

COMMITTENTE



COMUNE DI GENOVA

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
ALBERTO BITOSSI
IL DIRETTORE ESECUTORE DEL CONTRATTO
ANTONIO ROSSA

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER
IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE
CONNESSE)**

PROGETTAZIONE

MANDANTARIA



MANDANTE

MANDANTE

MANDANTE



IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

**RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI PUNTI DI RICARICA ELETTRICA CAPOLINEA VAL
BISAGNO**

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE

Alessandro Peresso
Dott. Ing. Alessandro Peresso

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

E 2 1 D 0 2 D Z 2 C L L C 0 0 0 0 0 0 0 3 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE	ETS	05/2022	D. Romano	05/2022		05/2022	<i>A. Peresso</i>	

File: E21D02DZ2CLLC0000003_A

n. Elab.:

RELAZIONE DI CALCOLO PLINTO PANTOGRAFO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	2 di 13

1.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	3	
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3	
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	3	
3.1	Magrone C16/20		3
3.2	Calcestruzzo C30/37		3
3.3	Acciaio B450C		3
3.4	Copriferro minimo per la durabilità		4
4.	PARAMETRI GEOTECNICI	4	
5.	AZIONI SOLLECITANTI	5	
5.1	Sollecitazioni alla base della colonna		5
5.2	Azione del vento		7
6.	COMBINAZIONI DI CARICO	9	
6.1	Criteri generali di verifica		9
7.	VERIFICHE	11	

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
RELAZIONE DI CALCOLO PLINTO PANTOGRAFO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>CL</td> <td>LC0000 003</td> <td>A</td> <td>3 di 13</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	3 di 13
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	3 di 13								

1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La presente relazione riguarda il calcolo e le verifiche strutturali del plinto di fondazione della struttura del pantografo.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le opere sono calcolate e verificate in conformità alle seguenti normative:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni
- Circolare n.7/C.S.LL.PP. del 21 gennaio 2019

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per i materiali con cui verranno realizzate le opere, si considerano le seguenti caratteristiche meccaniche.

3.1 Magrone C16/20

Il magrone avrà classe di resistenza C16/20.

3.2 Calcestruzzo C30/37

- | | |
|--|---------------------------------|
| - Classe di esposizione | XC2 |
| - Classe di consistenza | S4 |
| - Rapporto massimo | $a/c = 0.55$ |
| - Copriferro minimo | 30 mm |
| - Resistenza caratteristica a compressione | $R_{ck} \geq 37 \text{ N/mm}^2$ |
| - Modulo elastico a breve termine | $E = 32588 \text{ N/mm}^2$ |
| - Coefficiente di Poisson | $\nu = 0,20$ |

3.3 Acciaio B450C

- | | |
|---|---------------------------------|
| - Modulo elastico | $E = 210000 \text{ N/mm}^2$ |
| - Resistenza caratteristica a rottura | $f_{yk} = 540 \text{ N/mm}^2$ |
| - Resistenza caratteristica a snervamento | $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ |
| - Resistenza di calcolo | $f_{yd} = 391 \text{ N/mm}^2$ |
| - Tensione massima | $\sigma_s = 360 \text{ N/mm}^2$ |

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
RELAZIONE DI CALCOLO PLINTO PANTOGRAFO	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E21D</td> <td style="text-align: center;">02 D Z2</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">LC0000 003</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">4 di 13</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	4 di 13
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	4 di 13								

3.4 Copriferro minimo per la durabilità

Ai fini della durabilità dell'opera, il copriferro minimo nominale dipende dalla classe di resistenza del calcestruzzo e dal grado di aggressività dell'ambiente in cui sorge il manufatto. Per la determinazione del copriferro si assume a titolo cautelativo un ambiente di tipo aggressivo.

Pertanto si procede alla determinazione del copriferro secondo la tabella C4.1.IV della circolare applicativa del DM 14 gennaio 2018.

