

PREMESSA

Nell'ambito dei lavori di realizzazione nuova strada comunale di collegamento via B. Chiatello - via G. Pastore sarà necessario realizzare un muro in cemento armato di contenimento del rilevato stradale.

Il muro della lunghezza complessiva di 15,30 mt avrà altezza variabile tra 1,40 e 1,80 mt e spessore costante di 35 cm.

1) QUADRO NORMATIVO

Il calcolo ed il dimensionamento dei vari elementi viene condotto facendo riferimento alla Normativa vigente, ed in particolare:

- Legge 5/11/1971 n° 1086
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato armato normale e precompresso e per le strutture metalliche;
- D.M. 14/02/1992
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;
- D.M. LL.PP. 16/01/1996
Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.
- Circolare 10/14/97 n° 65/AA.GG.
Min. LL.PP. - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/1996.
- D.M. 14/01/2008
Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare 02/02/2009 n° 617
Min. Infrastr. e Trasporti - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008.

2) MATERIALI

2.1 Calcestruzzo

Il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento e la granulometria degli inerti, nonché gli eventuali additivi, saranno stabiliti dal fornitore del calcestruzzo in base alle seguenti caratteristiche prestazionali:

- Classe di resistenza: C25/30
- Classe di esposizione strutture: XC2 per fondazioni ed elevazioni
- Classe di consistenza allo scarico: S3 per le fondazioni, S4 per le elevazioni
- Dimensione max inerti: 25-32 mm (15-20 mm per solette)
- Rapporto acqua/cemento massimo: $A/C < 0.60$

Valori adottati nei calcoli:

- Resistenza caratt. cubica compressione $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratt. cilindrica compressione $f_{ck} = 24.9 \text{ N/mm}^2 (0.83 R_{ck})$
- Resistenza media a trazione semplice $f_{ctm} = 2.56 \text{ N/mm}^2 (0.3 f_{ck}^{2/3})$
- Resistenza caratt. a trazione semplice $f_{ctk} = 1.79 \text{ N/mm}^2 (0.7 f_{ctm})$
- Resistenza tangenziale caratt. di aderenza $f_{bk} = 4.03 \text{ N/mm}^2 (2.25 f_{ctk})$
- Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = 14.11 \text{ N/mm}^2 (0.85 f_{ck}/1.5)$
- Resistenza di calcolo a compressione (per sp. <50mm)
 $f_{cd5} = 11.29 \text{ N/mm}^2 (0.80 f_{cd})$
- Resistenza di calcolo a trazione semplice $f_{ctd} = 1.19 \text{ N/mm}^2 (f_{ctk}/1.5)$
- Resistenza tangenziale di calcolo di aderenza $f_{bd} = 2.69 \text{ N/mm}^2 (f_{bk}/1.5)$
- Modulo elastico $E_{cm} = 31447 \text{ N/mm}^2 (22000(f_{ck}+89/10)^{0.3})$

2.2 Acciaio

Si utilizza acciaio per c.a. tipo B450C

- Tensione nominale caratt. di snervamento: $f_{y,nom} = 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione nominale caratt. di rottura: $f_{t,nom} = 540 \text{ N/mm}^2$
- Allungamento: $A_{gt,k} \geq 7.5\%$
- Tensione di snervamento di calcolo: $f_{yd} = 391 \text{ N/mm}^2$

2.3 Terreno

Tensione ammissibile terreno $\sigma_t = 0,15 \text{ N/mm}^2$

3) MURO DI SOSTEGNO

Le verifiche sono state effettuate con il metodo agli stati limite utilizzando il programma di calcolo Gelfi vers. 2.4 aggiornato alle prescrizioni delle NTC 2008.

Il programma esegue le tre verifiche: statica (1), sismica con $k_v > 0$ (2), sismica con $k_v < 0$ (3) presentando i risultati di quella più gravosa.

Si allegano di seguito i relativi tabulati delle sollecitazioni e delle verifiche.

