento flettente - Inviluppo SLU

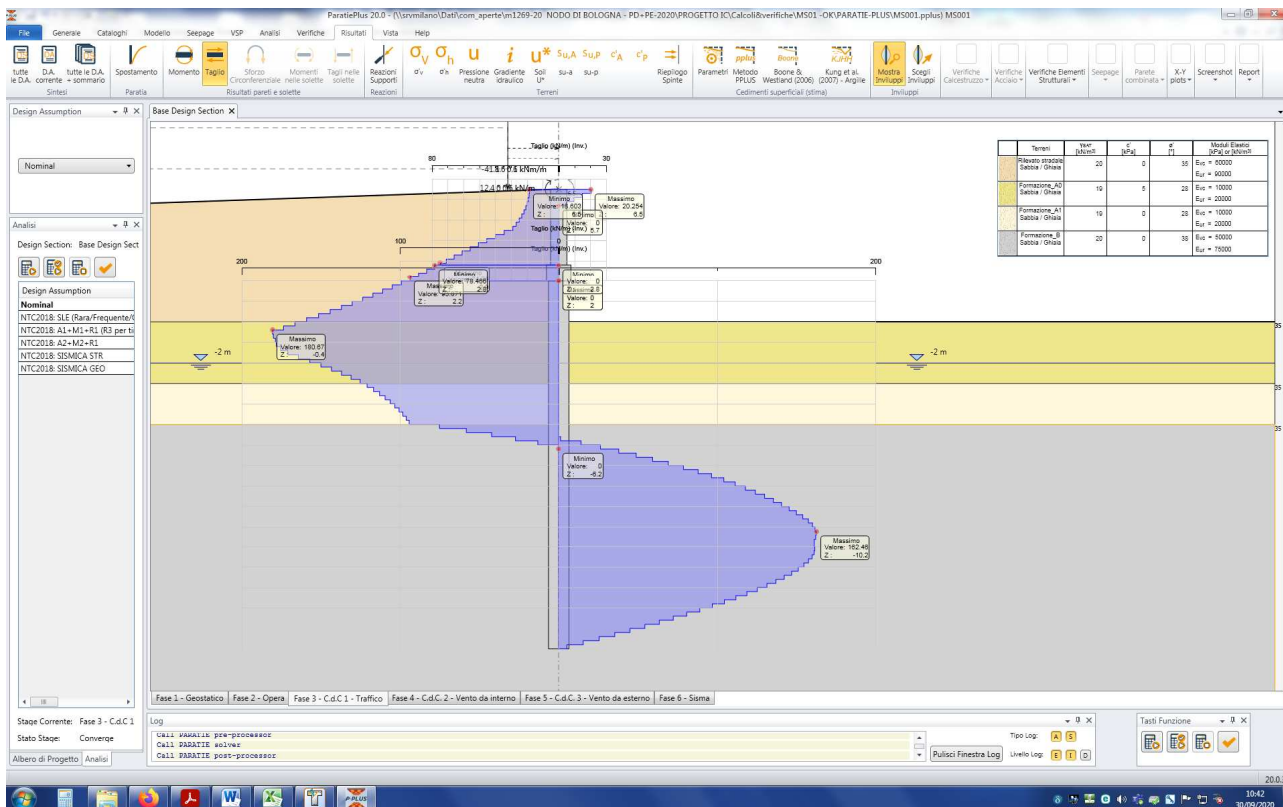


Figura n.13.11 – Azione di taglio - Inviluppo SLU

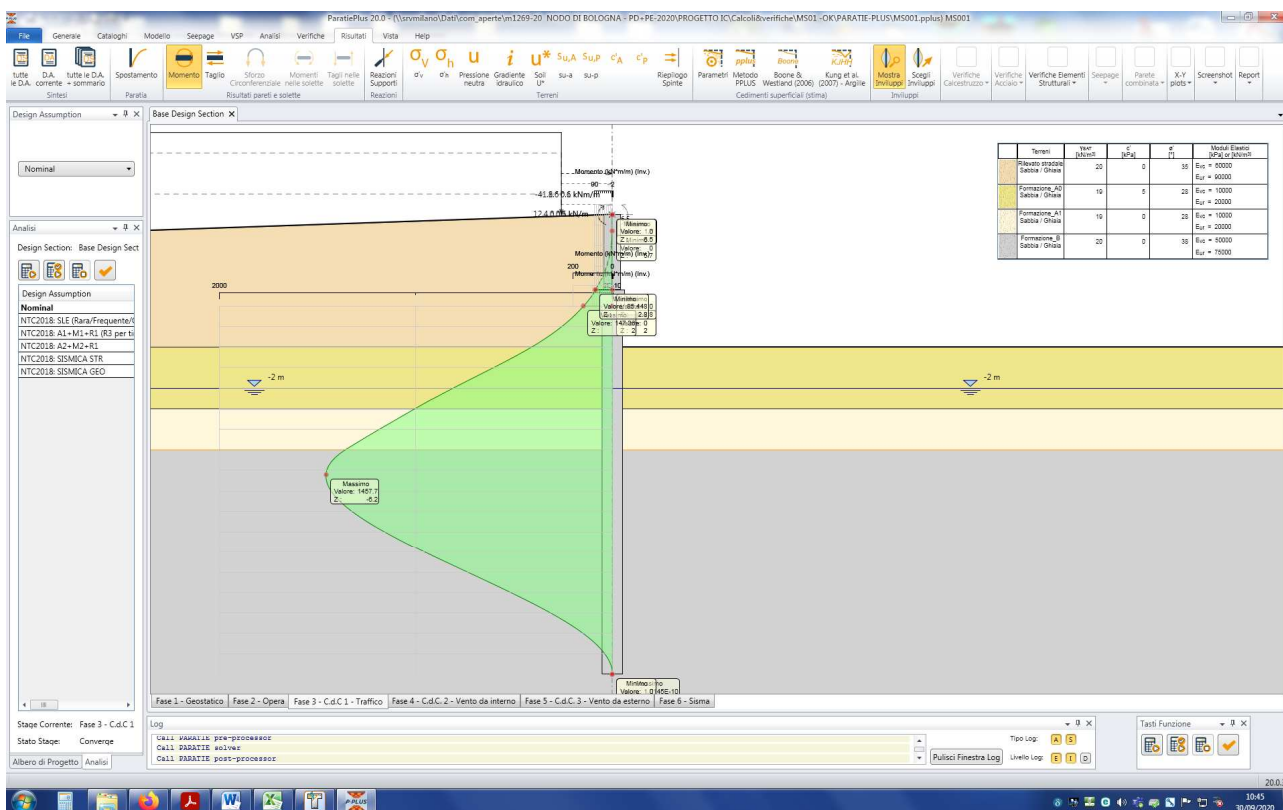


Figura n. 13.12 – Momento flettente - Involuppo SLV

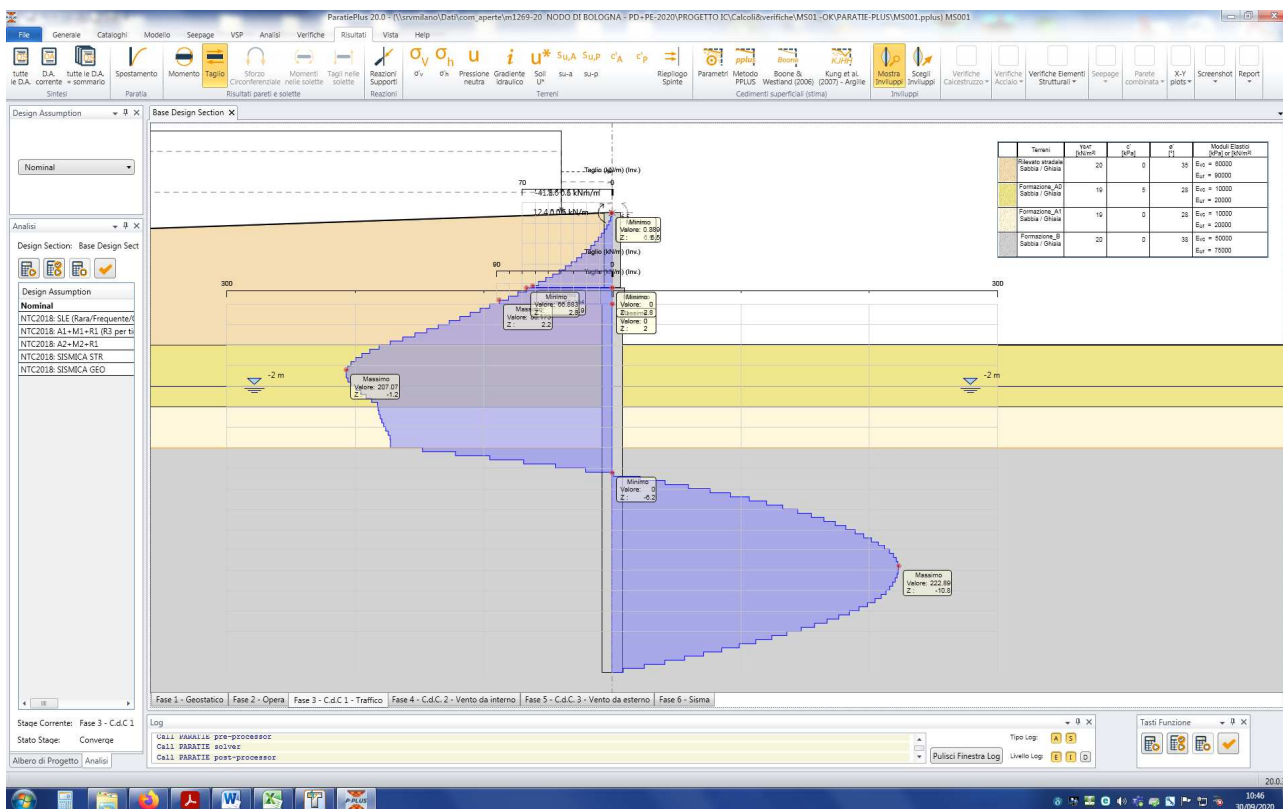


Figura n. 13.13 – Azione di taglio - Involuppo SLV

13.4 AZIONI INTERNE SPICCATO

Nelle successive figure sono illustrati i grafici di involucro delle azioni interne (momento flettente e taglio) calcolate allo spiccatto di fondazione per differenti verifiche (SLE, SLU e SLV). Si rammenta che le azioni sono **esprese per metro lineare di paratia**.

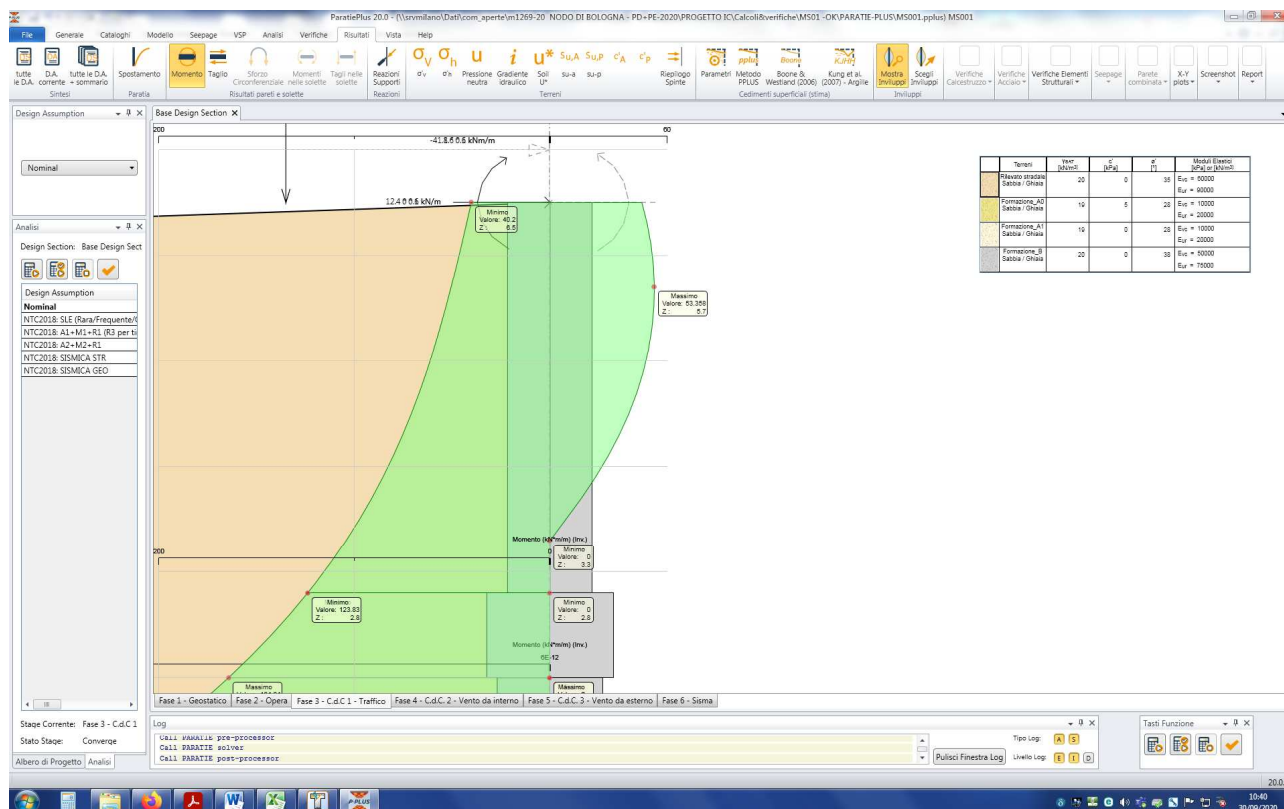


Figura n. 13.14 – Momento flettente - Involuppo SLE-QP

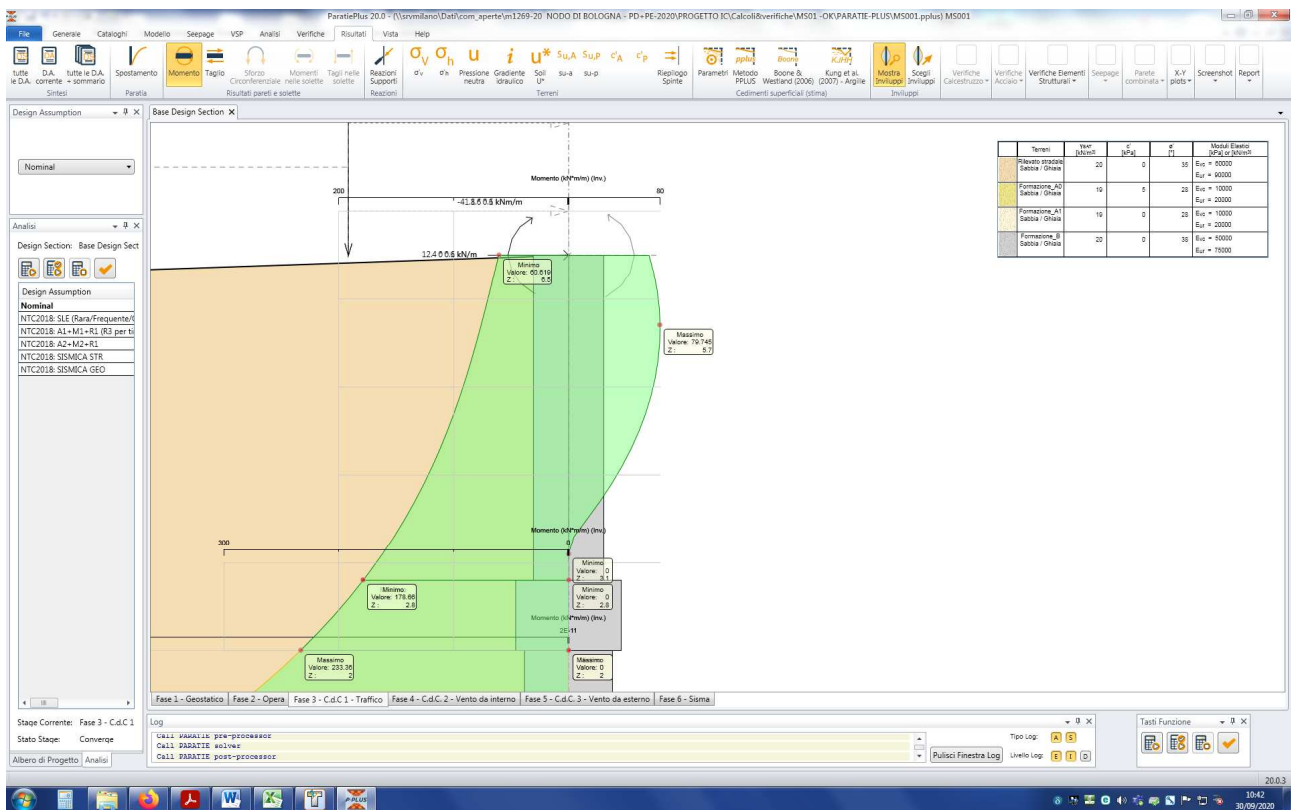


Figura n. 13.15 – Momento flettente - Inviluppo SLU

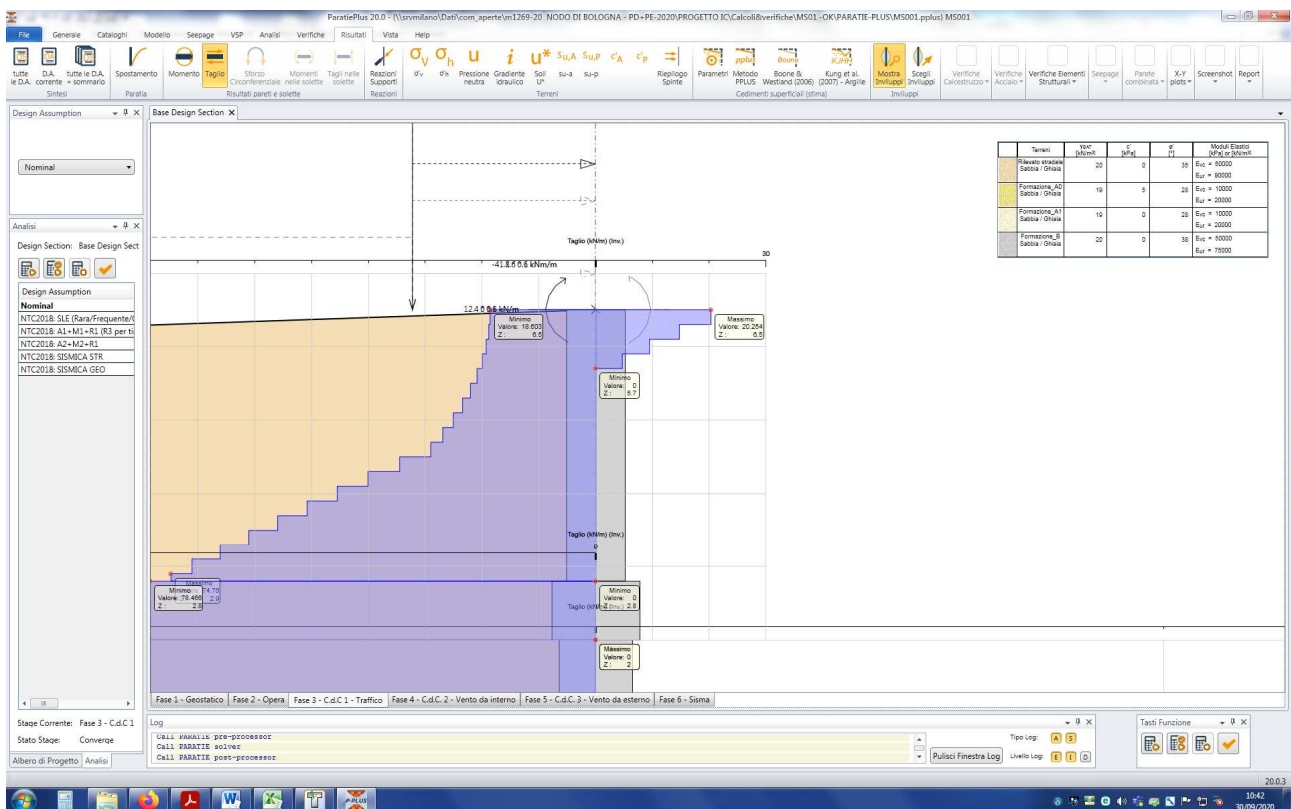


Figura n. 13.16 – Azione di taglio - Inviluppo SLU

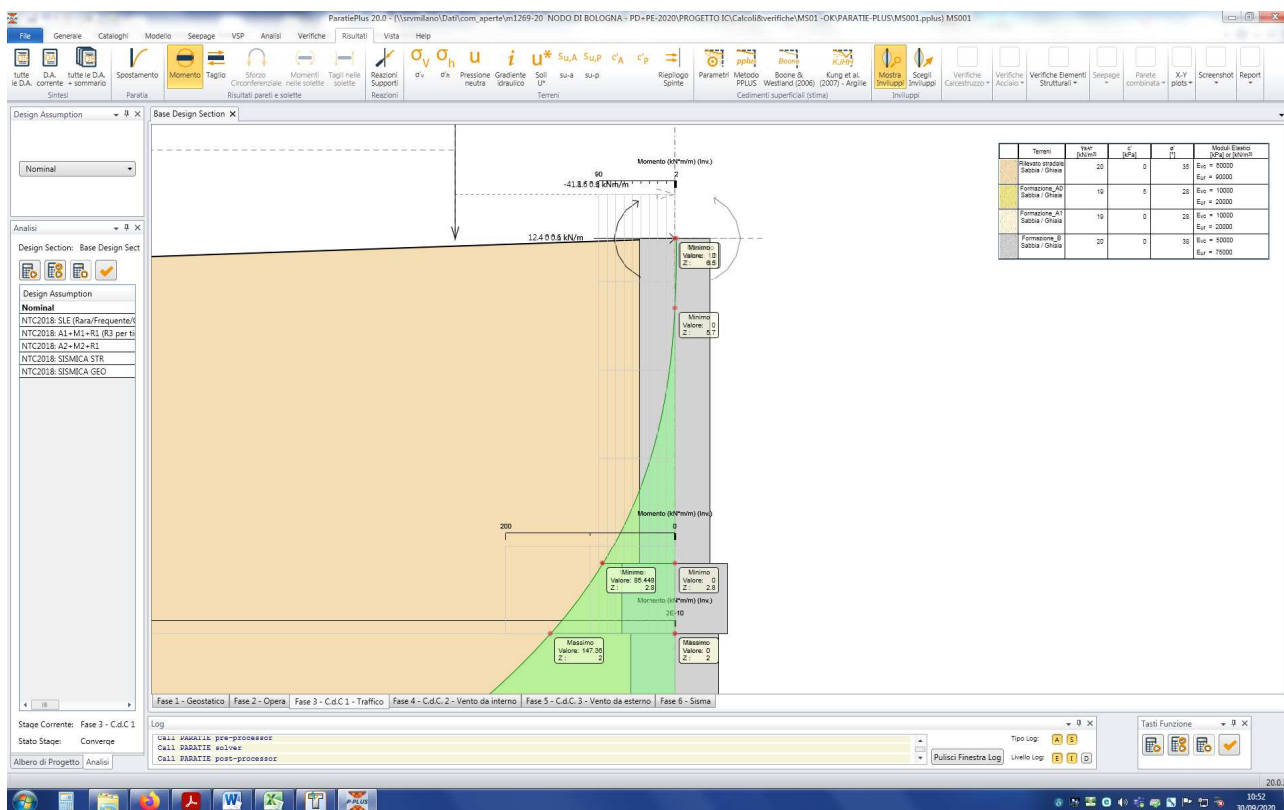


Figura n. 13.17 – Momento flettente - Inviluppo SLV

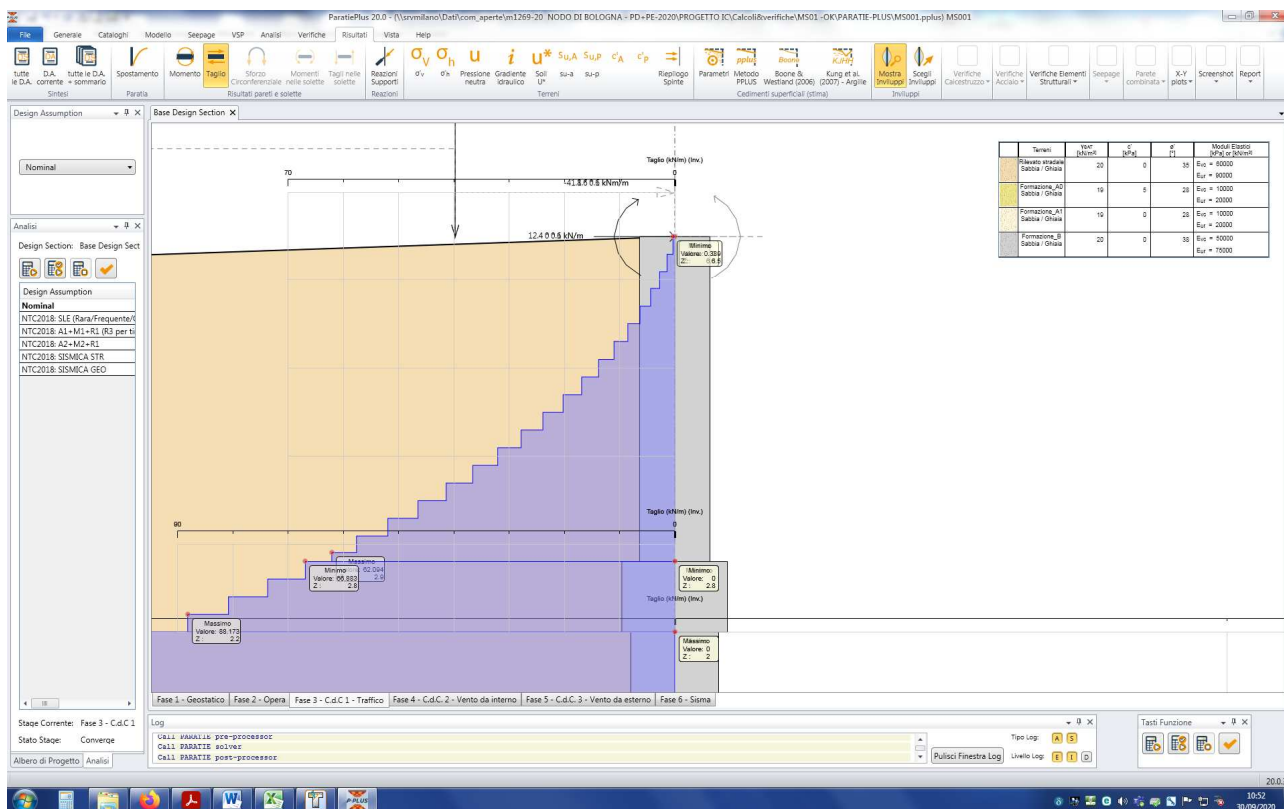


Figura n. 13.18 – Azione di taglio - Inviluppo SLV

13.5 SINTESI AZIONI INTERNE

Nella tabella n.13.1 di cui al seguito sono, infine, riassunti i valori di “*design*” calcolati, tenendo conto dell’interasse dei pali, nella sezione di momento massimo e di taglio massimo per differenti verifiche (SLU-SLV-SLE). Si rammenta che le azioni sono **esprese per metro lineare** di paratia.

