



COMMISSARIO DELEGATO PER L'EMERGENZA
DETERMINATASI NEL SETTORE DEL TRAFFICO E DELLA MOBILITÀ NEL
TERRITORIO DELLE PROVINCE DI TREVISO E VICENZA

SUPERSTRADA A PEDAGGIO PEDEMONTANA VENETA

CONCESSIONARIO		PROGETTISTA					
 SPV srl Via Invorio, 24/A 10146 Torino		 SIPAL S.p.A. Via Invorio, 24/A 10146 Torino					
Società di progetto ai sensi dell'art. 156 D.LGS 163/06 subentrato all'ATI		Consorzio Stabile fra le Imprese:     					
RESPONSABILE PROGETTAZIONE  ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO 1211 Dott. Ing. Claudio Dogliani		RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE 					
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE 		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE DELL'INFRASTRUTTURA E DELLE OPERE CIVILI 					
CONCESSIONARIO		GEOLOGO 					
CONCESSIONARIO		ORDINE INGEGNERI PROVINCIA TARANTO Sezione A Dott. Ing. TURSO Adriano n° 1400 Settore: Civile Ambientale Industriale Informazione					
N. Progr. _____ Carrella N. _____		PROGETTO DEFINITIVO (C.U.P. H51B03000050009)					
LOTTO 3 - TRATTA "C" Dal Km. 74+075 a Km. 75+625							
TITOLO ELABORATO: PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA SEGNALETICA STRADALE SEGNALETICA STRADALE TIPOLOGICI Relazione di calcolo - Portale Monopalo - Tabella 3,00 x 6,00 m							
P V D S C G E G E 3 C 0 0 0 0 - 0 0 5 0 0 0 6 R A 0		SCALA: -					
REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
0	PRIMA EMISSIONE	INSICO	24/03/2014	SIPAL	26/03/2014	SIS	28/03/2014
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Ing. Giuseppe FASIOL		IL COMMISSARIO: Ing. Silvano VERNIZZI		<input type="checkbox"/> VALIDAZIONE: PROTOCOLLO : _____ DEL: _____			

1) NORME ADOTTATE

- D.M. 14/01/08 “Norme tecniche per le costruzioni”
- Circ. Min. II. TT. 02/02/09 n° 617 AA.GG/S.T.C. “Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/08
- CNR 10011/97 Costruzioni di acciaio: Istruzioni per il calcolo l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione
- CNR 10022/85 Profilati formati a freddo: istruzioni per l'impiego nelle costruzioni
- UNI EN 1991-1-4 - Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Azioni del vento
- CNR-DT 207/2008 – Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni
- UNI EN 1993-1-1 - Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1993-1-3 - Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Regole generali - regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo
- UNI EN 1997-1 – Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Regole generali
- UNI EN 10025 – Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali

1) MATERIALI IMPIEGATI

- Acciaio – struttura

Per la struttura verranno impiegati tubolari in acciaio S275JR-BS.

Le superfici saranno accuratamente decappate, quindi zincate a caldo.

Le saldature saranno realizzate secondo le prescrizioni di cui al punto 2.5.3 delle norme CNR – UNI 10011.

- Bulloni

Verranno impiegati bulloni per le flange di classe 8.8 dotati di opportuni sistemi antisvitamento.

- Calcestruzzo armato

Per le fondazioni si utilizzerà:

Calcestruzzo di classe C20/25 MPa

Acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C

1) Resistenze di calcolo

Vengono adottati i seguenti valori:

- Acciaio S275JR

$f_{d,16} = 275 \text{ Mpa}$ (per spessori minori di 16 mm.)

$f_{d,40} = 265 \text{ Mpa}$ (per spessori minori di 40 mm.)

- Bulloni

$f_{d,N} = 560 \text{ Mpa}$

$f_{d,V} = 396 \text{ Mpa}$ Classe 8.8

1) CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

Altezza del ritto: 7150 mm
Lunghezza traversi: 2850 mm.
H libera dal piano strad.: 1800 mm.

Targa 1

B = 3000 mm.
H = 6000 mm.

Peso Proprio (targa + sostegni)

P = 3 kN

2) CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI RESISTENTI

Le caratteristiche di resistenza dei profili utilizzati vengono calcolate in base al metodo delineato nelle Norme Tecniche 2008 e relativa circolare.

