



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO  
**Servizio Gestione Strade**  
Via Gazzoletti n° 33 – 38122 TRENTO

**LAVORI:** Interventi di somma urgenza per la messa in sicurezza della S.P. n° 135  
*Sinistra Fersina* al Km 9,960 in loc. Vilzerhof a monte dell'abitato di San Felice nel  
Comune di Fierozzo - **PERIZIA DI SOMMA URGENZA**

**RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURE A FARFALLA B25**

Trento, ottobre 2024

**Studio tecnico**  
**Ing. Alfonso Dalla Torre**  
Via G. Romagnosi n° 30  
38122 TRENTO  
Tel. 0461-986155  
E-mail: [studioigt@iol.it](mailto:studioigt@iol.it)

## Sommario

1. Oggetto .....	2
2. Scheda tecnica Farfalla B25 .....	2
3. Normativa di riferimento .....	3
4. Installazione e posa.....	4
5. Ancoraggi .....	5
6. Parametri geotecnici .....	7
7. Parametri sismici .....	8
8. Caratteristiche delle barre piene a filettatura continua .....	9
9. Resistenze degli ancoraggi .....	9
10. Sforzi agenti sugli ancoraggi .....	12

## 1. Oggetto

La presente relazione contiene le verifiche statiche delle strutture denominate Farfalla B25 (chiamate anche strutture a ombrello) impiegate per la stabilizzazione del versante a monte della S.P. n° 35 *Sinistra Fersina* al Km 9,960 in loc. Vilzerhof nel Comune di Fierozzo (TN).

Trattasi in particolare delle strutture Farfalla B25 di produzione della Ditta Mair Wilfried S.r.l. di San Lorenzo di Sebato (vedasi scheda tecnica seguente).

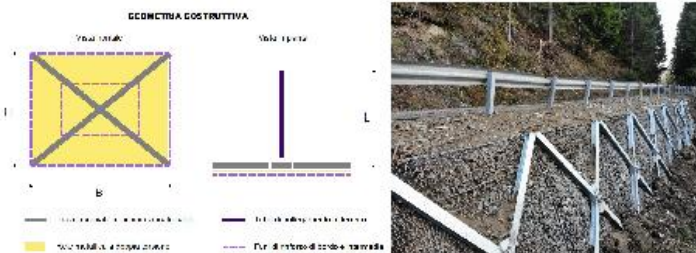
## 2. Scheda tecnica Farfalla B25

### FARFALLA B25 SCHEDA TECNICA



**FARFALLA B25** è una opera di sostegno in possesso di ETA secondo EAD 340739-00-0108 per la realizzazione di muri di sostegno, per la stabilizzazione di versanti e scarpate oltreché per protezione di movimenti franosi. E' composto di una struttura di travi in acciaio incrociate collegate con il terreno con un braccio telescopico monoancoraggio con diversi tipi di fondazione per collegarsi al terreno.

**Valutazione tecnica Europea**  
 - ETA—24/0107 del 12.03.2024  
 - EAD 340739-00-0108  
 - Classificazione: High load bearing single anchor earth retaining structures made of steel  
 - Technical Assessment Body: Austrian Institute of Construction Engineering (OIB)



Specifiche tecniche FARFALLA B25	
Modello	FARFALLA B25
Base (B)	2.50m / 2.00m
Altezza (H)	2.00m / 2.50m
Lunghezza tubo collegamento (L)	1.50m
<b>Rete</b>	
Tipo di rete	n°2 strati di rete doppia torsione UNI EN 10223-3
Zincatura	UNI EN 10244-2 di classe A
Rivestimento polimerico	PVC Grigio UNI EN 10245-2
Ø filo	2,7mm - 3,7mm
Dimensione maglia	80mm x 100mm
<b>Travi incrociate</b>	
Tipologia	HEA 100
Materiale	Acciaio S275J
Zincatura	EN ISO 1461
<b>Tubo di collegamento</b>	
Tipologia	Tubo
Dimensioni	D.89 spess.5mm (D. Interno minimo 78,9mm)
Materiale, Zincatura	Acciaio S235J, EN ISO 1461
<b>Funi</b>	
Ø funi bordo e centrali	Spiroidale 10mm
Tipologia funi	1x19 fil grado 1770 N4mmq
Normativa fune, Zincatura	EN 12385-10, Zn/AI EN 10244-2 di classe A
<b>Peso struttura</b>	
Peso struttura principale (senza tubo collegamento)	144kg
Peso struttura completa (versione più pesante)	279kg
<b>Forza resistente garantite dalla struttura</b>	
Forza resistente struttura singola	81,0kN
Spinta resistente struttura singola con piastra di base (B.25.8)	113,0kN

Le strutture sono in possesso di certificazione ETA-24/0107 del 12.03.2024 (European Technical Assessment – Valutazione Tecnica Europea) secondo EAD 340739-00-0106 *High load bearing single anchor earth retaining structures made of steel*.



Esempio di impiego su un versante in frana

### 3. Normativa di riferimento

- Legge provinciale n° 26 del 10.09.1993 e ss.mm. - *Norme in materia di lavori pubblici di interesse provinciale e per la trasparenza negli appalti*;
- D.P.G.P. 11.05.2012, n° 9-84/Leg. - *Regolamento di attuazione della L.P. n° 26*;
- D.Lgs. 18.04.2016, n° 50 - *Codice dei contratti pubblici*;
- D.P.R. 05.10.2010, n° 207 - *Regolamento di esecuzione ed attuazione (parti residuali)*;
- D.M. II.TT. 17.01.2018 - *Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni*;
- Circ. Min. II.TT. 02.02.2009, n° 617 - *Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni*;
- Linea guida per la identificazione, la qualificazione e il controllo di accettazione di sistemi di ancoraggio di tipo passivo per uso geotecnico realizzati con barre piene e barre cave auto-perforanti d'acciaio - *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale - Ottobre 2020*.

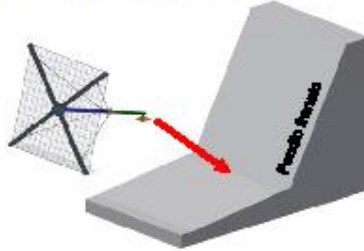
## 4. Installazione e posa

# Fast Installation Method

### Farfalla B25 - B38 - R Fasi installazione e posa

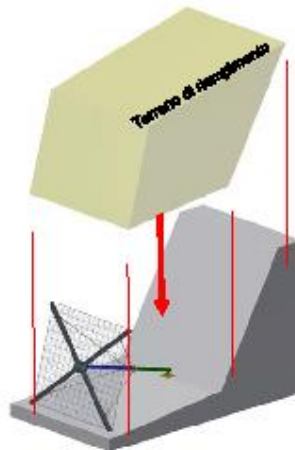


#### ➔ Fase 1: Posa sistema farfalla su pendio franato



In caso di somme urgenze, il metodo **Fast Installation Method** per velocizzare la posa in opere permette di installare il sistema Farfalla e riempire il terreno a monte dell'opera prima di eseguire le perforazioni con un notevole vantaggio nei tempi di esecuzione gestione del cantiere.