		$C_{min,dur}$ piastre (solette, pareti) con $V_N=50$	
Ambiente	$R_{ck,min}$	$R_{ck,max}$	$R_{ck,min} \leq R_{ck} < R_{ck,max}$
aggressivo	35	50	30
			$R_{ck} \geq R_{ck,max}$
			25

La classe di resistenza del calcestruzzo utilizzato ($R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$) ricade nell'intervallo tra la classe di resistenza minima e massima previste ($R_{ck,min} \leq R_{ck} < R_{ck,max}$).

Quindi per la durabilità il copriferro minimo nominale di progetto necessario risulta:

$$C_{min,dur} = 30 \text{ mm}$$

A questo valore si aggiunge una **tolleranza di posa ΔC_{dev} pari a 10 mm**. Pertanto il copriferro che sarà assunto risulta:

$$C_{nom} = C_{min,dur} + \Delta C_{dev}$$

$$C_{nom} = 30 + 10 = \mathbf{40 \text{ mm}}$$

4. PARAMETRI GEOTECNICI

Nel presente capitolo verrà fornita una descrizione sintetica della caratterizzazione geotecnica adottata per l'area in esame e delle metodologie di dimensionamento geotecnico dei plinti.

Si riporta di seguito la sintesi della caratterizzazione geotecnica e sismica per l'area di progetto.

Per analogia con interventi simili realizzati nella città di Genova, si utilizzano i seguenti parametri:

$$\varnothing = 28^\circ$$

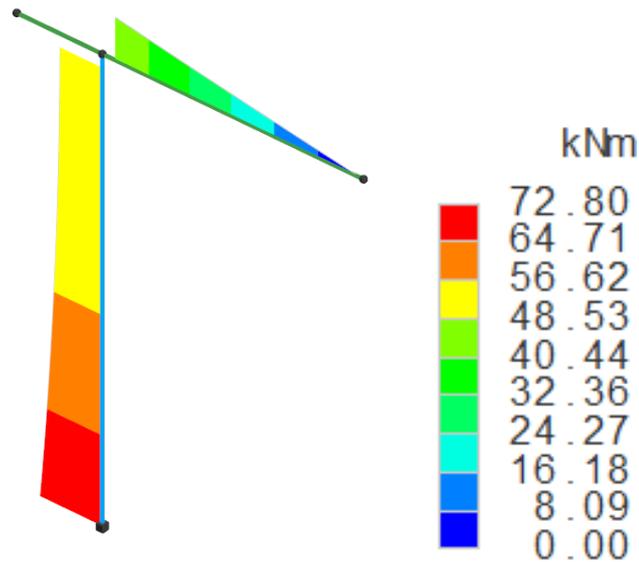
$$\gamma = 1900 \text{ daN/m}^3$$

$$c = 0 \text{ kPa}$$

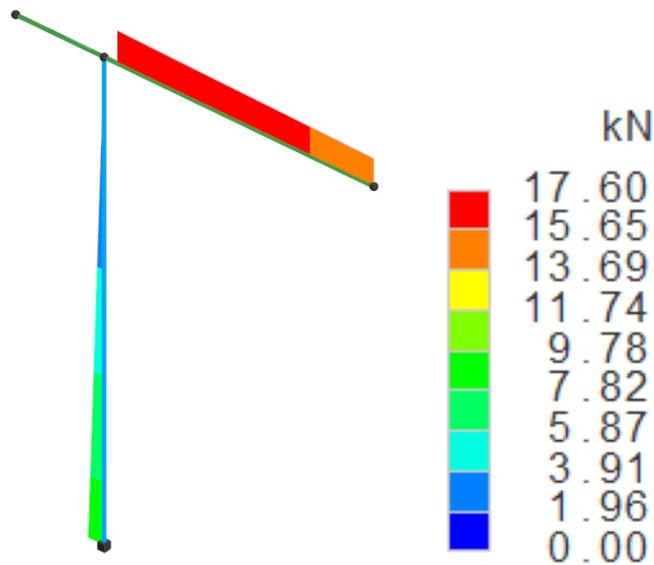
	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
RELAZIONE DI CALCOLO PLINTO PANTOGRAFO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>CL</td> <td>LC0000 003</td> <td>A</td> <td>5 di 13</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	5 di 13
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	5 di 13								

