

RELAZIONE DI CALCOLO

1. INTRODUZIONE

La presente relazione di calcolo contiene la verifica strutturale del dispositivo di appoggio delle barriere di sicurezza stradale di classe H2 per bordo opere.

L'ipotesi di calcolo prevede che la barriera stradale trasferisca al cordolo di supporto in c.a. una forza massima legata alla resistenza allo sfilamento dei tirafondi delle piastre di ancoraggio le cui dimensioni e caratteristiche tecniche sono individuate dai produttori nei rispettivi certificati di omologazione.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento per l'elaborazione progettuale dell'opera è di seguito riportata:

1. Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 – Nuove Norme tecniche per le costruzioni pubblicato sul Supplemento ordinario n. 29 della G.U. del 4.02.2008;
2. Istruzioni per l'applicazione del “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
3. L.R. 17 Dicembre 1996, n° 138 “Nuove norme per lo snellimento di procedure per gli interventi di costruzione, riparazione, sopraelevazione ed ampliamento nelle zone dichiarate sismiche ai sensi della Legge 2 febbraio 1974, n.64”;
4. Ordinanza del P.C.M. n°3274 del 20.03.2003 pubblicata sul Supplemento ordinario n. 72 alla G.U. n. 105 del 08.05.2003;
5. PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO “Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi” e “Difesa dalle Alluvioni” di cui alla deliberazione 29.01.2008 n° 94/7, alla deliberazione 29.01.2008 n° 94/5, alla deliberazione 29/12/2004 n. 1386, alla deliberazione 29/12/2005 n. 1377 e deliberazione 05/11/2007 n. 1049: delibera del C.R. n° 140/16 del 30/11/99 pubblicato sui B.U.R.A. n° 30 e 31 del 22/09/2000, L.R. 16/09/98 n° 81, L.R. 24/08/2001 n° 43 e L. 18/05/89 n° 183.
6. Circolare protocollo 62032 del 21/07/2010 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti avente ad oggetto “Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e d'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;

7. Decreto 21/06/2004 n° 2367 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti avente ad oggetto “Istruzioni Tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
8. Decreto 18/02/1992 n° 223 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti avente ad oggetto “Istruzioni Tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

2.1 CALCESTRUZZO

$$R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = R_{ck}/\gamma_c = 25/1,9 = 13,16 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot f_{ctd} = 2,36 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 0,48 \text{ RADICE}(R_{ck}) = 2,4 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} = 1,68 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = 1,68/1,60 = 1,05 \text{ N/mm}^2$$

2.2 ACCIAIO

Classe B450 C

$$f_{ym} \Rightarrow f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = 4,50/1,15 = 391 \text{ N/mm}^2$$

2.3 TIRAFONDI PIASTRA DI FONDAZIONE BARRIERE DI SICUREZZA

Classe M24 - 330 - 8.8

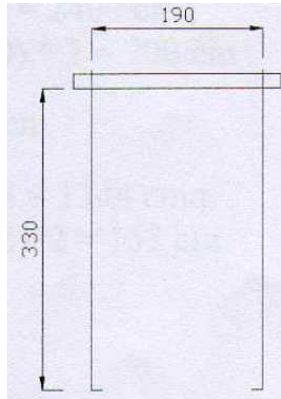
$$f_{yn} = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{dn} = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{dv} = 170 \text{ N/mm}^2$$

4. VERIFICHE DI CALCOLO

La piastra di fondazione ha dimensioni esterne di 250x230 mm. L'interasse dei tirafondi è di 190 mm e la lunghezza di 330 mm.



La forza ultima di sfilamento per tirafondo è:

$$F_{u_d} = \pi * 24 * 330 * 2,36 = 58690 \text{ N}$$

$$M_{u_d} = 2F_{u_d} * 190 = 22,3 * 10^6 \text{ N*mm} = 2230 \text{ Kgm}$$

Il D.M. 14/01/2008 “Norme tecniche per le costruzioni” prescrive:

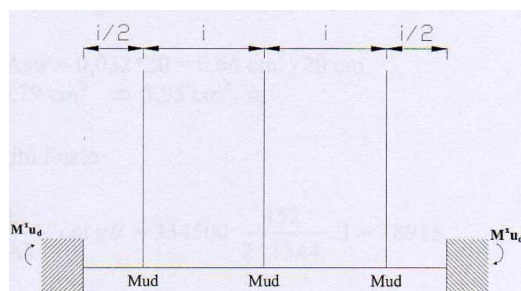
$$H = 4500 \text{ Kg}$$

$$B = 0,50$$

$$M = H*b = 2250 \text{ Kgm}$$

Se si considera che tale momento venga assorbito da due montanti: $M^x = M/2 = 1125 \text{ Kgm}$ a montante che è inferiore al M_{u_d} precedente calcolato.

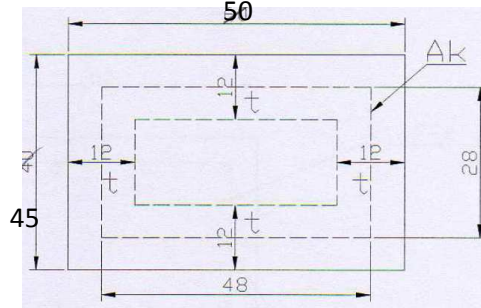
Se si considera il cordolo infinitamente lungo, su cui agisce un M_{u_d} su ogni singolo piantone a interasse $i = 1,33$ e si fanno lavorare 3 piantoni come prescritto dal D.M. 14/01/2008, si hanno i seguenti risultati:



$$M^x = 3 * M_{u_d} / 2 = 3 * 2230 / 2 = 3345 \text{ Kgm}$$

Che rappresenta il valore dell'azione del momento torcente di calcolo.