#### ➔ Fase 2: Riempimento con terreno di riporto a monte del sistema Farfalla

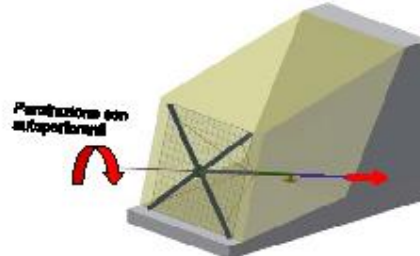


Grazie alla piastra di gravità, che garantisce fin da subito una preliminare stabilità dell'opera, **il sistema Farfalla può essere immediatamente riempito** prima di eseguire le perforazioni di fissaggio.

In funzione delle condizioni geologiche dei terreni di fondazione è possibile in questa fase salire (\*\*) sopra il sistema Farfalla con mezzi meccanici per sistemare la parte a monte del pendio.

(\*\*) Per questa condizione consultare il progettista e D.L. dell'opera.

#### ➔ Fase 3: Perforazione con barre autopercoranti



**Perforazione con barre autopercoranti** passando attraverso il tubo telescopico e successivamente nel terreno di ancoraggio.

Diametri interni tubo:

- Farfalla B25: 78mm
- Farfalla B38: 91mm

Successiva chiusura del dado sulla barra e la posa è conclusa



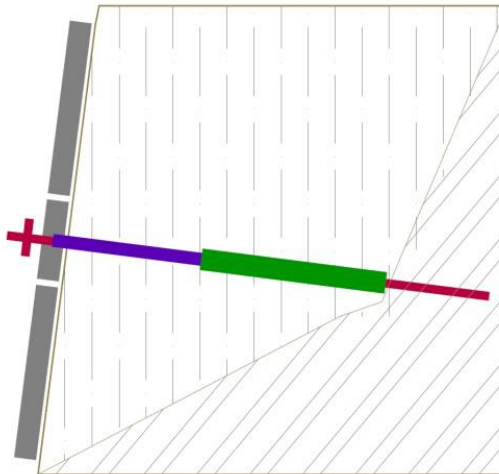
Gli elementi Farfalla B25 presentano dimensioni di m 2.00x2.50 e possono essere installati in orizzontale (Tipo 1 – H = m 2.00) o in verticale (Tipo 2 – H = m 2.50).

Per l'intervento in esame è prevista la posa Tipo 2 con gli elementi a farfalla alti m 2.50.

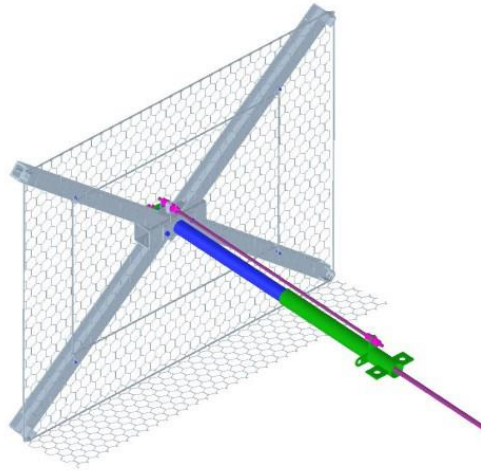
## 5. Ancoraggi

Gli ancoraggi saranno realizzati prima della posa delle farfalle e verranno collegati ai tubi telescopici mediante apposito dispositivo (vedasi immagini e foto seguenti).

È previsto l'impiego di ancoraggi della lunghezza di m 6.00÷8.00 m realizzati mediante barre piene in acciaio B450C (Steel grade 450/540), diametro Ø 25 mm, a filettatura continua, inserite in prefori eseguiti con diametro di perforazione Ø 110 mm e successivamente iniettate.



Posa Farfalle B25



Posa Farfalle B25



## 6. Parametri geotecnici

Le indagini geognostiche hanno evidenziato la presenza di uno strato superficiale (3.00-4.00 m di spessore) formato da depositi alluvionali recenti scarsamente addensati.

A profondità maggiori sono presenti i depositi fluvio-glaciali addensati. Il bedrock è presente a profondità maggiori di 10.00-12.00 m dal p.c.

Per lo strato superficiale (sabbie limose poco addensate) sul quale saranno installati gli elementi a farfalla sono stati stimati i seguenti parametri geotecnici:

$$N_{SPT} \cong 6 \div 8$$

$$\gamma = 1,90 \text{ t/mc}$$

$$\phi = 35^\circ$$

$$\delta = \frac{2}{3} \cdot \phi \cong 23^\circ$$

$$c = 0, \text{ Kg/cmq}$$

## 7. Parametri sismici

Ai fini della determinazione dell'azione sismica si assumono qui i seguenti parametri:

$$\text{Classe II} \Rightarrow C_U = 1,0$$

Periodo di riferimento per l'azione sismica:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1,0 = 50 \text{ anni}$$

Categoria sottosuolo (terreni scarsamente addensati con  $N_{SPT} < 15$ ):

$$\text{Categoria D} \Rightarrow S_S = 1,80$$

Categoria topografica, coefficiente di amplificazione topografico e parametro S:

$$\text{Categoria T2} \Rightarrow S_T = 1,2$$

$$S = S_S \cdot S_T = 1,8 \cdot 1,2 = 2,16$$

Parametri di pericolosità sismica secondo la nuova Normativa (Comune di Fierozzo):

Stato limite	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$	$T_C^*$
SLO - Operatività	90	0,028	2,529	0,199
SLD - Danno	151	0,034	2,552	0,226
<b>SLV - Salv. vita</b>	<b>1424</b>	<b>0,073</b>	<b>2,680</b>	<b>0,339</b>
SLC - Prev. collasso	2475	0,092	2,664	0,363

Per le opere di sostegno (par. 7.11.6.2.1) si ha:

$$k_h = \beta_m \cdot \left( \frac{a_{\max}}{g} \right)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

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

$$a_{\max} = 0,073 \cdot g \cdot 1,8 \cdot 1,2 = 0,16 \cdot g = 1,55 \text{ m/sec}^2$$

$$\beta_m = 0,38$$

$$k_h = 0,38 \cdot 0,16 = 0,06 \cong 6\%$$

$$k_v = \pm 3\%$$

## 8. Caratteristiche delle barre piene a filettatura continua

- Tipo di acciaio	: B450C
- Diametro nominale esterno	: 25 mm
- Carico di snervamento	: 221 KN
- Carico di rottura	: 265 KN
- Area sezione	: 490 mmq

Le barre sono a filettatura continua e possono essere giuntate con manicotti ogni 6.00 m.

## 9. Resistenze degli ancoraggi

Qui di seguito si riportano i valori delle resistenze agli SLU e di progetto degli ancoraggi.

Per tutti gli ancoraggi sono previsti:

$$\varnothing_{\text{perf.}} = 110 \text{ mm}$$

$$L_{\text{bulbo}} = 600 \text{ cm}$$

**N.B.** Se durante le perforazioni si rileva la presenza di strati scarsamente addensati con presenza d'acqua la lunghezza di ancoraggio (bulbo) dovrà essere aumentata a m 8.00.