MS001

Interasse pali = 1.20 m
Diametro pali = 1.00 m
Altezza sopralzo = 3.80 m
Spessore sopralzo = 0.80 m
Testa palo = 2.00 m da p.c.

ANALISI	SEZIONE	z (m da p.c.)	z (m da t.p.)	AZIONE	PALI		SPICCATO SOPRALZO
					CALCOLO PARATIE (a ml)	VALORI DI DESIGN (a palo)	VALORI DI DESIGN
SLE	SEZIONE DI MOMENTO MASSIMO	5.8	7.8	M (kNm)	755	906	124
				V (kN)	0	0	56
				N (kN)		205	76
SLU	SEZIONE DI MOMENTO MASSIMO	5.8	7.8	M (kNm)	1072	1286	179
				V (kN)	27	32	78
				N (kN)		205	76
	SEZIONE DI TAGLIO MASSIMO	0.4	2.4	M (kNm)	518	622	179
				V (kN)	181	217	78
				N (kN)		99	76
SLV	SEZIONE DI MOMENTO MASSIMO	6.2	8.2	M (kNm)	1458	1750	85
				V (kN)	0	0	66
				N (kN)		213	76
	SEZIONE DI TAGLIO MASSIMO	10.8	12.8	M (kNm)	772	926	85
				V (kN)	223	268	66
				N (kN)		303	76

Tabella n. 13.1 – Azioni di design

14 TRATTO SU PALI - VERIFICHE

14.1 VERIFICA DELL'IMMORSAMENTO DEI PALI

Si riportano di seguito i valori della percentuale di mobilitazione della spinta passiva calcolata nelle condizioni più sfavorevoli SLU-GEO e SISMA. Si osserva che sono rispettati i limiti di cui al §7.4.

Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva fase statica

Result Title :Wall <Left Wall>

STAGE THRUST_RATIO [--]

1	0.122
2	0.177
3	0.173
4	0.173
5	0.175

Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva fase sismica

Result Title :Wall <Left Wall>

STAGE THRUST_RATIO [--]

6	0.438
---	-------

14.2 VERIFICA STRUTTURALE DEI PALI

Si dispongono **37φ26** con spirale φ12 passo 15cm. Si verifica la sezioni imponendo un comportamento non dissipativo.

Segue tabulato di calcolo.

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: Palo-DN1000

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Palo
Forma della sezione:	Circolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.080	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.000	MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa

Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	100.0	cm
Barre circonferenza:	36Ø26	(191.1 cm ²)
Coprif.(dal baric. barre):	10.5	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	205.00	1286.00	32.00	0.00
2	99.00	622.00	217.00	0.00
3	213.00	1750.00	0.00	0.00
4	303.00	926.00	268.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	205.00	906.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	9.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.3	cm
Copriferro netto minimo staffe:	8.0	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	205.00	1286.00			1.377	11.6	0.43	0.98
2	S	99.00	622.00			2.806	12.0	0.42	0.97
3	S	213.00	1750.00			1.013	11.5	0.43	0.98
4	S	303.00	926.00			1.936	11.2	0.43	0.98

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00147	50.0	0.00107	39.5	-0.00196	-39.5
2	0.00144	50.0	0.00104	39.5	-0.00196	-39.5
3	0.00147	50.0	0.00107	39.5	-0.00196	-39.5
4	0.00150	50.0	0.00109	39.5	-0.00196	-39.5

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

Diametro staffe:	12	mm	
Passo staffe:	15.0	cm	[Passo massimo di normativa = 20.8 cm]
N.Bracci staffe:	2		
Area staffe/m :	15.1	cm²/m	[Area Staffe Minima NTC = 2.7 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw d	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Altezza utile sezione
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	32.00	0.00	1413.99	924.08	90.8 74.6	2.500	1.018	0.5
2	S	217.00	0.00	1404.98	926.46	90.8 74.6	2.500	1.009	3.5
3	S	0.00	0.00	2051.28	369.56	90.8 74.6	1.000	1.019	0.0
4	S	268.00	0.00	1422.33	921.93	90.7 74.6	2.500	1.027	4.4

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

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

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	9.25	-50.0	0.00	50.0	-188.9	39.5	26.3	2711	79.6	---

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es

srm Distanza massima in mm tra le fessure
wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00114	0.00069		0.50	0.60	0.000634 (0.000567)	463	0.294 (990.00)	377.22

14.3 VERIFICA STRUTTURALE DEL SOPRALZO

Si documenta la verifica strutturale dell'elevazione svolta in corrispondenza della sezione più gravosa (spiccato da trave di collegamento pali). Si dispongono **10φ16 (lato terra) + 10φ14 (lato valle)**. Si verifica la sezione imponendo un comportamento non dissipativo.

Segue tabulato di calcolo.

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: Sopralzo

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.000	MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. β1*β2:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	80.0	cm
Barre inferiori:	10Ø16	(20.1 cm²)
Barre superiori:	10Ø14	(15.4 cm²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	4.8	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4.8	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	76.00	179.00	78.00	0.00
2	76.00	85.00	66.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	76.00	124.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	4.0	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata								
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)								
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico								
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)								
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >= 1.000								
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.								
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45								
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]								
N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	76.00	179.00			3.200	63.1	0.22	0.72
2	S	76.00	85.00			6.724	63.1	0.22	0.72

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione					
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)					
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)					
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)					
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)					
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)					
N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00057	80.0	0.00041	75.2	-0.00196	4.8
2	0.00057	80.0	0.00041	75.2	-0.00196	4.8

VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

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

d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [Mpa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	78.00	284.51	75.2	100.0	0.0027	0.01
2	S	66.00	284.51	75.2	100.0	0.0027	0.01

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace (verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\varnothing/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.81	80.0	0.00	59.3	-71.5	75.2	12.0	1200	20.1	10.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compressione: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = $0.6 Ss/Es$
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00039	0.00014	0.50	0.60	0.000214 (0.000214)	298	0.064 (990.00)	394.15

14.4 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

In tabella n.14.1 sono riassunti i risultati delle analisi di stabilità in condizioni statiche e sismiche per la configurazione di progetto. Nelle successive figure n.14.1 e 14.2 sono illustrati i risultati ottenuti.

ANALISI		METODO	FIGURA	FS _{min}	VERIFICA
CONFIGURAZIONE FINALE	STATICA	Moghestern con superficie circolare	14.1	5.43	FS _{min} = 5.43 ≥ 1.1 = γ _R
	SISMICA		14.2	3.35	FS _{min} = 3.35 ≥ 1.2 = γ _R

Tabella n. 14.1 – Analisi di stabilità – coefficienti di sicurezza

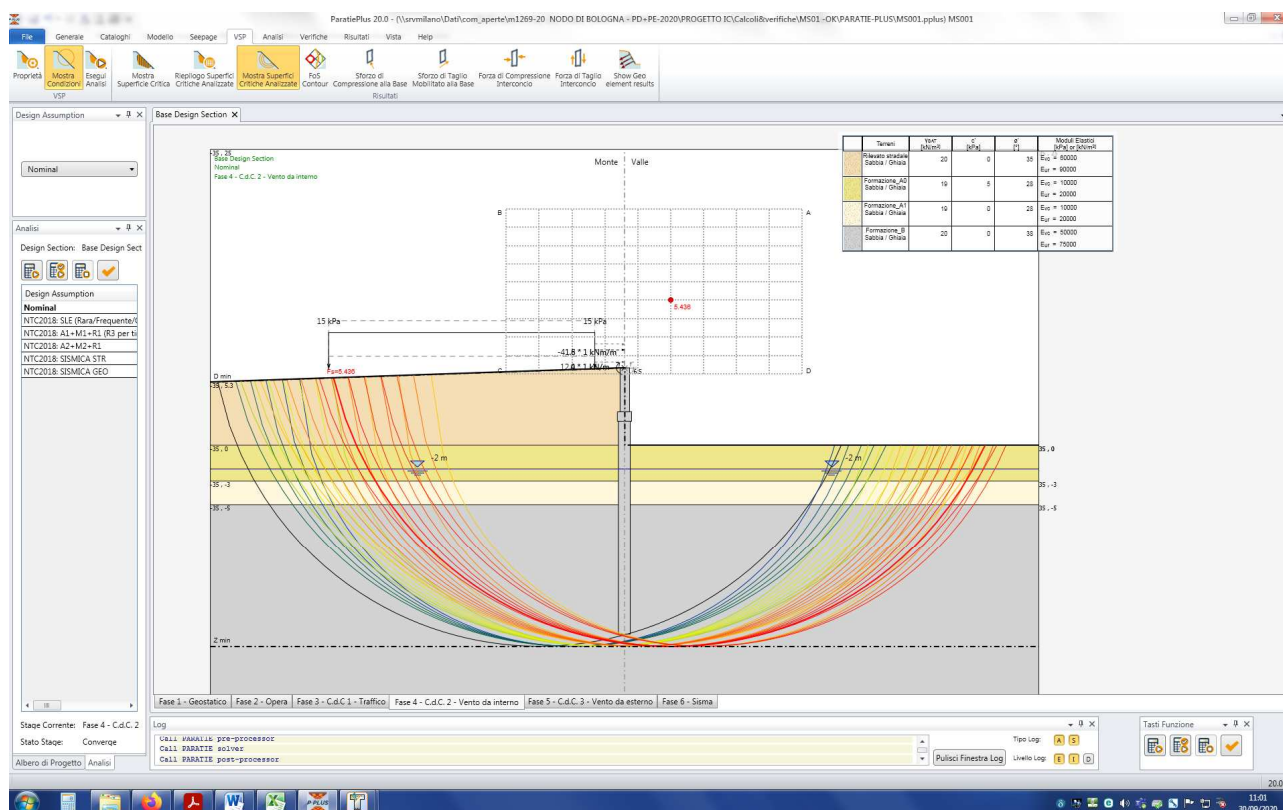


Figura n. 14.1 – Analisi di stabilità – Configurazione finale – Verifica statica

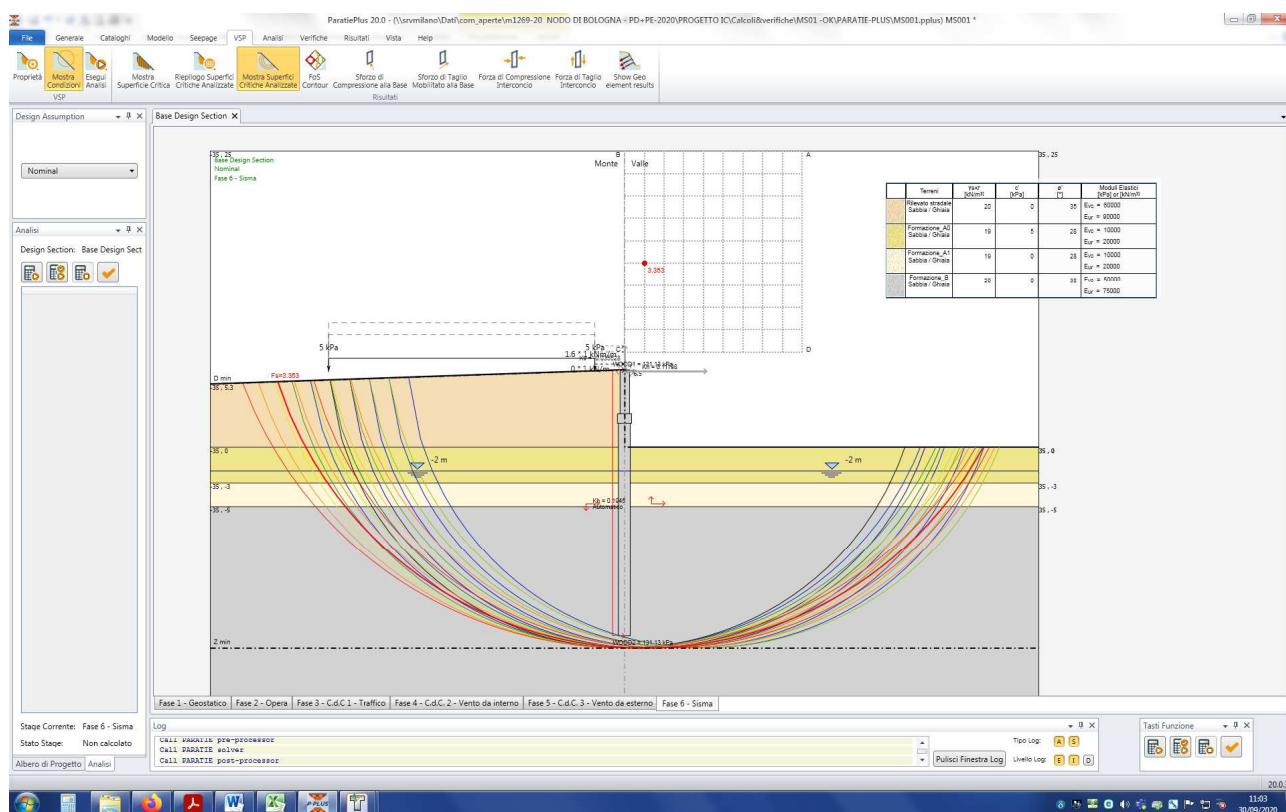


Figura n.14.2 – Analisi di stabilità – Configurazione finale – Verifica sismica

15 ALLEGATO 1 – TRATTO FONDAZIONE DIRETTA - SEZIONE TIPO 1

Dati

Materiali

Simbologia adottata

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

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R_{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
5	C25/30	C25/30	B450C	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50
6	C28/35	C28/35	B450C	24.5170	35000	32587986	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk} [kPa]	f_{uk} [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 [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	12.00	0.00	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	-8.00	-3.80	0.000
2	10.00	-3.80	0.000
3	12.00	-3.80	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 1.00 [m]

Paramento

Materiale	C25/30	
Altezza paramento	3.00	[m]
Altezza paramento libero	3.00	[m]
Spessore in sommità	0.70	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.70	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

Fondazione

Materiale	C28/35	
Lunghezza mensola di valle	0.50	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.30	[m]
Lunghezza totale	3.50	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.80	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

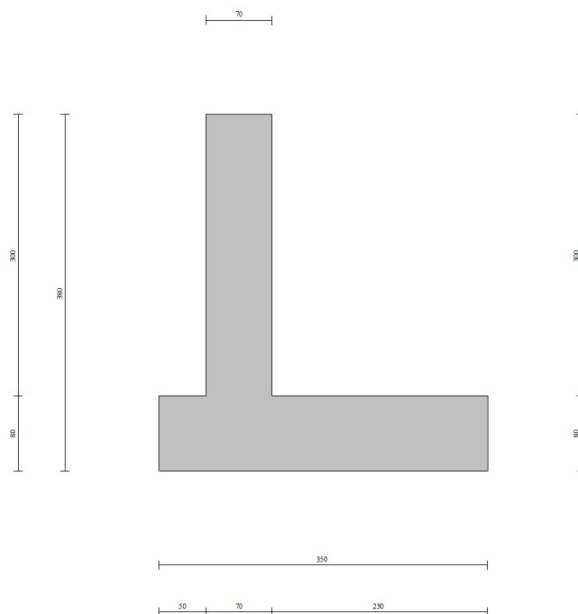


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]
1	RILEVATO	20.0000	20.0000	35.000	23.000
2	FORMAZIONE B	20.0000	20.0000	38.000	25.000
3	FORMAZIONE A-SUP	19.0000	19.0000	28.000	18.000
4	FORMAZIONE A-INF	19.0000	19.0000	28.000	18.000

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato

n°	H [m]	α [°]	Terreno
1	3.80	0.000	RILEVATO
2	2.00	0.000	FORMAZIONE A-SUP
3	2.00	0.000	FORMAZIONE A-INF
4	3.00	0.000	FORMAZIONE B

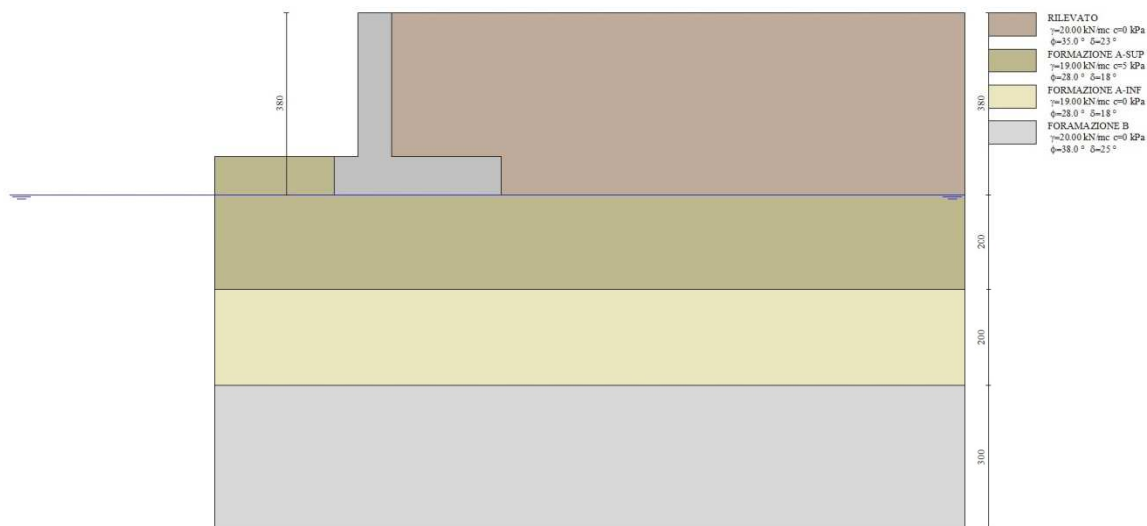


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kN]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Traffico) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.25$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	F _x	F _y	M	X _i	X _f	Q _i	Q _f
		[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

Condizione n° 2 (Urto-STR) - ECCEZIONALE

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	F _x	F _y	M	X _i	X _f	Q _i	Q _f
			[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.35; 0.00	16.6700	0.0000	16.6700				

Condizione n° 3 (Urto-GEO) - VARIABILE

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.00 - \Psi_1=0.00 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	F _x	F _y	M	X _i	X _f	Q _i	Q _f
			[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.35; 0.00	8.7700	0.0000	8.7700				

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{O, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{O, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{OT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{OT, sfav}$	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	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_v	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_k 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:

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

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali Ad:

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

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

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.50	1.00	Sfavorevole

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.15	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 18 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 19 - ECC

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole
Urto-STR	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 20 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 21 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 22 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	
Provincia	
Regione	
Latitudine	44.525608
Longitudine	11.292193
Indice punti di interpolazione	16730 - 16508 - 16507 - 16729
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_0	[m/s ²]		2.064	0.840
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.210	0.086
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.432	2.486
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.307	0.284
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.195	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	9.558	4.779
Ultimo - Ribaltamento	0.570	14.337	7.168
Esercizio	0.470	4.829	2.415

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

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	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_{\gamma}$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Fattori di inclinazione e fattori di forma

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

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:

$w_1=0.20$
 $w_2=0.30$
 $w_3=0.40$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	$0.60 f_{ck}$	$0.80 f_{yk}$
Frequente	$1.00 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$
Quasi permanente	$0.45 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$

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 _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	70.97	23.00	65.32	27.73	2.30	-2.31
	Peso/Inerzia muro			0.00	120.13/0.00	0.16	-2.59
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	200.10/0.00	1.15	-1.50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

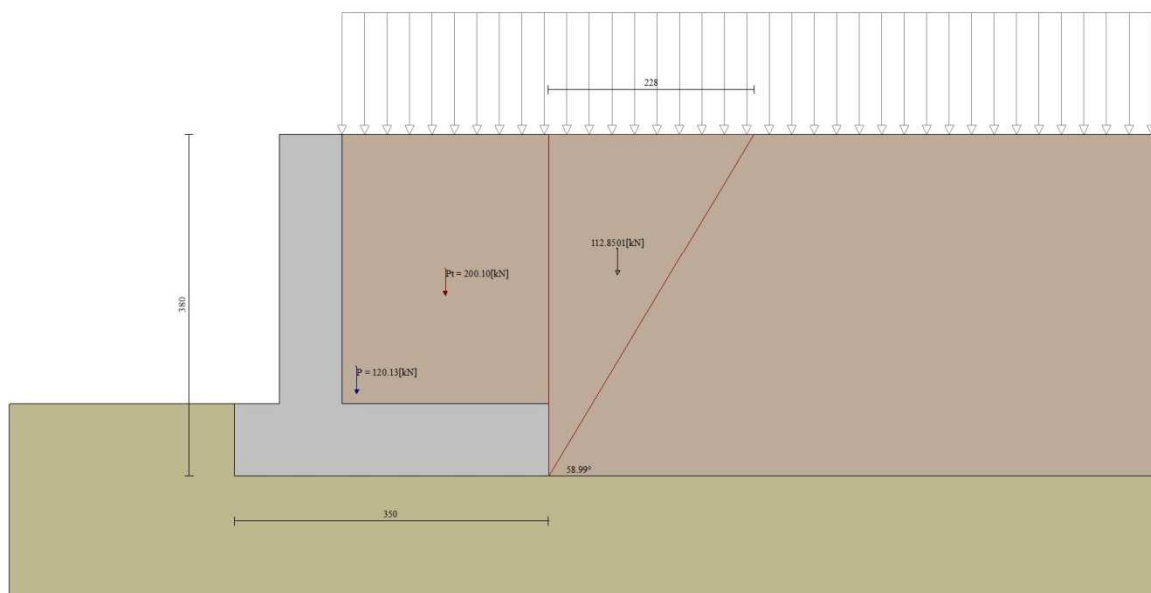


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

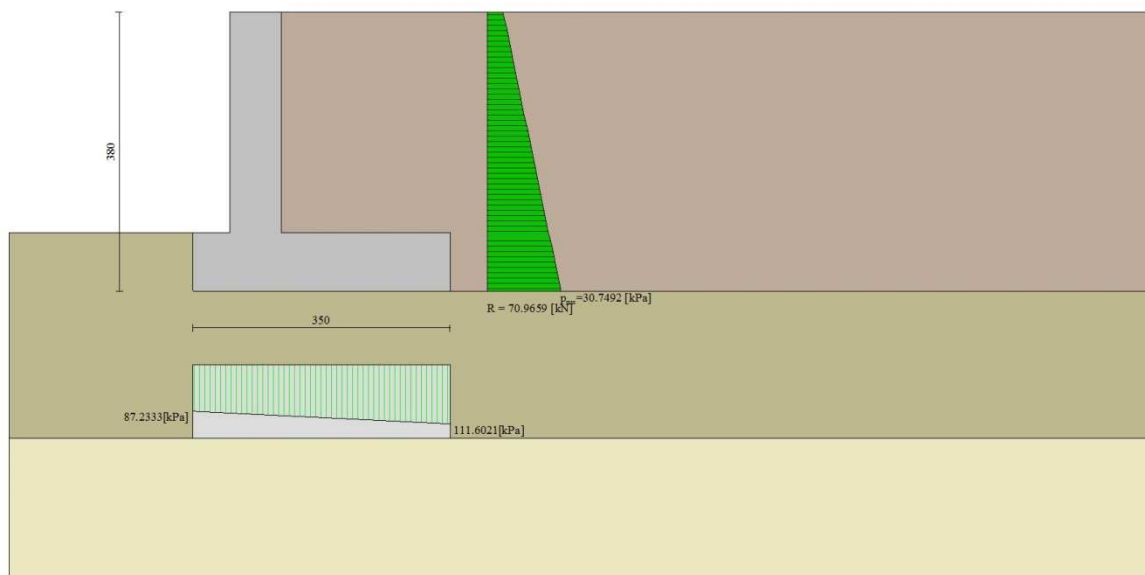


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	347.96	65.32	97.37	731.18	-0.071
2 - STR (A1-M1-R3)	294.04	61.17	127.62	596.01	0.157
3 - STR (A1-M1-R3)	302.59	73.05	116.07	610.09	0.117
4 - STR (A1-M1-R3)	275.37	69.63	134.20	580.39	0.130
5 - STR (A1-M1-R3)	425.40	65.32	97.37	877.64	-0.084
6 - STR (A1-M1-R3)	389.36	65.32	97.37	828.47	-0.128
7 - STR (A1-M1-R3)	384.00	65.32	97.37	780.35	-0.029
8 - STR (A1-M1-R3)	371.48	61.17	127.62	742.47	0.095
9 - STR (A1-M1-R3)	335.44	61.17	127.62	693.30	0.064
10 - STR (A1-M1-R3)	330.08	61.17	127.62	645.18	0.182
11 - GEO (A2-M2-R2)	333.88	67.28	101.30	692.48	-0.021
12 - GEO (A2-M2-R2)	287.75	59.66	119.87	576.63	0.163
13 - GEO (A2-M2-R2)	302.59	73.05	116.07	610.09	0.117
14 - GEO (A2-M2-R2)	275.37	69.63	134.20	580.39	0.130
15 - EQU (A1-M1-R3)	347.96	65.32	97.37	731.18	-0.071
16 - EQU (A1-M1-R3)	294.04	61.17	127.62	596.01	0.157
17 - EQU (A1-M1-R3)	311.56	91.89	150.77	631.23	0.208
18 - EQU (A1-M1-R3)	270.81	86.97	178.37	587.00	0.241
19 - ECC	285.24	53.44	129.30	569.84	0.206
20 - SLER	325.18	49.59	73.65	669.97	-0.084
21 - SLEF	311.87	45.32	65.53	636.60	-0.081
22 - SLEQ	285.24	36.77	49.28	569.84	-0.075