Sezione ritto

Caratteristiche della sezione lorda

$$a = 295 \text{ mm}$$

$$b = 690 \text{ mm}$$

$$s = 5 \text{ mm}$$

$$r_i = 5 \text{ mm}$$

$$r_e = 10 \text{ mm}$$

$$A = 9690 \text{ mm}^2$$

$$W_y = 1740920 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 1102610 \text{ mm}^3$$

$$J_{yy} = 600618710 \text{ mm}^4$$

$$J_{zz} = 162634530 \text{ mm}^4$$

$$\text{Peso Proprio} = A \times 7,85 \times 10^{-5} = 0.760 \text{ KN/m}$$

Classificazione della sezione

$$a_p = a - 2 \times r_e = 285 \text{ mm}$$

$$a_p/s = 57 \rightarrow \text{Classe 1 per flessione, Classe 4 x compressione}$$

$$b_p = 680 \text{ mm}$$

$$b_p/s = 136 \rightarrow \text{Classe 4 per flessione, Classe 4 x compressione} \rightarrow \text{Classe 4}$$

Determinazione dei parametri della sezione efficace

I parametri della sezione efficace vengono determinati con il metodo iterativo delineato nelle Istruzioni, dopo il calcolo dei parametri di sollecitazione.

Sezione traversi

Caratteristiche della sezione lorda

$$a = 200 \text{ mm}$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$s = 4 \text{ mm}$$

$$r_i = 4 \text{ mm}$$

$$r_e = 8 \text{ mm}$$

$$A = 3090 \text{ mm}^2$$

$$W_y = 195680 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 195680 \text{ mm}^3$$

$$J_{yy} = 19568390 \text{ mm}^4$$

$$J_{zz} = 19568390 \text{ mm}^4$$

$$\text{Peso Proprio} = A \times 7,85 \times 10^{-5} = 0.243 \text{ KN/m}$$

Classificazione della sezione

$$a_p = a - 2 \times r_e = 192 \text{ mm}$$

$$a_p/s = 48 \rightarrow \text{Classe 1 per flessione, Classe 4 x compressione}$$

$$b_p = 192 \text{ mm}$$

$$b_p/s = 48 \rightarrow \text{Classe 2 per flessione, Classe 4 x compressione} \rightarrow \textbf{Classe 4}$$

Determinazione dei parametri della sezione efficace

I parametri della sezione efficace vengono determinati con il metodo iterativo delineato nelle Istruzioni, dopo il calcolo dei parametri di sollecitazione.

Giunto di base

Il giunto di base è costituito da una flangia di adeguato spessore ancorata al plinto di fondazione mediante tirafondi annegati nel getto. I tirafondi sono saldati a due piastre di posizionamento di cui quella inferiore funge anche da contrasto allo sfilamento del tirafondo stesso

a = 500 mm

b = 900 mm

s = 30 mm

Tirafondi: 200 M30 – S235JR

La resistenza all'estrazione del tirafondo è garantita da una piastra di contrasto saldata all'estremità inferiore del tirafondo stesso.

Giunti trasversi

2 Flangie 350 x 200

Bulloni: 2 x 4 M 18 classe 8.8 accoppiati con dadi anti svitamento.

AZIONI SULLA STRUTTURA

Il carico da vento è determinato in base al D.M. 14/01/08 e alla Circ. Min. II. TT. 02/02/09 n° 617 AA.GG/S.T.C. Per la determinazione di alcuni coefficienti si è fatto utile riferimento all'Eurocodice 1. I parametri che determinano il valore del carico assunto sono:

- La zona di installazione della struttura
- L'altitudine del luogo di installazione
- Le caratteristiche di rugosità del luogo di installazione
- La distanza dalla costa del luogo di installazione
- L'altezza massima della struttura
- La tipologia della superficie investita

Zona = 1

Altitudine s.l.m.m. = 100 m

Distanza dalla costa = 50 Km

Rugosità = "D"

Categoria di esp. = II

Che determina la curva da utilizzare per il calcolo del coefficiente di esposizione in funzione dell'altezza massima della struttura

Altezza max. = 7800 mm.