Il bulbo/fondazione degli ancoraggi sarà allogato nello strato più superficiale formato dai depositi alluvionali recenti poco addensati, per i quali si assume il seguente valore della pressione limite (Menard):

$$p_{\text{lim}} (\text{MPa}) = \frac{N_{\text{SPT}}}{20} \cong \frac{10}{20} = 0,5 \text{ MPa} = 5 \text{ Kg/cmq}$$

La tensione tangenziale limite valida per iniezione unica (IGU – SG.2) è data da:

$$\tau_{lim}(\text{MPa}) = \frac{p_{lim}}{10} \cong \frac{0,5}{10} = 0,05 \text{ MPa} = 0,5 \text{ Kg/cmq}$$

Il valore ricavato è in accordo con i valori indicati nella tabella qui di seguito riportata (Bustamante e Doix).

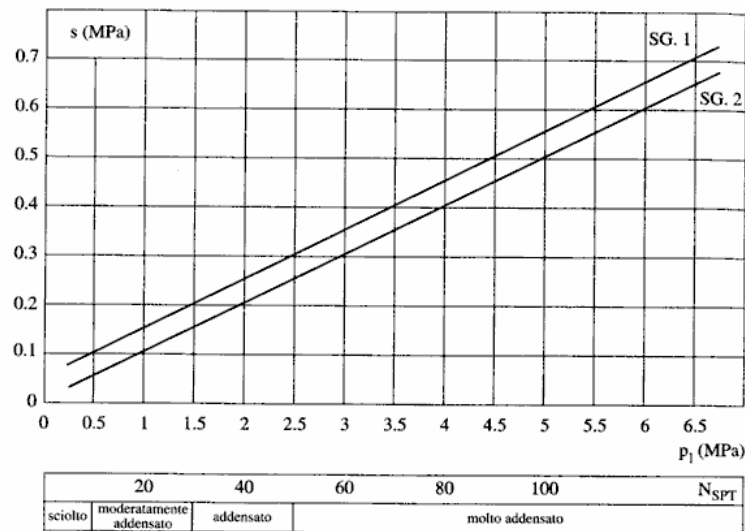


Fig. 13.16. Abaco per il calcolo di s per sabbie e ghiaie

Deve essere:

$$E_d \leq R_d \Rightarrow \frac{R_d}{E_d} \geq 1$$

Assumendo i seguenti coefficienti:

- coefficiente di sbulatura :  $\alpha = 1,20$
- fattore di correlazione :  $\xi = 1,8$  (Tab. 6.6.III del D.M. 17.01.18)
- coefficiente parziale :  $\gamma_R = 1,2$  (Tab. 6.6.I del D.M. 17.01.18)

Resistenza caratteristica e di progetto per attrito terreno/bulbo (Bustamante-Doix):

$$R_{1k} = \frac{R_m}{\xi} \cong \frac{\alpha \cdot \pi \cdot \phi_{perf} \cdot L \cdot \tau_{lim}}{1,8} = \frac{1,20 \cdot \pi \cdot 11 \cdot 600 \cdot 0,5}{1,8} \cong 6.900 \text{ Kg} = 69 \text{ KN}$$

$$R_{1d} = \frac{R_{1k}}{\gamma_R} = \frac{69}{1,2} \cong 57 \text{ KN}$$

Resistenza caratteristica e di progetto della barra  $\varnothing 25$  mm:

$$R_{2k} = 221 \text{ KN}$$

$$R_{2d} = \frac{R_{2k}}{\gamma_s} = \frac{221}{1,15} \cong 192 \text{ KN}$$

Resistenza caratteristica e di progetto per attrito iniezione/barra:

Attrito medio iniezione/barra :  $\tau = 1,2 \text{ MPa} = 0,12 \text{ KN/cm}^2$  (12 Kg/cm<sup>2</sup>)

$$R_{3k} = \pi \cdot 2,5 \cdot 600 \cdot 0,12 \cong 565 \text{ KN}$$

$$R_{3d} = \frac{R_{3k}}{\gamma_c} = \frac{565}{1,5} \cong 377 \text{ KN}$$

Valore minimo:

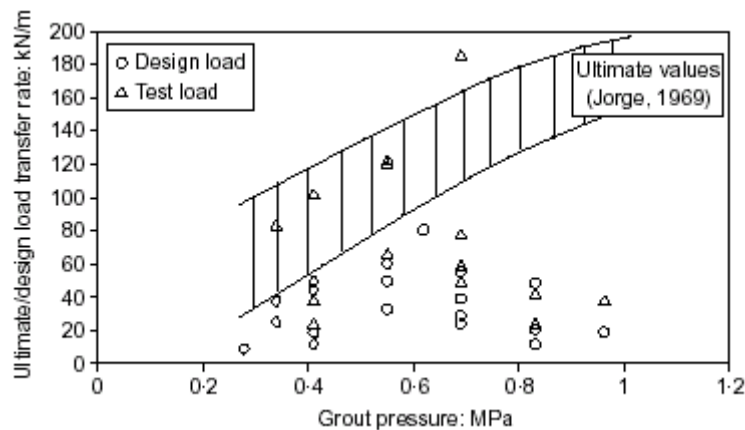
$$R_{d \min} = R_{1d} \cong 57 \text{ KN}$$

Risulta rispettata anche la gerarchia delle resistenze, ovvero la resistenza limite di snervamento del tratto libero ( $R_{2d}$ ) è maggiore della resistenza a sfilamento terreno-bulbo ( $R_{1d}$ ).

La resistenze di progetto unitaria degli ancoraggi passivi risulta pari a:

$$r_{d \min}(6,00 \text{ m}) = \frac{57}{6,00} = 9,5 \text{ KN/m}$$

Valori in buon accordo con quelli riportati nella seguente tabella tratta da una pubblicazione di settore:



## 10. Sforzi agenti sugli ancoraggi

La scheda tecnica statica della Farfalla B25 (vedasi tabella seguente) riporta gli sforzi di trazione caratteristici e di progetto agenti sugli ancoraggi.

Assumendo i seguenti parametri:

$$\beta = 20^\circ$$

$$\phi = 35^\circ$$

$$\delta = \frac{2}{3} \cdot \phi \cong 23^\circ$$

si ha:

$$F_{z2,k} = 25,06 \text{ KN}$$

$$F_{z2,d} = 25,06 \cdot 1,35 = 33,83 \text{ KN}$$

Con un coefficiente di sicurezza pari a:

$$FS = \frac{R_{1d}}{F_{z2,d}} = \frac{57}{33,83} \cong 1,7$$

DOK: Scheda tecnica FARFALLA  
 PRJ: B25 Statica di tipo Mair  
 KAP: D - Forze risultanti in base alla rispettiva situazione di montaggio



### D.3 Forze di trazione nella pila

Tabella 7: Forze di trazione calcolate (forze caratteristiche e valori di progetto) per la situazione di installazione a

FARFALLA	B25 Situazione di installazione a (pendenza) Forze di trazione della bitta per i tipi 1 e 2	Situazione di progetto 1 (BS1) $\alpha\gamma = 1,35$
----------	--	---