CARATTERISTICHE DEL TERRENO :

Inclinazione scarpata	[°]	=	0
Angolo attrito interno terreno	[°]	=	30
Angolo attrito terreno-muro	[°]	=	20
Angolo attrito fondazione	[°]	=	30
Peso specifico terreno	[kN/mc]	=	20
Portanza terreno	[N/mm ²]	=	0,15
Coefficiente sismico orizzontale		=	0,0145
Coefficiente sismico verticale		=	0,0072

DIMENSIONI GEOMETRICHE DEL MURO :

Scarpa lato monte	[cm]	=	55
Scarpa lato valle	[cm]	=	20
Lunghezza totale fondazione	[cm]	=	110
Altezza fondazione	[cm]	=	40
Altezza muro	[cm]	=	180
Altezza rilevato	[cm]	=	160
Spessore muro in testa	[cm]	=	35
Spessore muro al piede	[cm]	=	35

CARICHI SUL MURO :

Sovraccarico 1	[kN/m ²]	=	20
Sovraccarico 2	[kN/m ²]	=	0
Distanza Sovraccarico 1	[cm]	=	0
Distanza Sovraccarico 2	[cm]	=	0
Sforzo verticale su muro	[kN]	=	0
Sforzo orizzontale su muro	[kN]	=	0
Momento in testa al muro	[kN*m]	=	0

SOLLECITAZIONI E VERIFICHE :

SOLLECITAZIONI PARETE

Spinta statica terreno	[kN]	=	9,63
Spinta statica del sovraccarico	[kN]	=	17,28
Spinta terreno per azione sismica	[kN]	=	0
Spinta forze d'inerzia masse sulla suola	[kN]	=	0
Momento flettente alla base parete	[kNm]	=	16,21
Azione assiale alla base parete	[kN]	=	21,81
Azione di taglio alla base parete	[kN]	=	25,29

SOLLECITAZIONI FONDAZIONE PER RIBALTAMENTO

Spinta statica terreno	[kN]	=	15,05
Spinta statica del sovraccarico	[kN]	=	21,60
Spinta terreno per azione sismica	[kN]	=	0
Spinta forze d'inerzia masse sulla suola	[kN]	=	0
Momento ribaltante (Mr)	[kNm]	=	15,94
Momento stabilizzante (Ms)	[kNm]	=	22,58
Ms/Mr	[kN]	=	1,4177

SOLLECITAZIONI FONDAZIONE PER SCORRIMENTO

Spinta statica terreno	[kN]	=	13,68
Spinta statica del sovraccarico	[kN]	=	18,72
Spinta terreno per azione sismica	[kN]	=	0
Spinta forze d'inerzia masse sulla suola	[kN]	=	0
Azione di taglio sezione imposta fondazione	[kN]	=	30,45
Azione assiale sezione imposta fondazione	[kN]	=	52,80
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento	[kN]	=	0,8009

SOLLECITAZIONI FONDAZIONE PER SCHIACCIAMENTO

Spinta statica terreno	[kN]	=	13,68
Spinta statica del sovraccarico	[kN]	=	18,72
Spinta terreno per azione sismica	[kN]	=	0
Spinta forze d'inerzia masse sulla suola	[kN]	=	0
Momento sezione imposta fondazione	[kNm]	=	17,92
Azione verticale sezione imposta fondazione	[kN]	=	52,80
Azione di taglio sezione imposta fondazione	[kN]	=	30,45
Momento sulla suola a valle	[kNm]	=	2,111
Momento sulla suola a monte	[kNm]	=	6,111
Pressione sul terreno a valle	[MPa]	=	0,1254
Pressione sul terreno a monte	[MPa]	=	0
Percentuale sezione compressa	[%]	=	38,29

ARMATURE MINIME E TENSIONE MASSIME DI COMPRESSIONE E TAGLIO NEL CLS

PARETE (d=distanza sezione da testa muro)

d [m]	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	As [cm ²]	sig c [MPa]	tau c [MPa]
1,6	16,21	21,81	25,29	1,05	3,41	0,09
0,6	1,613	7,41	7,36	0,03	1,21	0,03

SUOLA A VALLE (d=distanza sezione da filo parete. As positiva per armatura inferiore)

d [m]	M [kNm]	V [kN]	As [cm ²]	sig c [MPa]	tau c [MPa]
0	2,31	23,08	0,16	0,96	0,07

SUOLA A MONTE (d=distanza sezione da filo parete. As positiva per armatura superiore)

d [m]	M [kNm]	V [kN]	As [cm ²]	sig c [MPa]	tau c [MPa]
0	6,11	22,22	0,43	1,59	0,07