$C_e = 2,197$

Il coefficiente di topografia così come quello dinamico viene assunto pari a 1. I coefficienti di forma per la targa e per la struttura possono essere desunti dall'Eurocodice UNI ENV 1991-2-4:

$C_{f,t1} = 1,800$

Per la zona in esame il carico di riferimento è pari a:

$$q_{ref} = 390,625 \text{ KN/m}^2$$

Da cui si ricavano i valori assunti nel calcolo

$$Q_{v,t1} = q_{ref} \cdot C_e \cdot C_{f,t1} \cdot A_{t1} = 27,80 \text{ KN sulla targa 1}$$

Il carico sulle targhe, assunto come concentrato, è applicato, come previsto dall'Eurocodice, a metà dell'altezza e, in orizzontale a una distanza pari ad un quarto della base dal baricentro della targa stessa, nella direzione più sfavorevole. Viene assunta la posizione più sfavorevole del giunto dei traversi, con targa completamente disassata (bordo targa a 50 cm dall'asse del ritto)

Si riassumono di seguito le forze applicate sul portale e le coordinate dei relativi punti di applicazione rispetto al piede del ritto del portale

Forze orizzontali

N°	Valore (KN)	X (mm)	Y (mm)	Descrizione
1	27.80	1750	4800	Vento sulla targa

Forze verticali

N°	Valore (KN)	X (mm)	Y (mm)	Descrizione
1	3.00	1000	3550	Peso proprio targa
2	0.70	1000	2925	Peso proprio traverso
3	0.70	1000	6925	Peso proprio traverso
4	5.93	0	3900	Peso proprio ritto

PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE NELLE SEZIONI**Sollecitazioni massime sul ritto**

$$M_{ar,sd} = 1,5 \times 27,80 \times 4,8 = \mathbf{200,16 \text{ KN} * m}$$

$$M_{br,sd} = 1,3 \times (3,00 + 0,70 \times 2) \times 1,75 = \mathbf{10,01 \text{ KN} * m}$$

$$M_{tr,sd} = 1,5 \times 27,8 \times 1,75 = \mathbf{72,97 \text{ KN} * m}$$

$$T_{ar,sd} = 1,5 \times 27,80 = \mathbf{41,70 \text{ KN}}$$

$$T_{br,sd} = \mathbf{0,00 \text{ KN}}$$

$$N_{r,sd} = 1,3 \times (3,00 + 2 \times 0,70 + 5,93) = \mathbf{13,43 \text{ KN}}$$

Sollecitazioni massime sul traverso

$$M_{atr,sd} = M_{tr,sd} / 2 = \mathbf{36,49 \text{ KN} * m}$$

$$M_{btr,sd} = M_{br,sd} / 2 = \mathbf{5,01 \text{ KN} * m}$$

$$M_{ttr,sd} = \mathbf{0,00 \text{ KN} * m}$$

$$T_{atr,sd} = \mathbf{20,85 \text{ KN}}$$

$$T_{btr,sd} = 1,3 \times (3,00 + 2 \times 0,70) / 2 = \mathbf{2,2 \text{ KN}}$$

$$N_{trsd} = \mathbf{0,0 \text{ KN}}$$

VERIFICHE DI RESISTENZA DEI PROFILI

Verifica di resistenza sez. di base del ritto

Verifica alla presso flessione biassiale

$$A_{eff} = 7340 \text{ mm}^2; W_{y,eff} = 968329 \text{ mm}^3; W_{z,eff} = 860224 \text{ mm}^3$$

$$N_{a,sd} / (f_y \cdot A_{eff}) + (M_{a,sd} + \varphi M_{a,sd}) / W_{a,eff} + (M_{b,sd} + \varphi M_{b,sd}) / W_{b,eff} = 218 < f_y / \gamma_{m,0} = 206$$

Verifica al taglio (E.C. 3)

Resistenza plastica al taglio

$$V_{pl,Rd} = 2 \times h_w \times s \times f_y / 1,732 / 1,05 = 2 \times 680 \times 5 \times 275 / 1,732 / 1,05 = 1028 \text{ KN}$$

Resistenza all'instabilità per taglio

$$\bullet_w = h_w / s / (86,4 \times \eta) = 680 / 5 / (86,4 \times 0,92) = 1,70$$

$$f_{bV} = 0,48 \times f_y / \bullet_w = 0,48 \times 275 / 1,70 = 77,65 \text{ Mpa}$$

$$V_{b,Rd} = 2 \times h_w \times s \times f_{bV} / 1,05 = 503,8 \text{ KN}$$

$$V_{w,Rd} = V_{b,Rd} = 504 \text{ KN} >> T_{a,sd} = 42 \text{ KN} \rightarrow \text{Verificato}$$

VERIFICA DEL GIUNTO DI BASE

Si considera reagente la sola sezione costituita dalle sezioni dei tirafondi, trascurando il contributo fornito dal cls.