5. AZIONI SOLLECITANTI

5.1 Sollecitazioni alla base della colonna



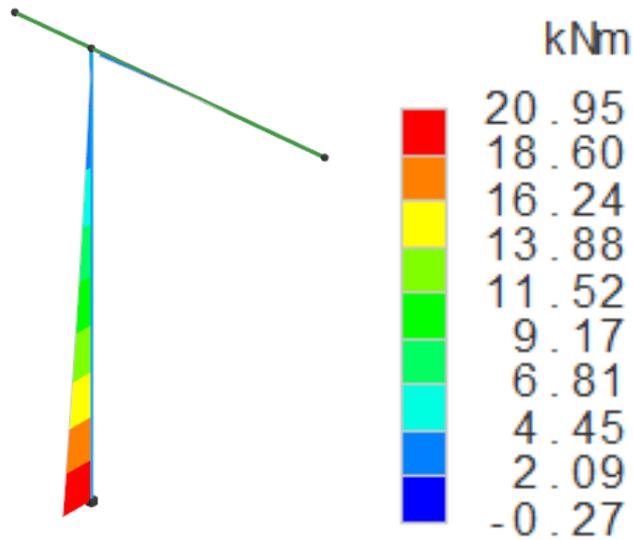
Momento SLU in direzione parallela al piano del portale



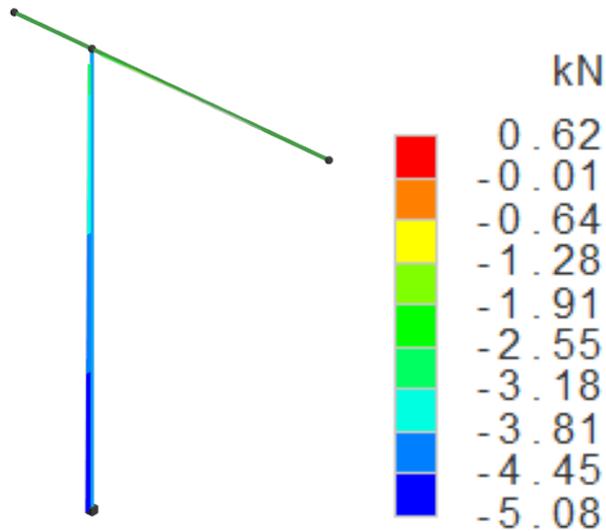
Taglio SLU in direzione parallela al piano del portale

RELAZIONE DI CALCOLO PLINTO PANTOGRAFO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	6 di 13



Momento SLU in direzione ortogonale al piano del portale



Taglio SLU in direzione ortogonale al piano del portale

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
RELAZIONE DI CALCOLO PLINTO PANTOGRAFO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>CL</td> <td>LC0000 003</td> <td>A</td> <td>7 di 13</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	7 di 13
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	7 di 13								

5.2 Azione del vento

Zona di ubicazione dell'edificio: 7 – Liguria

Classe di rugosità del terreno: B - Area urbana (non di classe A), suburbana, industriale o boschiva (tab. 3.3.III)

Categoria di esposizione del sito: IV

Parametri derivati (tab. 3.3.I):

$V_{b,0}$ (velocità base di riferimento al livello del mare): 28.00 m/s

a_0 : 1000 m

K_s : 0.54

Parametri derivati (tab. 3.3.II):

K_r : 0.22

z_0 : 0.3 m

z_{min} : 8 m

a_s (altitudine sul livello del mare): 19 m

T_r (tempo di ritorno): 50 anni

V_b (velocità base di riferimento [3.3.1]): 28 m/s

c_a (coefficiente di altitudine [3.3.1.b]): 1

V_r (velocità di riferimento [3.3.2]): 28 m/s

c_r (coefficiente di ritorno [3.3.3]): 1

c_t (coefficiente topografico): 1

q_r (pressione cinetica di riferimento): 49 daN/m²

c_e (coefficiente di esposizione): 1.63

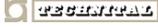
c_d (coefficiente dinamico): 1

h (altezza dell'edificio): 5.2 m

b (dimensione in pianta ortogonale al flusso): 1.5 m

d (profondità dell'edificio): 1.5 m

Coefficienti di pressione C_{pe} :



