



Allegato

CITTÀ DI TORINO

VICE DIREZIONE GENERALE INGEGNERIA

DIREZIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ

SERVIZIO PONTI, VIE D'ACQUA E INFRASTRUTTURE

INTERVENTI URGENTI SU SCARPATE E SEDIMI STRADE COLLINARI LOTTO 6

**PROGETTO :
DEFINITIVO**

ELABORATO :

Relazione di calcolo strutturale

**DATA :
OTTOBRE 2012**

COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE

**Ing. Corrado DONADIO
Ing. Antonio MOLLO**

PROGETTISTA :

Ing. Giovanna COBELLI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :

Ing. Giorgio MARENGO

**DIRETTORE DELLA DIREZIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ
Ing. Roberto BERTASIO**

cod. op. 3760

INTERVENTI URGENTI SU SCARPATE E SEDIMI COLLINARI LOTTO 6

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO

Premessa

Le presente relazione di calcolo è composta da una prima parte, in cui vengono illustrati i metodi seguiti e le risultanze dei calcoli effettuati ed in una seconda parte in cui sono riportati gli out put di calcolo, ovvero i fogli dei calcoli eseguiti con l'applicativo Excel e le relative risultanze e grafici.

Le verifiche di calcolo strutturale si riferiscono alle opere da costruirsi in strada santa Lucia, strada Superga 146, strada alla Funicolare (bivio con strada alla Basilica di Superga) e strada Cartman 131.

Riferimenti normativi – bibliografia

- Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche (Legge 2/02/74 n.64 e D.M. 16/01/96);
- Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica – DM 16/01/1996;
- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/01/96. (Circolare N.ro 65/AA.GG. del 10/04/1997);
- D.M. 14/01/2008 Nuove norme tecniche per le Costruzioni;

Nel caso di costruzioni di tipo 1 e 2, classe d'uso I e II e siti ricadenti in zona 4 è ammesso il Metodo di verifica alle tensioni ammissibili (vedi art. 2.7 del D.M. 14/01/2008) e quindi l'applicazione delle seguenti leggi:

- Decr. Min. 9 gennaio 1996 “Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- DM 14/02/92;
- DM 20/11/87;
- Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. (DM 11/03/88 Supp GU. N. 127 del 1/6/88);
- Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche – DM 09/01/1996;

- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16/01/96- Circolare M.LL.PP. N.156 AA.GG./S.T.C. del 04/07/96 (Supp n. 151 alla G.U. N. 217 del 16/09/96);
- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" - Circolare M.LL.PP. N.65 AA.GG. del 10/04/97 (Supp n. 89 alla G.U. N. 97 del 28/04/97).

Caratteristica dei materiali

Conglomerato cementizio

Sottofondazioni: $R_{ck} \geq 150 \text{ Kg/cm}^2$

fondazione,	strutture	in	elevazione:
$\left\{ \begin{array}{l} R_{ck} \geq 300 \text{Kg} \setminus \text{cm}^2 \\ \text{Acciaio da c.a.} \end{array} \right.$	→	$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{amm} = 97,65 \text{Kg} / \text{cm}^2 \\ \tau_{co} = 6,00 \text{Kg} / \text{cm}^2 \\ \tau_{cl} = 18,29 \text{Kg} / \text{cm}^2 \end{array} \right.$	
		→	$\sigma_{famm} = 2600 \text{kg} / \text{cm}^2$

Acciaio per armatura

Si pone in evidenza che i calcoli strutturali sono stati eseguiti considerando per le barre d'armatura una tensione ammissibile pari a 2600 kg/cm^2 , che risulta cautelativa rispetto alle nuove classi di resistenza per gli acciai per strutture in cemento armato introdotte dal DM 14/01/08

Si specifica, inoltre, che in opera verrà utilizzato acciaio B450C, in accordo alle nuove prescrizioni legislative, con le seguenti caratteristiche di resistenza.

Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica a rottura $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$

Classe di esposizione – copriferro minimo.

La classe d'esposizione, considerata per tutta la struttura è 2b ambiente umido con gelo.

Copriferro minimo pari a 40 mm.

Massimo rapporto a/c 0,55.

Contenuto minimo di cemento in kg/m^3 300.

strada Santa Lucia

Cortina di micropali

Spiegazione dei calcoli contenuti negli output di calcolo dei file di excel allegati.

Pagina 1 : Calcolo della profondità della cortina dei micropali.

Carichi

I carichi che gravano sulla paratia sono costituiti essenzialmente dal peso proprio del cuneo di terreno costituito dagli strati superficiali incoerenti che tenderebbe a scivolare a valle scorrendo sullo strato compatto di base che fungerebbe, quindi, da scivolo.

Soprastrante a tale carico, vanno poi considerati i sovraccarichi che possono transitare su una strada comunale di questo livello che è ragionevole quantificare mediante carico uniformemente distribuito pari a 20,00 kN/mq.

Dati di input:

- lo sbalzo, ovvero la distanza tra il piano campagna da consolidare e il terreno con caratteristiche geotecniche buone;
- il peso specifico del terreno, estratto dalla relazione geologica, $\gamma_t =$ peso di volume naturale = 19 kN/m³;
- l'angolo di attrito del terreno in gradi, estratto $\phi' = 30^\circ$
- il sovraccarico stradale 20,00 kN/mq
- gli incrementi di calcolo per ottenere il risultato in modo *ricorsivo*

Metodo utilizzato

Equilibrio alla rotazione della struttura palo attorno al punto in cui viene trattenuto dal tirante. Si ottiene la profondità in cui il momento risultante dalle diverse spinte è nullo.

Momento di spinta attiva:

$$\lambda_a = K_a = \operatorname{tg}^2 (\pi/4 - \phi'/2)$$

$$P_t = \lambda_a \gamma_t h^2/2$$

$$b_t = 2/3 h$$

$$M_t = b_t P_t$$

Momento dovuto ai carichi stradali

$$\gamma_s = 20 \text{ kN}$$

$$P_s = \lambda_a \gamma_s h$$

$$B_s = 1/2 h$$

$$M_s = b_s P_s$$

Momento dovuto alla spinta passiva dalla quota -5,2m

$$K_p = \lambda_p = 1/K_a$$

$$P_p = \lambda_p \gamma_t (h-5,2)^2/2$$

$$B_p = 5,2 + 2/3 (h-5,2)$$

$$M_p = b_p P_p$$

Pagina 2: Calcolo tensione orizzontale dei tiranti

Dati di input

Come sopra con aggiunta della:

- profondità dei pali scelta

Metodo utilizzato

Equazione di equilibrio attorno al punto più basso per ottenere la tensione orizzontale di equilibrio contrastante spinta attiva e carichi stradali con l'ausilio della spinta passiva.

Dato di output: tensione orizzontale

Tabella ricursiva per calcolo equilibrio alla rotazione della struttura palo attorno al punto più basso per ottenere il valore del momento risultante ad ogni profondità dei pali ed estrapolare così il valore massimo.

Dato di output: Momento massimo nella palificata

Pagina 3: Grafico riportante i risultati della tabella di pagina 2

Pagina 4: Dimensionamento micropali e tiranti

Vengono valutate due ipotesi.

1) La prima nel caso il momento sia tale da essere sopportato da un'unica fila di micropali.

Input :

- momento massimo
- numero dei pali in un metro di struttura
- sforzo normale ammissibile (σ)

Output:

- M max in ogni palo
- W modulo di resistenza

Ovvero il momento massimo suddiviso per la tensione ammissibile nell'acciaio:

$$\sigma_{amm} = 2.600 \text{ Kg/cm}^2$$

permette di calcolare il modulo di resistenza necessario.

Dalla lettura delle tabelle dei micropali, o dei profilati scelti, in funzione del modulo di resistenza si sceglie il dimensionamento adatto del micropalo o del profilato.

2) La seconda ipotesi si utilizza quando diametro e spessore dei micropali su un'unica fila sarebbero eccessivi. Si realizza quindi una struttura con micropali disposti su due file, solitamente a quinconce per meglio trattenere il terreno tra i pali.

Input:

- distanza tra le file
- numero di pali in un metro
- sforzo normale ammissibile (σ)

Output

Sforzo normale nel palo

Area minima della sezione del palo, dalla quale si calcolano le caratteristiche minime del palo.

Segue la scelta definitiva del palo in base ai diametri commerciali disponibili e alle successive verifiche.

Verifica della portanza dei micropali

Poichè i pali potrebbero sprofondare sotto le spinte normali a cui vengono sottoposti o addirittura scollegarsi dalla boiaccia cementizia che li ancora al terreno, si devono effettuare le seguenti verifiche.

Verifica allo sfilamento malta terreno

Input:

- diametro di perforazione scelta
- numero di pali in un metro
- coefficiente di sicurezza
- tensione di aderenza in funzione delle caratteristiche del terreno attraversato (da tabelle) t_{ad}
- Tensione massima, T_{max} , ovvero lo sforzo normale ottenuto in precedenza

Output:

- lunghezza di ancoraggio minima necessaria

Poichè

$$\pi \cdot 0,20 \cdot L \cdot 0,85 \cdot t_{ad} = T$$

allora

$$L = T / \pi \cdot 0,20 \cdot 0,85 \cdot t_{ad}$$

Se la lunghezza minima è inferiore alla lunghezza già scelta nella pagina 1 la verifica è positiva quindi non produce modifiche altrimenti si incrementa la lunghezza del palo

Verifica allo sfilamento acciaio malta

Come la verifica precedente, dove $t_{ad} = 0,6$ Mpa,

Dimensionamento dei tiranti

Dati di input

- T_{max}
- Metri di interasse tra un tirante e il successivo
- Gradi di inclinazione del tirante
- Tensione ammissibile (σ)

Output

Tensione massima nel singolo tirante

Nota la tensione massima di esercizio a cui deve resistere il singolo tirante determina la tipologia di tirante da utilizzare. La scelta avviene sia con l'ausilio di tabelle dei costruttori che tramite calcoli teorici.

Ad esempio, scegliendo come tiranti delle barre Dywidag 1080/1230 diametro 36 mm, la tensione massima di snervamento di 1.080 kN moltiplicata per un coefficiente riduttivo pari a 0,8 si ottiene un valore della tensione massima pari a 864 kN. Tale valore deve risultare superiore a quello della massima tensione di esercizio.

Pagina 5: Verifica allo sfilamento dei tiranti malta/terreno e acciaio/malta

Come sopra descritto ma con dati di input relativi al diametro di perforazione della sede dei tiranti e alle superfici laterali sviluppate dai diametri dei tiranti.

Pagina 6 : Verifica sismica

Calcolo incremento spinta in condizione dinamiche

Dati di input

- coefficiente sismico
- caratteristiche geotecniche terreno

Output

Spinta in condizioni sismiche

Pagina 8 : Ricalcolo delle tensioni sotto sisma come pag. 2

Pagina 9 : Verifica dimensionamento strutturale in condizioni sismiche come pag. 4

Strada Santa Lucia - tabella riassuntiva						
caratteristiche micropali e tiranti						
	A	B	C	D	E	F
Tipologia struttura	3	4,5	6	come B	come A	
profondità strato saldo	19	18	20	12	15	5,65
lunghezza tratti stradali						
Micropali						
Num. file di pali	2	2	2			
sfalsate	si	si	si			
interasse tra le file (m)	0,5	0,5	0,5			
interasse tra i pali (m)	2	1	1			
diametro perforazione (mm)	150	200	200			
lunghezza (m)	5,5	7,5	9,5			
diametro palo (mm)	60,3	70	127			
spessore (mm)	5	8	10			
peso al metro (kg)	6,82	12,23	28,85			
lunghezza (m)	5,5	7,5	9,5			

Tiranti						
inclinazione (°)	45	45	45			
diametro perforazione (mm)	150	150	150			
lunghezza (m)	10	18	22			
barra Dywidag						
tipo	950/1050	950/1050	1080/1230			
spessore (mm)	26,5	36	36			
peso al metro (kg)	4,33	7,99	7,99			
lunghezza (m)	10	18	22			

Verifica della sezione e calcolo del ferro d'armatura della trave di collegamento testa pali e tiranti

Alla sommità della paratia viene collocata una trave di testa in c.a. di sezione 84x50 cm allo scopo di consentire la trasmissione delle forze tra i due ordini di micropali oltre che per realizzare un sistema in cui la deformata sia la stessa lungo tutto lo sviluppo longitudinale della paratia, soprattutto al fine di ripartire su più micropali un eventuale effetto di sovraccarico localizzato in pianta.

Lo schema statico da impiegato per la verifica della trave di testa è quello legato al suo comportamento flessionale nel piano orizzontale in cui la trave, soggetta alle reazioni distribuite dei micropali verticali (pari a 265,325 kN/m), si inflette tra due tiranti consecutivi. Lo schema naturale in questa condizione sarebbe quello di trave continua su più appoggi (rappresentati dalle reazioni dei tiranti), tuttavia per le verifiche si è preferito utilizzare uno schema isostatico su due appoggi, che risulta più conservativo.

Considerando la reazione che deve offrire la struttura nel caso di massima sollecitazione dei tiranti, il carico distribuito applicato alla trave in semplice appoggio tra i tiranti più distanti ovvero per una luce di 5m.

$$p_{\text{orizz}} = 106,13 \text{ kN}$$

$$M_{\text{max}} = 1/8 p l^2 = 331,66 \text{ kNm}$$

Scegliendo una sezione di base 50cm e altezza 84 cm con 4 cm di copriferro si ottengono le seguenti verifiche:

$$\text{orizzontale } h_s = 0,8\text{m}$$

$$A_{\text{ferri}} = M_{\text{max}} / (0,9 \times f_{yd} \times h_s) = 331,66 \times 1000 / (0,9 \times 260 \times 0,25) = 12,56\text{cm}^2$$

$$\text{Con n. 5 ferri } A_{\text{ferri singolo}} = 12,56 / 5 = 2,51\text{cm}^2$$

Si scelgono quindi **ferri di diametro 18mm** con $A_f = 2,54 \text{ cm}^2$ e $A_{\text{ferri reale}} = 12,70 \text{ cm}^2 > 12,56\text{cm}^2$

$$\text{Calcolo asse neutro } N = m A_f / \text{base} \times (-1 + (1 + (2 \times \text{base} \times h_s) / (m \times A_f))^{1/2}) = 26,04 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\text{cls}} = 2 \times M / (\text{base} \times N \times (h_s - N/3)) = 48,85 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{amm}} = 95,65 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{fe}} = M / (A_f \times (h_s - N/3)) = 2.504 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{famm}} = 2600 \text{ Kg/cm}^2$$

Verifica a taglio della trave di collegamento

Geometria della struttura

$$\text{base} = 50 \text{ cm}$$

$$\text{altezza} = 80 \text{ cm}$$

$$T_{\text{max}} = 1/2 p l = 106,13 \times 5 / 2 = 265,325 \text{ kN} = 26.532,50 \text{ Kg}$$

$$\tau_{\max} = T_{\max} / 0,9 \times b \times h = T_{\max} / 0,9 (50 * 80) = 26.532 / 3600 = 7,37 \text{ Kg/cm}^2 > \tau_{\text{co}} = 6,00 \text{ Kg/cm}^2$$

Calcolo delle staffe:

Passo delle staffe $p = 15\text{cm}$

$$\text{Area della sezione della singola staffa } A_s = T_{\max} \times p / (0,9 \times h_s \times \sigma_{\text{famm}}) = 2,14 \text{ cm}^2$$

Usando una staffa a due bracci, il diametro corrispondente è pari a 11,68 mm

La staffe scelte saranno del diametro 12mm > 11,68mm ogni 15 cm

Verifica della sezione e calcolo del ferro d'armatura della mensola (marciapiede)

Geometria della struttura

Sbalzo 0,7 m

spessore 0,3 m

Peso proprio

volume/m 0,21 m³

peso c.a. 25 kN/m³

peso mensola 5,25 kN

momento dovuto al peso mensola 3,675 kNm

sovraccarico (p) 140 kN/m²

momento dovuto al sovraccarico $p \times l^2 / 2 = 34,30 \text{ kNm}$

momento dovuto all'urto veicolo in svio 53,03 kNm

momento totale 87,33kNm

Scegliendo una sezione di base 100cm(consideriamo una striscia di un metro) e altezza 30 cm con 4 cm di copriferro si ottengono le seguenti verifiche:

$$h_s = 0,26\text{m}$$

$$A_{\text{ferri}} = M_{\max} / (0,9 \times f_{yd} \times h_s) = 87,33 \times 1000 / (0,9 \times 260 \times 0,26) = 12,68\text{cm}^2$$

$$\text{Con n. 5 ferri } A_{\text{f singolo}} = 12,68 / 5 = 2,536\text{cm}^2$$

Si scelgono quindi ferri di diametro 18mm con $A_f = 2,54 \text{ cm}^2$ e $A_{\text{f reale}} = 12,70 \text{ cm}^2 > 12,68\text{cm}^2$

$$\text{Calcolo asse neutro } N = m \times A_f / \text{base} \times (-1 + (1 + (2 \times \text{base} \times h_s) / (m \times A_f))^{1/2}) = 8,95 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\text{cls}} = 2 \times M / (\text{base} \times N \times (h_s - N/3)) = 73,60 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{amm}} = 95,65 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{fe}} = M / (A_f \times (h_s - N/3)) = 2.595\text{kg/cm}^2 < \sigma_{\text{famm}} = 2600 \text{ Kg/cm}^2$$

Verifica della sezione e calcolo del ferro d'armatura del setto portante

Geometria della struttura

Scegliendo una sezione di base 100cm(consideriamo una striscia di un metro) e altezza 60 cm con 4 cm di copriferro si ottengono le seguenti verifiche:

$$h_s = 0,56\text{m}$$

$M_{\max} = 232,42 \text{ kNm}$ (momento trasmesso dalla mensola con sovraccarico più momento indotto dal veicolo in svio)

Scegliendo una sezione di base 100cm(consideriamo una striscia di un metro) e altezza 60 spessore setto si ottengono le seguenti verifiche:

$$A_{\text{ferri}} = M_{\max} / (0,9 \times f_{yd} \times h_s) = 232,42 \times 1000 / (0,9 \times 260 \times 0,56) = 16,844\text{cm}^2$$

$$\text{Con n. 6,67 ferri } A_{\text{f singolo}} = 16,844 / 6,67 = 2,525\text{cm}^2$$

Si scelgono quindi ferri di diametro 18mm con $A_f = 2,54 \text{ cm}^2$ e $A_{\text{f reale}} = 16,94 \text{ cm}^2 > 16,844\text{cm}^2$

$$\text{Calcolo asse neutro } N = m \times A_f / \text{base} \times (-1 + (1 + (2 \times \text{base} \times h_s) / (m \times A_f))^{1/2}) = 15,11 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\text{cls}} = 2 \times M / (\text{base} \times N \times (h_s - N/3)) = 56,97 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{amm}} = 95,65 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{fe}} = M / (A_f \times (h_s - N/3)) = 2.540\text{kg/cm}^2 < \sigma_{\text{famm}} = 2600 \text{ Kg/cm}^2$$

strada comunale di Superga 146

Cortina di micropali

Vedi output di calcolo al fondo, la procedura di calcolo utilizzata viene omessa perché è uguale a quella utilizzata per strada Santa Lucia, si riporta la sola tabella riassuntiva.