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{OLIM}	FS _{STAB}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.731		2.456	
2 - STR (A1-M1-R3)		1.562		2.504	
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.346		2.261	
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.285		2.365	
5 - STR (A1-M1-R3)		2.116		2.206	
6 - STR (A1-M1-R3)		1.937		2.207	
7 - STR (A1-M1-R3)		1.910		2.498	
8 - STR (A1-M1-R3)		1.973		2.412	
9 - STR (A1-M1-R3)		1.782		2.616	
10 - STR (A1-M1-R3)		1.753		2.350	
11 - GEO (A2-M2-R2)					1.573
12 - GEO (A2-M2-R2)					1.794
13 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.831
14 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.802
15 - EQU (A1-M1-R3)			7.509		
16 - EQU (A1-M1-R3)			4.670		
17 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		4.187		
18 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		3.291		

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]	
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	89.47	0.00	0.00	--	--	89.47	69.63	1.285

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]	
5 - STR (A1-M1-R3)	425.40	938.42	670.30	2.206

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
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
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B \cdot N_y$ 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 (Hansen).	

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
5	25.803 14.720 10.942	0.647 0.671 0.566	1.091 1.068 1.000	1.000 1.000 1.000	1.000 1.000 1.000	1.006 1.005 0.996	-- -- --	--	--	0.845	0.939

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kN/mc]	c [kPa]
5	0.80	3.50	2.91	9.19	28.00	3

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 [kNm]	Mr [kNm]	FS
18 - EQU (A1-M1-R3) H - V	587.00	178.37	3.291

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 [m]	R [m]	FS
11 - GEO (A2-M2-R3)	-1.50; 1.00	6.13	1.573

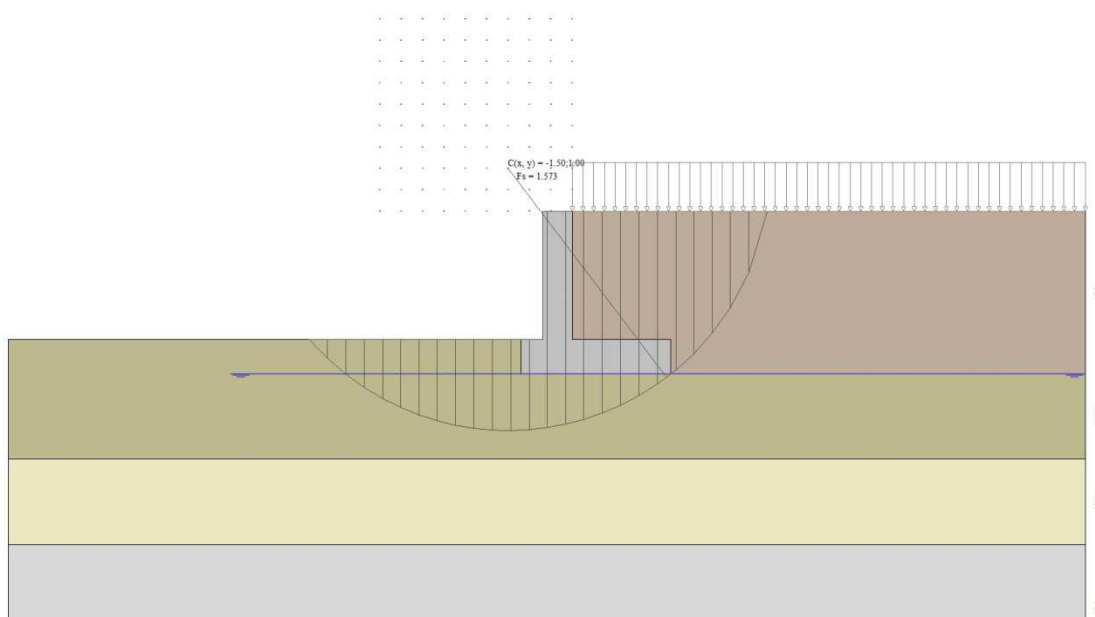


Fig. 5 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 11)

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 _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	16.67	0.00	16.67
2	-0.10	1.72	2.23	0.14	16.81	0.01	18.34
3	-0.20	3.43	4.46	0.32	16.99	0.03	20.03

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
4	-0.30	5.15	6.69	0.54	17.21	0.07	21.74
5	-0.40	6.86	8.92	0.81	17.48	0.14	23.48
6	-0.50	8.58	11.16	1.13	17.80	0.24	25.24
7	-0.60	10.30	13.39	1.49	18.16	0.37	27.04
8	-0.70	12.01	15.62	1.89	18.56	0.53	28.87
9	-0.80	13.73	17.85	2.34	19.01	0.75	30.75
10	-0.90	15.45	20.08	2.84	19.51	1.00	32.68
11	-1.00	17.16	22.31	3.38	20.05	1.31	34.65
12	-1.10	18.88	24.54	3.96	20.63	1.68	36.69
13	-1.20	20.59	26.77	4.59	21.26	2.11	38.78
14	-1.30	22.31	29.00	5.27	21.94	2.60	40.94
15	-1.40	24.03	31.23	5.99	22.66	3.16	43.17
16	-1.50	25.74	33.47	6.75	23.42	3.80	45.47
17	-1.60	27.46	35.70	7.56	24.23	4.52	47.86
18	-1.70	29.18	37.93	8.42	25.09	5.31	50.32
19	-1.80	30.89	40.16	9.32	25.99	6.20	52.88
20	-1.90	32.61	42.39	10.26	26.93	7.18	55.52
21	-2.00	34.32	44.62	11.25	27.92	8.25	58.26
22	-2.10	36.04	46.85	12.29	29.25	9.43	61.11
23	-2.20	37.76	49.08	13.37	30.66	10.71	64.06
24	-2.30	39.47	51.31	14.49	32.12	12.11	67.12
25	-2.40	41.19	53.55	15.66	33.65	13.61	70.29
26	-2.50	42.90	55.78	16.88	35.24	15.24	73.58
27	-2.60	44.62	58.01	18.14	36.88	16.99	77.00
28	-2.70	46.34	60.24	19.44	38.58	18.87	80.55
29	-2.80	48.05	62.47	20.79	40.34	20.88	84.23
30	-2.90	49.77	64.70	22.19	42.22	23.03	88.04
31	-3.00	51.49	66.93	23.63	44.55	25.32	92.00

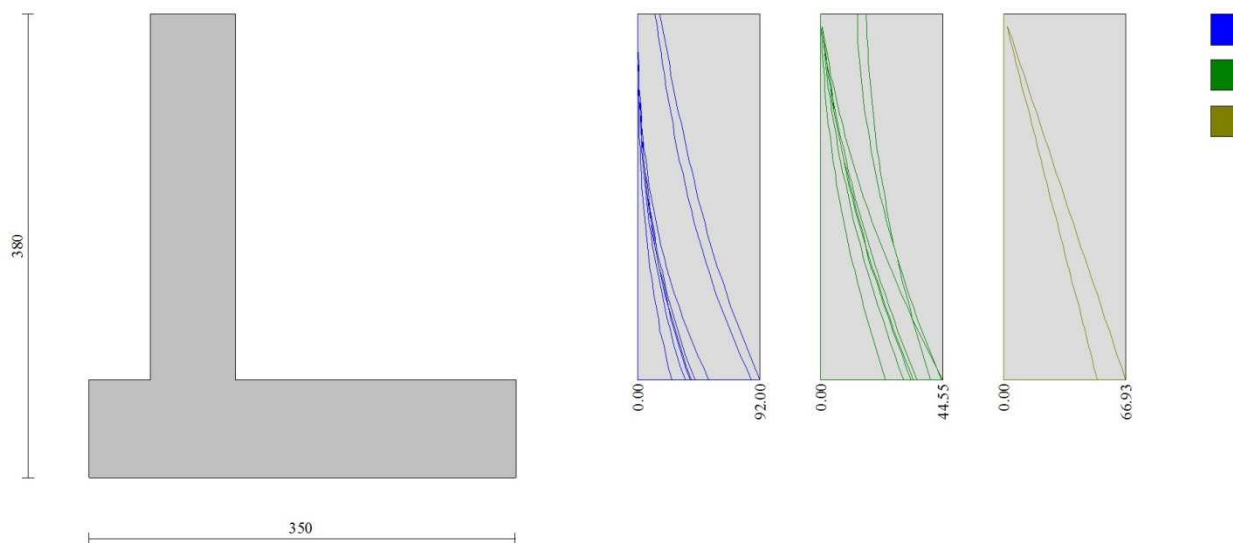


Fig. 6 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	-1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-1.10	0.00	0.00	5.17	9.74	0.26	0.49
3	-1.00	0.00	0.00	10.40	19.38	1.04	1.94
4	-0.90	0.00	0.00	15.69	28.93	2.34	4.36
5	-0.80	0.00	0.00	21.04	38.37	4.18	7.73
6	-0.70	0.00	0.00	26.45	47.72	6.55	12.03
7	0.00	0.00	0.00	-64.65	1.09	-87.45	7.33
8	0.10	0.00	0.00	-63.26	1.70	-81.05	7.19
9	0.20	0.00	0.00	-61.74	2.26	-74.80	6.99
10	0.30	0.00	0.00	-60.09	2.75	-68.71	6.74
11	0.40	0.00	0.00	-58.32	3.18	-62.79	6.44
12	0.50	0.00	0.00	-56.41	3.55	-57.15	6.10
13	0.60	0.00	0.00	-54.37	3.86	-51.79	5.73
14	0.70	0.00	0.00	-52.21	4.11	-46.59	5.33

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
15	0.80	0.00	0.00	-49.92	4.31	-41.58	4.91
16	0.90	0.00	0.00	-47.49	4.44	-36.77	4.48
17	1.00	0.00	0.00	-44.94	4.51	-32.18	4.19
18	1.10	0.00	0.00	-42.33	4.52	-27.82	3.90
19	1.20	0.00	0.00	-39.73	4.47	-23.72	3.56
20	1.30	0.00	0.00	-36.96	4.37	-19.88	3.17
21	1.40	0.00	0.00	-34.02	4.25	-16.33	2.76
22	1.50	0.00	0.00	-30.91	4.33	-13.08	2.33
23	1.60	0.00	0.00	-27.64	4.28	-10.15	1.90
24	1.70	0.00	0.00	-24.19	4.09	-7.56	1.48
25	1.80	0.00	0.00	-20.58	3.75	-5.32	1.08
26	1.90	0.00	0.00	-16.80	3.28	-3.45	0.73
27	2.00	0.00	0.00	-12.85	2.67	-1.97	0.43
28	2.10	0.00	0.00	-8.74	1.92	-0.88	0.20
29	2.20	0.00	0.00	-4.45	1.03	-0.22	0.05
30	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

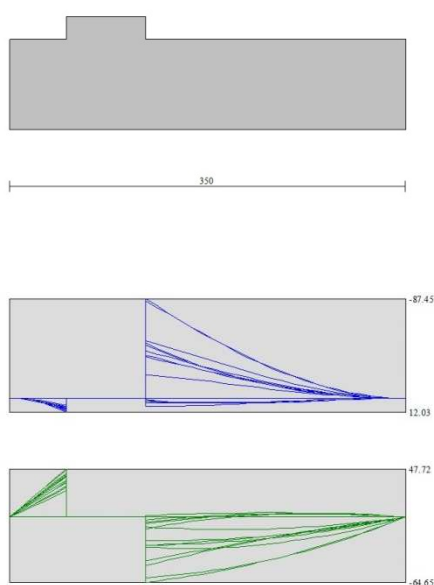


Fig. 7 - Fondazione

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 [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	70	5.65	10.05	16.67	0.00	277.63	0.00	16.655
2	100	70	5.65	10.05	18.34	1.72	285.75	26.73	15.578
3	100	70	5.65	10.05	20.03	3.43	292.87	50.18	14.620
4	100	70	5.65	10.05	21.74	5.15	299.14	70.84	13.758
5	100	70	5.65	10.05	23.48	6.86	304.68	89.09	12.978
6	100	70	5.65	10.05	25.24	8.58	309.58	105.25	12.266
7	100	70	5.65	10.05	27.04	10.30	313.93	119.56	11.611
8	100	70	5.65	10.05	28.87	12.01	317.77	132.22	11.006
9	100	70	5.65	10.05	30.75	13.73	321.16	143.39	10.444
10	100	70	5.65	10.05	32.68	15.45	324.14	153.22	9.920
11	100	70	5.65	10.05	34.65	17.16	326.76	161.82	9.429
12	100	70	5.65	10.05	36.69	18.88	329.03	169.30	8.968
13	100	70	5.65	10.05	38.78	20.59	330.99	175.76	8.535
14	100	70	5.65	10.05	40.94	22.31	332.66	181.28	8.125
15	100	70	5.65	10.05	43.17	24.03	334.07	185.93	7.738
16	100	70	5.65	10.05	45.47	25.74	335.24	189.78	7.372
17	100	70	5.65	10.05	47.86	27.46	336.19	192.90	7.025
18	100	70	5.65	10.05	50.32	29.18	336.93	195.34	6.695
19	100	70	5.65	10.05	52.88	30.89	337.49	197.17	6.383
20	100	70	5.65	10.05	55.52	32.61	337.87	198.43	6.085
21	100	70	5.65	10.05	58.26	34.32	338.09	199.17	5.803
22	100	70	5.65	10.05	61.11	36.04	338.18	199.45	5.534
23	100	70	5.65	10.05	64.06	37.76	338.13	199.30	5.279
24	100	70	5.65	10.05	67.12	39.47	337.97	198.77	5.036
25	100	70	5.65	10.05	62.59	41.19	298.78	196.63	4.774
26	100	70	5.65	10.05	66.03	42.90	297.85	193.54	4.511
27	100	70	5.65	10.05	69.63	44.62	296.85	190.22	4.263
28	100	70	5.65	10.05	73.41	46.34	295.80	186.72	4.030
29	100	70	5.65	10.05	77.35	48.05	294.71	183.08	3.810
30	100	70	5.65	10.05	81.48	49.77	293.58	179.33	3.603
31	100	70	5.65	10.05	85.79	51.49	292.43	175.50	3.409

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	80	5.65	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	100	80	5.65	10.05	0.49	0.00	159.78	0.00	327.162
3	100	80	5.65	10.05	1.94	0.00	159.78	0.00	82.156
4	100	80	5.65	10.05	4.36	0.00	159.78	0.00	36.638
5	100	80	5.65	10.05	7.73	0.00	159.78	0.00	20.679
6	100	80	5.65	10.05	12.03	0.00	159.78	0.00	13.280
7	100	80	5.65	10.05	-87.45	0.00	-278.16	0.00	3.181
8	100	80	5.65	10.05	-81.05	0.00	-278.16	0.00	3.432
9	100	80	5.65	10.05	-74.80	0.00	-278.16	0.00	3.719
10	100	80	5.65	10.05	-68.71	0.00	-278.16	0.00	4.048
11	100	80	5.65	10.05	-62.79	0.00	-278.16	0.00	4.430
12	100	80	5.65	10.05	-57.15	0.00	-278.16	0.00	4.867
13	100	80	5.65	10.05	-51.79	0.00	-278.16	0.00	5.371
14	100	80	5.65	10.05	-46.59	0.00	-278.16	0.00	5.970
15	100	80	5.65	10.05	-41.58	0.00	-278.16	0.00	6.690
16	100	80	5.65	10.05	-36.77	0.00	-278.16	0.00	7.565
17	100	80	5.65	10.05	-32.18	0.00	-278.16	0.00	8.645
18	100	80	5.65	10.05	-27.82	0.00	-278.16	0.00	9.998
19	100	80	5.65	10.05	-23.72	0.00	-278.16	0.00	11.729
20	100	80	5.65	10.05	-19.88	0.00	-278.16	0.00	13.991
21	100	80	5.65	10.05	-16.33	0.00	-278.16	0.00	17.033
22	100	80	5.65	10.05	-13.08	0.00	-278.16	0.00	21.262
23	100	80	5.65	10.05	-10.15	0.00	-278.16	0.00	27.395
24	100	80	5.65	10.05	-7.56	0.00	-278.16	0.00	36.791

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
25	100	80	5.65	10.05	-5.32	0.00	-278.16	0.00	52.281
26	100	80	5.65	10.05	-3.45	0.00	-278.16	0.00	80.627
27	100	80	5.65	10.05	-1.97	0.00	-278.16	0.00	141.498
28	100	80	5.65	10.05	-0.88	0.00	-278.16	0.00	314.337
29	100	80	5.65	10.05	-0.22	0.00	-278.16	0.00	1241.621
30	100	80	5.65	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000

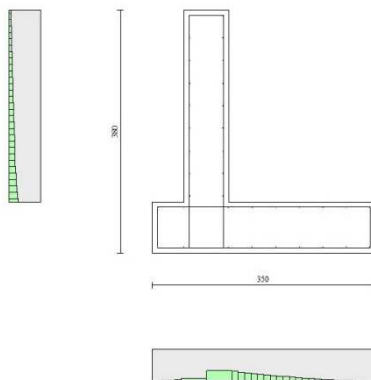


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	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 [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ 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} [cmq]	cotgθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	70	0.00	--	0.00	0.00	218.80	16.67	13.126
2	100	70	0.00	--	0.00	0.00	219.03	16.81	13.034
3	100	70	0.00	--	0.00	0.00	219.27	16.99	12.909
4	100	70	0.00	--	0.00	0.00	219.50	17.21	12.753
5	100	70	0.00	--	0.00	0.00	219.73	17.48	12.569
6	100	70	0.00	--	0.00	0.00	219.96	17.80	12.359
7	100	70	0.00	--	0.00	0.00	220.19	18.16	12.127
8	100	70	0.00	--	0.00	0.00	220.43	18.56	11.875
9	100	70	0.00	--	0.00	0.00	220.66	19.01	11.606
10	100	70	0.00	--	0.00	0.00	220.89	19.51	11.323
11	100	70	0.00	--	0.00	0.00	221.12	20.05	11.030
12	100	70	0.00	--	0.00	0.00	221.35	20.63	10.728
13	100	70	0.00	--	0.00	0.00	221.58	21.26	10.421
14	100	70	0.00	--	0.00	0.00	221.82	21.94	10.111
15	100	70	0.00	--	0.00	0.00	222.05	22.66	9.800
16	100	70	0.00	--	0.00	0.00	222.28	23.42	9.490
17	100	70	0.00	--	0.00	0.00	222.51	24.23	9.182
18	100	70	0.00	--	0.00	0.00	222.74	25.09	8.879
19	100	70	0.00	--	0.00	0.00	222.97	25.99	8.580
20	100	70	0.00	--	0.00	0.00	223.21	26.93	8.288
21	100	70	0.00	--	0.00	0.00	223.44	27.92	8.002
22	100	70	0.00	--	0.00	0.00	223.67	29.25	7.648
23	100	70	0.00	--	0.00	0.00	223.90	30.66	7.304
24	100	70	0.00	--	0.00	0.00	224.13	32.12	6.977
25	100	70	0.00	--	0.00	0.00	224.36	33.65	6.667
26	100	70	0.00	--	0.00	0.00	224.60	35.24	6.374
27	100	70	0.00	--	0.00	0.00	224.83	36.88	6.096
28	100	70	0.00	--	0.00	0.00	225.06	38.58	5.833
29	100	70	0.00	--	0.00	0.00	225.29	40.34	5.584
30	100	70	0.00	--	0.00	0.00	225.52	42.22	5.342
31	100	70	0.00	--	0.00	0.00	225.75	44.55	5.067

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	0.00	100.000
2	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-9.74	24.870
3	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-19.38	12.498
4	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-28.93	8.375
5	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-38.37	6.313
6	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-47.72	5.077
7	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-64.65	3.747
8	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-63.26	3.830
9	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-61.74	3.924
10	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-60.09	4.031
11	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-58.32	4.154
12	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-56.41	4.294
13	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-54.37	4.455
14	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-52.21	4.640
15	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-49.92	4.853
16	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-47.49	5.101
17	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-44.94	5.390
18	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-42.33	5.722
19	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-39.73	6.097
20	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-36.96	6.555
21	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-34.02	7.121
22	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-30.91	7.837
23	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-27.64	8.765
24	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-24.19	10.013
25	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-20.58	11.770
26	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-16.80	14.418
27	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-12.85	18.847
28	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-8.74	27.727
29	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	-4.45	54.407
30	100	80	0.00	--	0.00	0.00	242.25	0.00	100.000

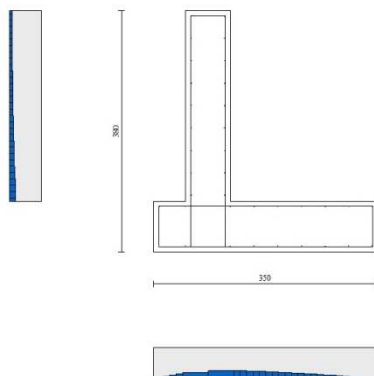


Fig. 9 - Paramento (Inviluppo)

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 espressa in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	deformazione espressa in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