Valori di Ingresso			carbone. Forza di pressione della terra		carbone. Tiro di bitta		Valori di progetto della forza di trazione dei pali	
Terreno inclinazione	Attrito angolo	Attrito a parete angolo	Forza di pressione della terra TIPO 1	Forza di pressione della terra TIPO 2	Tiro di bitta TIPO 1	Tiro di bitta TIPO 2	Tiro di bitta TIPO 1	Tiro di bitta TIPO 2
$\beta$	$\phi$	$\delta$	$E_{a,2a}$	$E_{a,2a}$	$F_{t,2a}$	$F_{t,2a}$	$F_{t,2a}$	$F_{t,2a}$
[°]	[°]	[°]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
0	27,5	18,33	25,82	32,27	24,51	30,64	33,09	41,36
5	27,5	18,33	27,31	34,14	25,93	32,41	35,00	43,75
10	27,5	18,33	29,24	36,55	27,76	34,70	37,47	46,84
15	27,5	18,33	31,92	39,91	30,30	37,88	40,91	51,14
20	27,5	18,33	36,13	45,17	34,30	42,87	46,30	57,88
25	27,5	18,33	44,91	56,14	42,63	53,29	57,55	71,94
27,5	27,5	18,33	65,59	81,99	62,26	77,83	84,05	105,07
0	30,0	20,00	22,75	28,44	21,38	26,72	28,86	36,08
5	30,0	20,00	23,93	29,92	22,49	28,11	30,36	37,95
10	30,0	20,00	25,43	31,79	23,90	29,87	32,26	40,33
15	30,0	20,00	27,46	34,33	25,81	32,26	34,84	43,55
20	30,0	20,00	30,47	38,09	28,64	35,80	38,66	48,32
25	30,0	20,00	35,82	44,78	33,66	42,08	45,44	56,80
30	30,0	20,00	61,44	76,80	57,74	72,17	77,94	97,43
0	32,5	21,67	19,99	24,99	18,58	23,23	25,09	31,36
5	32,5	21,67	20,92	26,15	19,44	24,30	26,25	32,81
10	32,5	21,67	22,08	27,60	20,52	25,65	27,70	34,62
15	32,5	21,67	23,60	29,51	21,94	27,42	29,62	37,02
20	32,5	21,67	25,79	32,23	23,97	29,96	32,35	40,44
25	32,5	21,67	29,33	36,67	27,26	34,08	36,80	46,00
30	32,5	21,67	37,14	46,43	34,52	43,15	46,60	58,25
32,5	32,5	21,67	57,23	71,54	53,19	66,48	71,80	89,75
0	35,0	23,33	17,52	21,90	16,08	20,10	21,71	27,14
5	35,0	23,33	18,23	22,79	16,74	20,92	22,60	28,24
10	35,0	23,33	19,11	23,89	17,55	21,93	23,69	29,61
15	35,0	23,33	20,25	25,31	18,59	23,24	25,10	31,38
20	35,0	23,33	21,83	27,29	20,05	25,06	27,06	33,83
25	35,0	23,33	24,25	30,32	22,27	27,84	30,07	37,58
30	35,0	23,33	28,76	35,95	26,41	33,01	35,65	44,56
35	35,0	23,33	52,98	66,23	48,65	60,81	65,68	82,10
0	37,5	25,00	15,28	19,11	13,85	17,32	18,70	23,38
5	37,5	25,00	15,82	19,78	14,34	17,92	19,36	24,20
10	37,5	25,00	16,48	20,60	14,94	18,67	20,16	25,20
15	37,5	25,00	17,32	21,65	15,70	19,62	21,19	26,49
20	37,5	25,00	18,45	23,07	16,72	20,90	22,58	28,22
25	37,5	25,00	20,12	25,15	18,24	22,80	24,62	30,77
30	37,5	25,00	22,95	28,68	20,80	26,00	28,08	35,09
35	37,5	25,00	29,60	37,00	26,82	33,53	36,21	45,26
37,5	37,5	25,00	48,72	60,90	44,16	55,20	59,61	74,51
Massimo			65,59	81,99	62,26	77,83	84,05	105,07

Numero del progetto: 16649

U:\16649\13\_aktuelle\_Versionen\_Typentabk\_B25\_B30\_R\Word Dateien\Farfalla\_B\_25\_Typentabk\_DATENBLATT\_20240510.docx

Pagina 11 da 23

Per controllo lo sforzo di trazione negli ancoraggi è stato determinato anche simulando le strutture a farfalla come muri tirantati soggetti alla spinta del terreno a tergo e al sisma (vedasi elaborato consegnato qui di seguito).

Il calcolo fornisce peraltro valori dello sforzo di trazione nell'ancoraggio (30 KN circa) in linea con quelli indicati dalla tabella delle B25.

(segue elaborato per controllo sforzo negli ancoraggi)

Progetto: Ombrelli su S.P. n° 135 a Fierozzo  
 Ditta: Eurorock S.r.l.  
 Comune: Trento  
 Progettista: Studio Ing. Dalla Torre Alfonso  
 Direttore dei Lavori:  
 Impresa: Eurorock S.r.l.

## 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  
 $\gamma$  Peso specifico, espresso in [kg/mc]  
 $R_{ck}$  Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]  
 E Modulo elastico, espresso in [kg/cm<sup>2</sup>]  
 $\nu$  Coeff. di Poisson  
 n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls  
 ntc Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kg/mc]	$R_{ck}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	E [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\nu$	n	ntc
1	Cls Armato	Rck 250	B450C	2500,00	250,00	306659	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	B450C	2500,00	250,00	306659	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	$f_{yk}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$f_{uk}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
B450C	4588,65	5506,38

### Tipologie tiranti

#### Simbologia adottata

Descr Descrizione tipologia  
 Imat Indice materiale  
 D Diametro di perforazione, espresso in [mm]  
 Cesp Coeff. di espansione laterale  
 Tipo armatura Attivo, Passivo tondini o Passivo tubolare  
 Caratteristiche:  
 - per tiranti attivi: numero trefoli e area trefolo espresso in [cm<sup>2</sup>]  
 - per tiranti passivi con tondini: numero tondini e diametro tondino espresso in [mm]  
 - per tiranti passivi con tubolare: diametro e spessore tubolare, espressi in [mm]  
 Beta Coefficiente cadute di tensione tirante attivo

Descr	Imat	D [cm]	Cesp	Tipo armatura	Caratteristiche	Beta
Tirante passivo - Barra piena B450C diam. 25 mm	2	11,00	1.100	Passivo tondini	1 / 25,00 [mm]	---

Interazione terreno- tiranti n° 1 - Tirante passivo - Barra piena B450C diam. 25 mm

Metodo di calcolo dei tiranti: BUSTAMANTE-DOIX

### 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	8,00	2,90	19.926

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 20.000 [°]

## Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 2,00 [m]

#### Paramento

Materiale Cls Armato  
 Altezza paramento 2,50 [m]  
 Altezza paramento libero 2,50 [m]  
 Spessore in sommità 0,20 [m]  
 Spessore all'attacco con la fondazione 0,20 [m]  
 Inclinazione paramento esterno 10,00 [°]  
 Inclinazione paramento interno -10,00 [°]

#### Fondazione

Materiale Cls Armato  
 Lunghezza mensola di valle 0,80 [m]  
 Lunghezza mensola di monte 0,00 [m]  
 Lunghezza totale 1,00 [m]  
 Inclinazione piano di posa 0,00 [°]  
 Spessore 0,20 [m]  
 Spessore magrone 0,00 [m]