Strada Superga 146	
caratteristiche micropali e tiranti	
Tipologia struttura	micropali e tiranti passivi
profondità strato saldo	6
lunghezza tratto stradale	19
Micropali	
Num. file di pali	2
sfalsate	si
interasse tra le file (m)	0,7
interasse tra i pali (m)	1
diametro perforazione (mm)	220
lunghezza (m)	10
diametro palo (mm)	114,3
spessore (mm)	8
peso al metro (kg)	20,97
lunghezza (m)	10
Tiranti	
inclinazione (°)	45
diametro perforazione (mm)	150
lunghezza (m)	22
barra Dywidag	
tipo	950/1050
spessore (mm)	32
peso al metro (kg)	6,313
lunghezza (m)	22

strada alla Funicolare bivio con strada alla Basilica di Superga

Muro di sostegno in c.a

Verifiche di stabilità			
Geometria del Muro:			
Altezza	[H] =	4,60	[m]
Testa	[T] =	0,20	[m]
Base muro	[B1] =	0,60	[m]
Base fondazione	[B] =	2,00	[m]
Scarpata esterna	[Se] =	1,00	[m]
Scarpata interna	[Si] =	0,40	[m]
Scarpata superiore	[Ss] =	0,40	[m]
altezza fondazione	[hf] =	0,60	[m]
P di V calcestruzzo	[γ_c] =	25,00	[t/m ³]
Caratteristiche del terreno:			
Peso di volume	[γ] =	19,00	[t/m ³]
Sovraccarico	[q] =	2,00	[t]
Inclinazione terrapieno	[β] =	0,00	[°]
Inclinazione paramento	[α] =	90,00	[°]
Angolo di attrito terr.	[ϕ] =	33,00	[°]
Angolo terreno/muro	[δ] =	22,00	[°]
Grado di Sismicità e coefficiente. sismico:			
[S] =	5	[C] =	0,03
Calcolo delle spinte (Teoria di Coulomb):			
Coefficiente spinta Attiva	[Ka] =	0,264	
Spinta STATICA	[P1] =	55,590	[t]
Spinta DINAMICA	[P2] =	6,310	[t]
Spinta TOTALE	[Ptot] =	61,900	[t]
Analisi dei carichi:			
VERTICALI [t]		ORIZZONTALI [t]	
W1v	0,000	W1o	0,000
W2v	30,400	W2o	1,216

W3v	0,000	W3o	0,000				
W4v	0,000	W4o	0,000				
W5v	20,000	W5o	0,800				
W6v	20,000	W6o	0,800				
W7v	30,000	W7o	1,200				
P1v	20,824	P1o	51,542				
P2v	2,364	P2o	5,851				
Rv	123,588	Ro	61,409				
Momento Stabilizzante:							
MS1 =	W1v × b1 =	0,000	x	1,87	=	0,000	[tm]
MS2 =	W2v × b2 =	30,400	x	1,80	=	54,720	[tm]
MS3 =	W3v × b3 =	0,000	x	1,60	=	0,000	[tm]
MS4 =	W4v × b4 =	0,000	x	1,60	=	0,000	[tm]
MS5 =	W5v × b5 =	20,000	x	1,00	=	20,000	[tm]
MS6 =	W6v × b6 =	20,000	x	1,27	=	25,333	[tm]
MS7 =	W7v × b7 =	30,000	x	1,00	=	30,000	[tm]
MS8 =	P1v × b8 =	20,824	x	2,00	=	41,648	[tm]
MS9 =	P2v × b9 =	2,364	x	2,00	=	4,728	[tm]
					Σ MS =	176,429	[tm]
Momento Ribaltante:							
MR1 =	W1o × b'1 =	0,000	x	4,600	=	0,000	[tm]
MR2 =	W2o × b'2 =	1,216	x	2,600	=	3,162	[tm]
MR3 =	W3o × b'3 =	0,000	x	3,240	=	0,000	[tm]
MR4 =	W4o × b'4 =	0,000	x	1,920	=	0,000	[tm]
MR5 =	W5o × b'5 =	0,800	x	2,600	=	2,080	[tm]
MR6 =	W6o × b'6 =	0,800	x	2,600	=	2,080	[tm]
MR7 =	W7o × b'7 =	1,200	x	0,300	=	0,360	[tm]
MR8 =	P1o × b'8 =	51,542	x	1,518	=	78,241	[tm]
MR9 =	P2o × b'9 =	5,851	x	3,036	=	17,764	[tm]
					Σ MR =	103,686	[tm]
VERIFICA A RIBALTAMENTO:							
Σ MS / Σ MR > 1			Σ MS	1,702		VERIFICA	
			Σ MR			Soddisfatta	
Caratteristiche della fondazione:							
P.V terreno fondazione		[γt]=	19,00	[t/m ³]			
Angolo di attrito terreno-fondaz.		[φ']=	33,00	[°]			
Coesione terreno-fondazione		[c'] =	0,00	[t/m ³]			
Profondità piano di posa		[D] =	0,60	[m]			
Superficie di fondazione unitaria		[A] =	2,00	[m ²]			
Eccentricità		[e] =	41,14	[cm]			
Superficie ridotta per eccentricità		[A'] =	1,18	[m ²]			

Nocciolo centrale terzo medio	[M] =	33,33	[cm]				
Eccentricità dentro [M]	[e ≤ M]	NO					
Eccentricità fuori da [M]	[e > M]	NO					
Coefficienti in funzione dall'angolo di attrito:							
				[α] =			
[Nγ] = 28,978	[iγ] = 0,123			[φ] =			
[Nc] = 38,174	[ic] = 0,215			[δ] =			
[Nq] = 25,790	[iq] = 0,246			[β] =			
Carico Limite:	[q lim] =	111,931	[t/m ²]		11,193	[kg/cm ²]	
VERIFICA AL CARICO LIMITE (metodo di Brinch - Hansen):							
Carico limite	[q lim] =	111,931	[t/m ²]				
Carico gravante sul piano di posa	[Q] =	104,986	[t/m ²]				
Coefficiente di sicurezza	[fs] =	1,066					VERIFICA Soddisfatta
VERIFICA ALLA TRASLAZIONE:							
Risultante dei carichi Orizzontali		[Ro] =	61,409	[t]			
Risultante dei carichi Verticali		[Rv] =	123,588	[t]			
Resistenza allo scorrimento in condizioni limite sul piano di posa		[Tr] =	80,259	[t]			
Coefficiente di sicurezza		[Tr / Ro] =	1,307				VERIFICA Soddisfatta
VERIFICA STABILITA' GLOBALE (Metodo dei conci o Svedese):							
Raggio		[R] =	4,639	[m]			
Coordinata del baricentro della struttura		[X] =	1,428	[m]			
Coordinata del baricentro della struttura		[Y] =	1,688	[m]			
Centro del cerchio	[x] =	1,40	[y] =	4,60	[m]		
Concio	1	2	3	4	5	6	7
angolo □	-23,997	-11,256	-2,473	1,235	0,000	4,951	48,716
sin □	-0,407	-0,195	-0,043	0,022	0,000	0,086	0,751
cos □	0,914	0,981	0,999	1,000	1,000	0,996	0,660
L	1,039	1,020	0,400	0,200	0,000	0,401	6,122
W	3,812	13,521	26,230	23,140	0,000	36,532	176,503
W sin □	-1,550	-2,639	-1,132	0,499	0,000	3,153	132,632
W cos □	3,483	13,261	26,206	23,134	0,000	36,395	116,456
[∑ L] =	9,182	[∑ W sin □] =	130,962	[∑ W cos □] =	218,936		
Coefficiente di sicurezza		[Fs] =	1,086				VERIFICA Soddisfatta

QUADRO DI RIEPILOGO:							
Grado di Sismicità	[S] =	6		[C] =	0,04		
Coefficiente di spinta Attiva	[Ka] =	0,264					
Spinta Statica	[P1] =	55,590	[Ptot] =	61,900	[t]		
Spinta Dinamica	[P2] =	6,310					
Risultante dei carichi Verticali	[Ro] =	61,409	[t]				
Risultante dei carichi Orizzontali	[Rv] =	123,588	[t]				
Forza d'Inerzia [Wt x C]	[Fi] =	4,016	[t]				
Momento Stabilizzante	[MS] =	176,429	[tm]				
Momento Ribaltante	[MR] =	103,686	[tm]				
Verifica a Ribaltamento $\sum MS / \sum MR$			1,702		Soddisfatta		
Eccentricità	[e] =	41,14	[cm]				
Superficie ridotta per l'eccentricità	[A'] =	1,18	[m ²]				
Carico Limite	[q lim] =	111,931	[t/m ²]		11,193	[Kg/cm ²]	
Carico effettivo sul piano di posa	[Q] =	104,986	[t/m ²]		10,49855	[Kg/cm ²]	
Verifica al carico limite [q lim / Q]			1,066		Soddisfatta		
Verifica alla Traslazione [Tr / Ro]			1,307		Soddisfatta		
Verifica alla stabilità Globale			1,086		Soddisfatta		

Verifiche strutturali e calcolo delle armature

$$M_{\max} = 215,30 \text{ kNm}$$

Scegliendo una sezione di base 100cm (consideriamo una striscia di un metro) e altezza 60 spessore sotto si ottengono le seguenti verifiche:

$$A_{\text{ferri}} = M_{\max} / (0,9 \times f_{yd} \times h_s) = 215,30 \times 1000 / (0,9 \times 260 \times 0,56) = 16,748 \text{ cm}^2$$

$$\text{Con n. } 6,67 \text{ ferri } A_{f \text{ singolo}} = 16,748 / 6,67 = 2,511 \text{ cm}^2$$

Si scelgono quindi **ferri di diametro 18mm** con $A_f = 2,54 \text{ cm}^2$ e $A_{f \text{ reale}} = 16,94 \text{ cm}^2 > 16,748 \text{ cm}^2$

$$\text{Calcolo asse neutro } N = m \times A_f / \text{base} \times (-1 + (1 + (2 \times \text{base} \times h_s) / (m \times A_f))^{1/2}) = 14,52 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\text{cls}} = 2 \times M / (\text{base} \times N \times (h_s - N/3)) = 59,09 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{amm}} = 95,65 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{fe}} = M / (A_f \times (h_s - N/3)) = 2.532 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{famm}} = 2600 \text{ Kg/cm}^2$$

strada Cartman 131

Muro di sostegno in c.a

Il muro d'argine da ricostruire in strada Cartman è per caratteristiche del tutto simile a quello di sostegno del ciglio di valle in strada alla Funicolare, con altezza di circa 4 m, pertanto le risultanze sono le medesime.

SOMMARIO

<i>Premessa</i>	1
<i>Riferimenti normativi – bibliografia</i>	1
<i>Caratteristica dei materiali</i>	2
<i>Conglomerato cementizio</i>	2
<i>Acciaio per armatura</i>	2
<i>Classe di esposizione – copriferro minimo</i>	2
strada Santa Lucia	3
<i>Cortina di micropali</i>	3
<i>Pagina 1 : Calcolo della profondità della cortina dei micropali</i>	3
<i>Carichi</i>	3
<i>Pagina 2: Calcolo tensione orizzontale dei tiranti</i>	4
<i>Pagina 3: Grafico riportante i risultati della tabella di pagina 2</i>	4
<i>Pagina 4: Dimensionamento micropali e tiranti</i>	4
<i>Verifica della portanza dei micropali</i>	5
<i>Verifica allo sfilamento malta terreno</i>	5
<i>Verifica allo sfilamento acciaio malta</i>	5
<i>Dimensionamento dei tiranti</i>	5
<i>Pagina 5: Verifica allo sfilamento dei tiranti malta/terreno e acciaio/malta</i>	6
<i>Pagina 6 : Verifica sismica</i>	6
<i>Pagina 8 : Ricalcolo delle tensioni sotto sisma come pag. 2</i>	6
<i>Pagina 9 : Verifica dimensionamento strutturale in condizioni sismiche come pag. 4</i>	6
<i>Verifica della sezione e calcolo del ferro d’armatura della trave di collegamento testa pali e tiranti</i>	7
<i>Verifica a taglio della trave di collegamento</i>	7
<i>Verifica della sezione e calcolo del ferro d’armatura della mensola (marciapiede)</i>	8
<i>Verifica della sezione e calcolo del ferro d’armatura del setto portante</i>	8
strada comunale di Superga 146	9
<i>Cortina di micropali</i>	9
strada alla Funicolare bivio con strada alla Basilica di Superga	10
<i>Muro di sostegno in c.a.</i>	10
<i>Verifiche strutturali e calcolo delle armature</i>	13
strada Cartman 131	14
<i>Muro di sostegno in c.a.</i>	14

Strada Santa Lucia - Calcolo profondità struttura

Geometria della struttura

profondità dello sbalzo o dello strato saldo	3 m
punto di applicazione del tirante	0 m
prof. sbalzo rispetto a punto di equilibrio	3 m

Parametri geotecnici

peso specifico terra	19 kN/mc	1900 Kg/mc
pi greco	3,14159	
fi	30	
lambda	Ka	0,33333
resistenza al taglio di picco	fi' p	33°
resistenza al taglio residua	fi' r	30°
coeff passivo	kp	3
con coeff sicurezza 0,5	kp/2	1,5
sovraccarico stradale	20 kN/mq	

Momento

incremento step	x	0,25 spinta attiva	spinta passiva	carichi stradali	risultante
kNm					
	-0,75	-0,89		-1,875	-2,77
	-0,5	-0,26		-0,833	-1,10
	-0,25	-0,03		-0,208	-0,24
	0	0,00		0,000	0,00
1	0,25	0,03	0	-0,208	-0,18
2	0,5	0,26	0	-0,833	-0,57
3	0,75	0,89	0	-1,875	-0,98
4	1	2,11	0	-3,333	-1,22
5	1,25	4,12	0	-5,208	-1,09
6	1,5	7,13	0	-7,500	-0,38
7	1,75	11,31	0	-10,208	1,11
8	2	16,89	0	-13,333	3,56
9	2,25	24,05	0	-16,875	7,17
10	2,5	32,99	0	-20,833	12,15
11	2,75	43,90	0	-25,208	18,70
12	3	57,00	0	-30,000	27,00
13	3,25	72,47	-2,820313	-35,208	34,44
14	3,5	90,51	-11,875	-40,833	37,81
15	3,75	111,33	-28,05469	-46,875	36,40
16	4	135,11	-52,25	-53,333	29,53
17	4,25	162,06	-85,35156	-60,208	16,50
18	4,5	192,38	-128,25	-67,500	-3,37 prof. scelta
19	4,75	226,25	-181,8359	-75,208	-30,79
20	5	263,89	-247	-83,333	-66,44
21	5,25	305,48	-324,6328	-91,875	-111,02
22	5,5	351,24	-415,625	-100,833	-165,22
23	5,75	401,34	-520,8672	-110,208	-229,73
24	6	456,00	-641,25	-120,000	-305,25
25	6,25	515,41	-777,6641	-130,208	-392,46
26	6,5	579,76	-931	-140,833	-492,07
27	6,75	649,27	-1102,148	-151,875	-604,76
28	7	724,11	-1292	-163,333	-731,22
29	7,25	804,50	-1501,445	-175,208	-872,16
30	7,5	890,63	-1731,375	-187,500	-1028,25
31	7,75	982,69	-1982,68	-200,208	-1200,20