Si verifica a torsione un cordolo delle seguenti caratteristiche geometriche.



$$v = 0,7 * (0,7 - f_{ck}/200) = 0,7 - 20/200 = 0,60 * 0,70 = 0,42$$

$$A = 45 * 50 = 2250 \text{ cm}^2$$

$$u = (45+50) * 2 = 190 \text{ cm}$$

$$t = A/u = 11,84 \text{ cm}$$

$$A_k = 33,16 * 38,16 = 1265,38 \text{ cm}^2$$

$$u_k = (33,16+38,16) * 2 = 142,64 \text{ cm}$$

Verifica delle bielle compresse $\theta = 45^\circ$

$$\text{Trd}_1 \geq M^x u_d$$

$$\begin{aligned} \text{Trd}_1 &= (2 * v * f_{gd} * A_k * t) / (\cot\theta + \text{tg}\theta) = 2 * 0,42 * 131,60 * 1265,38 * 12 / 2 = 839281 \text{ Kg cm} = \\ &= 8393 \text{ Kgm} \geq 3345 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

Verifica armatura trasversale e staffe

$$\text{Trd}_2 \geq M^x u_d$$

$$\text{Trd}_2 = 2 * A_k * f_{y_{wd}} * A_{sw} / S \cot\theta \geq M^x u_d$$

$$\Rightarrow A_{sw} / S = M^x u_d / 2 * A_k * f_{y_{wd}} * \cot\theta = 334500 / 2 * 1265,38 * 3910 * 1 = 0,034 \text{ cm}^2 / \text{cm}$$

$$\Rightarrow \text{per } s = 20 \text{ cm} \Rightarrow A_{ws} = 0,034 * 20 = 0,68 \text{ cm}^2 / 20 \text{ cm}$$

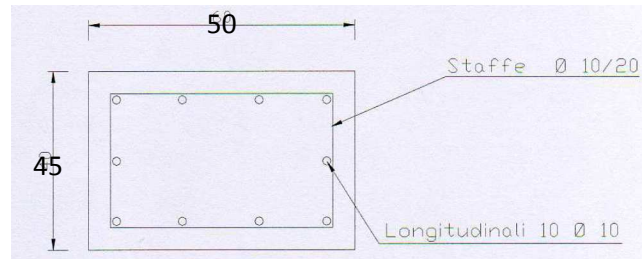
$$\Rightarrow \phi 10/20 \text{ } A_{sw} = 0,79 \text{ cm}^2 \Rightarrow 3,95 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Verifica armatura longitudinale

$$A_{sl} * f_{yld} = M^x_{ud} u_{k/2} A_k \cotg\theta = 334500 * 142,64/2 * 1265,38 * 1 = 18853,26$$

$$A_{sl} = 18853,26/3910 = 4,82 \text{ cm}^2$$

Per regola costruttiva $A_{sw} \geq 0,3\% A_c = 6,75 \text{ cm}^2 \Rightarrow 9 \phi 10$



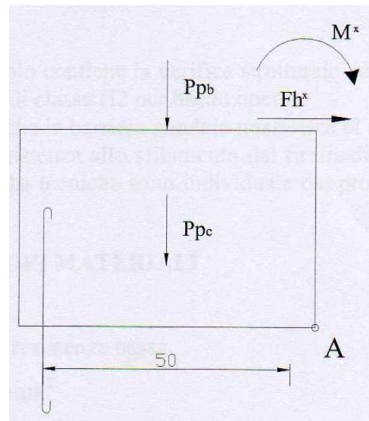
5. VERIFICA AL RIBALTAMENTO DEL CORDOLO

Dal D.M. 04/05/1990 si ricava lo sforzo di calcolo

$F_n = 4500 \text{ Kg}$ su 3 montanti verticali \Rightarrow

$i = 1,33 \text{ ml}$

$F_h = F_n/3 * 1,33 = 1128 \text{ Kg/ml}$



$M^x = M^x_{u,d}/i = 2230/1,33 = 1677 \text{ Kg m/ml}$

$P_{pb} = \text{Peso proprio barriera} = 50 \text{ Kg/ml}$

$P_{pc} = \text{Peso proprio cordolo} = 0,50 * 0,45 * 2500 = 563 \text{ Kg/ml}$

$(P_{pb} + P_{pc}) * 0,30 \geq M^x + F_h * 0,40$

$184 \geq 1677 + 580 * 0,40 = 1909$ NON VERIFICATO

Occorre pertanto aggiungere degli elementi di ancoraggio in grado di fornire un momento resistente pari a:

$M_1 = 1909 - 184 = 1725 \text{ Kg m/ml}$

$\Rightarrow F_1 = 1725/0,40 = 4312 \text{ Kg/ml}$

La F_1 sarà garantita dall'inserimento di un micropalo tubifix 60,3 spessore 5 mm ad interasse di 100 cm.

Tale scelta progettuale è resa necessaria dalla particolare natura dei terreni di appoggio, costituiti da calcari fratturati che non garantiscono localmente valori di resistenza tali da poter garantire una forza di sfilamento pari a 4312 Kg/ml con dei semplici imbotti costituiti da tondini di ferro.

6. VERIFICA A SFILAMENTO DEI MICROPALI

$$F_1 = 4312 \text{ Kg/ml}$$

Sfilamento dal terreno (caso peggiore)

Peso di volume 18,5 kN/mc

Angolo d'attrito 35°

Lunghezza ancoraggio 100 cm - Diametro di perforazione 120 mm

Tensione di aderenza malta – terreno 3,80 MPa

Resistenza allo sfilamento = 57,206 kN > F_1

Sfilamento dal calcestruzzo

$$F_{rc} = 1,5 \times t_{co} \times A_m = 5114,82 \text{ kg} > F_1$$