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

RELAZIONE DI CALCOLO PLINTO PANTOGRAFO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	8 di 13

sopravento: 0.80

laterale: -0.90

sottovento: -0.62

Pressioni esterne:

sopravento fino a quota 1.5 m: 64 daN/m²

sopravento oltre la quota 1.5 m: 64.06 daN/m²

laterale: -72.07 daN/m²

sottovento: -49.9 daN/m²

Pressioni massimizzate (esterne+interne):

sopravento: 88.08 daN/m²

laterale: -88.08 daN/m²

sottovento: -65.93 daN/m²

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
RELAZIONE DI CALCOLO PLINTO PANTOGRAFO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>CL</td> <td>LC0000 003</td> <td>A</td> <td>9 di 13</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	9 di 13
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	9 di 13								

6. COMBINAZIONI DI CARICO

6.1 Criteri generali di verifica

In accordo al paragrafo 6.4.2.1. i plinti sono verificati per i seguenti stati limite ultimi:

SLU di tipo GEOTECNICO

1. Verifica della capacità portante secondo approccio 2 (A1+M1+R3)
2. Verifica a scorrimento secondo approccio 2 (A1+M1+R3)
3. Stabilità globale secondo Approccio 1 combinazione 2 (A2+M2+R2)

SLU di tipo STRUTTURALE

1. Verifiche di resistenza secondo approccio 2 (A1+M1+R3)

Verifica della capacità portante

La verifica di capacità portante è effettuata secondo la formula di Brinch-Hansen che nella sua forma generalizzata si presenta come segue

$$\begin{aligned}
 Q_{lim} = & 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + \\
 & + \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + \\
 & + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c
 \end{aligned}$$

Con:

$N_q = e^{\pi \tan \phi} \cdot \tan^2(\pi/4 + \phi'/2)$ Fattore di capacità portante dovuto a coesione

$N_{\gamma} = 2(N_q + 1) \cdot \tan \phi'$ Fattore di capacità portante dovuto a peso del terreno

$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi'$ Fattore di capacità portante dovuto a sovraccarico

s_c, s_q, s_{γ} Fattori di forma

d_c, d_q, d_{γ} Fattori di profondità

i_c, i_q, i_{γ} Fattori di inclinazione del carico

b_c, b_q, b_{γ} Fattori di inclinazione della base

g_c, g_q, g_{γ} Fattori di inclinazione del piano campagna

Verifiche allo stato limite di scorrimento sul piano di posa

Sono incrementate le azioni (A1), invariati i parametri geotecnici (M1) e ridotta la resistenza (R3).

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

Nella verifica al ribaltamento le azioni verticali sono favorevoli e le azioni orizzontali sfavorevoli.

L'Azione di progetto viene incrementata di un fattore $\gamma_q = 1,5$ (tabella 6.2.I colonna A1) Il coefficiente di attrito di progetto è: $\tan \delta_d = \tan \delta_k / \gamma_{\phi'}$ con $\gamma_{\phi'} = 1$ (da tabella 6.2.II colonna M1).

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
RELAZIONE DI CALCOLO PLINTO PANTOGRAFO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>CL</td> <td>LC0000 003</td> <td>A</td> <td>10 di 13</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	10 di 13
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	10 di 13								

Come descritto al capitolo 4 della presente relazione i parametri geotecnici dell'unità stratigrafica interessata dalla realizzazione dei plinti sono i seguenti:

$$\varnothing = 28^\circ$$

$$\gamma = 1900 \text{ daN/m}^3$$

$$c = 0 \text{ kPa}$$

Fattori di capacità portante

$$N_q = e^{\pi \text{tg} \varnothing} \cdot \text{tg}^2(\pi/4 + \varnothing'/2) = 14,71$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg} \varnothing' = 16,7$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{cotg} \varnothing' = 25,78$$

Fattori di forma (per fondazione a pianta di forma quadrata)

$$s_c = 1 + N_q / N_c = 1 + 14,71 / 25,78 = 1,57$$

$$s_q = 1 + \text{tg} \varnothing = 1,53$$

$$s_\gamma = 0,6$$

Fattori di profondità

A favore di sicurezza si decide di non considerare il contributo dei fattori di profondità.