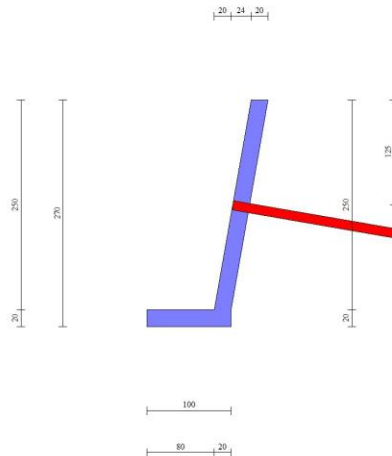


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Tiranti di ancoraggio

#### Simbologia adottata

n° numero d'ordine della fila  
 Dest Destinazione del tirante (Fondazione, Paramento)  
 S ordinata della fila misurata dalla testa del muro (se il tirante è posizionato sul paramento), ascissa della fila misurata dal tacco della fondazione (se il tirante è posizionato sulla fondazione) espressa in [m]  
 I Interasse tra i tiranti della fila espressa in [m]  
 F Franco della fila espressa in [m]  
 ALL allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)  
 Nt numero di tiranti della fila  
 $\alpha$  inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]  
 T tiro iniziale espresso in [kg]. Solo per i tiranti attivi  
 Lt, Lf Lunghezza totale e di fondazione espressa in [m]. Definiti solo nel caso di Verifica.

n°	Tipologia	Dest	S [m]	I [m]	F [m]	ALL	Nt	$\alpha$ [°]	T [kg]	Lt [m]	Lf [m]
1	Tirante passivo - Barra piena B450C diam. 25 mm	Paramento	1,25	2,00	0,50	Centrati	1	10,00	--	7,50	6,00

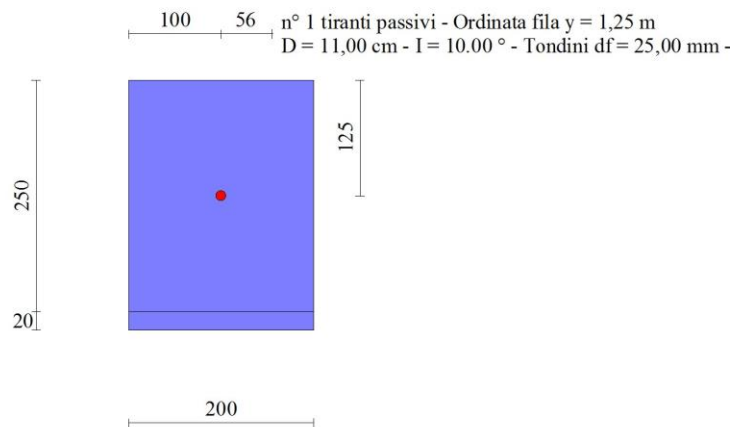


Fig. 2 - Prospetto del paramento con i tiranti

## Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

n°	Descr	$\gamma$ [kg/mc]	$\gamma_{sat}$ [kg/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	$c_a$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Cesp	$\tau_l$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	
1	Terreno di riempimento	1850,00	2000,00	34.000	22.670	0,00	0,00	1.200	0,50	(CAR)
				34.000	22.667	0,00	0,00			(MIN)
				34.000	22.667	0,00	0,00			(MED)
2	Terreno in situ	1900,00	2000,00	35.000	23.330	0,00	0,00	1.200	0,50	(CAR)
				35.000	23.333	0,00	0,00			(MIN)
				35.000	23.333	0,00	0,00			(MED)

## Stratigrafia

#### Simbologia adottata

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

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

$K_{st\_sta}$ ,  $K_{st\_sis}$  Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	$K_{st\_sta}$	$K_{st\_sis}$
1	6,00	0.000	Terreno in situ	14.703	10.295	---	---	---	---	---

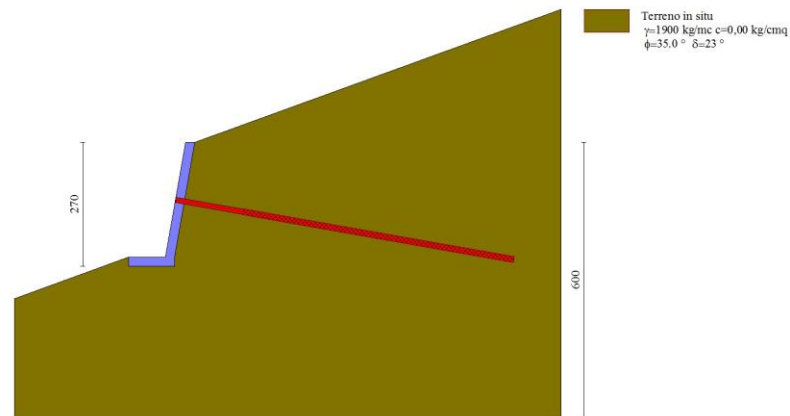


Fig. 3 - Stratigrafia

### 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	
			UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	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
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{O, sfav}$	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
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{OT, sfav}$	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

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

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

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

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per la resistenza di ancoraggi

		R3
Laterale	$\gamma_{Ra}$	1.20

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei tiranti

Numero di verticali indagate1

$$\zeta_3=1.80 \zeta_4=1.80$$

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

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

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

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

#### Simbologia adottata

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

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

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

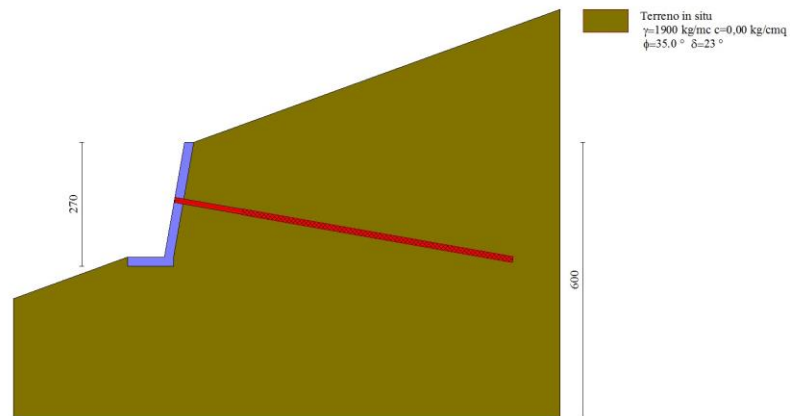


Fig. 4 -

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

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

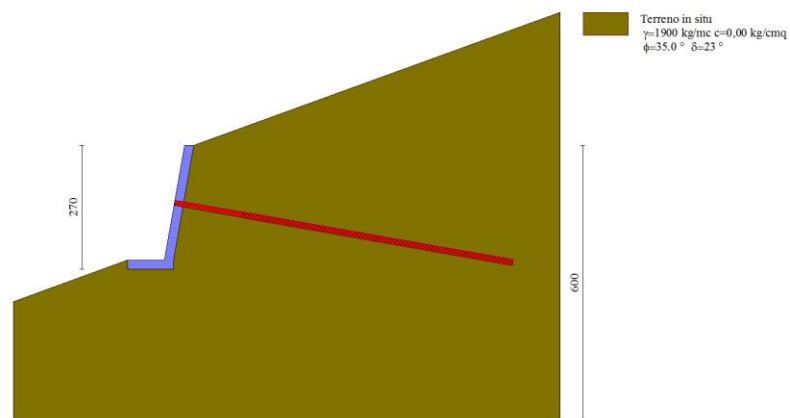


Fig. 5 - (Inviluppo)