Strada Santa Lucia - Calcolo delle tensioni

Geometria della struttura

sbalzo 3 m d

Parametri geotecnici

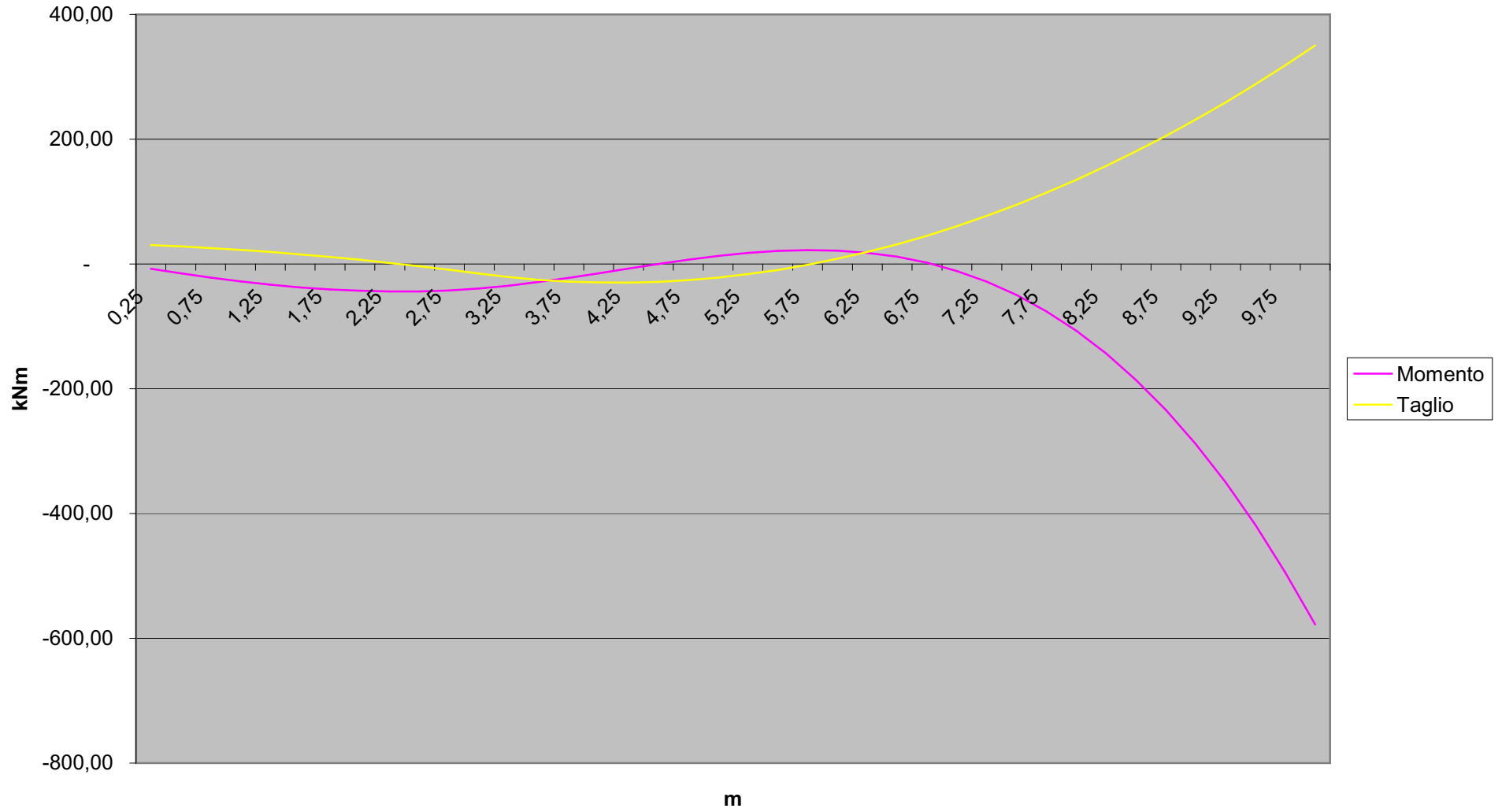
peso specifico terra 19 kN/mc
 pi greco 3,141593
 fi 30
 lambda 0,333333 Ka
 coeff passivo 3 kp
 con coeff sicurezza 0,5 1,5 kp/2
 sovraccarico stradale 20 kN/mq
profondità del palo 4,5 m
 incremento scelto 1 m
 lunghezza del palo 5,5 m
punto applicazione tirante 0 m

Momento

profondità spinta spinta carichi tensio
 struttura attiva passiva stradali dovuto a T risultante ne
 4,5 96,19 -16,0313 64,125 **32,06** kN
 incremento 0,25 m

step	x	kNm			Momento			spinta attiva	spinta passiva	carichi stradali	dovuto a T	Taglio	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	0,25	0,02	-	0,20	-	8,02	-	7,80	0,20	-	1,58	32,06	30,28
2	0,5	0,13	-	0,79	-	16,03	-	15,11	0,79	-	3,17	32,06	28,10
3	0,75	0,45	-	1,78	-	24,05	-	21,82	1,78	-	4,75	32,06	25,53
4	1	1,06	-	3,17	-	32,06	-	27,84	3,17	-	6,33	32,06	22,56
5	1,25	2,06	-	4,95	-	40,08	-	33,07	4,95	-	7,92	32,06	19,20
6	1,5	3,56	-	7,13	-	48,09	-	37,41	7,13	-	9,50	32,06	15,44
7	1,75	5,66	-	9,70	-	56,11	-	40,75	9,70	-	11,08	32,06	11,28
8	2	8,44	-	12,67	-	64,13	-	43,01	12,67	-	12,67	32,06	6,73
9	2,25	12,02	-	16,03	-	72,14	-	44,09	16,03	-	14,25	32,06	1,78
10	2,5	16,49	-	19,79	-	80,16	-	43,87	19,79	-	15,83	32,06	- 3,56
11	2,75	21,95	-	23,95	-	88,17	-	42,27	23,95	-	17,42	32,06	- 9,30
12	3	28,50	-	28,50	-	96,19	-	39,19	28,50	-	19,00	32,06	- 15,44
13	3,25	36,24	- 0,07	33,45	- 104,20	- 34,59	-	33,45	33,45	0,89	20,58	32,06	- 21,08
14	3,5	45,26	- 0,59	38,79	- 112,22	- 28,76	-	38,79	38,79	3,56	22,17	32,06	- 25,33
15	3,75	55,66	- 2,00	44,53	- 120,23	- 22,04	-	44,53	44,53	8,02	23,75	32,06	- 28,20
16	4	67,56	- 4,75	50,67	- 128,25	- 14,78	-	50,67	50,67	14,25	25,33	32,06	- 29,69
17	4,25	81,03	- 9,28	57,20	- 136,27	- 7,31	-	57,20	57,20	22,27	26,92	32,06	- 29,79
18	4,5	96,19	- 16,03	64,13	- 144,28	-	-	64,13	64,13	32,06	28,50	32,06	- 28,50
19	4,75	113,13	- 25,46	71,45	- 152,30	6,82	-	71,45	71,45	43,64	30,08	32,06	- 25,83
20	5	131,94	- 38,00	79,17	- 160,31	12,80	-	79,17	79,17	57,00	31,67	32,06	- 21,77
21	5,25	152,74	- 54,11	87,28	- 168,33	17,59	-	87,28	87,28	72,14	33,25	32,06	- 16,33
22	5,5	175,62	- 74,22	95,79	- 176,34	20,85	-	95,79	95,79	89,06	34,83	32,06	- 9,50
23	5,75	200,67	- 98,79	104,70	- 184,36	22,22	-	104,70	104,70	107,77	36,42	32,06	- 1,29
24	6	228,00	- 128,25	114,00	- 192,38	21,38	-	114,00	114,00	128,25	38,00	32,06	8,31
25	6,25	257,70	- 163,06	123,70	- 200,39	17,95	-	123,70	123,70	150,52	39,58	32,06	19,30
26	6,5	289,88	- 203,66	133,79	- 208,41	11,61	-	133,79	133,79	174,56	41,17	32,06	31,67
27	6,75	324,63	- 250,49	144,28	- 216,42	2,00	-	144,28	144,28	200,39	42,75	32,06	45,42
28	7	362,06	- 304,00	155,17	- 224,44	- 11,22	-	155,17	155,17	228,00	44,33	32,06	60,56
29	7,25	402,25	- 364,64	166,45	- 232,45	- 28,39	-	166,45	166,45	257,39	45,92	32,06	77,09
30	7,5	445,31	- 432,84	178,13	- 240,47	- 49,87	-	178,13	178,13	288,56	47,50	32,06	95,00
31	7,75	491,34	- 509,07	190,20	- 248,48	- 76,01	-	190,20	190,20	321,52	49,08	32,06	114,30
32	8	540,44	- 593,75	202,67	- 256,50	- 107,14	-	202,67	202,67	356,25	50,67	32,06	134,98
33	8,25	592,71	- 687,34	215,53	- 264,52	- 143,61	-	215,53	215,53	392,77	52,25	32,06	157,05

Santa Lucia - tratto A - (sbalzo 3m)



Strada Santa Lucia - Dimensionamento pali e tiranti

Dimensionamento pali

numero pali in un metro **0,5**
 M massimo **45** kNm 450000 Kg cm

1° ipotesi: cortina di micropali su un'unica fila

M in ogni palo 900.000 kg cm
 sigma ammissibile **2600** kg/cmq
 W 346,15 cmc

2° ipotesi: due file

interasse tra le file **0,5** m
 N sforzo normale 180,00 kN 18.000,00 kg
 sigma ammissibile **2600** kg/cmq
 Area minima sez palo **6,923** cmq

per cui sarebbe sufficiente un palo:

diametro	48,3 mm	60,30	diametro tubo in mm
spessore	3,6 mm	5,00	spessore in mm
si sceglie:		3,14	pi greco
diametro	60,3 mm	0,0302	raggio ext
spessore	5 mm	0,0252	raggio int
Area sezione del palo	8,69 cmq	0,0009	area corona circolare
tensione nel palo scelto	2.072,18 kg/cmq <	7850,00	peso spec acciaio
		6,82	kg per metro lineare

8,6865 peso

2600 kg/cmq **verificata**

Verifica della portanza dei micropali

malta terreno

numero di pali in un metro 0,5
 diametro di perforazione **15** cm
 coefficiente di sicurezza **0,85**
 tensione di aderenza **0,2** MPa Pa=N/mq 200 kN/mq minima per sabbia con limo
 Tmax in un palo 180,00 kN
 Lunghezza di ancoraggio minima 2,25 m
 zona tra testapali e strato saldo 3,00 m
lunghezza minima del palo 5,25 m ok

acciaio malta

tensione di aderenza **0,6** MPa 600 kN/mq
 perimetro del palo 0,1894 mq
 Tmax risultante 217,08 kN **ok, maggiore di quella massima**

Dimensionamento tiranti

T in un metro di trave di testa **33** kN = 3300 kg
 interasse **5** m
 sigma ammissibile **2600** kg/cmq
 inclinazione dei tiranti:
 pi greco 3,1416
 gradi in un radiante 180
 gradi inclinazione **45**
 frazione dei radianti 4
 coseno 0,70710678

T massima nel singolo tirante 23.334,52 kg **233,35** kN
 coefficienti di sicurezza 0,8 0,8
 oppure un barra dywidag **950/1050** N/mmq **950** 760 **1050** 630
 spessore **26,5** mm
 Area sezione 551,55 mmq
 Tmax 463,30 kN > **233,35 verificata**

dywidag	26,50
	3,14
	0,01325
	0,00055
	7850,00
	4,33

Verifica allo sfilamento dei tiranti

malta terreno

diametro di perforazione **15** cm
 coefficiente di sicurezza **0,85**
 tensione di aderenza **0,2** MPa Pa=N/mq 200 kN/mq per sabbia grossa e ghiaia
 Tmax precedentemente calcolata 233,35 kN
 Lunghezza di ancoraggio in condizioni di esercizio 2,91 m
 oltre a 4,24 m
 incremento d'ancoraggio per verifica successiva **2,59** m
lunghezza totale del tirante 9,75 m

acciaio malta

tensione di aderenza **0,6** MPa 600 kN/mq
 diametro barra 26,5 mm
 Tmax risultante 233,64 kN > **233,35 verificata**

Strada Santa Lucia - Verifica sismica

Spinta in condizioni dinamiche

Zona sismica 1 S=12 C=0,10

Zona sismica 2 S= 9 C=0,07

Zona sismica 3 S= 6 C=0,04

Zona sismica 4 S= 5 C=0,03

quindi, poiché Torino è in zona 4,

S	5	
C	0,03	
Terreno		
γ_t (Kg/mc)	1900	
q (Kg/mq)	2000	sovraccarico
φ_{dec}	30	
φ_{rad}	0,5235988	

Struttura

H (m) **4,5**

ε_{rad} terreno	0	inclinazione del terreno rispetto all'orizzontale
e'rad	0,029991	
e'dec	1,718358	
α_{rad}	0	inclinazione del paramento rispetto alla verticale
a'rad	0,029991	
a'dec	1,718358	
bdec	88,281642	
brad	1,5408053	
qrad	0	
qdec	0	

Calcolo della spinta equivalente derivante dai calcoli dell'azione sismica con la formula di Coulomb generalizzata.

Calcolo spinta F del cuneo di terreno

	9412,50	kg	
Fs	9919,10		
DFs	502,14	Kg	5,02 kN

doce DFs è l'incremento di spinta esercitata dal terreno sotto sisma

Calcolo spinta dovuta all'inerzia della struttura

W peso della struttura			
pali	2,00		
lunghezza parte superiore senza con	4,50	m	
peso al metro lineare del palo	12,23	kg	
peso pali d'acciaio	110,07	kg	
peso boiaccia	2.400,00	kg/mc	
diametro perforazione	15,00	cm	
volume pali boiaccia	0,16	mc	
peso pali boiaccia	381,70	kg	
larghezza struttura	0,50	m	
volume terreno intercluso	2,09	mc	
peso terreno intercluso	3.972,82	kg	
peso trave in c.a.			
peso totale struttura W	4.464,59	kg	44,65 kN
C= (S-2)/100 coeff. Sismico	0,03		
Fi (inerzia della struttura sotto sisma solo parte fuori terra)	Fi = C W		1,34 kN