Fattori di inclinazione

I fattori di inclinazione della base e di inclinazione del piano campagna sono da considerare unitari in quanto i plinti poggiano su piani orizzontali.

Il carico assiale sollecitante derivante dal palo non è inclinato

Eccentricità del carico

Per via della presenza del tiro di lavoro dei cavi, in corrispondenza dell'incastro del palo nel plinto si produce un momento flettente che genera un'eccentricità e del carico assiale.

Per ricentrare il carico assiale e determinare la sezione del plinto effettivamente reagente la dimensione del plinto nella direzione dell'eccentricità viene ridotta della quantità $2e$.

$$L' = L - 2e$$

Pertanto la formula di Brinch Hansen è riconducibile a:

$$Q_{lim} = 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma + \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q + c \cdot N_c \cdot s_c$$

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
RELAZIONE DI CALCOLO PLINTO PANTOGRAFO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>CL</td> <td>LC0000 003</td> <td>A</td> <td>11 di 13</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	11 di 13
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	11 di 13								

7. VERIFICHE

Verifica capacità portante

Il peso del plinto è pari a:

$$P_{\text{plinto}} = 2 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} \cdot 1,5 \text{ m} \cdot 2500 \text{ daN/m}^3 = 15000 \text{ daN}$$

Il momento all'incastro del palo vale $M_{\text{ed}} = 7280 \text{ daNm}$. Tale valore è già comprensivo del fattore di amplificazione di 1,5.

Ad esso vanno sommati il momento di trasporto del taglio

Pertanto:

$$M_{\text{rib}} = 7280 \text{ daNm} + 978 \text{ daN} \cdot 1,5 \text{ m} = 8747 \text{ daNm}$$

Pertanto l'eccentricità risulta $e = M/N = 8747 \text{ daNm} / 15000 \text{ daN} = 0,53 \text{ m}$

$$L' = L - 2 \cdot e = 2 \text{ m} - 2 \cdot 0,53 \text{ m} = 0,94 \text{ m}$$

Si determina il carico limite:

$$\begin{aligned} Q_{\text{lim}} &= (1/2 \cdot 1900 \text{ daN/m}^3 \cdot 0,94 \text{ m} \cdot 16,7 \cdot 0,6 + 1900 \text{ daN/m}^3 \cdot 1,5 \text{ m} \cdot 14,71 \cdot 1,53) \cdot 0,94 \text{ m} \cdot \\ &2 \text{ m} = (8948 \text{ daN/m}^2 + 64143 \text{ daN/m}^2) \cdot 0,94 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} = 73090 \text{ daN} \cdot 0,94 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} = 137411 \text{ daN} \\ &= 1374 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{lim}} / 2,3 = 597 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{lim}} / N_{\text{ed}} = 597 \text{ kN} / 150 \text{ kN} = 3,98 > 1 \rightarrow \text{VERIFICATO}$$

Verifica a scorrimento

L'azione che induce scorrimento del plinto è data dalla combinazione della pressione del vento distribuita linearmente sul palo. Pertanto:

$$P_{\text{vento}} = 1,5 \cdot 88 \text{ daN/m}^2 \cdot 1,3 \text{ m} \cdot 5,7 \text{ m} = 978 \text{ daN}$$

$$S_{\text{ed}} = P_{\text{vento}} = 978 \text{ daN}$$

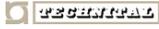
La resistenza allo scorrimento è data dalla seguente espressione:

$$R_{\text{d}} = 1/\gamma_{\text{R}} \cdot [(C'_{\text{k}} / \gamma_{\text{C}}) \cdot B \cdot L' + N_{\text{ed}} \cdot \tan \varnothing_{\text{k}} / \gamma_{\text{k}}]$$

Trascurando il contributo coesivo la resistenza risulta:

$$R_{\text{d}} = 1/1,1 \cdot (15000/1,3 \text{ daN} \cdot \tan 28^\circ) = 5577 \text{ daN} = 55,77 \text{ kN}$$

$$S_{\text{rd}} / S_{\text{ed}} = 5577 \text{ daN} / 978 \text{ daN} = 5,7 > 1 \rightarrow \text{VERIFICATO}$$