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

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
------------	----------	--------	---------

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

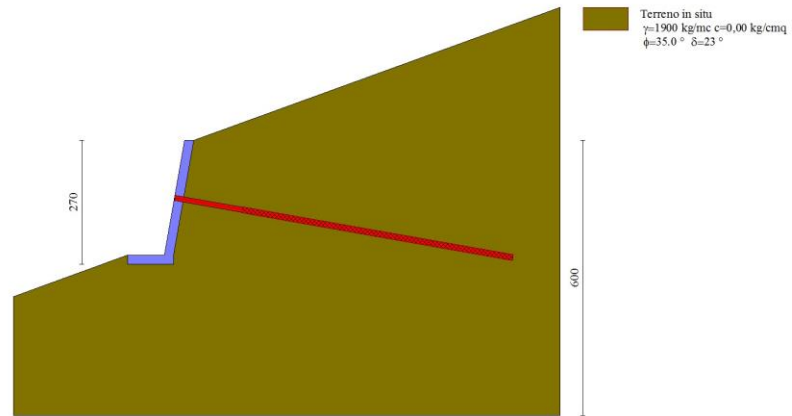


Fig. 6 - (Inviluppo)

## Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

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

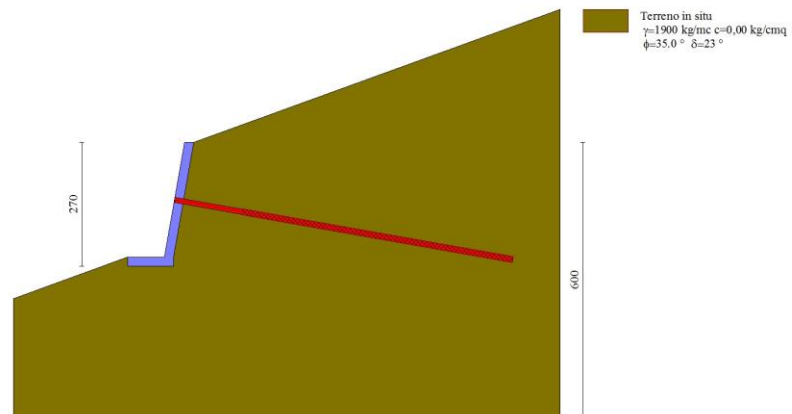


Fig. 7 - (Inviluppo)

## Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

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

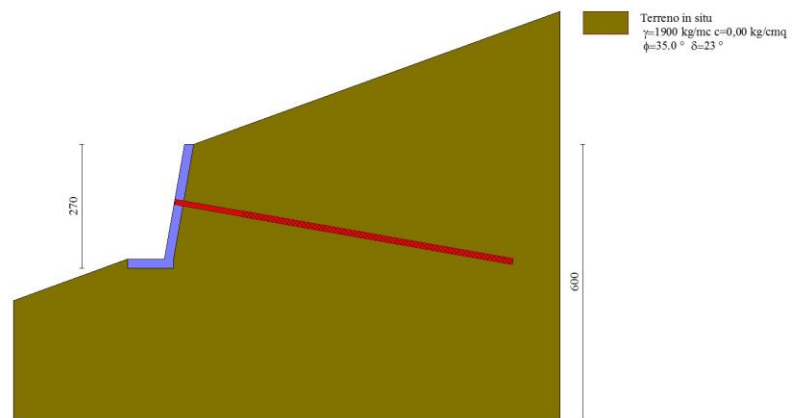


Fig. 8 - (Inviluppo)

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

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

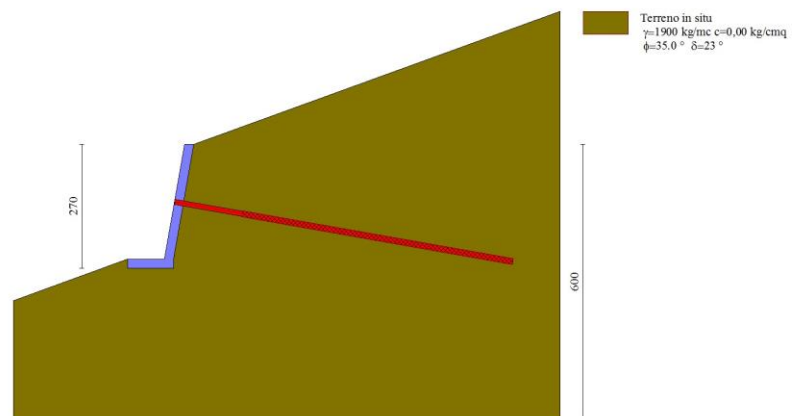


Fig. 9 - (Inviluppo)

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

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

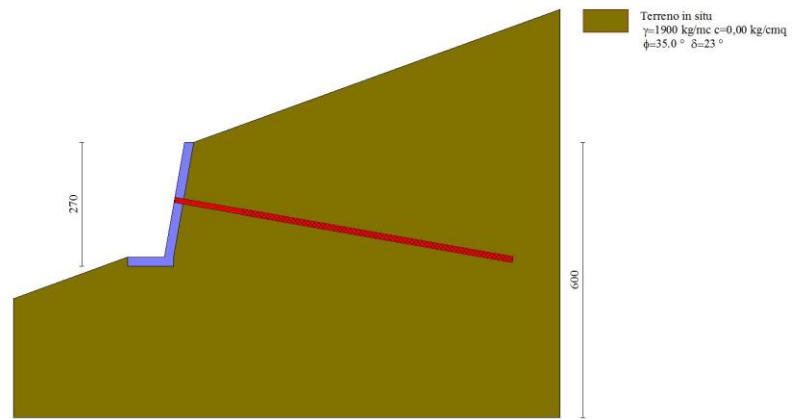


Fig. 10 - (Inviluppo)

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

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

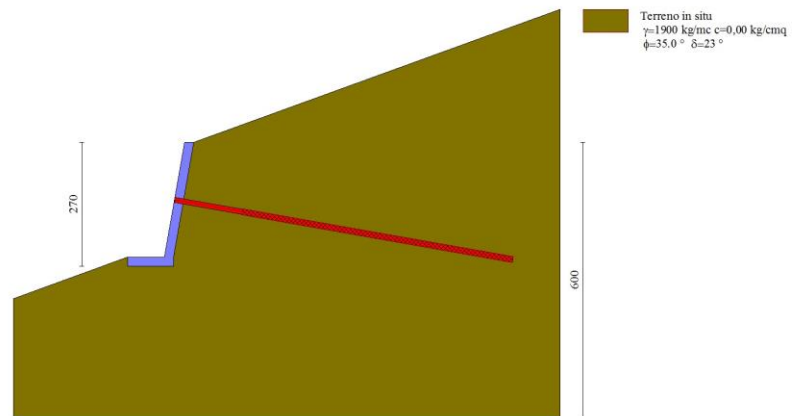


Fig. 11 - (Inviluppo)