Strada Santa Lucia - Ricalcolo delle tensioni sotto sisma

		Geometria della struttura													
sbalzo		3 m													
		Parametri geotecnici													
peso specifico terra		19 kN/mc													
pi greco		3,1416													
fi		30													
lambda		0,3333 Ka													
coeff passivo		3 kp													
con coeff sicurezza 0,5		1,5 kp/2													
sovraccarico stradale		20 kN/mq													
braccio DFs		1,50 m													
braccio Fi		2,25 m													
profondita pos tirante		0 m													
		Momento													
		spinta attiva	spinta passiva	carichi stradali	dovuto a T	DFs	Fi	tensione							
4,5		96,19	-16,031	64,125		5,02	1,34								
incremento		0,25				15,06	3,01	36,08	kN						
step	x	kNm				Momento risultante			spinta attiva	spinta passiva	carichi stradali	dovuto a T	DFs	Fi	Taglio
1	0,25	0,02	0,00	0,20	-9,02	0,00	0,00	-8,81	0,20	0,00	1,58	36,08	0,00	0,00	34,30
2	0,50	0,13	0,00	0,79	-18,04	0,00	0,00	-17,12	0,79	0,00	3,17	36,08	0,00	0,00	32,12
3	0,75	0,45	0,00	1,78	-27,06	0,00	0,00	-24,83	1,78	0,00	4,75	36,08	0,00	0,00	29,55
4	1,00	1,06	0,00	3,17	-36,08	0,00	0,00	-31,86	3,17	0,00	6,33	36,08	0,00	0,00	26,58
5	1,25	2,06	0,00	4,95	-45,10	0,00	0,00	-38,09	4,95	0,00	7,92	36,08	0,00	0,00	23,22
6	1,50	3,56	0,00	7,13	-54,12	0,00	0,00	-43,43	7,13	0,00	9,50	36,08	0,00	0,00	19,45
7	1,75	5,66	0,00	9,70	-63,14	1,26	0,00	-46,53	9,70	0,00	11,08	36,08	5,02	0,00	10,28
8	2,00	8,44	0,00	12,67	-72,16	2,51	0,00	-48,54	12,67	0,00	12,67	36,08	5,02	0,00	5,73
9	2,25	12,02	0,00	16,03	-81,18	3,77	0,00	-49,36	16,03	0,00	14,25	36,08	5,02	0,00	0,78
10	2,50	16,49	0,00	19,79	-90,20	5,02	0,33	-48,56	19,79	0,00	15,83	36,08	5,02	1,34	-5,91
11	2,75	21,95	0,00	23,95	-99,22	6,28	0,67	-46,37	23,95	0,00	17,42	36,08	5,02	1,34	-11,65
12	3,00	28,50	0,00	28,50	-108,24	7,53	1,00	-42,70	28,50	0,00	19,00	36,08	5,02	1,34	-17,78
13	3,25	36,24	-0,07	33,45	-117,26	8,79	1,34	-37,52	33,45	0,89	20,58	36,08	5,02	1,34	-23,42
14	3,50	45,26	-0,59	38,79	-126,28	10,04	1,67	-31,11	38,79	3,56	22,17	36,08	5,02	1,34	-27,68
15	3,75	55,66	-2,00	44,53	-135,30	11,30	2,01	-23,80	44,53	8,02	23,75	36,08	5,02	1,34	-30,55
16	4,00	67,56	-4,75	50,67	-144,32	12,55	2,34	-15,95	50,67	14,25	25,33	36,08	5,02	1,34	-32,03
17	4,25	81,03	-9,28	57,20	-153,34	13,81	2,68	-7,90	57,20	22,27	26,92	36,08	5,02	1,34	-32,13
18	4,50	96,19	-16,03	64,13	-162,36	15,06	3,01	0,00	64,13	32,06	28,50	36,08	5,02	1,34	-30,84
19	4,75	113,13	-25,46	71,45	-171,38	16,32	3,35	7,41	71,45	43,64	30,08	36,08	5,02	1,34	-28,17
20	5,00	131,94	-38,00	79,17	-180,40	17,57	3,68	13,97	79,17	57,00	31,67	36,08	5,02	1,34	-24,11
21	5,25	152,74	-54,11	87,28	-189,42	18,83	4,02	19,35	87,28	72,14	33,25	36,08	5,02	1,34	-18,67
22	5,50	175,62	-74,22	95,79	-198,44	20,09	4,35	23,19	95,79	89,06	34,83	36,08	5,02	1,34	-11,84
23	5,75	200,67	-98,79	104,70	-207,46	21,34	4,69	25,15	104,70	107,77	36,42	36,08	5,02	1,34	-3,63
24	6,00	228,00	-128,25	114,00	-216,48	22,60	5,02	24,89	114,00	128,25	38,00	36,08	5,02	1,34	5,97
25	6,25	257,70	-163,06	123,70	-225,50	23,85	5,36	22,05	123,70	150,52	39,58	36,08	5,02	1,34	16,95
26	6,50	289,88	-203,66	133,79	-234,52	25,11	5,69	16,30	133,79	174,56	41,17	36,08	5,02	1,34	29,32
27	6,75	324,63	-250,49	144,28	-243,54	26,36	6,03	7,28	144,28	200,39	42,75	36,08	5,02	1,34	43,08
28	7,00	362,06	-304,00	155,17	-252,56	27,62	6,36	-5,36	155,17	228,00	44,33	36,08	5,02	1,34	58,22
29	7,25	402,25	-364,64	166,45	-261,58	28,87	6,70	-21,95	166,45	257,39	45,92	36,08	5,02	1,34	74,75
30	7,50	445,31	-432,84	178,13	-270,60	30,13	7,03	-42,84	178,13	288,56	47,50	36,08	5,02	1,34	92,66
31	7,75	491,34	-509,07	190,20	-279,62	31,38	7,37	-68,39	190,20	321,52	49,08	36,08	5,02	1,34	111,95
32	8,00	540,44	-593,75	202,67	-288,64	32,64	7,70	-98,94	202,67	356,25	50,67	36,08	5,02	1,34	132,64
33	8,25	592,71	-687,34	215,53	-297,66	33,89	8,04	-134,83	215,53	392,77	52,25	36,08	5,02	1,34	154,70
34	8,50	648,24	-790,28	228,79	-306,68	35,15	8,37	-176,40	228,79	431,06	53,83	36,08	5,02	1,34	178,16
35	8,75	707,14	-903,02	242,45	-315,70	36,40	8,71	-224,02	242,45	471,14	55,42	36,08	5,02	1,34	203,00
36	9,00	769,50	-1026,00	256,50	-324,72	37,66	9,04	-278,02	256,50	513,00	57,00	36,08	5,02	1,34	229,22
37	9,25	835,42	-1159,67	270,95	-333,74	38,92	9,38	-338,74	270,95	556,64	58,58	36,08	5,02	1,34	256,83
38	9,50	905,01	-1304,47	285,79	-342,76	40,17	9,71	-406,55	285,79	602,06	60,17	36,08	5,02	1,34	285,82
39	9,75	978,35	-1460,85	301,03	-351,78	41,43	10,05	-481,77	301,03	649,27	61,75	36,08	5,02	1,34	316,20
40	10,00	1055,56	-1629,25	316,67	-360,80	42,68	10,38	-564,76	316,67	698,25	63,33	36,08	5,02	1,34	347,97
41	10,25	1136,72	-1810,12	332,70	-369,82	43,94	10,72	-655,87	332,70	749,02	64,92	36,08	5,02	1,34	381,12

Strada Santa Lucia - Verifica dimensionamento

Dimensionamento pali

numero pali in un metro **0,5**
 M massimo **50** kNm 500.000 Kg cm

1° ipotesi: cortina di micropali su un'unica fila

M in ogni palo 1000000 kg cm
 sigma ammissibile **2600** kg/cm²
 W 384,62 cm³

2° ipotesi: due file

interasse tra le file **0,5** m
 N sforzo normale 200,00 kN 20.000,00 kg
 sigma ammissibile **2600** kg/cm²
 Area minima sez palo **7,692** cm²

palo scelto in condizioni di esercizio

diametro **48,3** mm
 spessore **3,6** mm
 e si sceglie
 diametro **60,3** mm
 spessore **5** mm
 Area sezione del palo 8,69 cm²
 tensione nel palo scelto 2302,42232 kg/cm²

60,30	diametro tubo in mm
5,00	spessore in mm
3,14	pi greco
0,0302	raggio ext
0,0252	raggio int
0,0009	area corona circolare
7850,00	peso spec acciaio
6,82	kg per metro lineare

8,686504
 peso **si**
 < 2600 kg/cm² **verificata**

Verifica della portanza dei micropali

malta terreno

numero di pali in un metro 1
 diametro di perforazione **15** cm
 coefficiente di sicurezza **0,85**
 tensione di aderenza **0,2** MPa 200 kN/mq minima per sabbia con limo
 Tmax in un palo 200,00 kN
 Lunghezza di ancoraggio necessaria in caso di sisma 2,50 m
 ancoraggio in condizioni di esercizio per cui l'incremento dovrebbe essere **0,00** m
 e la lunghezza complessiva del palo sufficiente è di **5,50** m

acciaio malta

tensione di aderenza **0,6** MPa 600 kN/mq
 perimetro del palo 0,18943804 mq
 Tmax risultante 241,20 kN **ok, maggiore di quella massima**

Dimensionamento pali tiranti

T in testa **37** kN = 3.700 kg
 interasse **5** m
 sigma ammissibile **2600** kg/cm²
 inclinazione dei tiranti:
 pi greco 3,14159265
 gradi in un radiante 180
 gradi inclinazione **45**
 frazione dei radianti 4
 coseno 0,70710678

Dywidag	
26,50	diametro in mm
3,14	pi greco
0,0133	raggio in m
0,0006	area sez
7850,00	peso spec acciaio
4,33	kg/m

T massima al singolo tirante 26162,95 kg **261,63** kN
 coefficienti di sicurezza 0,8 **0,8**
 scelta tipo di barre Dywidag **950/1050** N/mm² **950** 760 **1050** 840
 spessore **26,5** mm
 Area sezione 551,55 mm²
 Tmax del singolo tirante 463,30 kN **verificata**

Verifica allo sfilamento dei tiranti

malta terreno

diametro di perforazione **15** cm
 coefficiente di sicurezza **0,85**
 tensione di aderenza **0,2** MPa Pa=N/mq 200 kN/mq minima per sabbia con limo
 Tmax precedentemente calcolata 261,63 kN
 Lunghezza di ancoraggio necessaria in caso di sisma 3,27 m
 per raggiungere lo strato solido 4,24 m
 aggiunti per tenuta acciaio malta 2,9 m
lunghezza totale del tirante 10,41 m

parte di tirante al di fuori dello strato saldo

acciaio malta

tensione di aderenza **0,6** MPa 600 kN/mq
 diametro barra **26,5** mm
 da aggiungere **2,9** m
 Tmax risultante 261,79 kN > 261,63 **verificata**
 per cui il tirante sotto sisma non si sfilerebbe con altri 0,66 m
 a quelli precedentemente calcolati di 9,75 m
 ma considerando la tenuta del tratto al di fuori dello strato solido 4,24 m
 si ritiene sufficiente un tirante di **10,00** m
 lunghezza complessiva pari a

Strada Santa Lucia - Calcolo profondità struttura

Geometria della struttura

profondità dello sbalzo o dello strato saldo	4,5 m
punto di applicazione del tirante	0,75 m
prof. sbalzo rispetto a punto di equilibrio	3,75 m

Parametri geotecnici

peso specifico terra	19 kN/mc	1900 Kg/mc
pi greco	3,14159	
fi	30	
lambda	Ka	0,33333
resistenza al taglio di picco	fi' p	33°
resistenza al taglio residua	fi' r	30°
coeff passivo	kp	3
con coeff sicurezza 0,5	kp/2	1,5
sovraccarico stradale	20 kN/mq	

Momento

incremento step	x	spinta attiva	spinta passiva	carichi stradali	risultante
		kNm			
	-0,75	0,00		0,000	0,00
	-0,5	0,03		-0,208	-0,18
	-0,25	0,26		-0,833	-0,57
	0	0,89		-1,875	-0,98
1	0,25	2,11	0	-3,333	-1,22
2	0,5	4,12	0	-5,208	-1,09
3	0,75	7,13	0	-7,500	-0,38
4	1	11,31	0	-10,208	1,11
5	1,25	16,89	0	-13,333	3,56
6	1,5	24,05	0	-16,875	7,17
7	1,75	32,99	0	-20,833	12,15
8	2	43,90	0	-25,208	18,70
9	2,25	57,00	0	-30,000	27,00
10	2,5	72,47	0	-35,208	37,26
11	2,75	90,51	0	-40,833	49,68
12	3	111,33	0	-46,875	64,45
13	3,25	135,11	0	-53,333	81,78
14	3,5	162,06	0	-60,208	101,85
15	3,75	192,38	0	-67,500	124,88
16	4	226,25	-3,488281	-75,208	147,56
17	4,25	263,89	-14,54688	-83,333	166,01
18	4,5	305,48	-34,06641	-91,875	179,54
19	4,75	351,24	-62,9375	-100,833	187,47
20	5	401,34	-102,0508	-110,208	189,08
21	5,25	456,00	-152,2969	-120,000	183,70
22	5,5	515,41	-214,5664	-130,208	170,63
23	5,75	579,76	-289,75	-140,833	149,18
24	6	649,27	-378,7383	-151,875	118,65
25	6,25	724,11	-482,4219	-163,333	78,36
26	6,5	804,50	-601,6914	-175,208	27,60
27	6,75	890,63	-737,4375	-187,500	-34,31
28	7	982,69	-890,5508	-200,208	-108,07 prof. scelta
29	7,25	1080,89	-1061,922	-213,333	-194,37
30	7,5	1185,42	-1252,441	-226,875	-293,89
31	7,75	1296,49	-1463	-240,833	-407,35

Strada Santa Lucia - Calcolo delle tensioni

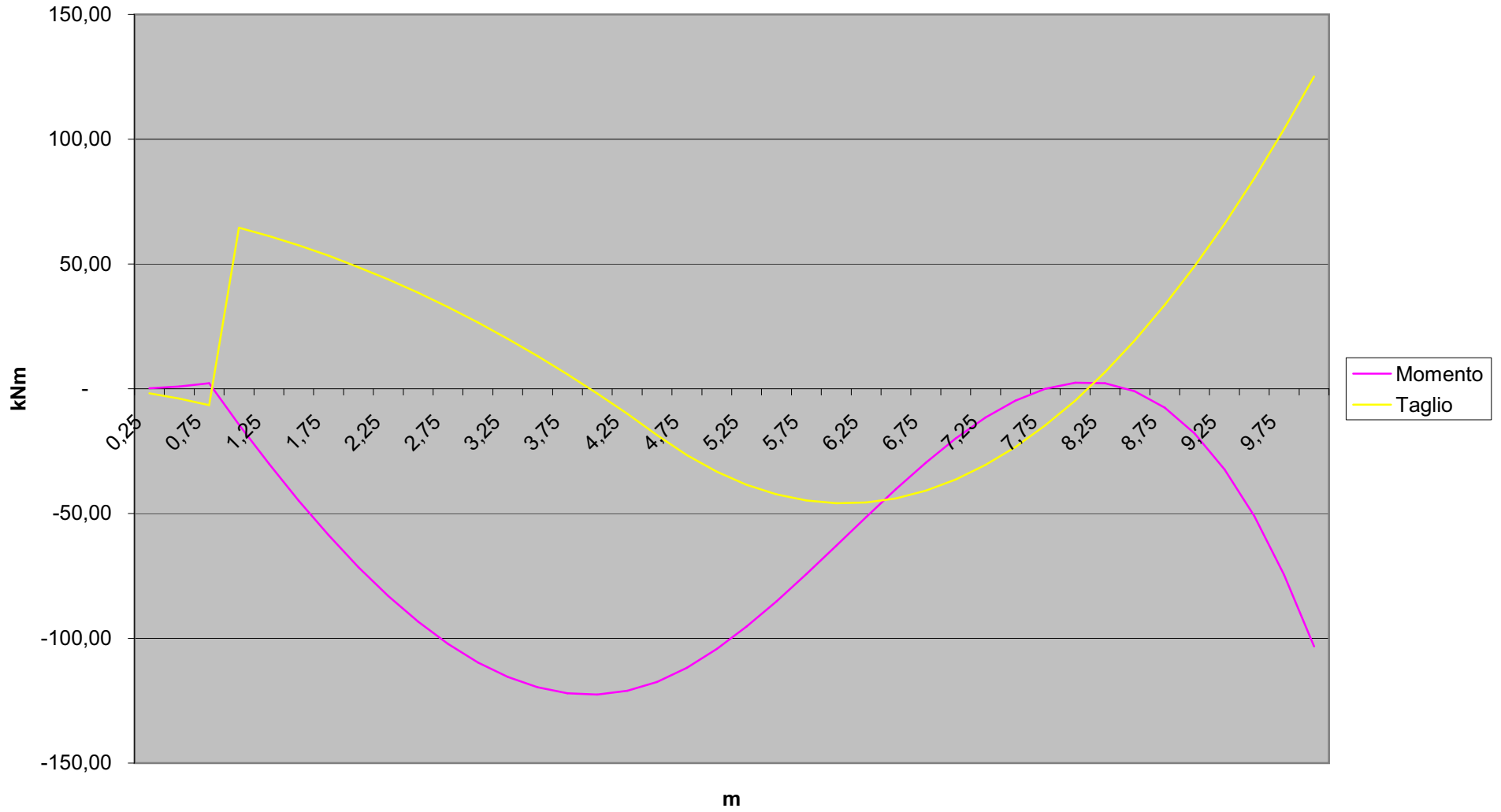
Geometria della struttura
 sbalzo **4,5 m** d

Parametri geotecnici
 peso specifico terra 19 kN/mc
 pi greco 3,141593
 fi 30
 lambda 0,333333 Ka
 coeff passivo 3 kp
 con coeff sicurezza 0,5 1,5 kp/2
 sovraccarico stradale 20 kN/mq
profondità del palo 7 m
 incremento scelto **0,53 m**
 lunghezza del palo **7,53 m**
punto applicazione tirante 0,75 m