$$A_{\text{tiraf}} = 581 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{tiraf,tot}} = 581 * 20 = 11620 \text{ mm}^2$$

$$d_{1,\text{max}} = 410 \text{ mm}$$

$$d_{2,\text{max}} = 210 \text{ mm}$$

$$d_{\text{max}} = (d_{1,\text{max}}^2 + d_{2,\text{max}}^2)^{1/2} = 461 \text{ mm}$$

$$\blacklozenge d_1^2 = 2161500 \text{ mm}^2$$

$$\blacklozenge d_2^2 = 661500 \text{ mm}^2$$

$$\blacklozenge d^2 = 2823000 \text{ mm}^2$$

Tirafondo maggiormente sollecitato (angolo)

Azione assiale dovuta allo sforzo normale

$$N_n = N_{\text{sd}} / 8 = 0.54 \text{ kN}$$

Azione assiale dovuta al momento

$$N_m = M_{a,\text{sd}} / \blacklozenge d_1^2 * d_{1,\text{max}} + M_{b,\text{sd}} / \blacklozenge d_2^2 * d_{2,\text{max}} = 33.51 \text{ kN}$$

Azione tagliante dovuta al momento torcente

$$T_{\text{mt}} = M_t / \blacklozenge d^2 * d_{\text{max}} = 9.60 \text{ kN}$$

Azione tagliante dovuta al taglio

$$T_t = T_{a,\text{sd}} / 8 = 1.99 \text{ kN}$$

Sforzo Assiale resistente di calcolo

$$N_{r,d} = 0.9 * 400 * 581 / 1.25 = 167.33 \text{ kN}$$

Azione tagliante resistente di calcolo

$$T_{r,d} = 0.6 * 400 * 581 / 1.25 = 111.55 \text{ kN}$$

$$N_{s,d} = 1,25 * (N_m + N_n) = 42.56 \text{ kN (Maggiorazione effetto leva)}$$

$$T_{s,d} = T_{mt} + T_t = 11.60 \text{ kN}$$

$$N_{s,d} / (1.4 * N_{r,d}) + T_{s,d} / T_{r,d} = 0.286 < 1 \rightarrow \text{Verificato}$$

$$N_{s,d} / N_{r,d} = 0.254 < 1 \rightarrow \text{Verificato}$$

VERIFICA DEL PLINTO DI FONDAZIONEDimensioni: **100 x 550 x 90** cm

Sollecitazioni alla base del ritto:

$$M_x = 133.44 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_y = 7.70 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_y = 27.80 \text{ kN}$$

$$T_x = 0.00 \text{ kN}$$

$$N = 10.33 \text{ kN}$$

Sollecitazioni alla base del plinto:

$$M_x = 158.46 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_y = 7.70 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_y = 27.80 \text{ kN}$$

$$T_x = 0.00 \text{ kN}$$

$$N = 134.08 \text{ kN}$$

I parametri geotecnici del terreno vengono assunti dalla relazione geologica relativa al sito di installazione:

Falda freatica:	Assente	
Peso di volume:	$\gamma_{ok} = 18.5$	kN/m ³
Angolo di resistenza al Taglio:	$\varphi'_k = 33^\circ$	
Coesione:	$C'_k = 0$	kPa

Si assume un angolo di attrito fondazione-terreno pari a:

$$\delta_k = 0.75 \times \varphi'_k = 24.75^\circ$$

Verifica allo stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU) (Ribaltamento)

Ai fini della verifica le azioni verticali sono favorevoli

- Asse x

$$V_d = \gamma_{oG1} \times N = 0,9 \times 134.08 = 120.67 \text{ kN}$$

$$R_d = V_d \times L/2 = 120.67 \times 5.50 / 2 = 331.85 \text{ kNm}$$

$$E_d = \gamma_{oQ} \times M_x = 1,5 \times 158.46 = 237.69 \text{ kNm}$$

$$R_d > E_d \rightarrow \text{Verificato}$$

- Asse y

$$V_d = \gamma_{oG1} \times N = 0,9 \times 134.08 = 120.67 \text{ kN}$$

$$R_d = V_d \times B/2 = 120.67 \times 1.00 / 2 = 60.34 \text{ kNm}$$

$$E_d = \gamma_{oQ} \times M_y = 1,5 \times 7.70 = 11.55 \text{ kNm}$$

$$R_d > E_d \rightarrow \text{Verificato}$$

Verifica allo stato limite di scorrimento sul piano di posa (GEO)