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

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

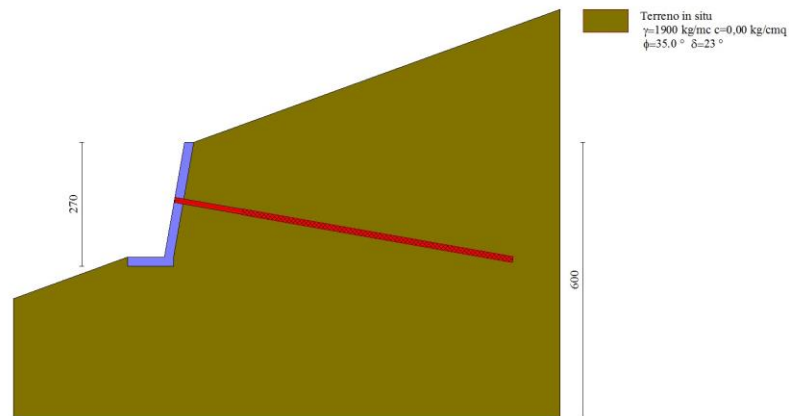


Fig. 12 - (Inviluppo)

### Dati sismici

Comune	Fierozzo
Provincia	Trento
Regione	Trentino-Alto Adige
Latitudine	46.112370
Longitudine	11.319537
Indice punti di interpolazione	9627 - 9626 - 9848 - 9849
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]		0.715	0.335
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]		0.073	0.034
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.680	2.552
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.339	0.226
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		D	1.800	1.800
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh [%]	kv [%]
Ultimo	0.380	5.979	2.989
Ultimo - Ribaltamento	0.570	8.968	4.484
Esercizio	0.470	3.470	1.735

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	Meyerhof
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	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

#### Stabilità globale

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

#### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	50.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	0.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO

Considera terreno sulla fondazione di valle NO  
 Considera spinta e peso acqua fondazione di valle NO

#### Spostamenti

Modello a blocchi  
 Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti  
 Spostamento limite 5,00 [cm]

#### Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

#### Opzioni calcolo tiranti

Superficie di ancoraggio Angolo di rottura  
 Tensione limite resistenza malta Media valori  $t_{c0}$  e  $t_{c1}$

## Risultati per involucro

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione  
 A Tipo azione  
 I Inclinazione della spinta, espressa in [°]  
 V Valore dell'azione, espressa in [kg]  
 $C_x, C_y$  Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kg]  
 $P_x, P_y$  Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kg]	I [°]	$C_x$ [kg]	$C_y$ [kg]	$P_x$ [m]	$P_y$ [m]
1	Spinta statica	2139	14,06	2075	520	0,00	-1,80
	Peso/inerzia muro			0	1750/0	-0,50	-1,64
	Resistenza passiva terreno antistante			-34			
	Resistenza tiranti			-2931	517	-0,42	-1,25

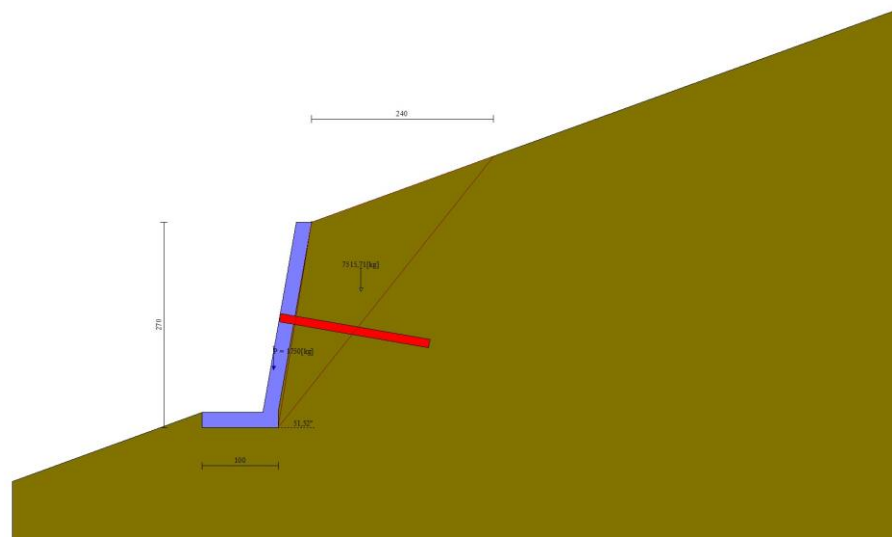


Fig. 13 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

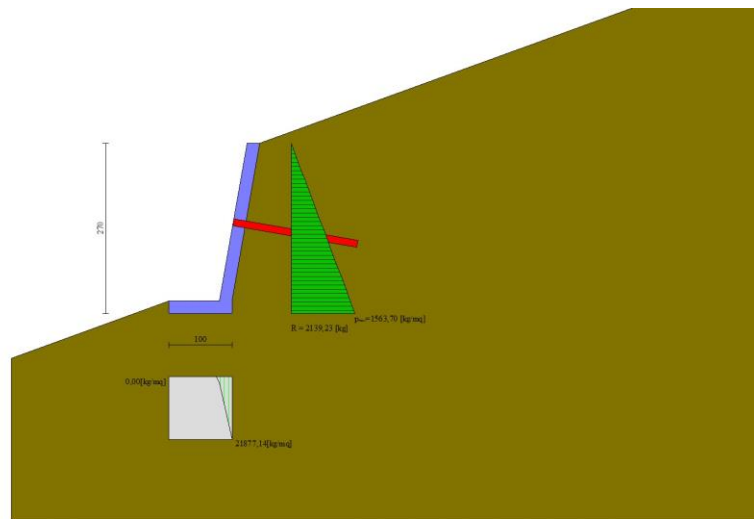


Fig. 14 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.940		1.745			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.920		2.144			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.978		2.161			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.387		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.525		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.554		
7 - EQU (A1-M1-R3)			2.222				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		1.993				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.958				

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1088	34	0	--	2931	4052	2111	1.920

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	2459	4292	3066	1.745

## Dettagli calcolo portanza

### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N <sub>γ</sub>	Fattori di capacità portante
ic, iq, i <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d <sub>γ</sub>	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s <sub>γ</sub>	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p <sub>γ</sub>	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
r <sub>γ</sub>	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B <sub>γ</sub> N <sub>γ</sub> viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cono di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo "--" sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq N <sub>γ</sub>	ic iq i <sub>γ</sub>	dc dq d <sub>γ</sub>	gc gq g <sub>γ</sub>	bc bq b <sub>γ</sub>	sc sq s <sub>γ</sub>	pc pq p <sub>γ</sub>	Ir	Irc	Re	r <sub>γ</sub>
1	46.124 33.296 37.152	0.569 0.569 0.135	1.077 1.038 1.038	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.345	1.000

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kg/mc]	c [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	0,20	1,00	0,96	1900	35,00	0,00

## Verifica a ribaltamento

### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kgm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kgm]	Mr [kgm]	FS
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	4637	2368	1.958