Momento
 profondità spinta spinta carichi tensio
 struttura attiva passiva stradali dovuto a T risultante ne
7,75 491,34 -163,06 190,198 **74,07** kN
 incremento **0,25 m**

step	x	kNm				Momento	spinta attiva	spinta passiva	carichi stradali	dovuto a T	Taglio
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	0,25	0,02	-	0,20	-	0,21	0,20	-	1,58	- - 1,78	
2	0,5	0,13	-	0,79	-	0,92	0,79	-	3,17	- - 3,96	
3	0,75	0,45	-	1,78	-	2,23	1,78	-	4,75	- - 6,53	
4	1	1,06	-	3,17	- 18,52	- 14,30	3,17	-	6,33	74,07 64,57	
5	1,25	2,06	-	4,95	- 37,03	- 30,03	4,95	-	7,92	74,07 61,20	
6	1,5	3,56	-	7,13	- 55,55	- 44,86	7,13	-	9,50	74,07 57,44	
7	1,75	5,66	-	9,70	- 74,07	- 58,71	9,70	-	11,08	74,07 53,29	
8	2	8,44	-	12,67	- 92,59	- 71,48	12,67	-	12,67	74,07 48,74	
9	2,25	12,02	-	16,03	- 111,10	- 83,05	16,03	-	14,25	74,07 43,79	
10	2,5	16,49	-	19,79	- 129,62	- 93,34	19,79	-	15,83	74,07 38,44	
11	2,75	21,95	-	23,95	- 148,14	- 102,24	23,95	-	17,42	74,07 32,70	
12	3	28,50	-	28,50	- 166,66	- 109,66	28,50	-	19,00	74,07 26,57	
13	3,25	36,24	-	33,45	- 185,17	- 115,49	33,45	-	20,58	74,07 20,04	
14	3,5	45,26	-	38,79	- 203,69	- 119,64	38,79	-	22,17	74,07 13,11	
15	3,75	55,66	-	44,53	- 222,21	- 122,01	44,53	-	23,75	74,07 5,79	
16	4	67,56	-	50,67	- 240,72	- 122,50	50,67	-	25,33	74,07 - 1,93	
17	4,25	81,03	-	57,20	- 259,24	- 121,01	57,20	-	26,92	74,07 - 10,05	
18	4,5	96,19	-	64,13	- 277,76	- 117,45	64,13	-	28,50	74,07 - 18,56	
19	4,75	113,13	- 0,07	71,45	- 296,28	- 111,78	71,45	0,89	30,08	74,07 - 26,57	
20	5	131,94	- 0,59	79,17	- 314,79	- 104,28	79,17	3,56	31,67	74,07 - 33,20	
21	5,25	152,74	- 2,00	87,28	- 333,31	- 95,29	87,28	8,02	33,25	74,07 - 38,45	
22	5,5	175,62	- 4,75	95,79	- 351,83	- 85,17	95,79	14,25	34,83	74,07 - 42,31	
23	5,75	200,67	- 9,28	104,70	- 370,35	- 74,25	104,70	22,27	36,42	74,07 - 44,78	
24	6	228,00	- 16,03	114,00	- 388,86	- 62,89	114,00	32,06	38,00	74,07 - 45,87	
25	6,25	257,70	- 25,46	123,70	- 407,38	- 51,44	123,70	43,64	39,58	74,07 - 45,57	
26	6,5	289,88	- 38,00	133,79	- 425,90	- 40,22	133,79	57,00	41,17	74,07 - 43,89	
27	6,75	324,63	- 54,11	144,28	- 444,41	- 29,61	144,28	72,14	42,75	74,07 - 40,82	
28	7	362,06	- 74,22	155,17	- 462,93	- 19,93	155,17	89,06	44,33	74,07 - 36,37	
29	7,25	402,25	- 98,79	166,45	- 481,45	- 11,54	166,45	107,77	45,92	74,07 - 30,53	
30	7,5	445,31	- 128,25	178,13	- 499,97	- 4,78	178,13	128,25	47,50	74,07 - 23,31	
31	7,75	491,34	- 163,06	190,20	- 518,48	-	190,20	150,52	49,08	74,07 - 14,70	
32	8	540,44	- 203,66	202,67	- 537,00	2,45	202,67	174,56	50,67	74,07 - 4,70	
33	8,25	592,71	- 250,49	215,53	- 555,52	2,24	215,53	200,39	52,25	74,07 6,68	

Santa Lucia - tratto B - (4,5m)



Strada Santa Lucia - Dimensionamento pali e tiranti

Dimensionamento pali

numero pali in un metro **1**
 M massimo **122,5** kNm 1225000 Kg cm

1° ipotesi: cortina di micropali su un'unica fila

M in ogni palo 1.225.000 kg cm
 sigma ammissibile **2600** kg/cm²
 W 471,15 cmc

2° ipotesi: due file

interasse tra le file **0,5** m
 N sforzo normale 245,00 kN 24500,00 kg

sigma ammissibile **2600** kg/cm²
 Area minima sez palo **9,423** cm²

per cui sarebbe sufficiente un palo:

diametro **60,3** mm
 spessore **5,6** mm
 si sceglie:
 diametro **70** mm
 spessore **8** mm peso
 Area sezione del palo 15,58 cm²
 tensione nel palo scelto 1.572,30 kg/cm² <

70,00	diametro tubo in mm
8,00	spessore in mm
3,14	pi greco
0,0350	raggio ext
0,0270	raggio int
0,0016	area corona circolare
7850,00	peso spec acciaio
12,23	kg per metro lineare

2600 kg/cm² **verificata**

Verifica della portanza dei micropali

malta terreno

numero di pali in un metro **1**
 diametro di perforazione **18** cm
 coefficiente di sicurezza **0,85**
 tensione di aderenza **0,2** MPa Pa=N/mq
 Tmax in un palo 245,00 kN 200 kN/mq minima per sabbia con limo
 Lunghezza di ancoraggio minima 2,55 m
 zona tra testapali e strato saldo 3,75 m
lunghezza minima del palo 6,30 m **ok**

acciaio malta

tensione di aderenza **0,6** MPa 600 kN/mq
 perimetro del palo 0,2199 mq
 Tmax risultante 285,83 kN **ok, maggiore di quella massima**

Dimensionamento tiranti

T in un metro di trave di testa **74,1** kN = 7410 kg

interasse **5** m
 sigma ammissibile **2600** kg/cm²

inclinazione dei tiranti:

pi greco 3,1416
 gradi in un radiante 180
 gradi inclinazione **45**
 frazione dei radianti 4
 coseno 0,70710678

T massima nel singolo tirante 52.396,61 kg **523,97** kN

coefficienti di sicurezza

oppure un barra dywidag **950/1050** N/mm² **950** 760 **1050** 630

spessore **32** mm

Area sezione 804,25 mm²

Tmax 675,57 kN > **523,97 verificata**

dywidag
32,00
3,14
0,01600
0,00080
7850,00
6,31

Verifica allo sfilamento dei tiranti

malta terreno

diametro di perforazione **15** cm
 coefficiente di sicurezza **0,85**
 tensione di aderenza **0,2** MPa Pa=N/mq
 Tmax precedentemente calcolata 523,97 kN 200 kN/mq per sabbia grossa e ghiaia

Lunghezza di ancoraggio in
condizioni di esercizio 6,54 m
oltre a 5,30 m
incremento d'ancoraggio per verifica
successiva 3,70 m
lunghezza totale del tirante 15,54 m

acciaio malta

tensione di aderenza 0,6 MPa 600 kN/mq
diametro barra 32 mm
Tmax risultante 525,04 kN > 523,97 **verificata**

Strada Santa Lucia - Verifica sismica

Spinta in condizioni dinamiche

Zona sismica 1 S=12 C=0,10

Zona sismica 2 S= 9 C=0,07

Zona sismica 3 S= 6 C=0,04

Zona sismica 4 S= 5 C=0,03

quindi, poiché Torino è in zona 4,

S **5**

C 0,03

Terreno

γ_t (Kg/mc) **1900**

q (Kg/mq) **2000** sovraccarico

φ_{dec} **30**

φ_{rad} 0,5235988

Struttura

H (m) **7,75**

ε_{rad} terreno **0** inclinazione del terreno rispetto all'orizzontale

ε'_{rad} 0,029991

ε'_{dec} 1,718358

α_{rad} **0** inclinazione del paramento rispetto alla verticale

α'_{rad} 0,029991

α'_{dec} 1,718358

b_{dec} 88,281642

b_{rad} 1,5408053

q_{rad} 0

q_{dec} 0

Calcolo della spinta equivalente derivante dai calcoli dell'azione sismica con la formula di Coulomb generalizzata.

Calcolo spinta F del cuneo di terreno

24186,46 kg

F_s 25488,21

DF_s **1290,29** Kg **12,90** kN

doce DF_s è l'incremento di spinta esercitata dal terreno sotto sisma

Calcolo spinta dovuta all'inerzia della struttura

W peso della struttura

pali 2,00

lunghezza parte superiore senza cont 4,50 m

peso al metro lineare del palo **12,23** kg

peso pali d'acciaio 110,07 kg

peso boiaccia 2.400,00 kg/mc

diametro perforazione 18,00 cm

volume pali boiaccia 0,23 mc

peso pali boiaccia 549,65 kg

larghezza struttura **0,50** m

volume terreno intercluso 2,02 mc

peso terreno intercluso 3.839,86 kg

peso trave in c.a.

peso totale struttura W 4.499,58 kg **45,00** kN

$C = (S-2)/100$ coeff. Sismico 0,03

F_i (inerzia della struttura sotto sisma

solo parte fuori terra) $F_i = C W$ **1,35** kN

Strada Santa Lucia - Ricalcolo delle tensioni sotto sisma

Geometria della struttura						
sbalzo	4,5 m					
Parametri geotecnici						
peso specifico terra	19 kN/mc					
pi greco	3,1416					
fi	30					
lambda	0,3333 Ka					
coeff passivo	3 kp					
con coeff sicurezza 0,5	1,5 kp/2					
sovraccarico stradale	20 kN/mq					
braccio DFs	2,58 m					
braccio Fi	3,875 m					
profondita pos tirante	0,75 m					
Momento						
spinta attiva	spinta passiva	carichi stradali	dovuto a T	DFs	Fi	tensione
7,75	491,34	-163,06	190,198	12,90	1,35	66,67 5,23 84,34 kN
incremento	0,25					

step	x	kNm				Momento risultante	spinta attiva	spinta passiva	carichi stradali	dovuto a T	DFs	Fi	Taglio
1	0,25	0,02	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,21	0,20	0,00	0,00	82,56	
2	0,50	0,13	0,00	0,79	0,00	0,00	0,00	0,92	0,79	0,00	0,00	80,38	
3	0,75	0,45	0,00	1,78	0,00	0,00	0,00	2,23	1,78	0,00	0,00	77,81	
4	1,00	1,06	0,00	3,17	-84,34	0,00	0,00	-80,12	3,17	0,00	0,00	74,84	
5	1,25	2,06	0,00	4,95	-105,42	0,00	0,00	-98,42	4,95	0,00	0,00	71,48	
6	1,50	3,56	0,00	7,13	-126,51	0,00	0,00	-115,82	7,13	0,00	0,00	67,71	
7	1,75	5,66	0,00	9,70	-147,59	0,00	0,00	-132,24	9,70	0,00	0,00	63,56	
8	2,00	8,44	0,00	12,67	-168,68	0,00	0,00	-147,57	12,67	0,00	0,00	59,01	
9	2,25	12,02	0,00	16,03	-189,76	0,00	0,00	-161,71	16,03	0,00	0,00	54,06	
10	2,50	16,49	0,00	19,79	-210,85	0,00	0,00	-174,57	19,79	0,00	0,00	48,71	
11	2,75	21,95	0,00	23,95	-231,93	2,15	0,00	-183,88	23,95	0,00	12,90	30,07	
12	3,00	28,50	0,00	28,50	-253,02	5,38	0,00	-190,64	28,50	0,00	12,90	23,94	
13	3,25	36,24	0,00	33,45	-274,10	8,60	0,00	-195,82	33,45	0,00	12,90	17,41	
14	3,50	45,26	0,00	38,79	-295,19	11,83	0,00	-199,31	38,79	0,00	12,90	10,48	
15	3,75	55,66	0,00	44,53	-316,27	15,05	0,00	-201,03	44,53	0,00	12,90	3,16	
16	4,00	67,56	0,00	50,67	-337,36	18,28	0,17	-200,69	50,67	0,00	12,90	-5,91	
17	4,25	81,03	0,00	57,20	-358,44	21,50	0,51	-198,21	57,20	0,00	12,90	-14,03	
18	4,50	96,19	0,00	64,13	-379,53	24,73	0,84	-193,64	64,13	0,00	12,90	-22,54	
19	4,75	113,13	-0,07	71,45	-400,61	27,96	1,18	-186,98	71,45	0,89	12,90	-30,55	
20	5,00	131,94	-0,59	79,17	-421,70	31,18	1,52	-178,48	79,17	3,56	12,90	-37,18	
21	5,25	152,74	-2,00	87,28	-442,78	34,41	1,86	-168,50	87,28	8,02	12,90	-42,43	
22	5,50	175,62	-4,75	95,79	-463,87	37,63	2,19	-157,38	95,79	14,25	12,90	-46,29	
23	5,75	200,67	-9,28	104,70	-484,95	40,86	2,53	-145,47	104,70	22,27	12,90	-48,76	
24	6,00	228,00	-16,03	114,00	-506,04	44,09	2,87	-133,12	114,00	32,06	12,90	-49,85	
25	6,25	257,70	-25,46	123,70	-527,12	47,31	3,21	-120,66	123,70	43,64	12,90	-49,55	
26	6,50	289,88	-38,00	133,79	-548,21	50,54	3,54	-108,46	133,79	57,00	12,90	-47,87	
27	6,75	324,63	-54,11	144,28	-569,29	53,76	3,88	-96,84	144,28	72,14	12,90	-44,80	
28	7,00	362,06	-74,22	155,17	-590,38	56,99	4,22	-86,17	155,17	89,06	12,90	-40,35	
29	7,25	402,25	-98,79	166,45	-611,46	60,21	4,56	-76,78	166,45	107,77	12,90	-34,51	
30	7,50	445,31	-128,25	178,13	-632,55	63,44	4,89	-69,03	178,13	128,25	12,90	-27,29	
31	7,75	491,34	-163,06	190,20	-653,63	66,67	5,23	-63,25	190,20	150,52	12,90	-18,68	
32	8,00	540,44	-203,66	202,67	-674,72	69,89	5,57	-59,81	202,67	174,56	12,90	-8,68	
33	8,25	592,71	-250,49	215,53	-695,80	73,12	5,91	-59,03	215,53	200,39	12,90	2,70	
34	8,50	648,24	-304,00	228,79	-716,89	76,34	6,24	-61,27	228,79	228,00	12,90	15,46	
35	8,75	707,14	-364,64	242,45	-737,97	79,57	6,58	-66,88	242,45	257,39	12,90	29,61	
36	9,00	769,50	-432,84	256,50	-759,06	82,79	6,92	-76,19	256,50	288,56	12,90	45,15	
37	9,25	835,42	-509,07	270,95	-780,14	86,02	7,26	-89,57	270,95	321,52	12,90	62,07	
38	9,50	905,01	-593,75	285,79	-801,23	89,25	7,59	-107,34	285,79	356,25	12,90	80,38	
39	9,75	978,35	-687,34	301,03	-822,31	92,47	7,93	-129,87	301,03	392,77	12,90	100,07	
40	10,00	1055,56	-790,28	316,67	-843,40	95,70	8,27	-157,49	316,67	431,06	12,90	121,15	
41	10,25	1136,72	-903,02	332,70	-864,48	98,92	8,61	-190,56	332,70	471,14	12,90	143,61	

Strada Santa Lucia - Verifica dimensionamento

Dimensionamento pali

numero pali in un metro **1**
 M massimo **202** kNm 2.020.000 Kg cm

1° ipotesi: cortina di micropali su un'unica fila

M in ogni palo 2020000 kg cm
 sigma ammissibile **2600** kg/cmq
 W 776,92 cmc

2° ipotesi: due file

interasse tra le file **0,5** m
 N sforzo normale 404,00 kN 40.400,00 kg
 sigma ammissibile **2600** kg/cmq
 Area minima sez palo 15,538 cmq

palo scelto in condizioni di esercizio

diametro **70** mm
 spessore **8** mm
 e si sceglie
 diametro **70** mm
 spessore **8** mm
 Area sezione del palo 15,58 cmq
 tensione nel palo scelto 2592,68536 kg/cmq

70,00	diametro tubo in mm
8,00	spessore in mm
3,14	pi greco
0,0350	raggio ext
0,0270	raggio int
0,0016	area corona circolare
7850,00	peso spec acciaio
12,23	kg per metro lineare

peso **si**
 < 2600 kg/cmq **verificata**

Verifica della portanza dei micropali

malta terreno

numero di pali in un metro **1**
 diametro di perforazione **20** cm
 coefficiente di sicurezza **0,85**
 tensione di aderenza **0,2** MPa 200 kN/mq Pa=N/mq
 Tmax in un palo 404,00 kN minima per sabbia con limo
 Lunghezza di ancoraggio necessaria 3,78 m
 ancoraggio in condizioni di esercizio 3,78 m
 per cui l'incremento dovrebbe essere **0,00** m
 e la lunghezza complessiva del palo sarà **7,53** m

acciaio malta

tensione di aderenza **0,6** MPa 600 kN/mq
 perimetro del palo 0,21991149 mq
 Tmax risultante 424,20 kN **ok, maggiore di quella massima**

Dimensionamento pali tiranti

T in testa **139** kN = 13.900 kg
 interasse **5** m
 sigma ammissibile **2600** kg/cmq

inclinazione dei tiranti:

pi greco 3,14159265
 gradi in un radiante 180
 gradi inclinazione **45**
 frazione dei radianti 4
 coseno 0,70710678

Dywidag	
36,00	diametro in mm
3,14	pi greco
0,0180	raggio in m
0,0010	area sez
7850,00	peso spec acciaio
7,99	kg/m

T massima al singolo tirante 98287,84 kg **982,88** kN
 coefficienti di sicurezza 0,8 **0,92**
 scelta tipo di barre Dywidag **950/1050** N/mmq **950** 760 **1050** 966
 spessore **36** mm
 Area sezione 1017,88 mmq
 Tmax del singolo tirante 983,27 kN **verificata con maggiorazione del coeff. di sic**

Verifica allo sfilamento dei tiranti

malta terreno

diametro di perforazione **15** cm
 coefficiente di sicurezza **0,85** Pa=N/mq

tensione di aderenza	0,2 MPa	200 kN/mq	minima per sabbia con limo
Tmax precedentemente calcolata	982,88 kN		
Lunghezza di ancoraggio necessaria in caso di sisma	12,27 m		
per raggiungere lo strato solido	5,30 m		parte di tirante al di fuori dello strato saldo
aggiunti per tenuta acciaio malta	4,8 m		
lunghezza totale del tirante	22,37 m		

acciaio malta

tensione di aderenza	0,6 MPa	600 kN/mq	
di diametro barra	36 mm		
da aggiungere	4,8 m		
Tmax risultante	984,53 kN	>	982,88 verificata
per cui il tirante sotto sisma non si sfilerebbe con altri	6,83 m		
a quelli precedentemente calcolati di	15,54 m		
ma considerando la tenuta del tratto al di fuori dello strato solido	5,30 m		
si ritiene sufficiente un tirante di lunghezza complessiva pari a	18,00 m		