Combinazioni SLER

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (20)
2	100	70	0.00	0.00	0.02	29.21	0.000000	0.00	0.000 (20)
3	100	70	0.00	0.00	0.10	69.95	0.000000	0.00	0.000 (20)
4	100	70	0.00	0.00	0.22	130.30	0.000000	0.00	0.000 (20)
5	100	70	0.00	0.00	0.41	228.14	0.000000	0.00	0.000 (20)
6	100	70	0.00	0.00	0.66	412.98	0.000000	0.00	0.000 (20)
7	100	70	0.00	0.00	0.97	890.50	0.000000	0.00	0.000 (20)
8	100	70	0.00	0.00	1.36	4930.95	0.000000	0.00	0.000 (20)
9	100	70	0.00	0.00	1.83	2076.98	0.000000	0.00	0.000 (20)
10	100	70	10.05	1750.00	2.37	991.20	0.000000	0.00	0.000 (20)
11	100	70	10.05	1750.00	3.00	700.87	0.000000	0.00	0.000 (20)
12	100	70	10.05	1750.00	3.72	566.45	0.000000	0.00	0.000 (20)
13	100	70	10.05	1750.00	4.54	489.08	0.000000	0.00	0.000 (20)
14	100	70	10.05	1750.00	5.45	438.89	0.000000	0.00	0.000 (20)
15	100	70	10.05	1750.00	6.47	403.75	0.000000	0.00	0.000 (20)
16	100	70	10.05	1750.00	7.60	377.82	0.000000	0.00	0.000 (20)
17	100	70	10.05	1750.00	8.84	357.93	0.000000	0.00	0.000 (20)
18	100	70	10.05	1750.00	10.19	342.21	0.000000	0.00	0.000 (20)
19	100	70	10.05	1750.00	11.67	329.49	0.000000	0.00	0.000 (20)
20	100	70	10.05	1750.00	13.27	319.00	0.000000	0.00	0.000 (20)
21	100	70	10.05	1750.00	15.00	310.21	0.000000	0.00	0.000 (20)
22	100	70	10.05	1750.00	16.87	302.75	0.000000	0.00	0.000 (20)
23	100	70	10.05	1750.00	18.88	296.35	0.000000	0.00	0.000 (20)
24	100	70	10.05	1750.00	21.03	290.79	0.000000	0.00	0.000 (20)
25	100	70	10.05	1750.00	23.33	285.94	0.000000	0.00	0.000 (20)
26	100	70	10.05	1750.00	25.79	281.66	0.000000	0.00	0.000 (20)
27	100	70	10.05	1750.00	28.40	277.86	0.000000	0.00	0.000 (20)
28	100	70	10.05	1750.00	31.17	274.48	0.000000	0.00	0.000 (20)
29	100	70	10.05	1750.00	34.11	271.44	0.000000	0.00	0.000 (20)
30	100	70	10.05	1750.00	37.22	268.71	0.000000	0.00	0.000 (20)
31	100	70	10.05	1750.00	40.51	266.23	0.000000	0.00	0.000 (20)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (20)
2	100	80	5.65	1750.00	0.30	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
3	100	80	5.65	1750.00	1.21	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
4	100	80	5.65	1750.00	2.73	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
5	100	80	5.65	1750.00	4.88	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
6	100	80	5.65	1750.00	7.65	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
7	100	80	5.65	1750.00	2.10	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
8	100	80	5.65	1750.00	2.54	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
9	100	80	5.65	1750.00	2.88	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
10	100	80	5.65	1750.00	3.12	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
11	100	80	5.65	1750.00	3.27	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
12	100	80	5.65	1750.00	3.35	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
13	100	80	5.65	1750.00	3.35	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
14	100	80	5.65	1750.00	3.30	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
15	100	80	5.65	1750.00	3.18	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
16	100	80	5.65	1750.00	3.02	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
17	100	80	5.65	1750.00	2.82	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
18	100	80	5.65	1750.00	2.59	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
19	100	80	5.65	1750.00	2.33	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
20	100	80	5.65	1750.00	2.05	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
21	100	80	5.65	1750.00	1.76	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
22	100	80	5.65	1750.00	1.47	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
23	100	80	5.65	1750.00	1.19	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
24	100	80	5.65	1750.00	0.92	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
25	100	80	5.65	1750.00	0.67	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
26	100	80	5.65	1750.00	0.45	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
27	100	80	5.65	1750.00	0.26	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
28	100	80	5.65	1750.00	0.12	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
29	100	80	5.65	1750.00	0.03	290.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
30	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (20)

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (21)
2	100	70	0.00	0.00	0.02	21.47	0.000000	0.00	0.000 (21)
3	100	70	0.00	0.00	0.07	49.95	0.000000	0.00	0.000 (21)
4	100	70	0.00	0.00	0.17	89.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
5	100	70	0.00	0.00	0.32	145.52	0.000000	0.00	0.000 (21)
6	100	70	0.00	0.00	0.52	233.35	0.000000	0.00	0.000 (21)
7	100	70	0.00	0.00	0.77	387.52	0.000000	0.00	0.000 (21)
8	100	70	0.00	0.00	1.09	725.99	0.000000	0.00	0.000 (21)
9	100	70	0.00	0.00	1.47	2054.83	0.000000	0.00	0.000 (21)
10	100	70	0.00	0.00	1.92	5079.58	0.000000	0.00	0.000 (21)
11	100	70	0.00	0.00	2.44	1358.53	0.000000	0.00	0.000 (21)
12	100	70	10.05	1750.00	3.04	853.99	0.000000	0.00	0.000 (21)
13	100	70	10.05	1750.00	3.73	654.40	0.000000	0.00	0.000 (21)
14	100	70	10.05	1750.00	4.50	547.70	0.000000	0.00	0.000 (21)
15	100	70	10.05	1750.00	5.37	481.41	0.000000	0.00	0.000 (21)
16	100	70	10.05	1750.00	6.33	436.33	0.000000	0.00	0.000 (21)
17	100	70	10.05	1750.00	7.40	403.75	0.000000	0.00	0.000 (21)
18	100	70	10.05	1750.00	8.56	379.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
19	100	70	10.05	1750.00	9.84	359.94	0.000000	0.00	0.000 (21)
20	100	70	10.05	1750.00	11.24	344.56	0.000000	0.00	0.000 (21)
21	100	70	10.05	1750.00	12.75	331.99	0.000000	0.00	0.000 (21)
22	100	70	10.05	1750.00	14.39	321.53	0.000000	0.00	0.000 (21)
23	100	70	10.05	1750.00	16.16	312.71	0.000000	0.00	0.000 (21)
24	100	70	10.05	1750.00	18.06	305.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
25	100	70	10.05	1750.00	20.09	298.67	0.000000	0.00	0.000 (21)
26	100	70	10.05	1750.00	22.27	293.02	0.000000	0.00	0.000 (21)
27	100	70	10.05	1750.00	24.59	288.05	0.000000	0.00	0.000 (21)
28	100	70	10.05	1750.00	27.07	283.66	0.000000	0.00	0.000 (21)
29	100	70	10.05	1750.00	29.70	279.76	0.000000	0.00	0.000 (21)
30	100	70	10.05	1750.00	32.49	276.28	0.000000	0.00	0.000 (21)
31	100	70	10.05	1750.00	35.44	273.14	0.000000	0.00	0.000 (21)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (21)
2	100	80	5.65	1750.00	0.29	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
3	100	80	5.65	1750.00	1.15	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
4	100	80	5.65	1750.00	2.60	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
5	100	80	5.65	1750.00	4.64	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
6	100	80	5.65	1750.00	7.29	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
7	100	80	5.65	1750.00	3.85	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
8	100	80	5.65	1750.00	4.09	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
9	100	80	5.65	1750.00	4.25	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
10	100	80	5.65	1750.00	4.32	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
11	100	80	5.65	1750.00	4.33	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
12	100	80	5.65	1750.00	4.27	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
13	100	80	5.65	1750.00	4.15	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
14	100	80	5.65	1750.00	3.98	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
15	100	80	5.65	1750.00	3.76	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
16	100	80	5.65	1750.00	3.51	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
17	100	80	5.65	1750.00	3.22	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
18	100	80	5.65	1750.00	2.92	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
19	100	80	5.65	1750.00	2.59	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
20	100	80	5.65	1750.00	2.26	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
21	100	80	5.65	1750.00	1.93	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
22	100	80	5.65	1750.00	1.60	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
23	100	80	5.65	1750.00	1.28	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
24	100	80	5.65	1750.00	0.98	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
25	100	80	5.65	1750.00	0.71	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
26	100	80	5.65	1750.00	0.48	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
27	100	80	5.65	1750.00	0.28	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
28	100	80	5.65	1750.00	0.13	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
29	100	80	5.65	1750.00	0.03	290.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
30	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (21)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (22)
2	100	70	0.00	0.00	0.01	7.33	0.000000	0.00	0.000 (22)
3	100	70	0.00	0.00	0.03	17.09	0.000000	0.00	0.000 (22)
4	100	70	0.00	0.00	0.07	29.84	0.000000	0.00	0.000 (22)
5	100	70	0.00	0.00	0.14	46.39	0.000000	0.00	0.000 (22)
6	100	70	0.00	0.00	0.24	68.00	0.000000	0.00	0.000 (22)
7	100	70	0.00	0.00	0.37	96.69	0.000000	0.00	0.000 (22)
8	100	70	0.00	0.00	0.53	135.79	0.000000	0.00	0.000 (22)
9	100	70	0.00	0.00	0.75	191.26	0.000000	0.00	0.000 (22)
10	100	70	0.00	0.00	1.00	274.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
11	100	70	0.00	0.00	1.31	413.38	0.000000	0.00	0.000 (22)
12	100	70	0.00	0.00	1.68	684.03	0.000000	0.00	0.000 (22)
13	100	70	0.00	0.00	2.11	1437.42	0.000000	0.00	0.000 (22)
14	100	70	0.00	0.00	2.60	13872.81	0.000000	0.00	0.000 (22)
15	100	70	0.00	0.00	3.16	2259.15	0.000000	0.00	0.000 (22)
16	100	70	10.05	1750.00	3.80	1145.84	0.000000	0.00	0.000 (22)
17	100	70	10.05	1750.00	4.52	809.11	0.000000	0.00	0.000 (22)
18	100	70	10.05	1750.00	5.31	647.01	0.000000	0.00	0.000 (22)
19	100	70	10.05	1750.00	6.20	551.95	0.000000	0.00	0.000 (22)
20	100	70	10.05	1750.00	7.18	489.63	0.000000	0.00	0.000 (22)
21	100	70	10.05	1750.00	8.25	445.74	0.000000	0.00	0.000 (22)
22	100	70	10.05	1750.00	9.43	413.23	0.000000	0.00	0.000 (22)
23	100	70	10.05	1750.00	10.71	388.25	0.000000	0.00	0.000 (22)
24	100	70	10.05	1750.00	12.11	368.49	0.000000	0.00	0.000 (22)
25	100	70	10.05	1750.00	13.61	352.50	0.000000	0.00	0.000 (22)
26	100	70	10.05	1750.00	15.24	339.32	0.000000	0.00	0.000 (22)
27	100	70	10.05	1750.00	16.99	328.28	0.000000	0.00	0.000 (22)
28	100	70	10.05	1750.00	18.87	318.93	0.000000	0.00	0.000 (22)
29	100	70	10.05	1750.00	20.88	310.91	0.000000	0.00	0.000 (22)
30	100	70	10.05	1750.00	23.03	303.97	0.000000	0.00	0.000 (22)
31	100	70	10.05	1750.00	25.32	297.91	0.000000	0.00	0.000 (22)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (22)
2	100	80	5.65	1750.00	0.26	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
3	100	80	5.65	1750.00	1.04	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
4	100	80	5.65	1750.00	2.34	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
5	100	80	5.65	1750.00	4.18	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
6	100	80	5.65	1750.00	6.55	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
7	100	80	5.65	1750.00	7.33	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
8	100	80	5.65	1750.00	7.19	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
9	100	80	5.65	1750.00	6.99	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
10	100	80	5.65	1750.00	6.74	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
11	100	80	5.65	1750.00	6.44	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
12	100	80	5.65	1750.00	6.10	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
13	100	80	5.65	1750.00	5.73	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
14	100	80	5.65	1750.00	5.33	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
15	100	80	5.65	1750.00	4.91	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
16	100	80	5.65	1750.00	4.48	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
17	100	80	5.65	1750.00	4.03	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
18	100	80	5.65	1750.00	3.58	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
19	100	80	5.65	1750.00	3.12	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
20	100	80	5.65	1750.00	2.68	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
21	100	80	5.65	1750.00	2.25	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
22	100	80	5.65	1750.00	1.84	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
23	100	80	5.65	1750.00	1.46	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
24	100	80	5.65	1750.00	1.11	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
25	100	80	5.65	1750.00	0.80	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
26	100	80	5.65	1750.00	0.52	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
27	100	80	5.65	1750.00	0.30	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
28	100	80	5.65	1750.00	0.14	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
29	100	80	5.65	1750.00	0.04	290.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
30	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (22)

16 ALLEGATO 2 – TRATTO FONDAZIONE DIRETTA - SEZIONE TIPO 2

Dati

Materiali

Simbologia adottata

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

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R_{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
5	C25/30	C25/30	B450C	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50
6	C28/35	C28/35	B450C	24.5170	35000	32587986	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk} [kPa]	f_{uk} [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 [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	12.00	0.00	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	-8.00	-4.80	0.000
2	12.00	-4.80	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 1.00 [m]

Paramento

Materiale	C25/30	
Altezza paramento	4.00	[m]
Altezza paramento libero	4.00	[m]
Spessore in sommità	0.70	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.70	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

Fondazione

Materiale	C28/35	
Lunghezza mensola di valle	0.50	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.60	[m]
Lunghezza totale	3.80	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.80	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

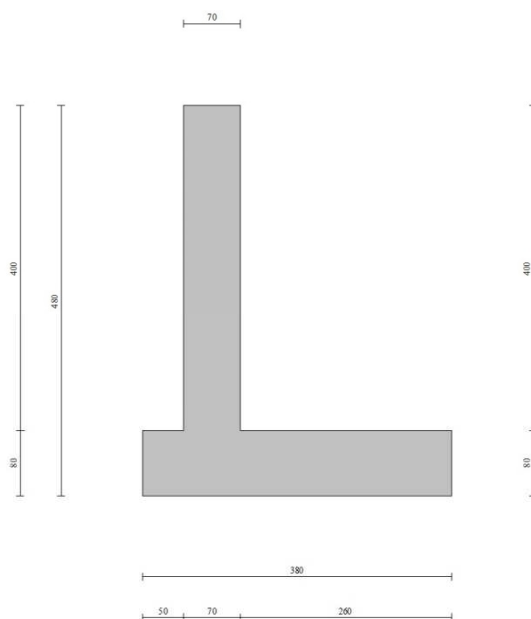


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]
1	RILEVATO	20.0000	20.0000	35.000	23.000
2	FORMAZIONE B	20.0000	20.0000	38.000	25.000
3	FORMAZIONE A-SUP	19.0000	19.0000	28.000	18.000
4	FORMAZIONE A-INF	19.0000	19.0000	28.000	18.000

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato

n°	H [m]	α [°]	Terreno
1	4.80	0.000	RILEVATO
2	2.00	0.000	FORMAZIONE A-SUP
3	2.00	0.000	FORMAZIONE A-INF
4	3.00	0.000	FORMAZIONE B

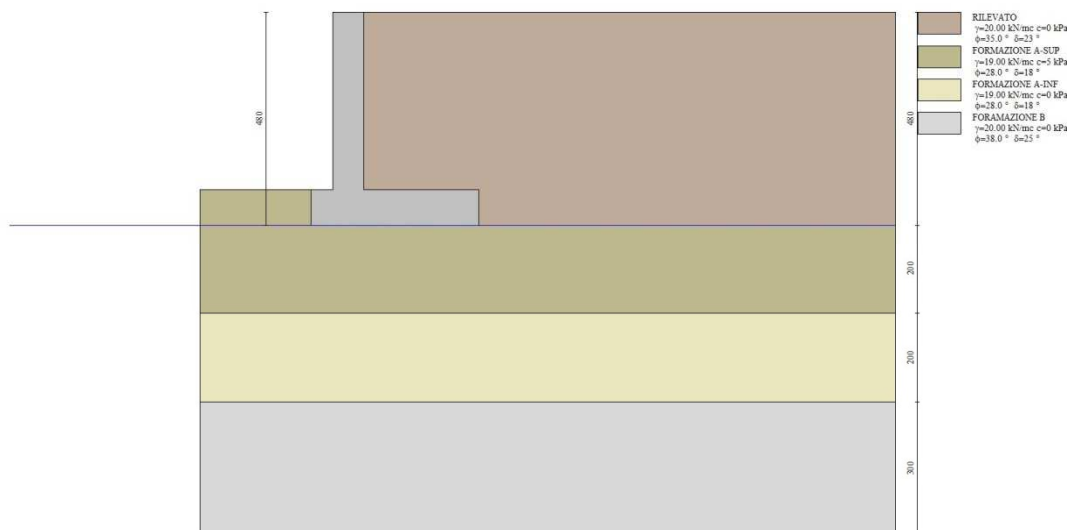


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kN]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Traffico) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.25$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	F _x	F _y	M	X _i	X _f	Q _i	Q _f
		[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

Condizione n° 2 (Urto-STR) - ECCEZIONALE

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	F _x	F _y	M	X _i	X _f	Q _i	Q _f
			[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.35; 0.00	12.5000	0.0000	12.5000				

Condizione n° 3 (Urto-GEO) - VARIABILE

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.00 - \Psi_1=0.00 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	F _x	F _y	M	X _i	X _f	Q _i	Q _f
			[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.35; 0.00	6.9400	0.0000	6.9400				

Condizione n° 4 (Condizione 4) - VARIABILE

Coeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{O,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{O,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{OT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{OT,sfav}$	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	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_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

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
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:

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

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali Ad:

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

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

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.50	1.00	Sfavorevole

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.15	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 18 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 19 - ECC

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole
Urto-STR	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 20 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 21 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 22 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	
Provincia	
Regione	
Latitudine	44.525608
Longitudine	11.292193
Indice punti di interpolazione	16730 - 16508 - 16507 - 16729
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_0	[m/s ²]		2.064	0.840
Accelerazione al suolo	a_d/g	[%]		0.210	0.086
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.432	2.486
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.307	0.284
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.195	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	9.558	4.779
Ultimo - Ribaltamento	0.570	14.337	7.168
Esercizio	0.470	4.829	2.415

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

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	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_{\gamma}$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Fattori di inclinazione e fattori di forma

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

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:

$w_1=0.20$
$w_2=0.30$
$w_3=0.40$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	$0.60 f_{ck}$	$0.80 f_{yk}$
Frequente	$1.00 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$
Quasi permanente	$0.45 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$

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 _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	104.89	23.00	96.55	40.98	2.60	-2.96
	Peso/Inerzia muro			0.00	143.18/0.00	0.20	-3.25
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	278.20/0.00	1.30	-2.00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

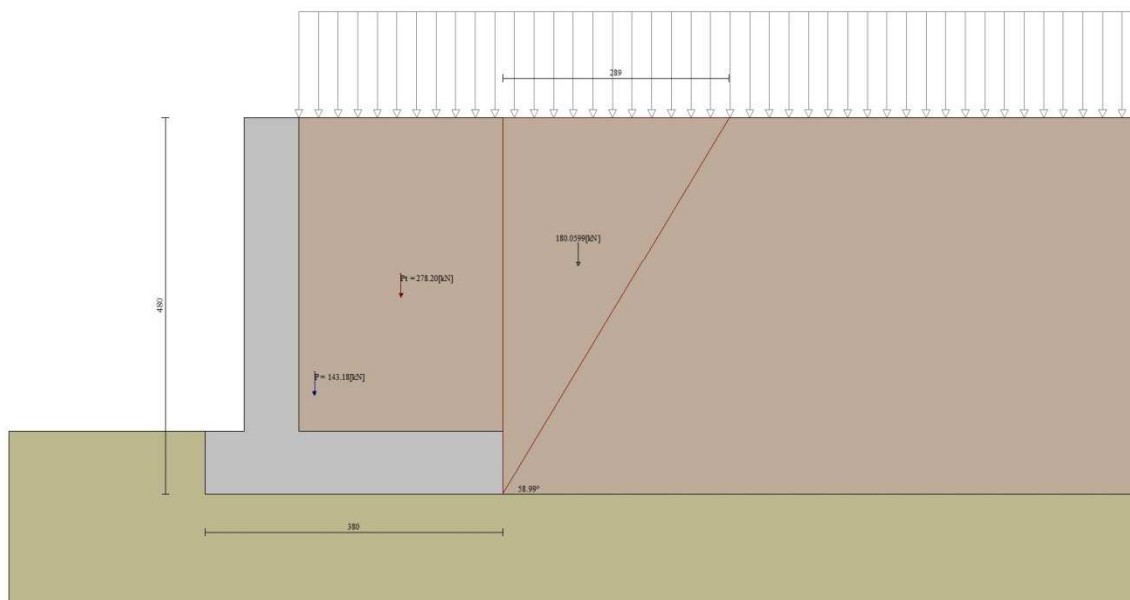


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

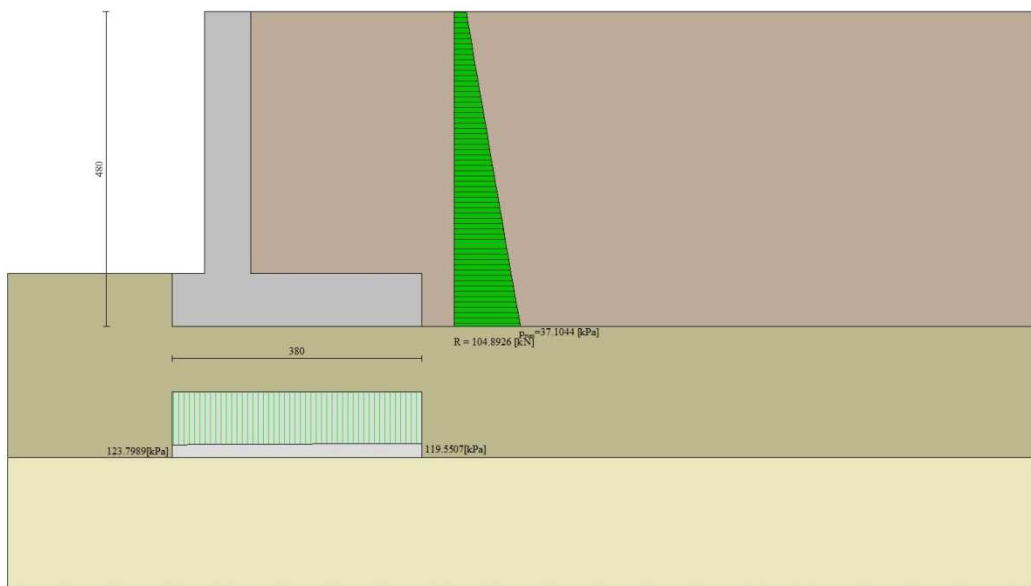


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	462.36	96.55	177.82	1051.20	0.011
2 - STR (A1-M1-R3)	400.43	85.09	185.71	884.30	0.155
3 - STR (A1-M1-R3)	412.83	108.42	215.57	907.16	0.225
4 - STR (A1-M1-R3)	375.76	103.10	238.75	862.61	0.240
5 - STR (A1-M1-R3)	567.72	96.55	177.82	1267.19	-0.019
6 - STR (A1-M1-R3)	524.76	96.55	177.82	1207.20	-0.062
7 - STR (A1-M1-R3)	505.32	96.55	177.82	1111.19	0.053
8 - STR (A1-M1-R3)	505.78	85.09	185.71	1100.29	0.092
9 - STR (A1-M1-R3)	462.83	85.09	185.71	1040.30	0.054
10 - STR (A1-M1-R3)	443.38	85.09	185.71	944.29	0.189
11 - GEO (A2-M2-R2)	444.57	98.92	183.92	997.11	0.071
12 - GEO (A2-M2-R2)	391.56	83.91	178.57	853.97	0.175
13 - GEO (A2-M2-R2)	412.83	108.42	215.57	907.16	0.225
14 - GEO (A2-M2-R2)	375.76	103.10	238.75	862.61	0.240
15 - EQU (A1-M1-R3)	462.36	96.55	177.82	1051.20	0.011
16 - EQU (A1-M1-R3)	400.43	85.09	185.71	884.30	0.155
17 - EQU (A1-M1-R3)	425.46	135.08	277.97	940.07	0.344
18 - EQU (A1-M1-R3)	370.00	127.43	313.55	873.79	0.386
19 - ECC	388.48	69.74	168.41	844.79	0.159
20 - SLER	434.35	73.44	134.79	968.42	-0.019
21 - SLEF	419.06	68.04	121.83	927.21	-0.022
22 - SLEQ	388.48	57.24	95.91	844.79	-0.028

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

111465-LL00-PD-A2-C02-MS001-00000-R-APE0498

MURO DI SOSTEGNO MS001 – RELAZIONE DI CALCOLO

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{OLIM}	FS _{STAB}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.556		2.073	
2 - STR (A1-M1-R3)		1.529		1.995	
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.237		1.555	
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.184		1.624	
5 - STR (A1-M1-R3)		1.910		1.879	
6 - STR (A1-M1-R3)		1.766		1.826	
7 - STR (A1-M1-R3)		1.700		1.873	
8 - STR (A1-M1-R3)		1.931		1.928	
9 - STR (A1-M1-R3)		1.767		2.091	
10 - STR (A1-M1-R3)		1.693		1.875	
11 - GEO (A2-M2-R2)					1.435
12 - GEO (A2-M2-R2)					1.583
13 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.647
14 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.613
15 - EQU (A1-M1-R3)			5.912		
16 - EQU (A1-M1-R3)			4.762		
17 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.382		
18 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.787		

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]	
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	122.09	0.00	0.00	--	--	122.09	103.10	1.184

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]	
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	412.83	641.75	534.79	1.555

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
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
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B \cdot N_y$ 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 (Hansen).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
3	25.803 14.720 10.942	0.458 0.495 0.362	1.084 1.063 1.000	1.000 1.000 1.000	1.000 1.000 1.000	1.006 1.005 0.996	-- -- --	--	--	0.757	0.930

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kN/mc]	c [kPa]
3	0.80	3.80	3.16	9.19	28.00	3