## 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
4 - GEO (A2-M2-R2)	-3,50; 4,00	7,38	1.387

## Dettagli strisce verifiche stabilità

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kg]
Q <sub>y</sub>	carico sulla striscia espresso in [kg]
Q <sub>f</sub>	carico acqua sulla striscia espresso in [kg]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
T <sub>x</sub> ; T <sub>y</sub>	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

n°	W [kg]	Q <sub>y</sub> [kg]	Q <sub>f</sub> [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	u [kg/cm <sup>2</sup> ]	T <sub>x</sub> ; T <sub>y</sub> [kg]
1	135	0	0	3,34 - 0,29	64.363	29.256	0,00	0,000	
2	380	0	0	0,29	60.384	29.256	0,00	0,000	
3	578	0	0	0,29	56.119	29.256	0,00	0,000	
4	740	0	0	0,29	52.289	29.256	0,00	0,000	
5	874	0	0	0,29	48.768	29.256	0,00	0,000	
6	987	0	0	0,29	45.480	29.256	0,00	0,000	
7	1081	0	0	0,29	42.375	29.256	0,00	0,000	1728; 2242
8	1161	0	0	0,29	39.417	29.256	0,00	0,000	
9	1226	0	0	0,29	36.580	29.256	0,00	0,000	

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
10	1280	0	0	0,29	33.844	29.256	0,00	0,000	
11	1324	0	0	0,29	31.194	29.256	0,00	0,000	
12	1383	0	0	0,29	28.616	29.256	0,00	0,000	
13	1400	0	0	0,29	26.099	29.256	0,00	0,000	
14	595	0	0	0,29	23.636	29.256	0,00	0,000	
15	239	0	0	0,29	21.219	29.256	0,00	0,000	
16	296	0	0	0,29	18.841	29.256	0,00	0,000	
17	89	0	0	0,29	16.495	29.256	0,00	0,000	
18	304	0	0	0,29	14.178	29.256	0,00	0,000	
19	284	0	0	0,29	11.885	29.256	0,00	0,000	
20	256	0	0	0,29	9.611	29.256	0,00	0,000	
21	223	0	0	0,29	7.352	29.256	0,00	0,000	
22	182	0	0	0,29	5.104	29.256	0,00	0,000	
23	136	0	0	0,29	2.864	29.256	0,00	0,000	
24	84	0	0	0,29	0.629	29.256	0,00	0,000	
25	25	0	0	-3,85 - 0,29	0.380	29.256	0,00	0,000	

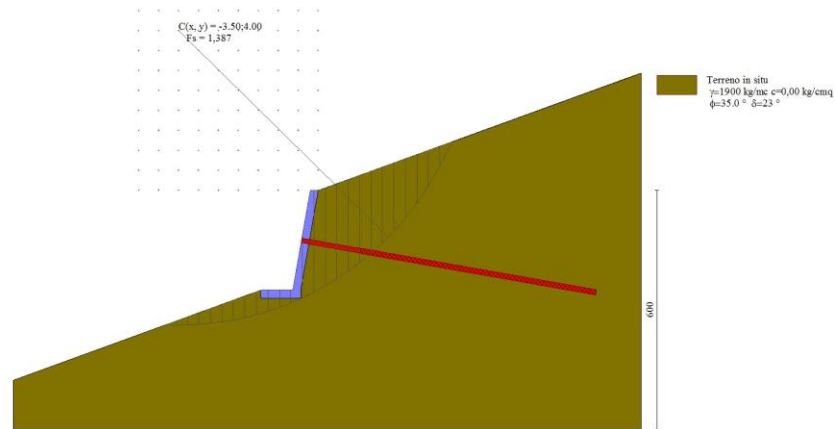


Fig. 15 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

**Tiranti**

**Simbologia adottata**

- It      Indice tirante (tra parentesi viene indicata la posizione P: paramento, F: fondazione)
- S      Ordinata sul paramento o ascissa sulla fondazione, espressa in [m]
- Ic      Indice combinazione

**Dettagli di calcolo**

**Simbologia adottata**

- Lf      Lunghezza bulbo fondazione necessaria ad assorbire il tiro in esercizio, espressa in [m]. In grassetto la lunghezza usata nel calcolo della resistenza
- Lt      Lunghezza totale (lunghezza del bulbo di fondazione + tratto inefficace), espressa in [m]. In grassetto la lunghezza massima
- N      Tiro in esercizio sul tirante, espresso in [kg]. In grassetto il tiro massimo in esercizio
- Nx/ml, Ny/ml   Componente in direzione X ed Y del tiro a metro lineare, espresso in [kg]
- R      Resistenza di progetto, espresso in [kg]
- Rx/ml, Ry/ml   Resistenza in direzione X ed Y a metro lineare, espressa in [kg]

It	S [m]	Ic	Lf [m]	Lt [m]	N [kg]	Nx/ml [kg]	Ny/ml [kg]	R [kg]	Rx/ml [kg]	Ry/ml [kg]		
1 [P]	1,25	1	2,20	3,70	2183	1075	190	5856	1075	190		
		2	2,60	4,10	2506	1234	218	5856	1234	218		
		3	2,40	3,90	2362	1163	205	5856	1163	205		
		7	2,20	3,70	2183	1075	190	5856	1075	190		
		8	3,00	4,50	2975	1465	258	5856	1465	258		
		9	2,80	4,30	2770	1364	241	5856	1364	241		
					<b>6,00</b>	<b>7,50</b>	<b>2975</b>					

**Verifica di resistenza allo sfilamento**

**Simbologia adottata**

- R1      Resistenza allo sfilamento del tirante dal terreno, espressa in [kg]
- R2      Resistenza di aderenza malta-armatura, espressa in [kg]
- R3      Resistenza malta, espressa in [kg]
- R      Resistenza (minimo tra R1, R2 e R3), espressa in [kg]
- N      Tiro in esercizio sul tirante, espresso in [kg]
- FS      Fattore di sicurezza (rapporto R/N)

It	S	Ic	R1	R2	R3	R	N	FS
----	---	----	----	----	----	---	---	----

	[m]		[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1 [P]	1,25	1	5856	25133	253060	5856	2183	2.682	
		2	5856	25133	253060	5856	2506	2.336	
		3	5856	25133	253060	5856	2362	2.479	
		7	5856	25133	253060	5856	2183	2.683	
		8	5856	25133	253060	5856	2975	1.968	
		9	5856	25133	253060	5856	2770	2.114	

### Verifica delle tensioni massime nell'armatura del tirante

#### Simbologia adottata

$N_{MAX}$	Tiro massimo in esercizio sul tirante, espresso in [kg]
A	Area del tirante, espresso in [cmq]
$\sigma_f$	Tensione nel tirante ( $N_{MAX}/A$ ), espresso in [kg/cmq]
$\sigma_{lim}$	Tensione limite dell'acciaio del tirante, espresso in [kg/cmq]

It	S	$N_{MAX}$	A	$\sigma_f$	$\sigma_{lim}$
	[m]	[kg]	[cmq]	[kg/cmq]	[kg/cmq]
1 [P]	1,25	2975	4,91	606,09	3990,13