Strada Santa Lucia - Calcolo profondità struttura

Geometria della struttura

profondità dello sbalzo o dello strato saldo	6 m
punto di applicazione del tirante	1,25 m
prof. sbalzo rispetto a punto di equilibrio	4,75 m

Parametri geotecnici

peso specifico terra	19 kN/mc	1900 Kg/mc
pi greco	3,14159	
fi	30	
lambda	Ka	0,33333
resistenza al taglio di picco	fi' p	33°
resistenza al taglio residua	fi' r	30°
coeff passivo	kp	3
con coeff sicurezza 0,5	kp/2	1,5
sovraccarico stradale	20 kN/mq	

Momento

incremento step	x	0,25 spinta attiva	spinta passiva	carichi stradali	risultante
kNm					
	-0,75	0,26		-0,833	-0,57
	-0,5	0,89		-1,875	-0,98
	-0,25	2,11		-3,333	-1,22
	0	4,12		-5,208	-1,09
1	0,25	7,13	0	-7,500	-0,38
2	0,5	11,31	0	-10,208	1,11
3	0,75	16,89	0	-13,333	3,56
4	1	24,05	0	-16,875	7,17
5	1,25	32,99	0	-20,833	12,15
6	1,5	43,90	0	-25,208	18,70
7	1,75	57,00	0	-30,000	27,00
8	2	72,47	0	-35,208	37,26
9	2,25	90,51	0	-40,833	49,68
10	2,5	111,33	0	-46,875	64,45
11	2,75	135,11	0	-53,333	81,78
12	3	162,06	0	-60,208	101,85
13	3,25	192,38	0	-67,500	124,88
14	3,5	226,25	0	-75,208	151,04
15	3,75	263,89	0	-83,333	180,56
16	4	305,48	0	-91,875	213,61
17	4,25	351,24	0	-100,833	250,40
18	4,5	401,34	0	-110,208	291,13
19	4,75	456,00	0	-120,000	336,00
20	5	515,41	-4,378906	-130,208	380,82
21	5,25	579,76	-18,10938	-140,833	420,82
22	5,5	649,27	-42,08203	-151,875	455,31
23	5,75	724,11	-77,1875	-163,333	483,59
24	6	804,50	-124,3164	-175,208	504,97
25	6,25	890,63	-184,3594	-187,500	518,77
26	6,5	982,69	-258,207	-200,208	524,27
27	6,75	1080,89	-346,75	-213,333	520,81
28	7	1185,42	-450,8789	-226,875	507,67
29	7,25	1296,49	-571,4844	-240,833	484,17
30	7,5	1414,28	-709,457	-255,208	449,61
31	7,75	1539,00	-865,6875	-270,000	403,31

Strada Santa Lucia - Calcolo delle tensioni

Geometria della struttura

sbalzo 6 m d

Parametri geotecnici

peso specifico terra 19 kN/mc
 pi greco 3,141593
 fi 30
 lambda 0,333333 Ka
 coeff passivo 3 kp
 con coeff sicurezza 0,5 1,5 kp/2
 sovraccarico stradale 20 kN/mq
profondità del palo 9 m
 incremento scelto **0,5 m**
 lunghezza del palo **9,5 m**
punto applicazione tirante 1,25 m

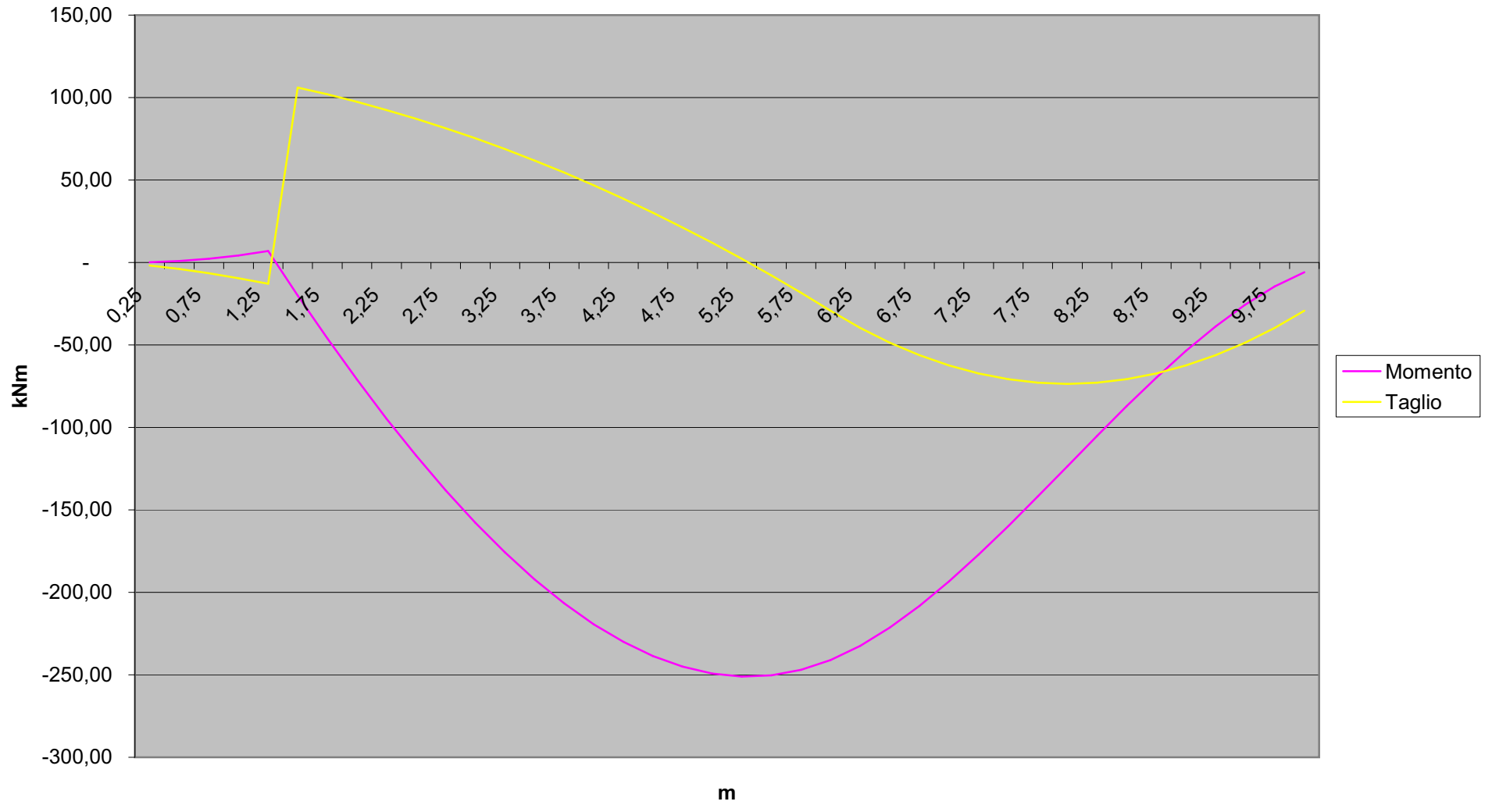
Momento

profondità spinta spinta carichi tensio
 struttura attiva passiva stradali dovuto a T risultante ne
10,3 1136,72 -364,637 332,698 **122,75** kN

incremento **0,25 m**

step	x	kNm		Momento		spinta attiva	spinta passiva	carichi stradali	dovuto a T	Taglio
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	0,25	0,02	-	0,20	-	0,21	0,20	-	1,58	- - 1,78
2	0,5	0,13	-	0,79	-	0,92	0,79	-	3,17	- - 3,96
3	0,75	0,45	-	1,78	-	2,23	1,78	-	4,75	- - 6,53
4	1	1,06	-	3,17	-	4,22	3,17	-	6,33	- - 9,50
5	1,25	2,06	-	4,95	-	7,01	4,95	-	7,92	- - 12,86
6	1,5	3,56	-	7,13	- 30,69	- 20,00	7,13	-	9,50	122,75 106,13
7	1,75	5,66	-	9,70	- 61,38	- 46,02	9,70	-	11,08	122,75 101,97
8	2	8,44	-	12,67	- 92,06	- 70,95	12,67	-	12,67	122,75 97,42
9	2,25	12,02	-	16,03	- 122,75	- 94,70	16,03	-	14,25	122,75 92,47
10	2,5	16,49	-	19,79	- 153,44	- 117,16	19,79	-	15,83	122,75 87,13
11	2,75	21,95	-	23,95	- 184,13	- 138,23	23,95	-	17,42	122,75 81,39
12	3	28,50	-	28,50	- 214,82	- 157,82	28,50	-	19,00	122,75 75,25
13	3,25	36,24	-	33,45	- 245,51	- 175,82	33,45	-	20,58	122,75 68,72
14	3,5	45,26	-	38,79	- 276,19	- 192,15	38,79	-	22,17	122,75 61,79
15	3,75	55,66	-	44,53	- 306,88	- 206,69	44,53	-	23,75	122,75 54,47
16	4	67,56	-	50,67	- 337,57	- 219,35	50,67	-	25,33	122,75 46,75
17	4,25	81,03	-	57,20	- 368,26	- 230,03	57,20	-	26,92	122,75 38,64
18	4,5	96,19	-	64,13	- 398,95	- 238,64	64,13	-	28,50	122,75 30,13
19	4,75	113,13	-	71,45	- 429,64	- 245,06	71,45	-	30,08	122,75 21,22
20	5	131,94	-	79,17	- 460,32	- 249,21	79,17	-	31,67	122,75 11,92
21	5,25	152,74	-	87,28	- 491,01	- 250,99	87,28	-	33,25	122,75 2,22
22	5,5	175,62	-	95,79	- 521,70	- 250,29	95,79	-	34,83	122,75 - 7,87
23	5,75	200,67	-	104,70	- 552,39	- 247,02	104,70	-	36,42	122,75 - 18,36
24	6	228,00	-	114,00	- 583,08	- 241,08	114,00	-	38,00	122,75 - 29,25
25	6,25	257,70	- 0,07	123,70	- 613,77	- 232,44	123,70	0,89	39,58	122,75 - 39,64
26	6,5	289,88	- 0,59	133,79	- 644,45	- 221,37	133,79	3,56	41,17	122,75 - 48,64
27	6,75	324,63	- 2,00	144,28	- 675,14	- 208,23	144,28	8,02	42,75	122,75 - 56,26
28	7	362,06	- 4,75	155,17	- 705,83	- 193,36	155,17	14,25	44,33	122,75 - 62,50
29	7,25	402,25	- 9,28	166,45	- 736,52	- 177,10	166,45	22,27	45,92	122,75 - 67,35
30	7,5	445,31	- 16,03	178,13	- 767,21	- 159,80	178,13	32,06	47,50	122,75 - 70,81
31	7,75	491,34	- 25,46	190,20	- 797,90	- 141,81	190,20	43,64	49,08	122,75 - 72,89
32	8	540,44	- 38,00	202,67	- 828,58	- 123,47	202,67	57,00	50,67	122,75 - 73,58
33	8,25	592,71	- 54,11	215,53	- 859,27	- 105,14	215,53	72,14	52,25	122,75 - 72,89

Santa Lucia - tratto C - (6m)



Strada Santa Lucia - Dimensionamento pali e tiranti

Dimensionamento pali

numero pali in un metro **1**
 M massimo **251** kNm 2510000 Kg cm

1° ipotesi: cortina di micropali su un'unica fila

M in ogni palo 2.510.000 kg cm
 sigma ammissibile **2600** kg/cm²
 W 965,38 cmc

2° ipotesi: due file

interasse tra le file **0,5** m
 N sforzo normale 502,00 kN 50200,00 kg

sigma ammissibile **2600** kg/cm²
 Area minima sez palo **19,308** cm²

per cui sarebbe sufficiente un palo:

diametro **88,9** mm
 spessore **8** mm
 si sceglie:
 diametro **88,9** mm
 spessore **8** mm peso
 Area sezione del palo 20,33 cm²
 tensione nel palo scelto 2.468,97 kg/cm² <

88,90	diametro tubo in mm
8,00	spessore in mm
3,14	pi greco
0,0445	raggio ext
0,0365	raggio int
0,0020	area corona circolare
7850,00	peso spec acciaio
15,96	kg per metro lineare

2600 kg/cm² **verificata**

Verifica della portanza dei micropali

malta terreno

numero di pali in un metro **1**
 diametro di perforazione **20** cm
 coefficiente di sicurezza **0,85**
 tensione di aderenza **0,2** MPa Pa=N/mq
 Tmax in un palo 502,00 kN 200 kN/mq minima per sabbia con limo
 Lunghezza di ancoraggio minima 4,70 m
 zona tra testapali e strato saldo 4,75 m
lunghezza minima del palo 9,45 m **ok**

acciaio malta

tensione di aderenza **0,6** MPa 600 kN/mq
 perimetro del palo 0,2793 mq
 Tmax risultante 669,42 kN **ok, maggiore di quella massima**

Dimensionamento tiranti

T in un metro di trave di testa **123** kN = 12300 kg

interasse **5** m
 sigma ammissibile **2600** kg/cm²

inclinazione dei tiranti:

pi greco 3,1416
 gradi in un radiante 180
 gradi inclinazione **45**
 frazione dei radianti 4
 coseno 0,70710678

T massima nel singolo tirante 86.974,13 kg **869,74** kN

coefficienti di sicurezza

oppure un barra dywidag **1080/1230** N/mm² **1080** 864 **1230** 738

spessore **36** mm

Area sezione 1017,88 mm²

Tmax 1001,59 kN > **869,74 verificata**

dywidag
36,00
3,14
0,01800
0,00102
7850,00
7,99

Verifica allo sfilamento dei tiranti

malta terreno

diametro di perforazione **15** cm
 coefficiente di sicurezza **0,85**
 tensione di aderenza **0,2** MPa Pa=N/mq
 Tmax precedentemente calcolata 869,74 kN 200 kN/mq per sabbia grossa e ghiaia

Lunghezza di ancoraggio in
condizioni di esercizio 10,86 m
oltre a 6,72 m
incremento d'ancoraggio per verifica
successiva 4,30 m
lunghezza totale del tirante 21,87 m

acciaio malta

tensione di aderenza 0,6 MPa 600 kN/mq
diametro barra 36 mm
Tmax risultante 874,24 kN > 869,74 **verificata**

Strada Santa Lucia - Verifica sismica

Spinta in condizioni dinamiche

Zona sismica 1 S=12 C=0,10

Zona sismica 2 S= 9 C=0,07

Zona sismica 3 S= 6 C=0,04

Zona sismica 4 S= 5 C=0,03

quindi, poiché Torino è in zona 4,

S	5
C	0,03
Terreno	
γ_t (Kg/mc)	1900
q (Kg/mq)	2000 sovraccarico
φ_{dec}	30
φ_{rad}	0,5235988

Struttura

H (m) **10,25**

ε_{rad} terreno	0 inclinazione del terreno rispetto all'orizzontale
e'_{rad}	0,029991
e'_{dec}	1,718358
α_{rad}	0 inclinazione del paramento rispetto alla verticale
a'_{rad}	0,029991
a'_{dec}	1,718358
b_{dec}	88,281642
b_{rad}	1,5408053
q_{rad}	0
q_{dec}	0

Calcolo della spinta equivalente derivante dai calcoli dell'azione sismica con la formula di Coulomb generalizzata.