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 [kNm]	Mr [kNm]	FS
18 - EQU (A1-M1-R3) H - V	873.79	313.55	2.787

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 [m]	R [m]	FS
11 - GEO (A2-M2-R2)	-2.00; 2.00	8.22	1.435

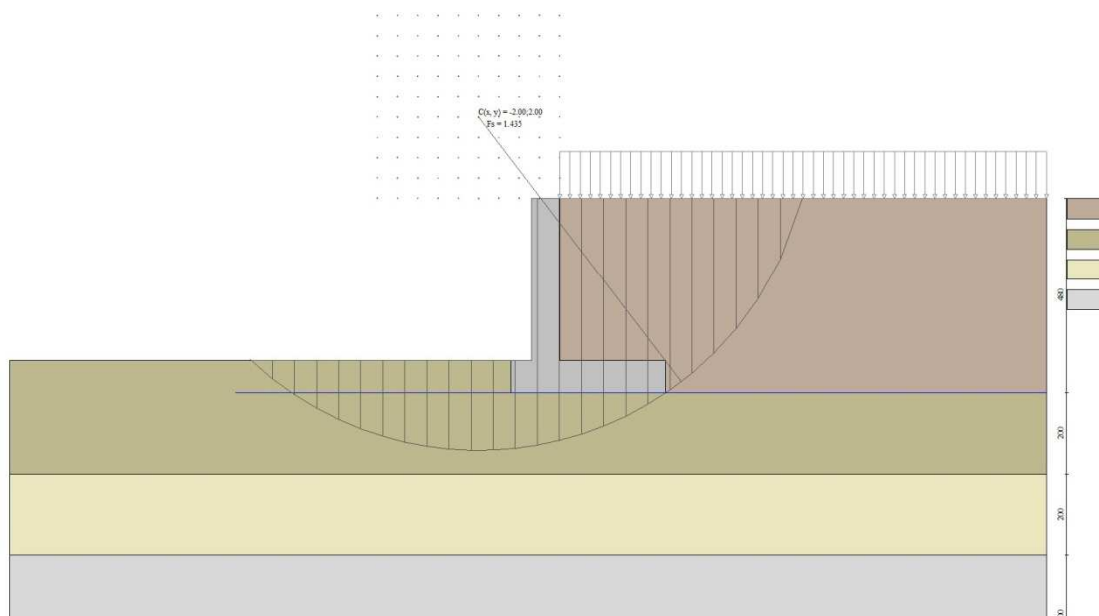


Fig. 5 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 11)

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 _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	0.00	12.50
2	-0.10	1.72	2.23	0.14	12.64	0.01	13.76
3	-0.20	3.43	4.46	0.32	12.82	0.03	15.03
4	-0.30	5.15	6.69	0.54	13.04	0.07	16.32
5	-0.40	6.86	8.92	0.81	13.31	0.14	17.64
6	-0.50	8.58	11.16	1.13	13.63	0.24	18.99
7	-0.60	10.30	13.39	1.49	13.99	0.37	20.37
8	-0.70	12.01	15.62	1.89	14.39	0.53	21.78
9	-0.80	13.73	17.85	2.34	14.84	0.75	23.25
10	-0.90	15.45	20.08	2.84	15.34	1.00	24.75
11	-1.00	17.16	22.31	3.38	15.88	1.31	26.31
12	-1.10	18.88	24.54	3.96	16.46	1.68	27.93
13	-1.20	20.59	26.77	4.59	17.09	2.11	29.61
14	-1.30	22.31	29.00	5.27	17.77	2.60	31.35
15	-1.40	24.03	31.23	5.99	18.49	3.16	33.16
16	-1.50	25.74	33.47	6.75	19.27	3.80	35.05
17	-1.60	27.46	35.70	7.56	20.33	4.52	37.02
18	-1.70	29.18	37.93	8.42	21.45	5.31	39.06
19	-1.80	30.89	40.16	9.32	22.62	6.20	41.20
20	-1.90	32.61	42.39	10.26	23.86	7.18	43.43
21	-2.00	34.32	44.62	11.25	25.15	8.25	45.75
22	-2.10	36.04	46.85	12.29	26.50	9.43	48.18
23	-2.20	37.76	49.08	13.37	27.91	10.71	50.71
24	-2.30	39.47	51.31	14.49	29.45	12.11	53.36
25	-2.40	41.19	53.55	15.66	31.43	13.61	56.11
26	-2.50	42.90	55.78	16.88	33.47	15.24	58.99
27	-2.60	44.62	58.01	18.14	35.57	16.99	61.99
28	-2.70	46.34	60.24	19.44	37.73	18.87	65.12
29	-2.80	48.05	62.47	20.79	39.94	20.88	68.38
30	-2.90	49.77	64.70	22.19	42.22	23.03	71.78
31	-3.00	51.49	66.93	23.63	44.55	25.32	75.32
32	-3.10	53.20	69.16	25.11	46.94	27.76	79.03
33	-3.20	54.92	71.39	26.64	49.39	30.34	83.46
34	-3.30	56.63	73.62	28.22	51.90	33.09	88.08
35	-3.40	58.35	75.86	29.84	54.47	35.99	92.91
36	-3.50	60.07	78.09	31.50	57.10	39.05	97.96
37	-3.60	61.78	80.32	33.21	59.78	42.29	103.23
38	-3.70	63.50	82.55	34.97	62.52	45.70	108.72
39	-3.80	65.22	84.78	36.77	65.32	49.28	114.44
40	-3.90	66.93	87.01	38.61	68.18	53.05	120.41
41	-4.00	68.65	89.24	40.50	71.10	57.01	126.61

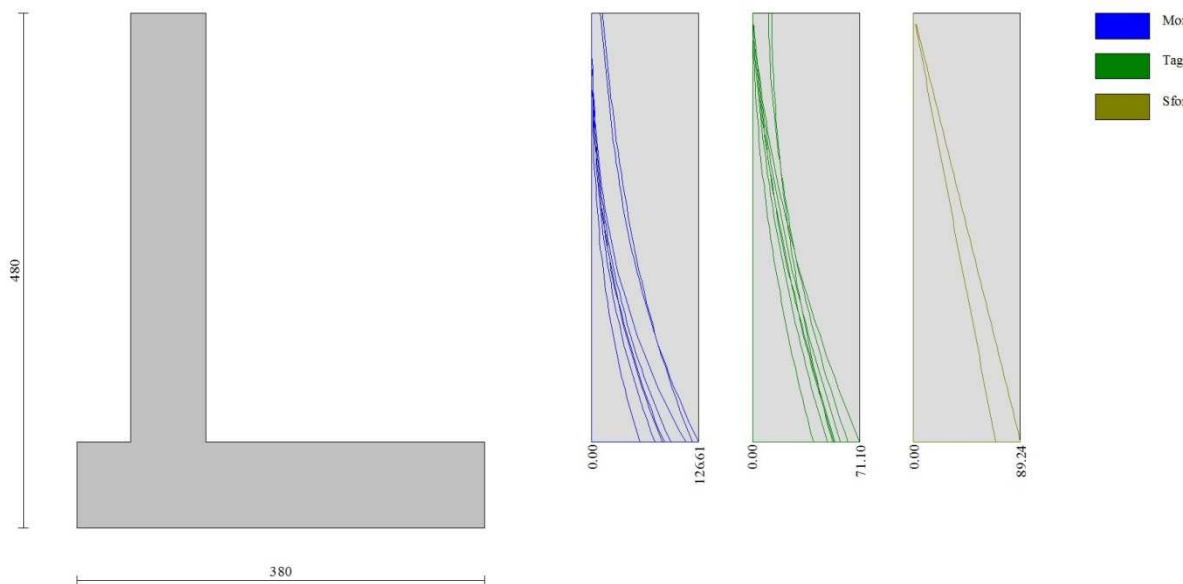


Fig. 6 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	-1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
2	-1.10	0.00	0.00	7.83	12.66	0.39	0.63
3	-1.00	0.00	0.00	15.68	25.17	1.57	2.52
4	-0.90	0.00	0.00	23.55	37.61	3.53	5.66
5	-0.80	0.00	0.00	31.44	49.94	6.28	10.04
6	-0.70	0.00	0.00	39.37	62.18	9.82	15.65
7	0.00	0.00	0.00	-86.20	-2.52	-131.99	0.17
8	0.10	0.00	0.00	-84.58	-2.13	-123.45	0.41
9	0.20	0.00	0.00	-82.83	-1.76	-115.08	0.60
10	0.30	0.00	0.00	-80.95	-1.42	-106.89	0.76
11	0.40	0.00	0.00	-78.92	-1.10	-99.13	0.88
12	0.50	0.00	0.00	-76.77	-0.80	-91.67	0.98
13	0.60	0.00	0.00	-74.47	-0.53	-84.37	1.05
14	0.70	0.00	0.00	-72.04	-0.28	-77.25	1.09
15	0.80	0.00	0.00	-69.47	-0.05	-70.32	1.10
16	0.90	0.00	0.00	-66.77	0.15	-63.61	1.10
17	1.00	0.00	0.00	-63.93	0.33	-57.13	1.07
18	1.10	0.00	0.00	-60.98	0.49	-50.90	1.03
19	1.20	0.00	0.00	-58.20	0.62	-44.94	0.97
20	1.30	0.00	0.00	-55.24	0.73	-39.26	0.91
21	1.40	0.00	0.00	-52.09	0.82	-33.89	0.83
22	1.50	0.00	0.00	-48.76	0.88	-28.85	0.74
23	1.60	0.00	0.00	-45.24	0.92	-24.15	0.65
24	1.70	0.00	0.00	-41.54	0.93	-19.81	0.56
25	1.80	0.00	0.00	-37.66	0.92	-15.85	0.47
26	1.90	0.00	0.00	-33.59	0.89	-12.28	0.38
27	2.00	0.00	0.00	-29.35	0.83	-9.13	0.29
28	2.10	0.00	0.00	-24.91	0.75	-6.42	0.21
29	2.20	0.00	0.00	-20.30	0.65	-4.16	0.14
30	2.30	0.00	0.00	-15.50	0.52	-2.37	0.08
31	2.40	0.00	0.00	-10.52	0.37	-1.06	0.04
32	2.50	0.00	0.00	-5.35	0.20	-0.27	0.01
33	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

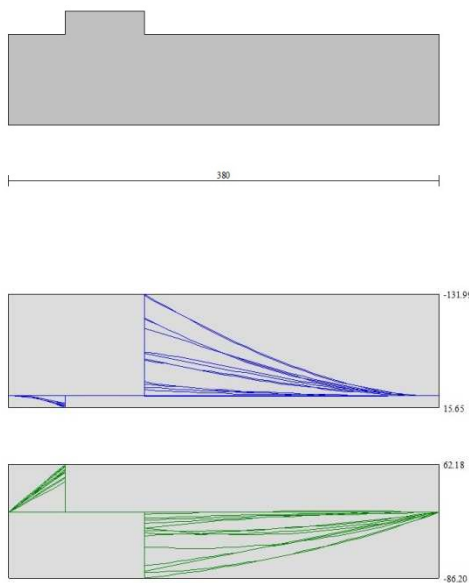


Fig. 7 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

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]
Mu momento ultimi espresso in [kNm]
Nu sforzo normale ultimo espressa in [kN]
FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	70	5.65	10.05	12.50	0.00	277.63	0.00	22.211
2	100	70	5.65	10.05	13.76	1.72	288.56	36.00	20.977
3	100	70	5.65	10.05	15.03	3.43	298.32	68.13	19.850
4	100	70	5.65	10.05	16.32	5.15	307.04	96.86	18.812
5	100	70	5.65	10.05	17.64	6.86	314.83	122.53	17.849
6	100	70	5.65	10.05	18.99	8.58	321.78	145.44	16.949
7	100	70	5.65	10.05	20.37	10.30	327.97	165.83	16.104
8	100	70	5.65	10.05	21.78	12.01	333.46	183.89	15.307
9	100	70	5.65	10.05	23.25	13.73	338.29	199.80	14.553
10	100	70	5.65	10.05	24.75	15.45	342.51	213.72	13.837
11	100	70	5.65	10.05	26.31	17.16	346.17	225.77	13.155
12	100	70	5.65	10.05	27.93	18.88	349.30	236.09	12.506
13	100	70	5.65	10.05	29.61	20.59	351.94	244.80	11.887
14	100	70	5.65	10.05	31.35	22.31	354.14	252.02	11.296
15	100	70	5.65	10.05	33.16	24.03	355.91	257.85	10.732
16	100	70	5.65	10.05	35.05	25.74	357.29	262.42	10.194
17	100	70	5.65	10.05	37.02	27.46	358.32	265.82	9.680
18	100	70	5.65	10.05	35.10	29.18	319.51	265.60	9.104
19	100	70	5.65	10.05	37.30	30.89	319.11	264.29	8.555
20	100	70	5.65	10.05	39.62	32.61	318.44	262.06	8.037
21	100	70	5.65	10.05	42.07	34.32	317.54	259.05	7.547
22	100	70	5.65	10.05	44.65	36.04	316.44	255.39	7.086
23	100	70	5.65	10.05	47.37	37.76	315.17	251.18	6.653
24	100	70	5.65	10.05	50.24	39.47	313.77	246.53	6.246
25	100	70	5.65	10.05	53.25	41.19	312.27	241.53	5.864
26	100	70	5.65	10.05	56.42	42.90	310.69	236.25	5.506
27	100	70	5.65	10.05	59.75	44.62	309.04	230.78	5.172
28	100	70	5.65	10.05	63.25	46.34	307.35	225.17	4.859
29	100	70	5.65	10.05	66.92	48.05	305.64	219.47	4.567
30	100	70	5.65	10.05	70.77	49.77	303.92	213.72	4.294
31	100	70	5.65	10.05	74.81	51.49	302.19	207.98	4.040
32	100	70	5.65	10.05	79.03	53.20	300.47	202.27	3.802
33	100	70	5.65	10.05	83.46	54.92	298.77	196.61	3.580
34	100	70	5.65	10.05	88.08	56.63	297.10	191.03	3.373
35	100	70	5.65	10.05	92.91	58.35	295.45	185.55	3.180
36	100	70	5.65	10.05	97.96	60.07	293.83	180.17	3.000
37	100	70	5.65	10.05	103.23	61.78	292.26	174.92	2.831
38	100	70	5.65	10.05	108.72	63.50	290.72	169.80	2.674
39	100	70	5.65	10.05	114.44	65.22	289.22	164.81	2.527
40	100	70	5.65	10.05	120.41	66.93	287.76	159.96	2.390
41	100	70	5.65	10.05	126.61	68.65	286.35	155.26	2.262

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	80	7.70	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	100	80	7.70	10.05	0.63	0.00	215.92	0.00	340.283
3	100	80	7.70	10.05	2.52	0.00	215.92	0.00	85.527
4	100	80	7.70	10.05	5.66	0.00	215.92	0.00	38.118
5	100	80	7.70	10.05	10.04	0.00	215.92	0.00	21.499
6	100	80	7.70	10.05	15.65	0.00	215.92	0.00	13.797
7	100	80	7.70	10.05	-131.99	0.00	-279.37	0.00	2.117
8	100	80	7.70	10.05	-123.45	0.00	-279.37	0.00	2.263
9	100	80	7.70	10.05	-115.08	0.00	-279.37	0.00	2.428
10	100	80	7.70	10.05	-106.89	0.00	-279.37	0.00	2.614
11	100	80	7.70	10.05	-99.13	0.00	-279.37	0.00	2.818
12	100	80	7.70	10.05	-91.67	0.00	-279.37	0.00	3.048
13	100	80	7.70	10.05	-84.37	0.00	-279.37	0.00	3.311
14	100	80	7.70	10.05	-77.25	0.00	-279.37	0.00	3.617
15	100	80	7.70	10.05	-70.32	0.00	-279.37	0.00	3.973
16	100	80	7.70	10.05	-63.61	0.00	-279.37	0.00	4.392
17	100	80	7.70	10.05	-57.13	0.00	-279.37	0.00	4.890
18	100	80	7.70	10.05	-50.90	0.00	-279.37	0.00	5.489
19	100	80	7.70	10.05	-44.94	0.00	-279.37	0.00	6.217
20	100	80	7.70	10.05	-39.26	0.00	-279.37	0.00	7.116
21	100	80	7.70	10.05	-33.89	0.00	-279.37	0.00	8.242
22	100	80	7.70	10.05	-28.85	0.00	-279.37	0.00	9.683
23	100	80	7.70	10.05	-24.15	0.00	-279.37	0.00	11.569
24	100	80	7.70	10.05	-19.81	0.00	-279.37	0.00	14.104
25	100	80	7.70	10.05	-15.85	0.00	-279.37	0.00	17.630
26	100	80	7.70	10.05	-12.28	0.00	-279.37	0.00	22.746
27	100	80	7.70	10.05	-9.13	0.00	-279.37	0.00	30.587
28	100	80	7.70	10.05	-6.42	0.00	-279.37	0.00	43.521
29	100	80	7.70	10.05	-4.16	0.00	-279.37	0.00	67.201
30	100	80	7.70	10.05	-2.37	0.00	-279.37	0.00	118.080

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
31	100	80	7.70	10.05	-1.06	0.00	-279.37	0.00	262.626
32	100	80	7.70	10.05	-0.27	0.00	-279.37	0.00	1038.568
33	100	80	7.70	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000

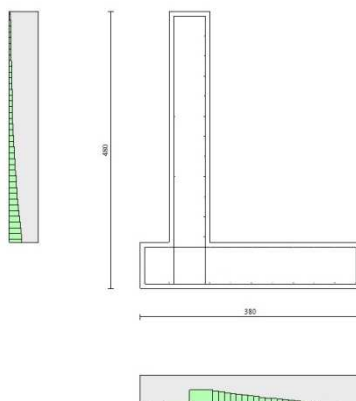


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	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 [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ 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} [cmq]	cotgθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	70	0.00	--	0.00	0.00	218.80	12.50	17.504
2	100	70	0.00	--	0.00	0.00	219.03	12.64	17.335
3	100	70	0.00	--	0.00	0.00	219.27	12.82	17.109
4	100	70	0.00	--	0.00	0.00	219.50	13.04	16.830
5	100	70	0.00	--	0.00	0.00	219.73	13.31	16.506
6	100	70	0.00	--	0.00	0.00	219.96	13.63	16.141
7	100	70	0.00	--	0.00	0.00	220.19	13.99	15.742
8	100	70	0.00	--	0.00	0.00	220.43	14.39	15.316
9	100	70	0.00	--	0.00	0.00	220.66	14.84	14.867
10	100	70	0.00	--	0.00	0.00	220.89	15.34	14.402
11	100	70	0.00	--	0.00	0.00	221.12	15.88	13.927
12	100	70	0.00	--	0.00	0.00	221.35	16.46	13.446
13	100	70	0.00	--	0.00	0.00	221.58	17.09	12.964
14	100	70	0.00	--	0.00	0.00	221.82	17.77	12.485
15	100	70	0.00	--	0.00	0.00	222.05	18.49	12.011
16	100	70	0.00	--	0.00	0.00	222.28	19.27	11.534
17	100	70	0.00	--	0.00	0.00	222.51	20.33	10.944
18	100	70	0.00	--	0.00	0.00	222.74	21.45	10.385
19	100	70	0.00	--	0.00	0.00	222.97	22.62	9.856
20	100	70	0.00	--	0.00	0.00	223.21	23.86	9.356
21	100	70	0.00	--	0.00	0.00	223.44	25.15	8.884
22	100	70	0.00	--	0.00	0.00	223.67	26.50	8.440
23	100	70	0.00	--	0.00	0.00	223.90	27.91	8.022
24	100	70	0.00	--	0.00	0.00	224.13	29.45	7.611
25	100	70	0.00	--	0.00	0.00	224.36	31.43	7.138
26	100	70	0.00	--	0.00	0.00	224.60	33.47	6.710
27	100	70	0.00	--	0.00	0.00	224.83	35.57	6.321
28	100	70	0.00	--	0.00	0.00	225.06	37.73	5.965
29	100	70	0.00	--	0.00	0.00	225.29	39.94	5.640
30	100	70	0.00	--	0.00	0.00	225.52	42.22	5.342
31	100	70	0.00	--	0.00	0.00	225.75	44.55	5.067
32	100	70	0.00	--	0.00	0.00	225.99	46.94	4.814
33	100	70	0.00	--	0.00	0.00	226.22	49.39	4.580
34	100	70	0.00	--	0.00	0.00	226.45	51.90	4.363
35	100	70	0.00	--	0.00	0.00	226.68	54.47	4.162

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
36	100	70	0.00	--	0.00	0.00	226.91	57.10	3.974
37	100	70	0.00	--	0.00	0.00	227.14	59.78	3.800
38	100	70	0.00	--	0.00	0.00	227.38	62.52	3.637
39	100	70	0.00	--	0.00	0.00	227.61	65.32	3.484
40	100	70	0.00	--	0.00	0.00	227.84	68.18	3.342
41	100	70	0.00	--	0.00	0.00	228.07	71.10	3.208

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	0.00	100.000
2	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-12.66	20.674
3	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-25.17	10.394
4	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-37.61	6.957
5	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-49.94	5.239
6	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-62.18	4.208
7	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-86.20	3.036
8	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-84.58	3.094
9	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-82.83	3.159
10	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-80.95	3.232
11	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-78.92	3.315
12	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-76.77	3.409
13	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-74.47	3.514
14	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-72.04	3.632
15	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-69.47	3.766
16	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-66.77	3.919
17	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-63.93	4.093
18	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-60.98	4.291
19	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-58.20	4.496
20	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-55.24	4.737
21	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-52.09	5.023
22	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-48.76	5.367
23	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-45.24	5.784
24	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-41.54	6.299
25	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-37.66	6.948
26	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-33.59	7.789
27	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-29.35	8.917
28	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-24.91	10.503
29	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-20.30	12.891
30	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-15.50	16.884
31	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-10.52	24.884
32	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	-5.35	48.914
33	100	80	0.00	--	0.00	0.00	261.66	0.00	100.000

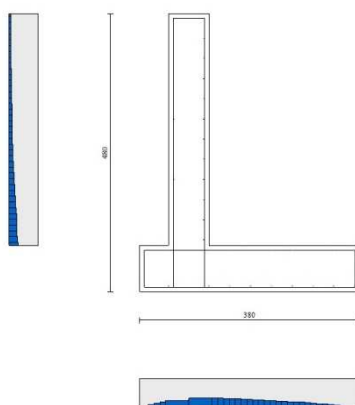


Fig. 9 - Paramento (Inviluppo)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A _f	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
A _{eff}	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
M _{pf}	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]

w apertura delle fessure espressa in [mm]