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

RELAZIONE DI CALCOLO PLINTO PANTOGRAFO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	12 di 13

Verifica a ribaltamento

Momento ribaltante

$M_{rib} = 8747 \text{ daNm}$

Momento stabilizzante

$M_{stab} = 0,9 \cdot (2500 \text{ daN/m}^3 \cdot 2 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} \cdot 1,5 \text{ m}) \cdot 1 \text{ m} = 13500 \text{ daNm}$

$M_{stab} / M_{rib} = 13500 \text{ daNm} / 8747 \text{ daNm} = 1,54 > 1 \rightarrow \text{VERIFICATO}$

Verifica armature

Simbologia

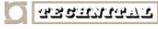
- σ_{FX} = Tensione nell'armatura nel fondo in dir. X
- σ_{FY} = Tensione nell'armatura nel fondo in dir. Y
- σ_t = Tensione sul terreno
- A_{fX} = Area di ferro nel fondo in dir. X
- A_{fY} = Area di ferro nel fondo in dir. Y
- Az = Azioni ed effetti sul plinto/palo
 - RVN = Reazioni vincolari agenti
 - TAG = Effetti dovuti ai tagli
 - ECC = Effetti dovuti all'eccentricità
 - PP = Effetti dovuti al peso proprio
 - SVR = Effetti dovuti ai sovraccarichi e al peso del terreno
 - TOT = Azioni totali di calcolo
- CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
- Caso = Caso di verifica
- Cf = Copriferro
- Cls = Tipo di calcestruzzo
- FDtirX = Forza resistente complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. X
- FDtirY = Forza resistente complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. Y
- Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
- Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
- Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
- Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
- FtirX = Forza complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. X
- FtirY = Forza complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. Y
- Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio
- Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
- Mx = Momento intorno all'asse X
- My = Momento intorno all'asse Y
- N = Sforzo normale
- TCC = Tipo di combinazione di carico
 - SLU = Stato limite ultimo
 - SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
 - SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
 - SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
- Tipo = Tipo di verifica effettuata
- Tp = Tipo di acciaio
- Tx = Taglio in dir. X
- Ty = Taglio in dir. Y

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Cf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Tp	Fyk	Fyd
<cm>		<daN/cm²>	<daN/cm²>	<daN/cm²>	<daN/cm²>		<daN/cm²>	<daN/cm²>
4.00	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Le tensioni sul terreno vengono calcolate oltre che per l'effetto delle reazioni vincolari anche considerando i seguenti effetti

Azioni ed effetti comuni



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

RELAZIONE DI CALCOLO PLINTO PANTOGRAFO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z2	CL	LC0000 003	A	13 di 13

Az	N <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>
PP	15000.00	0.00	0.00
SVR	0.00		

Azioni, effetti e tensioni sul terreno

Caso	CC	TCC	Az	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	σ_t <daN/cm ² >
3	5	SLU	RVN	2330.69	-897.00	0.00	0.00	-7280.00	
			TAG				0.00	-1345.50	
			ECC				0.00	0.00	
			TOT	17330.70	-897.00	0.00	0.00	-8625.50	-1.15

Stato limite ultimo - Verifiche armatura fondo

Caso	CC	TCC	FtirX <daN>	Af _x <cmq>	FDtirX <daN>	FtirY <daN>	Af _y <cmq>	FDtirY <daN>
3	5	SLU	798.18	10.18	39829.90	798.18	10.18	39829.90
1	1	SLU	798.18	10.18	39829.90	798.18	10.18	39829.90

Stato limite d'esercizio - Verifiche armatura fondo

Caso	CC	TCC	FtirX <daN>	Af _x <cmq>	σ_{fx} <daN/cm ² >	FtirY <daN>	Af _y <cmq>	σ_{fy} <daN/cm ² >
2	2	SLE R	561.30	10.18	55.14	561.30	10.18	55.14

Verifiche effettuate

Caso	Tipo
3	$\sigma_{t \min}$ (max compr.)
1	SLU N cost - min. sic.
2	C.Rare - $\sigma_{f \max}$ (max traz.)