Calcolo spinta F del cuneo di terreno

	40103,13 kg	
F_s	42261,54	
DF_s	2139,41 Kg	21,39 kN

doce DF_s è l'incremento di spinta esercitata dal terreno sotto sisma

Calcolo spinta dovuta all'inerzia della struttura

W peso della struttura

pali	2,00
lunghezza parte superiore senza con	4,50 m
peso al metro lineare del palo	12,23 kg
peso pali d'acciaio	110,07 kg
peso boiaccia	2.400,00 kg/mc
diametro perforazione	20,00 cm
volume pali boiaccia	0,28 mc
peso pali boiaccia	678,58 kg
larghezza struttura	0,50 m
volume terreno intercluso	1,97 mc
peso terreno intercluso	3.737,79 kg
peso trave in c.a.	

peso totale struttura W	4.526,44 kg	45,26 kN
C= (S-2)/100 coeff. Sismico	0,03	
Fi (inerzia della struttura sotto sisma solo parte fuori terra)	Fi = C W	1,36 kN

Strada Santa Lucia - Ricalcolo delle tensioni sotto sisma

Geometria della struttura						
sbalzo	6 m					
Parametri geotecnici						
peso specifico terra	19 kN/mc					
pi greco	3,1416					
fi	30					
lambda	0,3333 Ka					
coeff passivo	3 kp					
con coeff sicurezza 0,5	1,5 kp/2					
sovraccarico stradale	20 kN/mq					
braccio DFs	3,42 m					
braccio Fi	5,125 m					
profondita pos tirante	1,25 m					
Momento						
spinta attiva	spinta passiva	carichi stradali	dovuto a T	DFs	Fi	tensione
10,25	1136,72	-364,64	332,698	21,39	1,36	
incremento	0,25			146,19	6,96	139,77 kN

step	x	kNm				Momento risultante				spinta attiva	spinta passiva	carichi stradali	dovuto a T	Dfs	Fi	Taglio
1	0,25	0,02	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,21	0,20	0,00	1,58	139,77	0,00	0,00	0,00	137,99
2	0,50	0,13	0,00	0,79	0,00	0,00	0,00	0,92	0,79	0,00	3,17	139,77	0,00	0,00	0,00	135,81
3	0,75	0,45	0,00	1,78	0,00	0,00	0,00	2,23	1,78	0,00	4,75	139,77	0,00	0,00	0,00	133,24
4	1,00	1,06	0,00	3,17	0,00	0,00	0,00	4,22	3,17	0,00	6,33	139,77	0,00	0,00	0,00	130,27
5	1,25	2,06	0,00	4,95	0,00	0,00	0,00	7,01	4,95	0,00	7,92	139,77	0,00	0,00	0,00	126,91
6	1,50	3,56	0,00	7,13	-209,66	0,00	0,00	-198,97	7,13	0,00	9,50	139,77	0,00	0,00	0,00	123,15
7	1,75	5,66	0,00	9,70	-244,60	0,00	0,00	-229,24	9,70	0,00	11,08	139,77	0,00	0,00	0,00	118,99
8	2,00	8,44	0,00	12,67	-279,54	0,00	0,00	-258,43	12,67	0,00	12,67	139,77	0,00	0,00	0,00	114,44
9	2,25	12,02	0,00	16,03	-314,48	0,00	0,00	-286,43	16,03	0,00	14,25	139,77	0,00	0,00	0,00	109,49
10	2,50	16,49	0,00	19,79	-349,43	0,00	0,00	-313,14	19,79	0,00	15,83	139,77	0,00	0,00	0,00	104,15
11	2,75	21,95	0,00	23,95	-384,37	0,00	0,00	-338,47	23,95	0,00	17,42	139,77	0,00	0,00	0,00	98,41
12	3,00	28,50	0,00	28,50	-419,31	0,00	0,00	-362,31	28,50	0,00	19,00	139,77	0,00	0,00	0,00	92,27
13	3,25	36,24	0,00	33,45	-454,25	0,00	0,00	-384,57	33,45	0,00	20,58	139,77	0,00	0,00	0,00	85,74
14	3,50	45,26	0,00	38,79	-489,20	1,78	0,00	-403,36	38,79	0,00	22,17	139,77	21,39	0,00	0,00	57,42
15	3,75	55,66	0,00	44,53	-524,14	7,13	0,00	-416,81	44,53	0,00	23,75	139,77	21,39	0,00	0,00	50,09
16	4,00	67,56	0,00	50,67	-559,08	12,48	0,00	-428,38	50,67	0,00	25,33	139,77	21,39	0,00	0,00	42,38
17	4,25	81,03	0,00	57,20	-594,02	17,83	0,00	-437,97	57,20	0,00	26,92	139,77	21,39	0,00	0,00	34,26
18	4,50	96,19	0,00	64,13	-628,97	23,18	0,00	-445,48	64,13	0,00	28,50	139,77	21,39	0,00	0,00	25,75
19	4,75	113,13	0,00	71,45	-663,91	28,53	0,00	-450,81	71,45	0,00	30,08	139,77	21,39	0,00	0,00	16,84
20	5,00	131,94	0,00	79,17	-698,85	33,87	0,00	-453,87	79,17	0,00	31,67	139,77	21,39	0,00	0,00	7,54
21	5,25	152,74	0,00	87,28	-733,79	39,22	0,17	-454,38	87,28	0,00	33,25	139,77	21,39	1,36	0,00	-3,51
22	5,50	175,62	0,00	95,79	-768,74	44,57	0,51	-452,25	95,79	0,00	34,83	139,77	21,39	1,36	0,00	-13,61
23	5,75	200,67	0,00	104,70	-803,68	49,92	0,85	-447,54	104,70	0,00	36,42	139,77	21,39	1,36	0,00	-24,10
24	6,00	228,00	0,00	114,00	-838,62	55,27	1,19	-440,16	114,00	0,00	38,00	139,77	21,39	1,36	0,00	-34,98
25	6,25	257,70	-0,07	123,70	-873,56	60,62	1,53	-430,09	123,70	0,89	39,58	139,77	21,39	1,36	0,00	-45,37
26	6,50	289,88	-0,59	133,79	-908,51	65,97	1,87	-417,59	133,79	3,56	41,17	139,77	21,39	1,36	0,00	-54,38
27	6,75	324,63	-2,00	144,28	-943,45	71,31	2,21	-403,02	144,28	8,02	42,75	139,77	21,39	1,36	0,00	-62,00
28	7,00	362,06	-4,75	155,17	-978,39	76,66	2,55	-386,71	155,17	14,25	44,33	139,77	21,39	1,36	0,00	-68,23
29	7,25	402,25	-9,28	166,45	-1013,33	82,01	2,89	-369,02	166,45	22,27	45,92	139,77	21,39	1,36	0,00	-73,08
30	7,50	445,31	-16,03	178,13	-1048,28	87,36	3,23	-350,29	178,13	32,06	47,50	139,77	21,39	1,36	0,00	-76,54
31	7,75	491,34	-25,46	190,20	-1083,22	92,71	3,56	-330,86	190,20	43,64	49,08	139,77	21,39	1,36	0,00	-78,62
32	8,00	540,44	-38,00	202,67	-1118,16	98,06	3,90	-311,09	202,67	57,00	50,67	139,77	21,39	1,36	0,00	-79,32
33	8,25	592,71	-54,11	215,53	-1153,10	103,40	4,24	-291,32	215,53	72,14	52,25	139,77	21,39	1,36	0,00	-78,62
34	8,50	648,24	-74,22	228,79	-1188,05	108,75	4,58	-271,89	228,79	89,06	53,83	139,77	21,39	1,36	0,00	-76,54
35	8,75	707,14	-98,79	242,45	-1222,99	114,10	4,92	-253,16	242,45	107,77	55,42	139,77	21,39	1,36	0,00	-73,08
36	9,00	769,50	-128,25	256,50	-1257,93	119,45	5,26	-235,47	256,50	128,25	57,00	139,77	21,39	1,36	0,00	-68,23
37	9,25	835,42	-163,06	270,95	-1292,87	124,80	5,60	-219,16	270,95	150,52	58,58	139,77	21,39	1,36	0,00	-62,00
38	9,50	905,01	-203,66	285,79	-1327,82	130,15	5,94	-204,59	285,79	174,56	60,17	139,77	21,39	1,36	0,00	-54,38
39	9,75	978,35	-250,49	301,03	-1362,76	135,50	6,28	-192,09	301,03	200,39	61,75	139,77	21,39	1,36	0,00	-45,37
40	10,00	1055,56	-304,00	316,67	-1397,70	140,84	6,62	-182,02	316,67	228,00	63,33	139,77	21,39	1,36	0,00	-34,98
41	10,25	1136,72	-364,64	332,70	-1432,64	146,19	6,96	-174,71	332,70	257,39	64,92	139,77	21,39	1,36	0,00	-23,21

Strada Santa Lucia - Verifica dimensionamento

Dimensionamento pali

numero pali in un metro **1**
 M massimo **455** kNm 4.550.000 Kg cm

1° ipotesi: cortina di micropali su un'unica fila

M in ogni palo 4550000 kg cm
 sigma ammissibile **2600** kg/cmq
 W 1750,00 cmc

2° ipotesi: due file

interasse tra le file **0,5** m
 N sforzo normale 910,00 kN 91.000,00 kg
 sigma ammissibile **2600** kg/cmq
 Area minima sez palo 35,000 cmq

palo scelto in condizioni di esercizio

diametro **127** mm
 spessore **9,5** mm
 e si sceglie
 diametro **127** mm
 spessore **10** mm
 Area sezione del palo 36,76 cmq
 tensione nel palo scelto 2475,74356 kg/cmq

127,00	diametro tubo in mm
9,50	spessore in mm
3,14	pi greco
0,0635	raggio ext
0,0540	raggio int
0,0035	area corona circolare
7850,00	peso spec acciaio
27,53	kg per metro lineare

peso **si**
 < 2600 kg/cmq **verificata**

Verifica della portanza dei micropali

malta terreno

numero di pali in un metro **1**
 diametro di perforazione **20** cm
 coefficiente di sicurezza **0,85**
 tensione di aderenza **0,2** MPa 200 kN/mq Pa=N/mq minima per sabbia con limo
 Tmax in un palo 910,00 kN
 Lunghezza di ancoraggio necessaria in caso di sisma 8,52 m
 ancoraggio in condizioni di esercizio 4,75 m
 per cui l'incremento dovrebbe essere **3,77** m
 ma la lunghezza complessiva del palo sarà **9,50** m

acciaio malta

tensione di aderenza **0,6** MPa 600 kN/mq
 perimetro del palo 0,39898227 mq
 Tmax risultante 1733,55 kN **ok, maggiore di quella massima**

Dimensionamento pali tiranti

T in testa **140** kN = 14.000 kg
 interasse **5** m
 sigma ammissibile **2600** kg/cmq

inclinazione dei tiranti:

pi greco 3,14159265
 gradi in un radiante 180
 gradi inclinazione **45**
 frazione dei radianti 4
 coseno 0,70710678

Dywidag	
36,00	diametro in mm
3,14	pi greco
0,0180	raggio in m
0,0010	area sez
7850,00	peso spec acciaio
7,99	kg/m

T massima al singolo tirante 98994,95 kg **989,95** kN
 coefficienti di sicurezza 0,8 **0,8**
 scelta tipo di barre Dywidag **1080/1230** N/mm² **1080** 864 **1230** 984
 spessore **36** mm
 Area sezione 1017,88 mm²
 Tmax del singolo tirante 1001,59 kN **verificata**

Verifica allo sfilamento dei tiranti

malta terreno
 diametro di perforazione **15** cm

coefficiente di sicurezza	0,85	Pa=N/mq	
tensione di aderenza	0,2 MPa	200 kN/mq	minima per sabbia con limo
Tmax precedentemente calcolata	989,95 kN		
Lunghezza di ancoraggio necessaria in caso di sisma	12,36 m		
per raggiungere lo strato solido	6,72 m		parte di tirante al di fuori dello strato saldo
aggiunti per tenuta acciaio malta	4,9 m		
lunghezza totale del tirante	23,97 m		

acciaio malta

tensione di aderenza	0,6 MPa	600 kN/mq	
diametro barra	36 mm		
da aggiungere	4,9 m		
Tmax risultante	995,39 kN	>	989,95 verificata
per cui il tirante sotto sisma non si sfilerebbe con altri	2,10 m		
a quelli precedentemente calcolati di	21,87 m		
ma considerando la tenuta del tratto al di fuori dello strato solido	6,72 m		
si ritiene sufficiente un tirante di lunghezza complessiva pari a	22,00 m		

Strada Superga 146

Calcolo profondità struttura

Geometria della struttura

profondità dello strato saldo	6 m
punto di applicazione del tirante	0 m
prof. sbalzo rispetto a punto di equilibrio	6 m

Parametri geotecnici

peso specifico terra	18 kN/mc	1800 Kg/mc
pi greco	3,14159	
fi	28	
lambda	Ka	0,36103
resistenza al taglio di picco	fi' p	33°
resistenza al taglio residua	fi' r	30°
coeff passivo	kp	2,76983
con coeff sicurezza 0,5	kp/2	1,38491
sovraccarico stradale	20 kN/mq	

Momento

incremento step	x	0,25 spinta attiva	spinta passiva	carichi stradali	risultante
kNm					
	-0,75	-0,91		-2,031	-2,94
	-0,5	-0,27		-0,903	-1,17
	-0,25	-0,03		-0,226	-0,26
	0	0,00		0,000	0,00
1	0,25	0,03	0	-0,226	-0,19
2	0,5	0,27	0	-0,903	-0,63
3	0,75	0,91	0	-2,031	-1,12
4	1	2,17	0	-3,610	-1,44
5	1,25	4,23	0	-5,641	-1,41
6	1,5	7,31	0	-8,123	-0,81
7	1,75	11,61	0	-11,057	0,55
8	2	17,33	0	-14,441	2,89
9	2,25	24,67	0	-18,277	6,40
10	2,5	33,85	0	-22,565	11,28
11	2,75	45,05	0	-27,303	17,75
12	3	58,49	0	-32,493	25,99
13	3,25	74,36	0	-38,134	36,23
14	3,5	92,88	0	-44,227	48,65
15	3,75	114,23	0	-50,770	63,46
16	4	138,64	0	-57,765	80,87
17	4,25	166,29	0	-65,212	101,08
18	4,5	197,40	0	-73,109	124,29
19	4,75	232,16	0	-81,458	150,70
20	5	270,78	0	-90,258	180,52
21	5,25	313,46	0	-99,510	213,95
22	5,5	360,40	0	-109,213	251,19
23	5,75	411,82	0	-119,367	292,45
24	6	467,90	0	-129,972	337,93
25	6,25	528,86	-4,803917	-141,029	383,03
26	6,5	594,89	-19,73501	-152,537	422,62
27	6,75	666,21	-45,5723	-164,496	456,14
28	7	743,01	-83,09479	-176,906	483,01
29	7,25	825,49	-133,0815	-189,768	502,64
30	7,5	913,87	-196,3114	-203,081	514,47
31	7,75	1008,33	-273,5636	-216,846	517,92

Strada Superga 146

Calcolo delle tensioni

Geometria della struttura			
sbalzo	6 m	d	
Parametri geotecnici			
peso specifico terra	18 kN/mc		
pi greco	3,141593		
fi	28		
lambda	0,361033	Ka	
coeff passivo	2,769826	kp	
con coeff sicurezza 0,5	1,384913	kp/2	
sovraccarico stradale	20 kN/mq		
profondità del palo	10,25 m		
incremento scelto	0,25 m		
lunghezza del palo	10,5 m		
punto applicazione tirante	0 m		

Momento				
profondità struttura	spinta attiva	spinta passiva	carichi stradali	tensio dovuto a T risultante
10,3	1166,38	-318,941	341,380	115,98 kN

incremento **0,25 m**

step	x	kNm			Momento			spinta attiva	spinta passiva	carichi stradali	dovuto a T	Taglio		
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1	0,25	0,02	-	0,20	-	29,00	-	28,78	0,20	-	1,62	115,98	114,15	
2	0,5	0,14	-	0,81	-	57,99	-	57,04	0,81	-	3,25	115,98	111,92	
3	0,75	0,46	-	1,83	-	86,99	-	84,70	1,83	-	4,87	115,98	109,28	
4	1	1,08	-	3,25	-	115,98	-	111,65	3,25	-	6,50	115,98	106,23	
5	1,25	2,12	-	5,08	-	144,98	-	137,79	5,08	-	8,12	115,98	102,78	
6	1,5	3,66	-	7,31	-	173,97	-	163,01	7,31	-	9,75	115,98	98,92	
7	1,75	5,80	-	9,95	-	202,97	-	187,21	9,95	-	11,37	115,98	94,66	
8	2	8,66	-	13,00	-	231,96	-	210,30	13,00	-	13,00	115,98	89,99	
9	2,25	12,34	-	16,45	-	260,96	-	232,17	16,45	-	14,62	115,98	84,91	
10	2,5	16,92	-	20,31	-	289,96	-	252,72	20,31	-	16,25	115,98	79,43	
11	2,75	22,53	-	24,57	-	318,95	-	271,85	24,57	-	17,87	115,98	73,54	
12	3	29,24	-	29,24	-	347,95	-	289,46	29,24	-	19,50	115,98	67,24	
13	3,25	37,18	-	34,32	-	376,94	-	305,44	34,32	-	21,12	115,98	60,54	
14	3,5	46,44	-	39,80	-	405,94	-	319,70	39,80	-	22,75	115,98	53,43	
15	3,75	57,12	-	45,69	-	434,93	-	332,12	45,69	-	24,37	115,98	45,92	
16	4	69,32	-	51,99	-	463,93	-	342,62	51,99	-	25,99	115,98	38,00	
17	4,25	83,14	-	58,69	-	492,93	-	351,09	58,69	-	27,62	115,98	29,67	
18	4,5	98,70	-	65,80	-	521,92	-	357,42	65,80	-	29,24	115,98	20,94	
19	4,75	116,08	-	73,31	-	550,92	-	361,53	73,31	-	30,87	115,98	11,80	
20	5	135,39	-	81,23	-	579,91	-	363,29	81,23	Mmax	32,49	115,98	2,26	
21	5,25	156,73	-	89,56	-	608,91	-	362,62	89,56	-	34,12	115,98	- 7,69	
22	5,5	180,20	-	98,29	-	637,90	-	359,41	98,29	-	35,74	115,98	- 18,05	
23	5,75	205,91	-	107,43	-	666,90	-	353,56	107,43	-	37,37	115,98	- 28,81	
24	6	233,95	-	116,97	-	695,89	-	344,97	116,97	-	38,99	115,98	- 39,98	
25	6,25	264,43	-	0,06	126,93	-	724,89	-	333,60	126,93	0,78	40,62	115,98	- 50,78
26	6,5	297,45	-	0,52	137,28	-	753,89	-	319,68	137,28	3,12	42,24	115,98	- 60,43
27	6,75	333,10	-	1,75	148,05	-	782,88	-	303,48	148,05	7,01	43,87	115,98	- 68,92
28	7	371,50	-	4,15	159,22	-	811,88	-	285,31	159,22	12,46	45,49	115,98	- 76,26
29	7,25	412,75	-	8,11	170,79	-	840,87	-	265,45	170,79	19,48	47,11	115,98	- 82,45
30	7,5	456,93	-	14,02	182,77	-	869,87	-	244,18	182,77	28,04	48,74	115,98	- 87,49
31	7,75	504,17	-	22,27	195,16	-	898,86	-	221,80	195,16	38,17	50,36	115,98	- 91,37
32	8	554,55	-	33,24	207,96	-	927,86	-	198,59	207,96	49,86	51,99	115,98	- 94,10
33	8,25	608,18	-	47,33	221,16	-	956,85	-	174,85	221,16	63,10	53,61	115,98	- 95,69