Combinazioni SLER

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (20)
2	100	70	0.00	0.00	0.02	29.21	0.000000	0.00	0.000 (20)
3	100	70	0.00	0.00	0.10	69.95	0.000000	0.00	0.000 (20)
4	100	70	0.00	0.00	0.22	130.30	0.000000	0.00	0.000 (20)
5	100	70	0.00	0.00	0.41	228.14	0.000000	0.00	0.000 (20)
6	100	70	0.00	0.00	0.66	412.98	0.000000	0.00	0.000 (20)
7	100	70	0.00	0.00	0.97	890.50	0.000000	0.00	0.000 (20)
8	100	70	0.00	0.00	1.36	4930.95	0.000000	0.00	0.000 (20)
9	100	70	0.00	0.00	1.83	2076.98	0.000000	0.00	0.000 (20)
10	100	70	10.05	1750.00	2.37	991.20	0.000000	0.00	0.000 (20)
11	100	70	10.05	1750.00	3.00	700.87	0.000000	0.00	0.000 (20)
12	100	70	10.05	1750.00	3.72	566.45	0.000000	0.00	0.000 (20)
13	100	70	10.05	1750.00	4.54	489.08	0.000000	0.00	0.000 (20)
14	100	70	10.05	1750.00	5.45	438.89	0.000000	0.00	0.000 (20)
15	100	70	10.05	1750.00	6.47	403.75	0.000000	0.00	0.000 (20)
16	100	70	10.05	1750.00	7.60	377.82	0.000000	0.00	0.000 (20)
17	100	70	10.05	1750.00	8.84	357.93	0.000000	0.00	0.000 (20)
18	100	70	10.05	1750.00	10.19	342.21	0.000000	0.00	0.000 (20)
19	100	70	10.05	1750.00	11.67	329.49	0.000000	0.00	0.000 (20)
20	100	70	10.05	1750.00	13.27	319.00	0.000000	0.00	0.000 (20)
21	100	70	10.05	1750.00	15.00	310.21	0.000000	0.00	0.000 (20)
22	100	70	10.05	1750.00	16.87	302.75	0.000000	0.00	0.000 (20)
23	100	70	10.05	1750.00	18.88	296.35	0.000000	0.00	0.000 (20)
24	100	70	10.05	1750.00	21.03	290.79	0.000000	0.00	0.000 (20)
25	100	70	10.05	1750.00	23.33	285.94	0.000000	0.00	0.000 (20)
26	100	70	10.05	1750.00	25.79	281.66	0.000000	0.00	0.000 (20)
27	100	70	10.05	1750.00	28.40	277.86	0.000000	0.00	0.000 (20)
28	100	70	10.05	1750.00	31.17	274.48	0.000000	0.00	0.000 (20)
29	100	70	10.05	1750.00	34.11	271.44	0.000000	0.00	0.000 (20)
30	100	70	10.05	1750.00	37.22	268.71	0.000000	0.00	0.000 (20)
31	100	70	10.05	1750.00	40.51	266.23	0.000000	0.00	0.000 (20)
32	100	70	10.05	1750.00	43.97	263.98	0.000000	0.00	0.000 (20)
33	100	70	10.05	1750.00	47.62	261.92	0.000000	0.00	0.000 (20)
34	100	70	10.05	1750.00	51.46	260.04	0.000000	0.00	0.000 (20)
35	100	70	10.05	1750.00	55.49	258.32	0.000000	0.00	0.000 (20)
36	100	70	10.05	1750.00	59.73	256.73	0.000000	0.00	0.000 (20)
37	100	70	10.05	1750.00	64.16	255.26	0.000000	0.00	0.000 (20)
38	100	70	10.05	1750.00	68.80	253.90	0.000000	0.00	0.000 (20)
39	100	70	10.05	1750.00	73.65	252.64	0.000000	0.00	0.000 (20)
40	100	70	10.05	1750.00	78.72	251.47	0.000000	0.00	0.000 (20)
41	100	70	10.05	1750.00	84.01	250.38	0.000000	0.00	0.000 (20)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (20)
2	100	80	7.70	1750.00	0.46	324.85	0.000000	0.00	0.000 (20)
3	100	80	7.70	1750.00	1.83	324.85	0.000000	0.00	0.000 (20)
4	100	80	7.70	1750.00	4.11	324.85	0.000000	0.00	0.000 (20)
5	100	80	7.70	1750.00	7.32	324.85	0.000000	0.00	0.000 (20)
6	100	80	7.70	1750.00	11.44	324.85	0.000000	0.00	0.000 (20)
7	100	80	10.05	1750.00	-11.56	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
8	100	80	10.05	1750.00	-10.50	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
9	100	80	10.05	1750.00	-9.50	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
10	100	80	10.05	1750.00	-8.57	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
11	100	80	10.05	1750.00	-7.69	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
12	100	80	10.05	1750.00	-6.87	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
13	100	80	10.05	1750.00	-6.11	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
14	100	80	10.05	1750.00	-5.41	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
15	100	80	10.05	1750.00	-4.75	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
16	100	80	10.05	1750.00	-4.15	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
17	100	80	10.05	1750.00	-3.60	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
18	100	80	10.05	1750.00	-3.10	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
19	100	80	10.05	1750.00	-2.64	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
20	100	80	10.05	1750.00	-2.22	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
21	100	80	10.05	1750.00	-1.85	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
22	100	80	10.05	1750.00	-1.52	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
23	100	80	10.05	1750.00	-1.22	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
24	100	80	10.05	1750.00	-0.97	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
25	100	80	10.05	1750.00	-0.74	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
26	100	80	10.05	1750.00	-0.55	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
27	100	80	10.05	1750.00	-0.40	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
28	100	80	10.05	1750.00	-0.27	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
29	100	80	10.05	1750.00	-0.17	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
30	100	80	10.05	1750.00	-0.09	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
31	100	80	10.05	1750.00	-0.04	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
32	100	80	10.05	1750.00	-0.01	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (20)
33	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (20)

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (21)
2	100	70	0.00	0.00	0.02	21.47	0.000000	0.00	0.000 (21)
3	100	70	0.00	0.00	0.07	49.95	0.000000	0.00	0.000 (21)
4	100	70	0.00	0.00	0.17	89.06	0.000000	0.00	0.000 (21)
5	100	70	0.00	0.00	0.32	145.52	0.000000	0.00	0.000 (21)
6	100	70	0.00	0.00	0.52	233.35	0.000000	0.00	0.000 (21)
7	100	70	0.00	0.00	0.77	387.52	0.000000	0.00	0.000 (21)
8	100	70	0.00	0.00	1.09	725.99	0.000000	0.00	0.000 (21)
9	100	70	0.00	0.00	1.47	2054.83	0.000000	0.00	0.000 (21)
10	100	70	0.00	0.00	1.92	5079.58	0.000000	0.00	0.000 (21)
11	100	70	0.00	0.00	2.44	1358.53	0.000000	0.00	0.000 (21)
12	100	70	10.05	1750.00	3.04	853.99	0.000000	0.00	0.000 (21)
13	100	70	10.05	1750.00	3.73	654.40	0.000000	0.00	0.000 (21)
14	100	70	10.05	1750.00	4.50	547.70	0.000000	0.00	0.000 (21)
15	100	70	10.05	1750.00	5.37	481.41	0.000000	0.00	0.000 (21)
16	100	70	10.05	1750.00	6.33	436.33	0.000000	0.00	0.000 (21)
17	100	70	10.05	1750.00	7.40	403.75	0.000000	0.00	0.000 (21)
18	100	70	10.05	1750.00	8.56	379.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
19	100	70	10.05	1750.00	9.84	359.94	0.000000	0.00	0.000 (21)
20	100	70	10.05	1750.00	11.24	344.56	0.000000	0.00	0.000 (21)
21	100	70	10.05	1750.00	12.75	331.99	0.000000	0.00	0.000 (21)
22	100	70	10.05	1750.00	14.39	321.53	0.000000	0.00	0.000 (21)
23	100	70	10.05	1750.00	16.16	312.71	0.000000	0.00	0.000 (21)
24	100	70	10.05	1750.00	18.06	305.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
25	100	70	10.05	1750.00	20.09	298.67	0.000000	0.00	0.000 (21)
26	100	70	10.05	1750.00	22.27	293.02	0.000000	0.00	0.000 (21)
27	100	70	10.05	1750.00	24.59	288.05	0.000000	0.00	0.000 (21)
28	100	70	10.05	1750.00	27.07	283.66	0.000000	0.00	0.000 (21)
29	100	70	10.05	1750.00	29.70	279.76	0.000000	0.00	0.000 (21)
30	100	70	10.05	1750.00	32.49	276.28	0.000000	0.00	0.000 (21)
31	100	70	10.05	1750.00	35.44	273.14	0.000000	0.00	0.000 (21)
32	100	70	10.05	1750.00	38.57	270.32	0.000000	0.00	0.000 (21)
33	100	70	10.05	1750.00	41.86	267.75	0.000000	0.00	0.000 (21)
34	100	70	10.05	1750.00	45.34	265.42	0.000000	0.00	0.000 (21)
35	100	70	10.05	1750.00	48.99	263.29	0.000000	0.00	0.000 (21)
36	100	70	10.05	1750.00	52.84	261.34	0.000000	0.00	0.000 (21)
37	100	70	10.05	1750.00	56.87	259.54	0.000000	0.00	0.000 (21)
38	100	70	10.05	1750.00	61.10	257.89	0.000000	0.00	0.000 (21)
39	100	70	10.05	1750.00	65.53	256.36	0.000000	0.00	0.000 (21)
40	100	70	10.05	1750.00	70.16	254.95	0.000000	0.00	0.000 (21)
41	100	70	10.05	1750.00	75.01	253.64	0.000000	0.00	0.000 (21)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (21)
2	100	80	7.70	1750.00	0.43	324.85	0.000000	0.00	0.000 (21)
3	100	80	7.70	1750.00	1.74	324.85	0.000000	0.00	0.000 (21)
4	100	80	7.70	1750.00	3.92	324.85	0.000000	0.00	0.000 (21)
5	100	80	7.70	1750.00	6.97	324.85	0.000000	0.00	0.000 (21)
6	100	80	7.70	1750.00	10.90	324.85	0.000000	0.00	0.000 (21)
7	100	80	10.05	1750.00	-7.65	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
8	100	80	10.05	1750.00	-6.87	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
9	100	80	10.05	1750.00	-6.13	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
10	100	80	10.05	1750.00	-5.46	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
11	100	80	10.05	1750.00	-4.83	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
12	100	80	10.05	1750.00	-4.26	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
13	100	80	10.05	1750.00	-3.73	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
14	100	80	10.05	1750.00	-3.24	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
15	100	80	10.05	1750.00	-2.80	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
16	100	80	10.05	1750.00	-2.40	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
17	100	80	10.05	1750.00	-2.04	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
18	100	80	10.05	1750.00	-1.72	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
19	100	80	10.05	1750.00	-1.43	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
20	100	80	10.05	1750.00	-1.18	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
21	100	80	10.05	1750.00	-0.96	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
22	100	80	10.05	1750.00	-0.76	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
23	100	80	10.05	1750.00	-0.60	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
24	100	80	10.05	1750.00	-0.46	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
25	100	80	10.05	1750.00	-0.34	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
26	100	80	10.05	1750.00	-0.24	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
27	100	80	10.05	1750.00	-0.17	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
28	100	80	10.05	1750.00	-0.11	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
29	100	80	10.05	1750.00	-0.06	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
30	100	80	10.05	1750.00	-0.03	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
31	100	80	10.05	1750.00	-0.01	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
32	100	80	10.05	1750.00	0.00	-327.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
33	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (21)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (22)
2	100	70	0.00	0.00	0.01	7.33	0.000000	0.00	0.000 (22)
3	100	70	0.00	0.00	0.03	17.09	0.000000	0.00	0.000 (22)
4	100	70	0.00	0.00	0.07	29.84	0.000000	0.00	0.000 (22)
5	100	70	0.00	0.00	0.14	46.39	0.000000	0.00	0.000 (22)
6	100	70	0.00	0.00	0.24	68.00	0.000000	0.00	0.000 (22)
7	100	70	0.00	0.00	0.37	96.69	0.000000	0.00	0.000 (22)
8	100	70	0.00	0.00	0.53	135.79	0.000000	0.00	0.000 (22)
9	100	70	0.00	0.00	0.75	191.26	0.000000	0.00	0.000 (22)
10	100	70	0.00	0.00	1.00	274.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
11	100	70	0.00	0.00	1.31	413.38	0.000000	0.00	0.000 (22)
12	100	70	0.00	0.00	1.68	684.03	0.000000	0.00	0.000 (22)
13	100	70	0.00	0.00	2.11	1437.42	0.000000	0.00	0.000 (22)
14	100	70	0.00	0.00	2.60	13872.81	0.000000	0.00	0.000 (22)
15	100	70	0.00	0.00	3.16	2259.15	0.000000	0.00	0.000 (22)
16	100	70	10.05	1750.00	3.80	1145.84	0.000000	0.00	0.000 (22)
17	100	70	10.05	1750.00	4.52	809.11	0.000000	0.00	0.000 (22)
18	100	70	10.05	1750.00	5.31	647.01	0.000000	0.00	0.000 (22)
19	100	70	10.05	1750.00	6.20	551.95	0.000000	0.00	0.000 (22)
20	100	70	10.05	1750.00	7.18	489.63	0.000000	0.00	0.000 (22)
21	100	70	10.05	1750.00	8.25	445.74	0.000000	0.00	0.000 (22)
22	100	70	10.05	1750.00	9.43	413.23	0.000000	0.00	0.000 (22)
23	100	70	10.05	1750.00	10.71	388.25	0.000000	0.00	0.000 (22)
24	100	70	10.05	1750.00	12.11	368.49	0.000000	0.00	0.000 (22)
25	100	70	10.05	1750.00	13.61	352.50	0.000000	0.00	0.000 (22)
26	100	70	10.05	1750.00	15.24	339.32	0.000000	0.00	0.000 (22)
27	100	70	10.05	1750.00	16.99	328.28	0.000000	0.00	0.000 (22)
28	100	70	10.05	1750.00	18.87	318.93	0.000000	0.00	0.000 (22)
29	100	70	10.05	1750.00	20.88	310.91	0.000000	0.00	0.000 (22)
30	100	70	10.05	1750.00	23.03	303.97	0.000000	0.00	0.000 (22)
31	100	70	10.05	1750.00	25.32	297.91	0.000000	0.00	0.000 (22)
32	100	70	10.05	1750.00	27.76	292.58	0.000000	0.00	0.000 (22)
33	100	70	10.05	1750.00	30.34	287.86	0.000000	0.00	0.000 (22)
34	100	70	10.05	1750.00	33.09	283.66	0.000000	0.00	0.000 (22)
35	100	70	10.05	1750.00	35.99	279.91	0.000000	0.00	0.000 (22)
36	100	70	10.05	1750.00	39.05	276.52	0.000000	0.00	0.000 (22)
37	100	70	10.05	1750.00	42.29	273.47	0.000000	0.00	0.000 (22)
38	100	70	10.05	1750.00	45.70	270.70	0.000000	0.00	0.000 (22)
39	100	70	10.05	1750.00	49.28	268.18	0.000000	0.00	0.000 (22)
40	100	70	10.05	1750.00	53.05	265.88	0.000000	0.00	0.000 (22)
41	100	70	10.05	1750.00	57.01	263.77	0.000000	0.00	0.000 (22)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (22)
2	100	80	7.70	1750.00	0.39	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
3	100	80	7.70	1750.00	1.57	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
4	100	80	7.70	1750.00	3.53	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
5	100	80	7.70	1750.00	6.28	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
6	100	80	7.70	1750.00	9.82	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
7	100	80	7.70	1750.00	0.17	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
8	100	80	7.70	1750.00	0.41	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
9	100	80	7.70	1750.00	0.60	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
10	100	80	7.70	1750.00	0.76	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
11	100	80	7.70	1750.00	0.88	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
12	100	80	7.70	1750.00	0.98	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
13	100	80	7.70	1750.00	1.05	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
14	100	80	7.70	1750.00	1.09	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
15	100	80	7.70	1750.00	1.10	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
16	100	80	7.70	1750.00	1.10	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
17	100	80	7.70	1750.00	1.07	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
18	100	80	7.70	1750.00	1.03	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
19	100	80	7.70	1750.00	0.97	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
20	100	80	7.70	1750.00	0.91	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
21	100	80	7.70	1750.00	0.83	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
22	100	80	7.70	1750.00	0.74	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
23	100	80	7.70	1750.00	0.65	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
24	100	80	7.70	1750.00	0.56	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
25	100	80	7.70	1750.00	0.47	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
26	100	80	7.70	1750.00	0.38	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
27	100	80	7.70	1750.00	0.29	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
28	100	80	7.70	1750.00	0.21	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
29	100	80	7.70	1750.00	0.14	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
30	100	80	7.70	1750.00	0.08	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
31	100	80	7.70	1750.00	0.04	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
32	100	80	7.70	1750.00	0.01	324.85	0.000000	0.00	0.000 (22)
33	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (22)

17 ALLEGATO 3 – TRATTO FONDAZIONE DIRETTA - SEZIONE TIPO 3

Dati

Materiali

Simbologia adottata

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

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R_{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
5	C25/30	C25/30	B450C	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50
6	C28/35	C28/35	B450C	24.5170	35000	32587986	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk} [kPa]	f_{uk} [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 [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	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	-10.00	-6.00	0.000
2	15.00	-6.00	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 1.00 [m]

Paramento

Materiale	C25/30	
Altezza paramento	5.00	[m]
Altezza paramento libero	5.00	[m]
Spessore in sommità	0.70	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.70	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

Fondazione

Materiale	C28/35	
Lunghezza mensola di valle	0.50	[m]
Lunghezza mensola di monte	3.00	[m]
Lunghezza totale	4.20	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

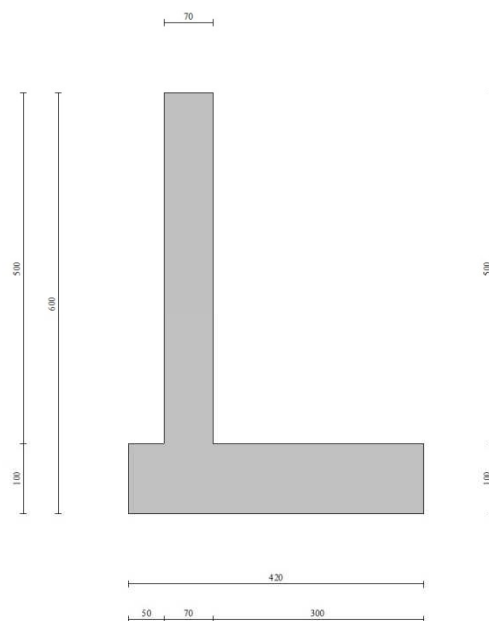


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]
1	RILEVATO	20.0000	20.0000	35.000	23.000
2	FORMAZIONE B	20.0000	20.0000	38.000	25.000
3	FORMAZIONE A-SUP	19.0000	19.0000	28.000	18.000
4	FORMAZIONE A-INF	19.0000	19.0000	28.000	18.000

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato

n°	H [m]	α [°]	Terreno
1	6.00	0.000	RILEVATO
2	2.00	0.000	FORMAZIONE A-SUP
3	2.00	0.000	FORMAZIONE A-INF
4	3.00	0.000	FORMAZIONE B

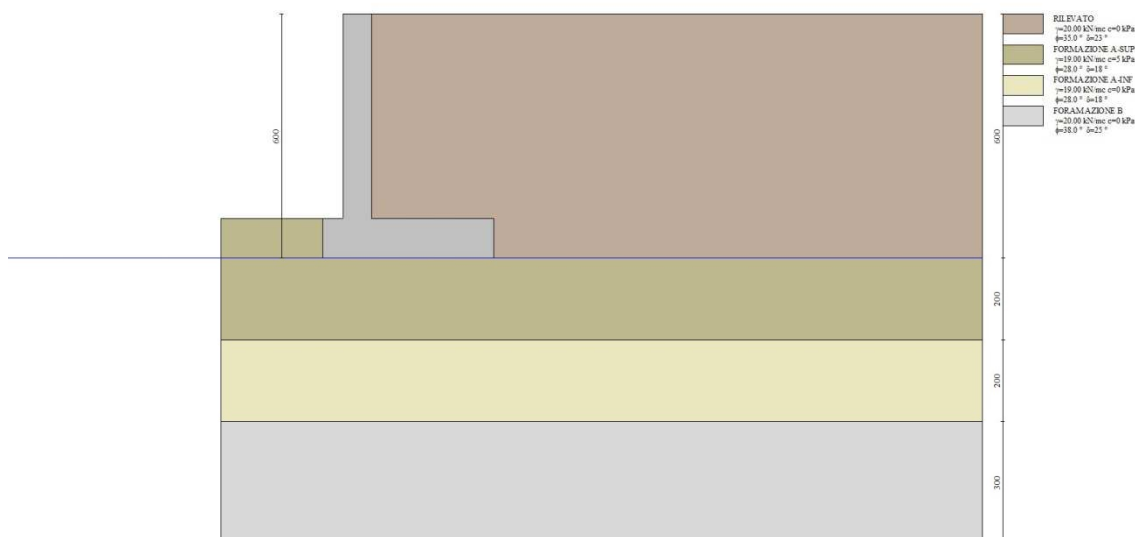


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kN]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Traffico) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.25$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	F _x	F _y	M	X _i	X _f	Q _i	Q _f
		[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Distribuito					0.00	15.00	20.0000	20.0000

Condizione n° 2 (Urto-STR) - ECCEZIONALE

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	F _x	F _y	M	X _i	X _f	Q _i	Q _f
			[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.35; 0.00	10.0000	0.0000	10.0000				

Condizione n° 3 (Urto-GEO) - VARIABILE

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.00 - \Psi_1=0.00 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	F _x	F _y	M	X _i	X _f	Q _i	Q _f
			[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.35; 0.00	5.5500	0.0000	5.5500				

Condizione n° 4 (Condizione 4) - VARIABILE

Coeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{O,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{O,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{OT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{OT,sfav}$	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	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_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

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
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:

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

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali Ad:

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

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

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.50	1.00	Sfavorevole

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.15	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Traffico	1.35	0.25	Sfavorevole
Urto-GEO	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 18 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Combinazione n° 19 - ECC

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole
Urto-STR	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 20 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 21 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 22 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Traffico	1.00	0.25	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	
Provincia	
Regione	
Latitudine	44.525608
Longitudine	11.292193
Indice punti di interpolazione	16730 - 16508 - 16507 - 16729
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_0	[m/s ²]		2.064	0.840
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.210	0.086
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.432	2.486
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.307	0.284
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.195	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	9.558	4.779
Ultimo - Ribaltamento	0.570	14.337	7.168
Esercizio	0.470	4.829	2.415

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

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	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_{\gamma}$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Fattori di inclinazione e fattori di forma

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

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:

$w_1=0.20$
 $w_2=0.30$
 $w_3=0.40$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	$0.60 f_{ck}$	$0.80 f_{yk}$
Frequente	$1.00 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$
Quasi permanente	$0.45 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$

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 _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	153.99	23.00	141.75	60.17	3.00	-3.74
	Peso/Inerzia muro			0.00	188.78/0.00	0.33	-4.14
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	381.00/0.00	1.50	-2.50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

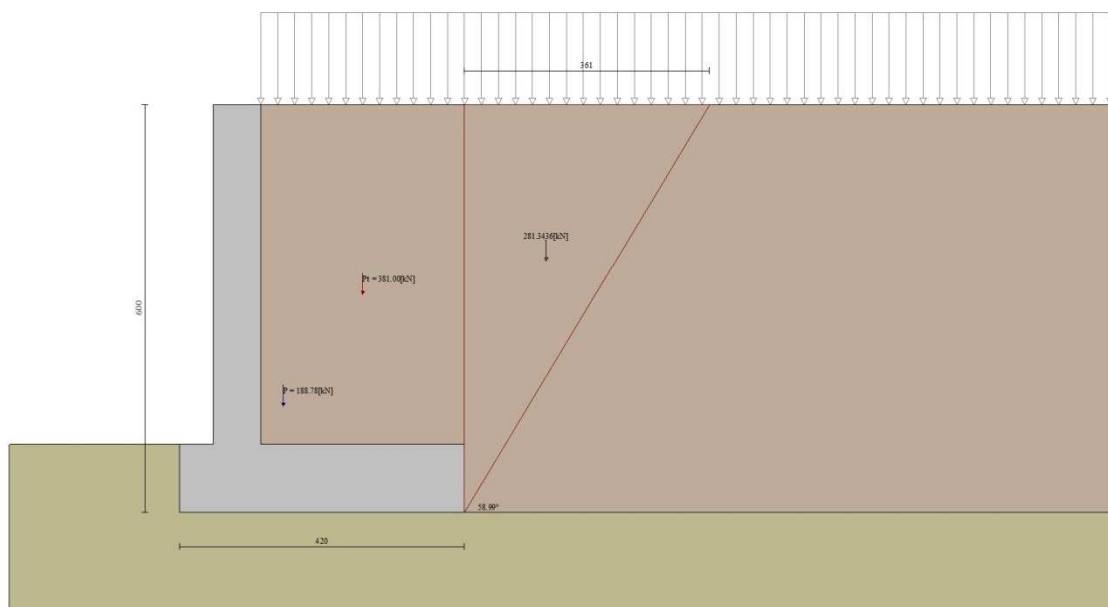


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

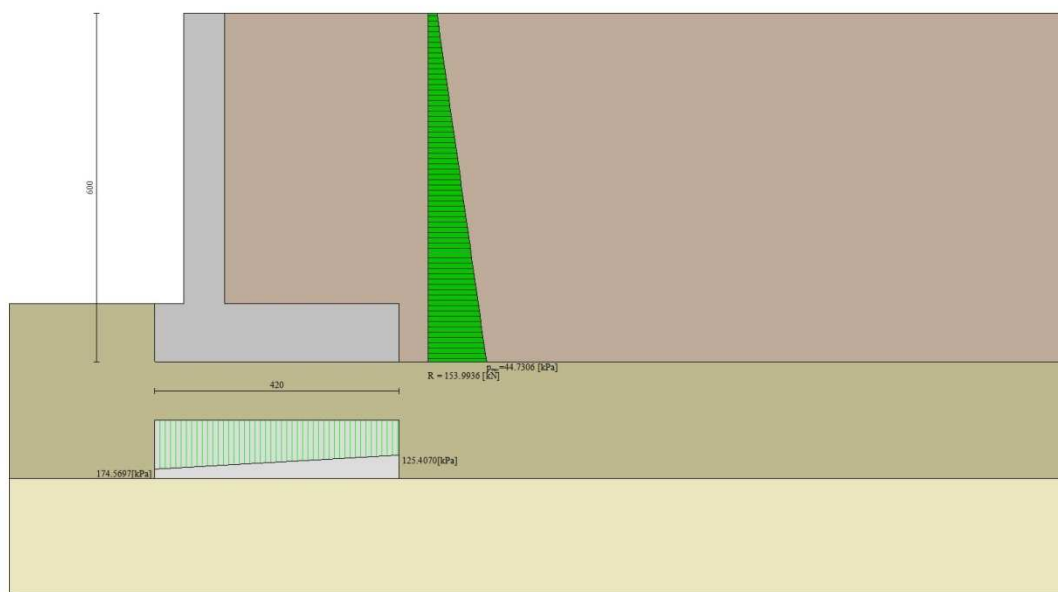


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	629.95	141.75	319.96	1570.59	0.115
2 - STR (A1-M1-R3)	557.60	122.74	296.23	1357.83	0.196
3 - STR (A1-M1-R3)	575.76	161.00	396.55	1395.33	0.365
4 - STR (A1-M1-R3)	524.14	152.84	426.54	1326.31	0.383
5 - STR (A1-M1-R3)	776.59	141.75	319.96	1900.35	0.065
6 - STR (A1-M1-R3)	719.95	141.75	319.96	1813.59	0.025
7 - STR (A1-M1-R3)	686.59	141.75	319.96	1657.35	0.152
8 - STR (A1-M1-R3)	704.23	122.74	296.23	1687.58	0.124
9 - STR (A1-M1-R3)	647.60	122.74	296.23	1600.83	0.085
10 - STR (A1-M1-R3)	614.23	122.74	296.23	1444.58	0.230
11 - GEO (A2-M2-R2)	606.87	144.55	329.17	1491.64	0.184
12 - GEO (A2-M2-R2)	544.92	121.72	289.55	1309.07	0.229
13 - GEO (A2-M2-R2)	575.76	161.00	396.55	1395.33	0.365
14 - GEO (A2-M2-R2)	524.14	152.84	426.54	1326.31	0.383
15 - EQU (A1-M1-R3)	629.95	141.75	319.96	1570.59	0.115
16 - EQU (A1-M1-R3)	557.60	122.74	296.23	1357.83	0.196
17 - EQU (A1-M1-R3)	593.82	199.27	508.63	1447.86	0.518
18 - EQU (A1-M1-R3)	516.62	187.54	555.15	1345.26	0.571
19 - ECC	541.03	97.75	252.26	1296.12	0.171
20 - SLER	594.62	108.00	243.01	1453.72	0.064
21 - SLEF	576.76	101.25	222.76	1401.19	0.057
22 - SLEQ	541.03	87.75	182.26	1296.12	0.041