Si utilizza l'Approccio 2 (NT2008)

$$\gamma_{oQ} = 1.5 \text{ (da Tabella 6.2.I colonna A1)}$$

$$E_d = \gamma_{oQ} \times T = 1,5 \times 27.80 = 41.70 \text{ KN}$$

Coefficiente d'attrito di progetto:

$$\gamma_{o\varphi'} = 1 \text{ (da Tabella 6.2.II colonna M1)}$$

$$\text{tg}(\frac{\sigma}{\tau})_d = \text{tg}(\frac{\sigma}{\tau})_k / \gamma_{o\varphi'} = 0.461$$

$$\gamma_{oG1} = 1 \text{ (da Tabella 6.2.I colonna A1)}$$

$$\gamma_{oR} = 1.1 \text{ (da Tabella 6.4.I colonna R3)}$$

$$R_d = [\gamma_{oG1} \times N \times \text{tg}(\frac{\sigma}{\tau})_d] / \gamma_{oR} = [1.0 \times 134.08 \times \text{tg}(\frac{\sigma}{\tau})] / 1.1 = 56.19$$

$$R_d > E_d \rightarrow \text{Verificato}$$

Verifica della capacità portante (GEO)

Si utilizza l'Approccio 2 (NT2008)

$$\gamma_{bG} = 1.3 \text{ (da Tabella 6.2.I colonna A1)}$$

$$V_d = \gamma_{bG} \times N = 1,3 \times 134.08 = 174.30 \text{ KN}$$

$$\gamma_{bQ} = 1.5 \text{ (da Tabella 6.2.I colonna A1)}$$

$$M_{x,d} = \gamma_{bQ} \times M_x = 1,5 \times 158.46 = 237.69 \text{ KNm}$$

$$e_{x,d} = M_{x,d} / V_d = 237.69 / 174.30 = 1.36 \text{ m}$$

$$L' = L - 2 \times e_{x,d} = 5.50 - 2 \times 1.36 = 2.77 \text{ m}$$

$$M_{y,d} = \gamma_{bG} \times M_y = 1,5 \times 7.70 = 11.55 \text{ KNm}$$

$$e_{y,d} = M_{y,d} / V_d = 11.55 / 174.30 = 0.07 \text{ m}$$

$$B' = B - 2 \times e_{y,d} = 1.00 - 2 \times 0.07 = 0.87 \text{ m}$$

$$A' = B' \times L' = 0.87 \times 2.77 = 2.41 \text{ m}^2$$

$$\gamma_{b-s'} = 1 \text{ (da Tabella 6.2.II colonna M1)}$$

$$\phi'_d = \phi'_k$$

Pressione latistante la fondazione

$$q = \gamma_b \times D = 18.5 \times 0.9 = 16.65 \text{ kPa}$$

Fattori di cap. portante:	$N_c = 38.64$	$N_q = 26.09$	$N_{\gamma_b} = 32.59$
---------------------------	---------------	---------------	------------------------

Fattori di forma:	$s_c = 1.21$	$s_q = 1.20$	$s_{\gamma_b} = 0.87$
-------------------	--------------	--------------	-----------------------

Fattori di profondità:	$d_c = 1.23$	$d_q = 1.22$	$d_{\gamma_b} = 1.00$
------------------------	--------------	--------------	-----------------------

Fattori di inclinazione:	$i_c = 1.00$	$i_q = 0.65$	$i_{\gamma_b} = 0.52$
--------------------------	--------------	--------------	-----------------------

Fattori di inclinazione del piano di posa = 1

Fattori di inclinazione del piano di campagna = 1

Capacità portante di progetto:

$$q_{lim,d} = c \times N_c \times s_c \times d_c \times i_c + q \times N_q \times s_q \times d_q \times i_q + 0.5 \times \gamma_b \times \phi' \times N_{\gamma_b} \times s_{\gamma_b} \times d_{\gamma_b} \times i_{\gamma_b} = 532.14 \text{ kPa}$$

$$R_d = q_{lim,d} \times A' / \gamma_{bR} = 532.14 \times 2.41 / 2.3 = 556.49 \text{ kN}$$

$$E_d = V_d = 174.30 \text{ kN}$$

$R_d > E_d \rightarrow$ Verificato

Verifica armatura longitudinale (STR)

Armatura: 10 \rightarrow 12 B450C

$$A_s = 942 \text{ mm}^2$$

$$f_{sd} = 390 \text{ MPa}$$

Classe cls 20/25

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$h = 850 \text{ mm}$$

$$M_{sd} = 1,3 \times N \times 0.87 - p_{pl}/2 \times L/4 = 93.82 \text{ kN}$$

La rottura della sezione avviene per raggiungimento della deformazione limite nell'acciaio

$$M_{rd} = 0.966 \times h \times A_s \times f_{sd} = 362 \text{ kNm} > M_{sd} \rightarrow \text{verificato}$$