strada Superga 146



Strada Superga 146

Dimensionamento pali e tiranti

Dimensionamento pali

numero pali in un metro **1**
 M massimo **363,3** kNm 3633000 Kg cm

1° ipotesi: cortina di micropali su un'unica fila

M in ogni palo 3.633.000 kg cm
 sigma ammissibile **2600** kg/cm²
 W 1397,31 cmc

2° ipotesi: due file

interasse tra le file **0,7** m
 N sforzo normale 519,00 kN 51900,00 kg
 sigma ammissibile **2600** kg/cm²
 Area minima sez palo **19,962** cm²

per cui sarebbe sufficiente un palo:

diametro	114,3 mm	114,30	diametro tubo in mm
spessore	6,3 mm	6,30	spessore in mm
si sceglie:		3,14	pi greco
diametro	114,3 mm	0,0572	raggio ext
spessore	8 mm	0,0509	raggio int
Area sezione del palo	26,72 cm ²	0,0021	area corona circolare
tensione nel palo scelto	1.942,65 kg/cm ² <	7850,00	peso spec acciaio
		16,78	kg per metro lineare

peso 21,375

Verifica della portanza dei micropali

malta terreno

numero di pali in un metro **1**
 diametro di perforazione **22** cm
 coefficiente di sicurezza **0,85**
 tensione di aderenza **0,2** MPa Pa=N/mq 200 kN/mq minima per sabbia con limo
 Tmax in un palo 519,00 kN
 Lunghezza di ancoraggio minima 4,42 m
 zona tra testapali e strato saldo 6,00 m
lunghezza minima del palo 10,42 m ok

acciaio malta

tensione di aderenza **0,6** MPa 600 kN/mq
 perimetro del palo 0,3591 mq
 Tmax risultante 808,93 kN **ok, maggiore di quella massima**

Dimensionamento tiranti

T in un metro di trave di testa **116** kN = 11600 kg
 interasse **4** m
 sigma ammissibile **2600** kg/cm²
 inclinazione dei tiranti:
 pi greco 3,1416
 gradi in un radiante 180
 gradi inclinazione **45**
 frazione dei radianti 4
 coseno 0,70710678

T massima nel singolo tirante 65.619,51 kg **656,20** kN
 coefficienti di sicurezza
 oppure un barra dywidag **950/1050** N/mm² **950** 0,8 760 **1050** 0,8
 spessore **32** mm **630** 7850,00
 Area sezione 804,25 mm²
 Tmax 675,57 kN > **656,20 verificata**

dywidag
32,00
3,14
0,01600
0,00080
7850,00
6,31

Verifica allo sfilamento dei tiranti

malta terreno
 diametro di perforazione **15** cm
 coefficiente di sicurezza **0,85**
 tensione di aderenza **0,2** MPa Pa=N/mq 200 kN/mq per sabbia grossa e ghiaia
 Tmax precedentemente calcolata 656,20 kN

Lunghezza di ancoraggio in condizioni di esercizio	8,19 m
oltre a	8,49 m
incremento d'ancoraggio per verifica successiva	4,65 m
lunghezza totale del tirante	21,33 m

acciaio malta

tensione di aderenza	0,6 MPa	600 kN/mq
diametro barra	32 mm	
Tmax risultante	658,37 kN	> 656,20 verificata

Strada Superga 146

Verifica sismica

Spinta in condizioni dinamiche

Zona sismica 1 S=12 C=0,10

Zona sismica 2 S= 9 C=0,07

Zona sismica 3 S= 6 C=0,04

Zona sismica 4 S= 5 C=0,03

quindi, poiché Torino è in zona 4,

S	5
C	0,03
Terreno	
γt (Kg/mc)	1800
q (Kg/mq)	2000 sovraccarico
φ dec	28
φ rad	0,4886922
Struttura	
H (m)	10,25

ε rad terreno	0 inclinazione del terreno rispetto all'orizzontale
e'rad	0,029991
e'dec	1,718358
α rad	0 inclinazione del paramento rispetto alla verticale
a'rad	0,029991
a'dec	1,718358
bdec	88,281642
brad	1,5408053
qrad	0
qdec	0

Calcolo della spinta equivalente derivante dai calcoli dell'azione sismica con la formula di Coulomb generalizzata.

Calcolo spinta F del cuneo di terreno

	41539,16 kg	
Fs	43689,54	
DFs	2130,74 Kg	21,31 kN

doce DFs è l'incremento di spinta esercitata dal terreno sotto sisma

Calcolo spinta dovuta all'inerzia della struttura

W peso della struttura		
pali	2,00	
lunghezza parte superiore senza con	4,50 m	
peso al metro lineare del palo	12,23 kg	
peso pali d'acciaio	110,07 kg	
peso boiaccia	2.400,00 kg/mc	
diametro perforazione	22,00 cm	
volume pali boiaccia	0,34 mc	
peso pali boiaccia	821,09 kg	
larghezza struttura	0,70 m	
volume terreno intercluso	2,81 mc	
peso terreno intercluso	5.054,19 kg	
peso trave in c.a.		
peso totale struttura W	5.985,34 kg	59,85 kN
C= (S-2)/100 coeff. Sismico	0,03	
Fi (inerzia della struttura sotto sisma solo parte fuori terra)	Fi = C W	1,80 kN

Strada Superga 146

Ricalcolo delle tensioni sotto sisma

	Geometria della struttura	
sbalzo	6 m	
	Parametri geotecnici	
peso specifico terra	19 kN/mc	
pi greco	3,1416	
fi	30	
lambda	0,3333 Ka	
coeff passivo	3 kp	
con coeff sicurezza 0,5	1,5 kp/2	
sovraccarico stradale	20 kN/mq	
braccio DFs	3,42 m	
braccio Fi	5,125 m	
profondita pos tirante	0 m	

	Momento						
	spinta attiva	spinta passiva	carichi stradali	dovuto a T	DFs	Fi	tensione
					21,31	1,80	
10,25	1136,72	-364,64	332,698		145,60	9,20	122,89 kN
incremento	0,25						

step	x	kNm				Momento risultante			spinta attiva	spinta passiva	carichi stradali	dovuto a T	Dfs	Fi	Taglio
1	0,25	0,02	0,00	0,20	-30,72	0,00	0,00	-30,51	0,20	0,00	1,58	122,89	0,00	0,00	121,10
2	0,50	0,13	0,00	0,79	-61,44	0,00	0,00	-60,52	0,79	0,00	3,17	122,89	0,00	0,00	118,93
3	0,75	0,45	0,00	1,78	-92,16	0,00	0,00	-89,94	1,78	0,00	4,75	122,89	0,00	0,00	116,35
4	1,00	1,06	0,00	3,17	-122,89	0,00	0,00	-118,66	3,17	0,00	6,33	122,89	0,00	0,00	113,39
5	1,25	2,06	0,00	4,95	-153,61	0,00	0,00	-146,60	4,95	0,00	7,92	122,89	0,00	0,00	110,02
6	1,50	3,56	0,00	7,13	-184,33	0,00	0,00	-173,64	7,13	0,00	9,50	122,89	0,00	0,00	106,26
7	1,75	5,66	0,00	9,70	-215,05	0,00	0,00	-199,70	9,70	0,00	11,08	122,89	0,00	0,00	102,10
8	2,00	8,44	0,00	12,67	-245,77	0,00	0,00	-224,66	12,67	0,00	12,67	122,89	0,00	0,00	97,55
9	2,25	12,02	0,00	16,03	-276,49	0,00	0,00	-248,44	16,03	0,00	14,25	122,89	0,00	0,00	92,60
10	2,50	16,49	0,00	19,79	-307,22	0,00	0,00	-270,93	19,79	0,00	15,83	122,89	0,00	0,00	87,26
11	2,75	21,95	0,00	23,95	-337,94	0,00	0,00	-292,04	23,95	0,00	17,42	122,89	0,00	0,00	81,52
12	3,00	28,50	0,00	28,50	-368,66	0,00	0,00	-311,66	28,50	0,00	19,00	122,89	0,00	0,00	75,39
13	3,25	36,24	0,00	33,45	-399,38	0,00	0,00	-329,70	33,45	0,00	20,58	122,89	0,00	0,00	68,85
14	3,50	45,26	0,00	38,79	-430,10	1,78	0,00	-344,28	38,79	0,00	22,17	122,89	21,31	0,00	40,62
15	3,75	55,66	0,00	44,53	-460,82	7,10	0,00	-353,52	44,53	0,00	23,75	122,89	21,31	0,00	33,30
16	4,00	67,56	0,00	50,67	-491,54	12,43	0,00	-360,89	50,67	0,00	25,33	122,89	21,31	0,00	25,58
17	4,25	81,03	0,00	57,20	-522,27	17,76	0,00	-366,28	57,20	0,00	26,92	122,89	21,31	0,00	17,46
18	4,50	96,19	0,00	64,13	-552,99	23,08	0,00	-369,59	64,13	0,00	28,50	122,89	21,31	0,00	8,95
19	4,75	113,13	0,00	71,45	-583,71	28,41	0,00	-370,73 Mm	71,45	0,00	30,08	122,89	21,31	0,00	0,05
20	5,00	131,94	0,00	79,17	-614,43	33,74	0,00	-369,58	79,17	0,00	31,67	122,89	21,31	0,00	-9,25
21	5,25	152,74	0,00	87,28	-645,15	39,06	0,22	-365,84	87,28	0,00	33,25	122,89	21,31	1,80	-20,75
22	5,50	175,62	0,00	95,79	-675,87	44,39	0,67	-359,40	95,79	0,00	34,83	122,89	21,31	1,80	-30,84
23	5,75	200,67	0,00	104,70	-706,59	49,72	1,12	-350,39	104,70	0,00	36,42	122,89	21,31	1,80	-41,33
24	6,00	228,00	0,00	114,00	-737,32	55,04	1,57	-338,70	114,00	0,00	38,00	122,89	21,31	1,80	-52,22
25	6,25	257,70	-0,07	123,70	-768,04	60,37	2,02	-324,32	123,70	0,89	39,58	122,89	21,31	1,80	-62,61
26	6,50	289,88	-0,59	133,79	-798,76	65,70	2,47	-307,51	133,79	3,56	41,17	122,89	21,31	1,80	-71,61
27	6,75	324,63	-2,00	144,28	-829,48	71,02	2,92	-288,63	144,28	8,02	42,75	122,89	21,31	1,80	-79,23
28	7,00	362,06	-4,75	155,17	-860,20	76,35	3,37	-268,01	155,17	14,25	44,33	122,89	21,31	1,80	-85,47
29	7,25	402,25	-9,28	166,45	-890,92	81,68	3,82	-246,01	166,45	22,27	45,92	122,89	21,31	1,80	-90,32
30	7,50	445,31	-16,03	178,13	-921,65	87,01	4,26	-222,97	178,13	32,06	47,50	122,89	21,31	1,80	-93,78
31	7,75	491,34	-25,46	190,20	-952,37	92,33	4,71	-199,24	190,20	43,64	49,08	122,89	21,31	1,80	-95,86
32	8,00	540,44	-38,00	202,67	-983,09	97,66	5,16	-175,16	202,67	57,00	50,67	122,89	21,31	1,80	-96,55
33	8,25	592,71	-54,11	215,53	-1013,81	102,99	5,61	-151,08	215,53	72,14	52,25	122,89	21,31	1,80	-95,86
34	8,50	648,24	-74,22	228,79	-1044,53	108,31	6,06	-127,34	228,79	89,06	53,83	122,89	21,31	1,80	-93,78
35	8,75	707,14	-98,79	242,45	-1075,25	113,64	6,51	-104,30	242,45	107,77	55,42	122,89	21,31	1,80	-90,32
36	9,00	769,50	-128,25	256,50	-1105,97	118,97	6,96	-82,30	256,50	128,25	57,00	122,89	21,31	1,80	-85,47
37	9,25	835,42	-163,06	270,95	-1136,70	124,29	7,41	-61,68	270,95	150,52	58,58	122,89	21,31	1,80	-79,23
38	9,50	905,01	-203,66	285,79	-1167,42	129,62	7,86	-42,80	285,79	174,56	60,17	122,89	21,31	1,80	-71,61
39	9,75	978,35	-250,49	301,03	-1198,14	134,95	8,30	-25,99	301,03	200,39	61,75	122,89	21,31	1,80	-62,61
40	10,00	1055,56	-304,00	316,67	-1228,86	140,27	8,75	-11,61	316,67	228,00	63,33	122,89	21,31	1,80	-52,22
41	10,25	1136,72	-364,64	332,70	-1259,58	145,60	9,20	0,00	332,70	257,39	64,92	122,89	21,31	1,80	-40,44

Strada Superga 146

Verifica dimensionamento

Dimensionamento pali

numero pali in un metro **1**
 M massimo **370** kNm 3.700.000 Kg cm

1° ipotesi: cortina di micropali su un'unica fila

M in ogni palo 3700000 kg cm
 sigma ammissibile **2600** kg/cm²
 W 1423,08 cmc

2° ipotesi: due file

interasse tra le file **0,7** m
 N sforzo normale 528,57 kN 52.857,14 kg
 sigma ammissibile **2600** kg/cm²
 Area minima sez palo 20,330 cm²

palo scelto in condizioni di esercizio

diametro 114,3 mm
 spessore 6,3 mm
 e si sceglie
 diametro **114,3** mm
 spessore **6,3** mm
 Area sezione del palo 21,38 cm²
 tensione nel palo scelto 2472,80293 kg/cm²

114,30	diametro tubo in mm
6,30	spessore in mm
3,14	pi greco
0,0572	raggio ext
0,0509	raggio int
0,0021	area corona circolare
7850,00	peso spec acciaio
16,78	kg per metro lineare

21,3754
 peso **si** < 2600 kg/cm² **verificata**

Verifica della portanza dei micropali

malta terreno

numero di pali in un metro 1
 diametro di perforazione **22** cm
 coefficiente di sicurezza **0,85**
 tensione di aderenza **0,2** MPa 200 kN/m² Pa=N/m²
 Tmax in un palo 528,57 kN minima per sabbia con limo
 Lunghezza di ancoraggio necessaria 4,50 m
 ancoraggio in condizioni di esercizio 4,50 m
 per cui l'incremento dovrebbe essere **0,00** m
 e la lunghezza complessiva del palo sarà **10,50** m

acciaio malta

tensione di aderenza **0,6** MPa 600 kN/m²
 perimetro del palo 0,35908404 m
 Tmax risultante 823,85 kN **ok, maggiore di quella massima**

Dimensionamento pali tiranti

T in testa **123** kN = 12.300 kg
 interasse **4** m
 sigma ammissibile **2600** kg/cm²

inclinazione dei tiranti:

pi greco 3,14159265
 gradi in un radiante 180
 gradi inclinazione **45**
 frazione dei radianti 4
 coseno 0,70710678

Dywidag	
32,00	diametro in mm
3,14	pi greco
0,0160	raggio in m
0,0008	area sez
7850,00	peso spec acciaio
6,31	kg/m

T massima al singolo tirante 69579,31 kg **695,79** kN
 coefficienti di sicurezza 0,8 **0,85**
 scelta tipo di barre Dywidag **950/1050** N/mm² **950** 760 **1050** 892,5
 spessore **32** mm
 Area sezione 804,25 mm²
 Tmax del singolo tirante 717,79 kN **verificata con maggiorazione del coeff. di sic**

Verifica allo sfilamento dei tiranti

malta terreno
 diametro di perforazione **15** cm
 coefficiente di sicurezza **0,85** Pa=N/m²

tensione di aderenza	0,2 MPa	200 kN/mq	minima per sabbia con limo
Tmax precedentemente calcolata	695,79 kN		
Lunghezza di ancoraggio necessaria in caso di sisma	8,69 m		
per raggiungere lo strato solido	8,49 m		parte di tirante al di fuori dello strato saldo
aggiunti per tenuta acciaio malta	4,9 m		
lunghezza totale del tirante	22,07 m		

acciaio malta

tensione di aderenza	0,6 MPa	600 kN/mq	
di diametro barra	32 mm		
da aggiungere	4,9 m		
Tmax risultante	696,53 kN	>	695,79 verificata
per cui il tirante sotto sisma non si sfilerebbe con altri	0,74 m		
a quelli precedentemente calcolati di	21,33 m		
ma considerando la tenuta del tratto al di fuori dello strato solido	8,49 m		
si ritiene sufficiente un tirante di lunghezza complessiva pari a	22,00 m		