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

111465-LL00-PD-A2-C02-MS001-00000-R-APE0498

MURO DI SOSTEGNO MS001 – RELAZIONE DI CALCOLO

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{OLIM}	FS _{STAB}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.444		1.614	
2 - STR (A1-M1-R3)		1.476		1.740	
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.162		1.245	
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.114		1.300	
5 - STR (A1-M1-R3)		1.780		1.574	
6 - STR (A1-M1-R3)		1.650		1.709	
7 - STR (A1-M1-R3)		1.574		1.526	
8 - STR (A1-M1-R3)		1.864		1.685	
9 - STR (A1-M1-R3)		1.714		1.808	
10 - STR (A1-M1-R3)		1.626		1.647	
11 - GEO (A2-M2-R2)					1.402
12 - GEO (A2-M2-R2)					1.518
13 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.585
14 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.540
15 - EQU (A1-M1-R3)			4.909		
16 - EQU (A1-M1-R3)			4.584		
17 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.847		
18 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.423		

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]	
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	170.30	0.00	0.00	--	--	170.30	152.84	1.114

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]	
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	575.76	716.97	597.47	1.245

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
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
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B \cdot N_y$ 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 (Hansen).

n°	Nc	ic	dc	gc	bc	sc	pc	Ir	Irc	Re	ry
	Nq	iq	dq	gq	bq	sq	pq				
	Ny	iy	dy	gy	by	sy	py				
3	25.803	0.432	1.095	1.000	1.000	1.006	--	--	--	0.705	0.919
	14.720	0.471	1.071	1.000	1.000	1.005	--				
	10.942	0.336	1.000	1.000	1.000	0.996	--				

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kN/mc]	c [kPa]
3	1.00	4.20	3.49	9.19	28.00	3

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 [kNm]	Mr [kNm]	FS
18 - EQU (A1-M1-R3) H - V	1345.26	555.15	2.423

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 [m]	R [m]	FS
11 - GEO (A2-M2-R2)	-2.00; 1.50	9.02	1.402

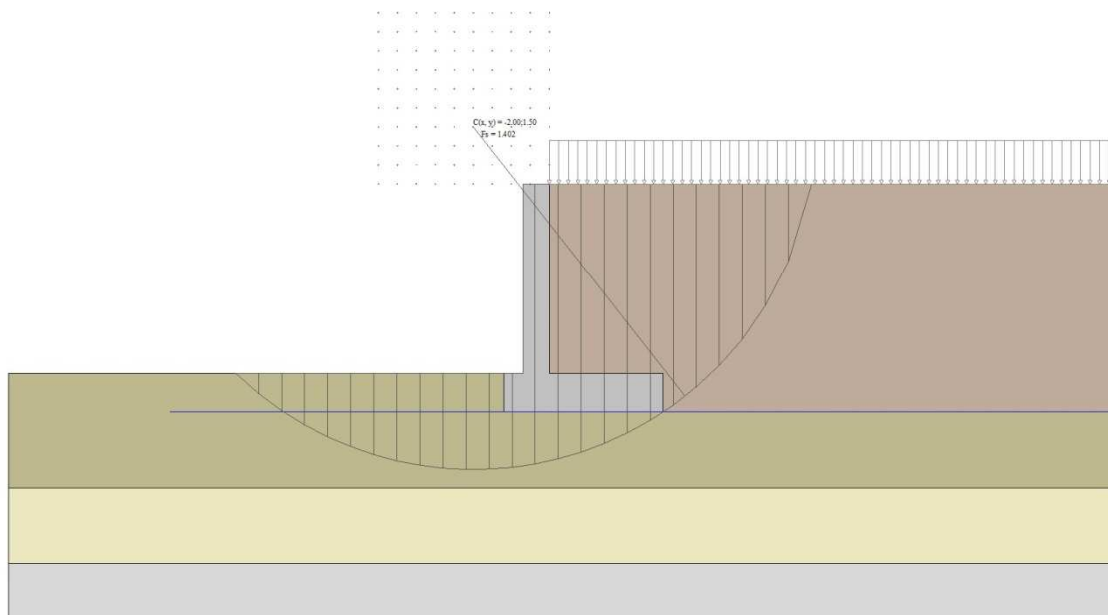


Fig. 5 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 11)

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 _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
----	---	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	10.00
2	-0.10	1.72	2.23	0.14	10.14	0.01	11.01
3	-0.20	3.43	4.46	0.32	10.32	0.03	12.03
4	-0.30	5.15	6.69	0.54	10.54	0.07	13.07
5	-0.40	6.86	8.92	0.81	10.81	0.14	14.14
6	-0.50	8.58	11.16	1.13	11.13	0.24	15.24
7	-0.60	10.30	13.39	1.49	11.49	0.37	16.37
8	-0.70	12.01	15.62	1.89	11.89	0.53	17.53
9	-0.80	13.73	17.85	2.34	12.34	0.75	18.75
10	-0.90	15.45	20.08	2.84	12.84	1.00	20.00
11	-1.00	17.16	22.31	3.38	13.38	1.31	21.31
12	-1.10	18.88	24.54	3.96	13.96	1.68	22.68
13	-1.20	20.59	26.77	4.59	14.59	2.11	24.11
14	-1.30	22.31	29.00	5.27	15.27	2.60	25.60
15	-1.40	24.03	31.23	5.99	16.19	3.16	27.16
16	-1.50	25.74	33.47	6.75	17.19	3.80	28.80
17	-1.60	27.46	35.70	7.56	18.25	4.52	30.52
18	-1.70	29.18	37.93	8.42	19.36	5.31	32.31
19	-1.80	30.89	40.16	9.32	20.54	6.20	34.20
20	-1.90	32.61	42.39	10.26	22.10	7.18	36.18
21	-2.00	34.32	44.62	11.25	23.85	8.25	38.25
22	-2.10	36.04	46.85	12.29	25.66	9.43	40.43
23	-2.20	37.76	49.08	13.37	27.52	10.71	42.71
24	-2.30	39.47	51.31	14.49	29.45	12.11	45.11
25	-2.40	41.19	53.55	15.66	31.43	13.61	47.61
26	-2.50	42.90	55.78	16.88	33.47	15.24	50.24
27	-2.60	44.62	58.01	18.14	35.57	16.99	52.99
28	-2.70	46.34	60.24	19.44	37.73	18.87	55.87
29	-2.80	48.05	62.47	20.79	39.94	20.88	59.00
30	-2.90	49.77	64.70	22.19	42.22	23.03	62.64
31	-3.00	51.49	66.93	23.63	44.55	25.32	66.47
32	-3.10	53.20	69.16	25.11	46.94	27.76	70.48
33	-3.20	54.92	71.39	26.64	49.39	30.34	74.70
34	-3.30	56.63	73.62	28.22	51.90	33.09	79.11
35	-3.40	58.35	75.86	29.84	54.47	35.99	83.74
36	-3.50	60.07	78.09	31.50	57.10	39.05	88.58
37	-3.60	61.78	80.32	33.21	59.78	42.29	93.64
38	-3.70	63.50	82.55	34.97	62.52	45.70	98.92
39	-3.80	65.22	84.78	36.77	65.32	49.28	104.44
40	-3.90	66.93	87.01	38.61	68.18	53.05	110.19
41	-4.00	68.65	89.24	40.50	71.10	57.01	116.19
42	-4.10	70.36	91.47	42.44	74.08	61.15	122.43
43	-4.20	72.08	93.70	44.42	77.11	65.50	128.93
44	-4.30	73.80	95.94	46.44	80.21	70.04	135.69
45	-4.40	75.51	98.17	48.51	83.36	74.79	142.72
46	-4.50	77.23	100.40	50.63	86.57	79.74	150.37
47	-4.60	78.94	102.63	52.79	89.84	84.91	159.19
48	-4.70	80.66	104.86	54.99	93.17	90.30	168.34
49	-4.80	82.38	107.09	57.24	96.55	95.91	177.82
50	-4.90	84.09	109.32	59.54	100.00	101.75	187.65
51	-5.00	85.81	111.55	61.88	103.50	107.82	197.82

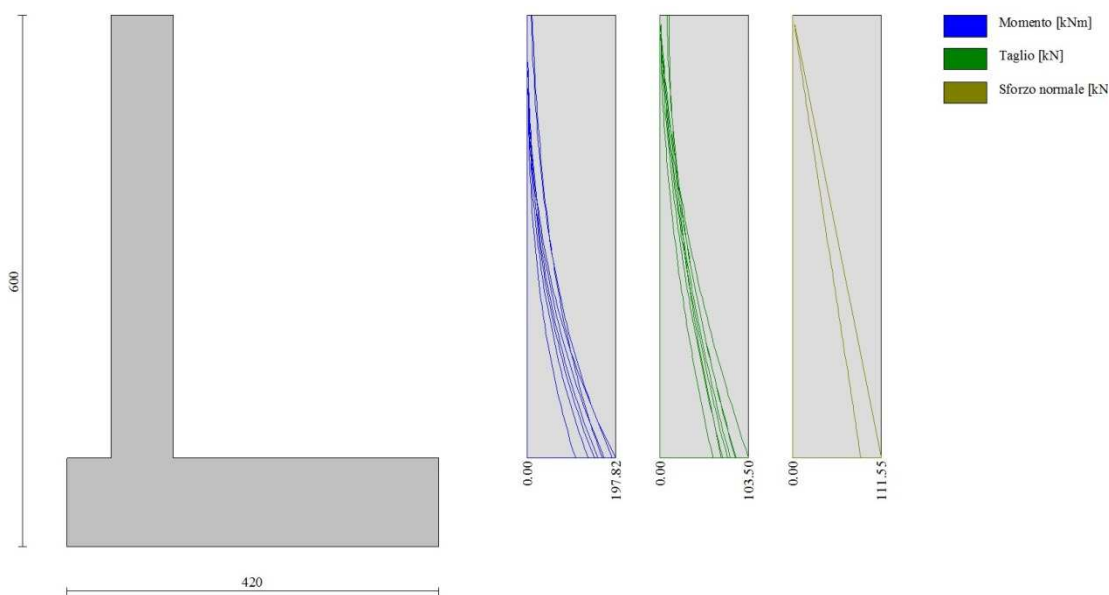


Fig. 6 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	-1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-1.10	0.00	0.00	11.17	18.24	0.56	0.91
3	-1.00	0.00	0.00	22.30	36.14	2.23	3.64
4	-0.90	0.00	0.00	33.40	53.70	5.02	8.13
5	-0.80	0.00	0.00	44.47	70.92	8.91	14.36
6	-0.70	0.00	0.00	55.49	87.79	13.91	22.30
7	0.00	0.00	0.00	-117.40	-8.60	-215.95	-21.03
8	0.10	0.00	0.00	-116.05	-8.84	-204.27	-20.16
9	0.20	0.00	0.00	-114.53	-9.04	-192.74	-19.27
10	0.30	0.00	0.00	-112.83	-9.21	-181.83	-18.35
11	0.40	0.00	0.00	-110.95	-9.33	-171.19	-17.43
12	0.50	0.00	0.00	-108.90	-9.43	-160.67	-16.49
13	0.60	0.00	0.00	-106.67	-9.48	-150.27	-15.54
14	0.70	0.00	0.00	-104.26	-9.50	-140.03	-14.59
15	0.80	0.00	0.00	-101.68	-9.49	-129.97	-13.64
16	0.90	0.00	0.00	-98.92	-9.44	-120.10	-12.70
17	1.00	0.00	0.00	-95.98	-9.35	-110.47	-11.76
18	1.10	0.00	0.00	-92.86	-9.22	-101.08	-10.83
19	1.20	0.00	0.00	-89.79	-9.06	-91.95	-9.91
20	1.30	0.00	0.00	-86.75	-8.87	-83.12	-9.02
21	1.40	0.00	0.00	-83.48	-8.63	-74.61	-8.14
22	1.50	0.00	0.00	-79.98	-8.37	-66.44	-7.29
23	1.60	0.00	0.00	-76.26	-8.06	-58.62	-6.47
24	1.70	0.00	0.00	-72.30	-7.72	-51.19	-5.68
25	1.80	0.00	0.00	-68.11	-7.34	-44.17	-4.93
26	1.90	0.00	0.00	-63.70	-6.93	-37.58	-4.21
27	2.00	0.00	0.00	-59.05	-6.48	-31.44	-3.54
28	2.10	0.00	0.00	-54.18	-5.99	-25.77	-2.92
29	2.20	0.00	0.00	-49.08	-5.47	-20.61	-2.34
30	2.30	0.00	0.00	-43.74	-4.92	-16.04	-1.82
31	2.40	0.00	0.00	-38.18	-4.32	-11.98	-1.36
32	2.50	0.00	0.00	-32.46	-3.69	-8.45	-0.96
33	2.60	0.00	0.00	-26.62	-3.03	-5.50	-0.62
34	2.70	0.00	0.00	-20.45	-2.32	-3.14	-0.36
35	2.80	0.00	0.00	-13.96	-1.58	-1.42	-0.16
36	2.90	0.00	0.00	-7.14	-0.81	-0.36	-0.04
37	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

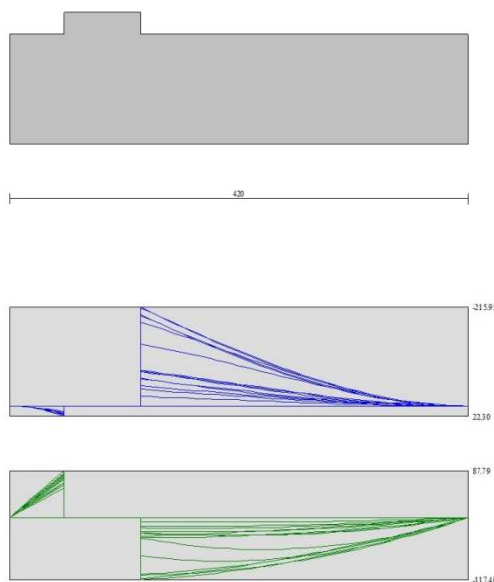


Fig. 7 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

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]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sforzo normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	70	5.65	15.71	10.00	0.00	428.20	0.00	42.820
2	100	70	5.65	15.71	11.01	1.72	449.20	70.04	40.813
3	100	70	5.65	15.71	12.03	3.43	468.27	133.62	38.930
4	100	70	5.65	15.71	13.07	5.15	485.55	191.25	37.147
5	100	70	5.65	15.71	14.14	6.86	501.17	243.34	35.447
6	100	70	5.65	15.71	15.24	8.58	515.22	290.19	33.818
7	100	70	5.65	15.71	16.37	10.30	527.79	332.08	32.250
8	100	70	5.65	15.71	17.53	12.01	538.93	369.25	30.736
9	100	70	5.65	15.71	18.75	13.73	548.72	401.90	29.272
10	100	70	5.65	15.71	20.00	15.45	557.23	430.25	27.856
11	100	70	5.65	15.71	21.31	17.16	564.51	454.53	26.485
12	100	70	5.65	15.71	22.68	18.88	570.63	474.96	25.159
13	100	70	5.65	15.71	24.11	20.59	575.67	491.76	23.879
14	100	70	5.65	15.71	25.60	22.31	579.70	505.19	22.644
15	100	70	5.65	15.71	24.15	24.03	513.81	511.25	21.278
16	100	70	5.65	15.71	25.82	25.74	514.23	512.78	19.919
17	100	70	5.65	15.71	27.59	27.46	513.88	511.51	18.628
18	100	70	5.65	15.71	29.47	29.18	512.89	507.82	17.406
19	100	70	5.65	15.71	31.46	30.89	511.34	502.08	16.253
20	100	70	5.65	15.71	33.58	32.61	509.33	494.63	15.169
21	100	70	5.65	15.71	35.82	34.32	506.94	485.80	14.153
22	100	70	5.65	15.71	38.19	36.04	504.25	475.85	13.203
23	100	70	5.65	15.71	40.70	37.76	501.33	465.04	12.317
24	100	70	5.65	15.71	43.36	39.47	498.24	453.58	11.491
25	100	70	5.65	15.71	46.16	41.19	495.02	441.67	10.723
26	100	70	5.65	15.71	49.12	42.90	491.72	429.47	10.010
27	100	70	5.65	15.71	52.25	44.62	488.38	417.10	9.348
28	100	70	5.65	15.71	55.54	46.34	485.03	404.69	8.734
29	100	70	5.65	15.71	59.00	48.05	481.69	392.33	8.164
30	100	70	5.65	15.71	62.64	49.77	478.38	380.09	7.637
31	100	70	5.65	15.71	66.47	51.49	475.13	368.04	7.148
32	100	70	5.65	15.71	70.48	53.20	471.94	356.22	6.696
33	100	70	5.65	15.71	74.70	54.92	468.82	344.68	6.276
34	100	70	5.65	15.71	79.11	56.63	465.78	333.43	5.887
35	100	70	5.65	15.71	83.74	58.35	462.83	322.51	5.527
36	100	70	5.65	15.71	88.58	60.07	459.97	311.92	5.193
37	100	70	5.65	15.71	93.64	61.78	457.20	301.67	4.883
38	100	70	5.65	15.71	98.92	63.50	454.53	291.77	4.595
39	100	70	5.65	15.71	104.44	65.22	451.95	282.22	4.328
40	100	70	5.65	15.71	110.19	66.93	449.46	273.01	4.079
41	100	70	5.65	15.71	116.19	68.65	447.07	264.15	3.848
42	100	70	5.65	15.71	122.43	70.36	444.76	255.61	3.633
43	100	70	5.65	15.71	128.93	72.08	442.49	247.38	3.432
44	100	70	5.65	15.71	135.69	73.80	440.11	239.35	3.243
45	100	70	5.65	15.71	142.72	75.51	437.83	231.65	3.068
46	100	70	5.65	15.71	150.37	77.23	435.47	223.65	2.896
47	100	70	5.65	15.71	159.19	78.94	432.79	214.63	2.719
48	100	70	5.65	15.71	168.34	80.66	430.29	206.18	2.556
49	100	70	5.65	15.71	177.82	82.38	427.94	198.25	2.407
50	100	70	5.65	15.71	187.65	84.09	425.73	190.79	2.269
51	100	70	5.65	15.71	197.82	85.81	423.66	183.77	2.142

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	100	7.70	15.71	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	100	100	7.70	15.71	0.91	0.00	274.90	0.00	300.490
3	100	100	7.70	15.71	3.64	0.00	274.90	0.00	75.592
4	100	100	7.70	15.71	8.13	0.00	274.90	0.00	33.807
5	100	100	7.70	15.71	14.36	0.00	274.90	0.00	19.137
6	100	100	7.70	15.71	22.30	0.00	274.90	0.00	12.326
7	100	100	7.70	15.71	-215.95	0.00	-552.19	0.00	2.557
8	100	100	7.70	15.71	-204.27	0.00	-552.19	0.00	2.703

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
9	100	100	7.70	15.71	-192.74	0.00	-552.19	0.00	2.865
10	100	100	7.70	15.71	-181.83	0.00	-552.19	0.00	3.037
11	100	100	7.70	15.71	-171.19	0.00	-552.19	0.00	3.226
12	100	100	7.70	15.71	-160.67	0.00	-552.19	0.00	3.437
13	100	100	7.70	15.71	-150.27	0.00	-552.19	0.00	3.675
14	100	100	7.70	15.71	-140.03	0.00	-552.19	0.00	3.943
15	100	100	7.70	15.71	-129.97	0.00	-552.19	0.00	4.249
16	100	100	7.70	15.71	-120.10	0.00	-552.19	0.00	4.598
17	100	100	7.70	15.71	-110.47	0.00	-552.19	0.00	4.999
18	100	100	7.70	15.71	-101.08	0.00	-552.19	0.00	5.463
19	100	100	7.70	15.71	-91.95	0.00	-552.19	0.00	6.005
20	100	100	7.70	15.71	-83.12	0.00	-552.19	0.00	6.643
21	100	100	7.70	15.71	-74.61	0.00	-552.19	0.00	7.401
22	100	100	7.70	15.71	-66.44	0.00	-552.19	0.00	8.312
23	100	100	7.70	15.71	-58.62	0.00	-552.19	0.00	9.420
24	100	100	7.70	15.71	-51.19	0.00	-552.19	0.00	10.787
25	100	100	7.70	15.71	-44.17	0.00	-552.19	0.00	12.502
26	100	100	7.70	15.71	-37.58	0.00	-552.19	0.00	14.695
27	100	100	7.70	15.71	-31.44	0.00	-552.19	0.00	17.565
28	100	100	7.70	15.71	-25.77	0.00	-552.19	0.00	21.425
29	100	100	7.70	15.71	-20.61	0.00	-552.19	0.00	26.794
30	100	100	7.70	15.71	-16.04	0.00	-552.19	0.00	34.426
31	100	100	7.70	15.71	-11.98	0.00	-552.19	0.00	46.094
32	100	100	7.70	15.71	-8.45	0.00	-552.19	0.00	65.311
33	100	100	7.70	15.71	-5.50	0.00	-552.19	0.00	100.438
34	100	100	7.70	15.71	-3.14	0.00	-552.19	0.00	175.782
35	100	100	7.70	15.71	-1.42	0.00	-552.19	0.00	389.458
36	100	100	7.70	15.71	-0.36	0.00	-552.19	0.00	1534.354
37	100	100	7.70	15.71	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000

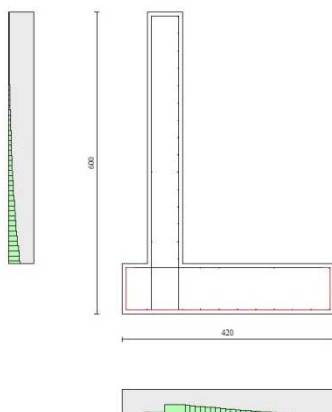


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	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 [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ 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} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	70	0.00	--	0.00	0.00	242.42	10.00	24.242
2	100	70	0.00	--	0.00	0.00	242.65	10.14	23.941
3	100	70	0.00	--	0.00	0.00	242.88	10.32	23.544
4	100	70	0.00	--	0.00	0.00	243.11	10.54	23.062
5	100	70	0.00	--	0.00	0.00	243.35	10.81	22.507
6	100	70	0.00	--	0.00	0.00	243.58	11.13	21.890
7	100	70	0.00	--	0.00	0.00	243.81	11.49	21.224
8	100	70	0.00	--	0.00	0.00	244.04	11.89	20.521
9	100	70	0.00	--	0.00	0.00	244.27	12.34	19.792

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
10	100	70	0.00	--	0.00	0.00	244.50	12.84	19.047
11	100	70	0.00	--	0.00	0.00	244.74	13.38	18.295
12	100	70	0.00	--	0.00	0.00	244.97	13.96	17.545
13	100	70	0.00	--	0.00	0.00	245.20	14.59	16.803
14	100	70	0.00	--	0.00	0.00	245.43	15.27	16.076
15	100	70	0.00	--	0.00	0.00	245.66	16.19	15.176
16	100	70	0.00	--	0.00	0.00	245.89	17.19	14.307
17	100	70	0.00	--	0.00	0.00	246.13	18.25	13.489
18	100	70	0.00	--	0.00	0.00	246.36	19.36	12.723
19	100	70	0.00	--	0.00	0.00	246.59	20.54	12.006
20	100	70	0.00	--	0.00	0.00	246.82	22.10	11.166
21	100	70	0.00	--	0.00	0.00	247.05	23.85	10.357
22	100	70	0.00	--	0.00	0.00	247.28	25.66	9.637
23	100	70	0.00	--	0.00	0.00	247.52	27.52	8.993
24	100	70	0.00	--	0.00	0.00	247.75	29.45	8.413
25	100	70	0.00	--	0.00	0.00	247.98	31.43	7.890
26	100	70	0.00	--	0.00	0.00	248.21	33.47	7.416
27	100	70	0.00	--	0.00	0.00	248.44	35.57	6.984
28	100	70	0.00	--	0.00	0.00	248.67	37.73	6.591
29	100	70	0.00	--	0.00	0.00	248.91	39.94	6.231
30	100	70	0.00	--	0.00	0.00	249.14	42.22	5.901
31	100	70	0.00	--	0.00	0.00	249.37	44.55	5.597
32	100	70	0.00	--	0.00	0.00	249.60	46.94	5.317
33	100	70	0.00	--	0.00	0.00	249.83	49.39	5.058
34	100	70	0.00	--	0.00	0.00	250.06	51.90	4.818
35	100	70	0.00	--	0.00	0.00	250.30	54.47	4.595
36	100	70	0.00	--	0.00	0.00	250.53	57.10	4.388
37	100	70	0.00	--	0.00	0.00	250.76	59.78	4.195
38	100	70	0.00	--	0.00	0.00	250.99	62.52	4.014
39	100	70	0.00	--	0.00	0.00	251.22	65.32	3.846
40	100	70	0.00	--	0.00	0.00	251.45	68.18	3.688
41	100	70	0.00	--	0.00	0.00	251.69	71.10	3.540
42	100	70	0.00	--	0.00	0.00	251.92	74.08	3.401
43	100	70	0.00	--	0.00	0.00	252.15	77.11	3.270
44	100	70	0.00	--	0.00	0.00	252.38	80.21	3.147
45	100	70	0.00	--	0.00	0.00	252.61	83.36	3.030
46	100	70	0.00	--	0.00	0.00	252.84	86.57	2.921
47	100	70	0.00	--	0.00	0.00	253.08	89.84	2.817
48	100	70	0.00	--	0.00	0.00	253.31	93.17	2.719
49	100	70	0.00	--	0.00	0.00	253.54	96.55	2.626
50	100	70	0.00	--	0.00	0.00	253.77	100.00	2.538
51	100	70	0.00	--	0.00	0.00	254.00	103.50	2.454

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	0.00	100.000
2	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-18.24	17.507
3	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-36.14	8.836
4	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-53.70	5.947
5	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-70.92	4.503
6	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-87.79	3.637
7	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-117.40	2.720
8	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-116.05	2.752
9	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-114.53	2.788
10	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-112.83	2.830
11	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-110.95	2.878
12	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-108.90	2.932
13	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-106.67	2.994
14	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-104.26	3.063
15	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-101.68	3.141
16	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-98.92	3.228
17	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-95.98	3.327
18	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-92.86	3.439
19	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-89.79	3.556
20	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-86.75	3.681
21	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-83.48	3.825
22	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-79.98	3.992
23	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-76.26	4.188
24	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-72.30	4.417
25	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-68.11	4.688
26	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-63.70	5.013
27	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-59.05	5.407
28	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-54.18	5.894
29	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-49.08	6.507
30	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-43.74	7.300
31	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-38.18	8.363
32	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-32.46	9.837
33	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-26.62	11.995
34	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-20.45	15.612
35	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-13.96	22.872
36	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	-7.14	44.703
37	100	100	0.00	--	0.00	0.00	319.33	0.00	100.000

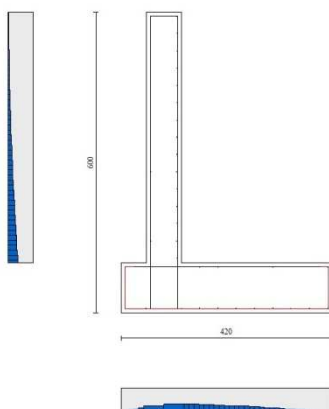


Fig. 9 - Paramento (Inviluppo)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso 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]
ε	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

Combinazioni SLER

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (20)
2	100	70	0.00	0.00	0.02	30.38	0.000000	0.00	0.000 (20)
3	100	70	0.00	0.00	0.10	72.86	0.000000	0.00	0.000 (20)
4	100	70	0.00	0.00	0.22	136.00	0.000000	0.00	0.000 (20)
5	100	70	0.00	0.00	0.41	238.96	0.000000	0.00	0.000 (20)
6	100	70	0.00	0.00	0.66	435.43	0.000000	0.00	0.000 (20)
7	100	70	0.00	0.00	0.97	955.26	0.000000	0.00	0.000 (20)
8	100	70	0.00	0.00	1.36	6203.79	0.000000	0.00	0.000 (20)
9	100	70	0.00	0.00	1.83	2010.44	0.000000	0.00	0.000 (20)
10	100	70	15.71	1750.00	2.37	995.00	0.000000	0.00	0.000 (20)
11	100	70	15.71	1750.00	3.00	710.59	0.000000	0.00	0.000 (20)
12	100	70	15.71	1750.00	3.72	576.99	0.000000	0.00	0.000 (20)
13	100	70	15.71	1750.00	4.54	499.52	0.000000	0.00	0.000 (20)
14	100	70	15.71	1750.00	5.45	449.04	0.000000	0.00	0.000 (20)
15	100	70	15.71	1750.00	6.47	413.60	0.000000	0.00	0.000 (20)
16	100	70	15.71	1750.00	7.60	387.38	0.000000	0.00	0.000 (20)
17	100	70	15.71	1750.00	8.84	367.24	0.000000	0.00	0.000 (20)
18	100	70	15.71	1750.00	10.19	351.30	0.000000	0.00	0.000 (20)
19	100	70	15.71	1750.00	11.67	338.40	0.000000	0.00	0.000 (20)
20	100	70	15.71	1750.00	13.27	327.74	0.000000	0.00	0.000 (20)
21	100	70	15.71	1750.00	15.00	318.81	0.000000	0.00	0.000 (20)
22	100	70	15.71	1750.00	16.87	311.23	0.000000	0.00	0.000 (20)
23	100	70	15.71	1750.00	18.88	304.71	0.000000	0.00	0.000 (20)
24	100	70	15.71	1750.00	21.03	299.06	0.000000	0.00	0.000 (20)
25	100	70	15.71	1750.00	23.33	294.11	0.000000	0.00	0.000 (20)
26	100	70	15.71	1750.00	25.79	289.76	0.000000	0.00	0.000 (20)
27	100	70	15.71	1750.00	28.40	285.89	0.000000	0.00	0.000 (20)
28	100	70	15.71	1750.00	31.17	282.44	0.000000	0.00	0.000 (20)
29	100	70	15.71	1750.00	34.11	279.35	0.000000	0.00	0.000 (20)
30	100	70	15.71	1750.00	37.22	276.56	0.000000	0.00	0.000 (20)
31	100	70	15.71	1750.00	40.51	274.03	0.000000	0.00	0.000 (20)
32	100	70	15.71	1750.00	43.97	271.73	0.000000	0.00	0.000 (20)
33	100	70	15.71	1750.00	47.62	269.64	0.000000	0.00	0.000 (20)
34	100	70	15.71	1750.00	51.46	267.72	0.000000	0.00	0.000 (20)
35	100	70	15.71	1750.00	55.49	265.96	0.000000	0.00	0.000 (20)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
36	100	70	15.71	1750.00	59.73	264.34	0.000000	0.00	0.000 (20)
37	100	70	15.71	1750.00	64.16	262.84	0.000000	0.00	0.000 (20)
38	100	70	15.71	1750.00	68.80	261.45	0.000000	0.00	0.000 (20)
39	100	70	15.71	1750.00	73.65	260.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
40	100	70	15.71	1750.00	78.72	258.97	0.000000	0.00	0.000 (20)
41	100	70	15.71	1750.00	84.01	257.86	0.000000	0.00	0.000 (20)
42	100	70	15.71	1750.00	89.52	256.82	0.000000	0.00	0.000 (20)
43	100	70	15.71	1750.00	95.26	255.84	0.000000	0.00	0.000 (20)
44	100	70	15.71	1750.00	101.24	254.93	0.000000	0.00	0.000 (20)
45	100	70	15.71	1750.00	107.46	254.08	0.000000	0.00	0.000 (20)
46	100	70	15.71	1750.00	113.91	253.27	0.000000	0.00	0.000 (20)
47	100	70	15.71	1750.00	120.62	252.52	0.000000	0.00	0.000 (20)
48	100	70	15.71	1750.00	127.58	251.80	0.000000	0.00	0.000 (20)
49	100	70	15.71	1750.00	134.79	251.13	0.000000	0.00	0.000 (20)
50	100	70	15.71	1750.00	142.27	250.49	0.000000	0.00	0.000 (20)
51	100	70	15.71	1750.00	150.01	249.89	0.000000	0.00	0.000 (20)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (20)
2	100	100	7.70	1750.00	0.65	508.90	0.000000	0.00	0.000 (20)
3	100	100	7.70	1750.00	2.59	508.90	0.000000	0.00	0.000 (20)
4	100	100	7.70	1750.00	5.82	508.90	0.000000	0.00	0.000 (20)
5	100	100	7.70	1750.00	10.33	508.90	0.000000	0.00	0.000 (20)
6	100	100	7.70	1750.00	16.12	508.90	0.000000	0.00	0.000 (20)
7	100	100	15.71	1750.00	-43.70	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
8	100	100	15.71	1750.00	-41.69	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
9	100	100	15.71	1750.00	-39.67	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
10	100	100	15.71	1750.00	-37.64	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
11	100	100	15.71	1750.00	-35.59	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
12	100	100	15.71	1750.00	-33.55	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
13	100	100	15.71	1750.00	-31.51	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
14	100	100	15.71	1750.00	-29.48	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
15	100	100	15.71	1750.00	-27.47	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
16	100	100	15.71	1750.00	-25.48	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
17	100	100	15.71	1750.00	-23.52	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
18	100	100	15.71	1750.00	-21.60	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
19	100	100	15.71	1750.00	-19.72	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
20	100	100	15.71	1750.00	-17.89	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
21	100	100	15.71	1750.00	-16.11	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
22	100	100	15.71	1750.00	-14.39	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
23	100	100	15.71	1750.00	-12.73	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
24	100	100	15.71	1750.00	-11.15	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
25	100	100	15.71	1750.00	-9.65	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
26	100	100	15.71	1750.00	-8.23	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
27	100	100	15.71	1750.00	-6.91	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
28	100	100	15.71	1750.00	-5.68	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
29	100	100	15.71	1750.00	-4.55	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
30	100	100	15.71	1750.00	-3.54	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
31	100	100	15.71	1750.00	-2.63	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
32	100	100	15.71	1750.00	-1.85	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
33	100	100	15.71	1750.00	-1.20	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
34	100	100	15.71	1750.00	-0.69	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
35	100	100	15.71	1750.00	-0.31	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
36	100	100	15.71	1750.00	-0.08	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (20)
37	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (20)

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (21)
2	100	70	0.00	0.00	0.02	22.33	0.000000	0.00	0.000 (21)
3	100	70	0.00	0.00	0.07	51.99	0.000000	0.00	0.000 (21)
4	100	70	0.00	0.00	0.17	92.83	0.000000	0.00	0.000 (21)
5	100	70	0.00	0.00	0.32	151.97	0.000000	0.00	0.000 (21)
6	100	70	0.00	0.00	0.52	244.46	0.000000	0.00	0.000 (21)
7	100	70	0.00	0.00	0.77	408.21	0.000000	0.00	0.000 (21)
8	100	70	0.00	0.00	1.09	774.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
9	100	70	0.00	0.00	1.47	2302.03	0.000000	0.00	0.000 (21)
10	100	70	0.00	0.00	1.92	4474.67	0.000000	0.00	0.000 (21)
11	100	70	0.00	0.00	2.44	1346.85	0.000000	0.00	0.000 (21)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
12	100	70	15.71	1750.00	3.04	861.30	0.000000	0.00	0.000 (21)
13	100	70	15.71	1750.00	3.73	664.55	0.000000	0.00	0.000 (21)
14	100	70	15.71	1750.00	4.50	558.24	0.000000	0.00	0.000 (21)
15	100	70	15.71	1750.00	5.37	491.82	0.000000	0.00	0.000 (21)
16	100	70	15.71	1750.00	6.33	446.46	0.000000	0.00	0.000 (21)
17	100	70	15.71	1750.00	7.40	413.59	0.000000	0.00	0.000 (21)
18	100	70	15.71	1750.00	8.56	388.72	0.000000	0.00	0.000 (21)
19	100	70	15.71	1750.00	9.84	369.28	0.000000	0.00	0.000 (21)
20	100	70	15.71	1750.00	11.24	353.69	0.000000	0.00	0.000 (21)
21	100	70	15.71	1750.00	12.75	340.93	0.000000	0.00	0.000 (21)
22	100	70	15.71	1750.00	14.39	330.31	0.000000	0.00	0.000 (21)
23	100	70	15.71	1750.00	16.16	321.35	0.000000	0.00	0.000 (21)
24	100	70	15.71	1750.00	18.06	313.69	0.000000	0.00	0.000 (21)
25	100	70	15.71	1750.00	20.09	307.08	0.000000	0.00	0.000 (21)
26	100	70	15.71	1750.00	22.27	301.32	0.000000	0.00	0.000 (21)
27	100	70	15.71	1750.00	24.59	296.27	0.000000	0.00	0.000 (21)
28	100	70	15.71	1750.00	27.07	291.80	0.000000	0.00	0.000 (21)
29	100	70	15.71	1750.00	29.70	287.83	0.000000	0.00	0.000 (21)
30	100	70	15.71	1750.00	32.49	284.27	0.000000	0.00	0.000 (21)
31	100	70	15.71	1750.00	35.44	281.08	0.000000	0.00	0.000 (21)
32	100	70	15.71	1750.00	38.57	278.20	0.000000	0.00	0.000 (21)
33	100	70	15.71	1750.00	41.86	275.58	0.000000	0.00	0.000 (21)
34	100	70	15.71	1750.00	45.34	273.20	0.000000	0.00	0.000 (21)
35	100	70	15.71	1750.00	48.99	271.03	0.000000	0.00	0.000 (21)
36	100	70	15.71	1750.00	52.84	269.04	0.000000	0.00	0.000 (21)
37	100	70	15.71	1750.00	56.87	267.21	0.000000	0.00	0.000 (21)
38	100	70	15.71	1750.00	61.10	265.53	0.000000	0.00	0.000 (21)
39	100	70	15.71	1750.00	65.53	263.97	0.000000	0.00	0.000 (21)
40	100	70	15.71	1750.00	70.16	262.53	0.000000	0.00	0.000 (21)
41	100	70	15.71	1750.00	75.01	261.19	0.000000	0.00	0.000 (21)
42	100	70	15.71	1750.00	80.07	259.94	0.000000	0.00	0.000 (21)
43	100	70	15.71	1750.00	85.34	258.78	0.000000	0.00	0.000 (21)
44	100	70	15.71	1750.00	90.84	257.70	0.000000	0.00	0.000 (21)
45	100	70	15.71	1750.00	96.57	256.68	0.000000	0.00	0.000 (21)
46	100	70	15.71	1750.00	102.52	255.73	0.000000	0.00	0.000 (21)
47	100	70	15.71	1750.00	108.72	254.84	0.000000	0.00	0.000 (21)
48	100	70	15.71	1750.00	115.15	254.00	0.000000	0.00	0.000 (21)
49	100	70	15.71	1750.00	121.83	253.21	0.000000	0.00	0.000 (21)
50	100	70	15.71	1750.00	128.76	252.47	0.000000	0.00	0.000 (21)
51	100	70	15.71	1750.00	135.95	251.77	0.000000	0.00	0.000 (21)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (21)
2	100	100	7.70	1750.00	0.62	508.90	0.000000	0.00	0.000 (21)
3	100	100	7.70	1750.00	2.47	508.90	0.000000	0.00	0.000 (21)
4	100	100	7.70	1750.00	5.55	508.90	0.000000	0.00	0.000 (21)
5	100	100	7.70	1750.00	9.86	508.90	0.000000	0.00	0.000 (21)
6	100	100	7.70	1750.00	15.38	508.90	0.000000	0.00	0.000 (21)
7	100	100	15.71	1750.00	-36.14	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
8	100	100	15.71	1750.00	-34.52	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
9	100	100	15.71	1750.00	-32.87	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
10	100	100	15.71	1750.00	-31.21	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
11	100	100	15.71	1750.00	-29.54	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
12	100	100	15.71	1750.00	-27.86	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
13	100	100	15.71	1750.00	-26.19	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
14	100	100	15.71	1750.00	-24.52	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
15	100	100	15.71	1750.00	-22.86	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
16	100	100	15.71	1750.00	-21.22	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
17	100	100	15.71	1750.00	-19.60	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
18	100	100	15.71	1750.00	-18.01	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
19	100	100	15.71	1750.00	-16.45	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
20	100	100	15.71	1750.00	-14.93	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
21	100	100	15.71	1750.00	-13.45	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
22	100	100	15.71	1750.00	-12.02	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
23	100	100	15.71	1750.00	-10.64	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
24	100	100	15.71	1750.00	-9.33	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
25	100	100	15.71	1750.00	-8.08	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
26	100	100	15.71	1750.00	-6.89	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
27	100	100	15.71	1750.00	-5.78	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
28	100	100	15.71	1750.00	-4.76	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
29	100	100	15.71	1750.00	-3.82	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
30	100	100	15.71	1750.00	-2.96	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
31	100	100	15.71	1750.00	-2.21	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
32	100	100	15.71	1750.00	-1.56	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
33	100	100	15.71	1750.00	-1.01	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
34	100	100	15.71	1750.00	-0.58	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
35	100	100	15.71	1750.00	-0.26	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
36	100	100	15.71	1750.00	-0.07	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (21)
37	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (21)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (22)
2	100	70	0.00	0.00	0.01	7.62	0.000000	0.00	0.000 (22)
3	100	70	0.00	0.00	0.03	17.77	0.000000	0.00	0.000 (22)
4	100	70	0.00	0.00	0.07	31.03	0.000000	0.00	0.000 (22)
5	100	70	0.00	0.00	0.14	48.28	0.000000	0.00	0.000 (22)
6	100	70	0.00	0.00	0.24	70.83	0.000000	0.00	0.000 (22)
7	100	70	0.00	0.00	0.37	100.80	0.000000	0.00	0.000 (22)
8	100	70	0.00	0.00	0.53	141.76	0.000000	0.00	0.000 (22)
9	100	70	0.00	0.00	0.75	200.06	0.000000	0.00	0.000 (22)
10	100	70	0.00	0.00	1.00	288.37	0.000000	0.00	0.000 (22)
11	100	70	0.00	0.00	1.31	435.86	0.000000	0.00	0.000 (22)
12	100	70	0.00	0.00	1.68	728.29	0.000000	0.00	0.000 (22)
13	100	70	0.00	0.00	2.11	1573.34	0.000000	0.00	0.000 (22)
14	100	70	0.00	0.00	2.60	28265.32	0.000000	0.00	0.000 (22)
15	100	70	0.00	0.00	3.16	2173.74	0.000000	0.00	0.000 (22)
16	100	70	15.71	1750.00	3.80	1144.20	0.000000	0.00	0.000 (22)
17	100	70	15.71	1750.00	4.52	817.29	0.000000	0.00	0.000 (22)
18	100	70	15.71	1750.00	5.31	657.21	0.000000	0.00	0.000 (22)
19	100	70	15.71	1750.00	6.20	562.49	0.000000	0.00	0.000 (22)
20	100	70	15.71	1750.00	7.18	500.07	0.000000	0.00	0.000 (22)
21	100	70	15.71	1750.00	8.25	455.94	0.000000	0.00	0.000 (22)
22	100	70	15.71	1750.00	9.43	423.16	0.000000	0.00	0.000 (22)
23	100	70	15.71	1750.00	10.71	397.93	0.000000	0.00	0.000 (22)
24	100	70	15.71	1750.00	12.11	377.93	0.000000	0.00	0.000 (22)
25	100	70	15.71	1750.00	13.61	361.73	0.000000	0.00	0.000 (22)
26	100	70	15.71	1750.00	15.24	348.37	0.000000	0.00	0.000 (22)
27	100	70	15.71	1750.00	16.99	337.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
28	100	70	15.71	1750.00	18.87	327.67	0.000000	0.00	0.000 (22)
29	100	70	15.71	1750.00	20.88	319.52	0.000000	0.00	0.000 (22)
30	100	70	15.71	1750.00	23.03	312.46	0.000000	0.00	0.000 (22)
31	100	70	15.71	1750.00	25.32	306.30	0.000000	0.00	0.000 (22)
32	100	70	15.71	1750.00	27.76	300.88	0.000000	0.00	0.000 (22)
33	100	70	15.71	1750.00	30.34	296.07	0.000000	0.00	0.000 (22)
34	100	70	15.71	1750.00	33.09	291.80	0.000000	0.00	0.000 (22)
35	100	70	15.71	1750.00	35.99	287.97	0.000000	0.00	0.000 (22)
36	100	70	15.71	1750.00	39.05	284.53	0.000000	0.00	0.000 (22)
37	100	70	15.71	1750.00	42.29	281.41	0.000000	0.00	0.000 (22)
38	100	70	15.71	1750.00	45.70	278.59	0.000000	0.00	0.000 (22)
39	100	70	15.71	1750.00	49.28	276.02	0.000000	0.00	0.000 (22)
40	100	70	15.71	1750.00	53.05	273.67	0.000000	0.00	0.000 (22)
41	100	70	15.71	1750.00	57.01	271.52	0.000000	0.00	0.000 (22)
42	100	70	15.71	1750.00	61.15	269.54	0.000000	0.00	0.000 (22)
43	100	70	15.71	1750.00	65.50	267.72	0.000000	0.00	0.000 (22)
44	100	70	15.71	1750.00	70.04	266.04	0.000000	0.00	0.000 (22)
45	100	70	15.71	1750.00	74.79	264.48	0.000000	0.00	0.000 (22)
46	100	70	15.71	1750.00	79.74	263.03	0.000000	0.00	0.000 (22)
47	100	70	15.71	1750.00	84.91	261.69	0.000000	0.00	0.000 (22)
48	100	70	15.71	1750.00	90.30	260.43	0.000000	0.00	0.000 (22)
49	100	70	15.71	1750.00	95.91	259.26	0.000000	0.00	0.000 (22)
50	100	70	15.71	1750.00	101.75	258.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
51	100	70	15.71	1750.00	107.82	257.14	0.000000	0.00	0.000 (22)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (22)
2	100	100	7.70	1750.00	0.56	508.90	0.000000	0.00	0.000 (22)
3	100	100	7.70	1750.00	2.23	508.90	0.000000	0.00	0.000 (22)
4	100	100	7.70	1750.00	5.02	508.90	0.000000	0.00	0.000 (22)
5	100	100	7.70	1750.00	8.91	508.90	0.000000	0.00	0.000 (22)
6	100	100	7.70	1750.00	13.91	508.90	0.000000	0.00	0.000 (22)
7	100	100	15.71	1750.00	-21.03	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
8	100	100	15.71	1750.00	-20.16	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
9	100	100	15.71	1750.00	-19.27	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
10	100	100	15.71	1750.00	-18.35	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
11	100	100	15.71	1750.00	-17.43	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
12	100	100	15.71	1750.00	-16.49	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
13	100	100	15.71	1750.00	-15.54	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
14	100	100	15.71	1750.00	-14.59	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
15	100	100	15.71	1750.00	-13.64	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
16	100	100	15.71	1750.00	-12.70	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
17	100	100	15.71	1750.00	-11.76	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
18	100	100	15.71	1750.00	-10.83	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
19	100	100	15.71	1750.00	-9.91	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
20	100	100	15.71	1750.00	-9.02	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
21	100	100	15.71	1750.00	-8.14	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
22	100	100	15.71	1750.00	-7.29	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
23	100	100	15.71	1750.00	-6.47	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
24	100	100	15.71	1750.00	-5.68	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
25	100	100	15.71	1750.00	-4.93	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
26	100	100	15.71	1750.00	-4.21	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
27	100	100	15.71	1750.00	-3.54	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
28	100	100	15.71	1750.00	-2.92	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
29	100	100	15.71	1750.00	-2.34	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
30	100	100	15.71	1750.00	-1.82	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
31	100	100	15.71	1750.00	-1.36	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
32	100	100	15.71	1750.00	-0.96	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
33	100	100	15.71	1750.00	-0.62	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
34	100	100	15.71	1750.00	-0.36	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
35	100	100	15.71	1750.00	-0.16	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
36	100	100	15.71	1750.00	-0.04	-519.17	0.000000	0.00	0.000 (22)
37	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (22)