



COMUNE DI NAPOLI

COMUNE DI NAPOLI

AREA INFRASTRUTTURE

Servizio Strade e Grandi Reti Tecnologiche

PROGETTO ESECUTIVO

Estensione della rete di pubblica illuminazione di alcune strade cittadine

Tavola n.

14

Titolo elaborato

**RELAZIONE TECNICA – DI
CALCOLO – SUI MATERIALI**

Codice

RTC

Responsabile Unico del Procedimento

Ing. Edoardo Fusco

Progettista

Ing. Gianfranco Stellato

Data

2022

Revisione

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA – DI CALCOLO

RELAZIONE SUI MATERIALI

Il sottoscritto dott. ing. Gianfranco Stellato, in forza al Servizio Strade e Grandi Reti Tecnologiche del Comune di Napoli, regolarmente iscritto all’Ordine degli Ingegneri della Provincia di Caserta con il n. 2108, è stato incaricato di redigere la presente Relazione relativa all’intervento di installazione di pali per la Pubblica Illuminazione in Napoli, come meglio appresso descritto, nell’ambito del Progetto approvato con Deliberazione di G. C. n. 274/2020, avente ad oggetto “*Estensione della rete di pubblica illuminazione di alcune strade cittadine*”.

Premessa

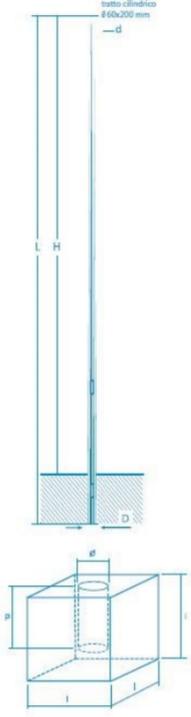
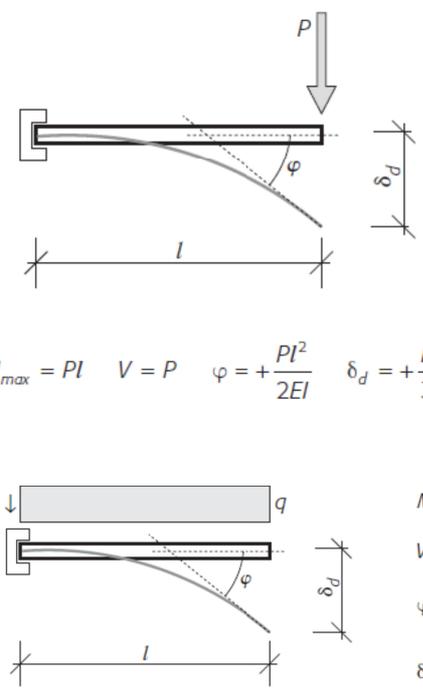
Nell'ambito del processo di riqualificazione delle periferie urbane e di miglioramento delle condizioni di sicurezza si intende procedere all'estensione della rete di illuminazione pubblica attraverso la realizzazione di nuovi tratti di impianto a servizio delle seguenti strade:

- via Vicinale Torciolano (pali rastremati);
- via Fasano / Comunale Sanseverino (pali rastremati e conici);
- via Francesco Feo (pali conici).

La zona in oggetto ricade in zona classificata sismica di 2^a categoria ai sensi della D.G.R. n. 5447 del 07/11/2002 ”*Aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni della Regione Campania*”, successivamente alla prima classificazione del 03/06/1981, mentre ai sensi delle N.T.C. 2018 approvate con Decreto del M.I.T. 17 gennaio 2018 essa ricade in zona vento 3.

Quest'ultima azione, alla luce delle masse ridotte in questione, è sicuramente da ritenersi preponderante rispetto a quelle sismiche, come appresso dimostrato; le verifiche ed i calcoli seguenti, quindi, saranno limitate alle azioni da peso proprio e da vento.

La tipologia strutturale *de quo agitur* è costituita da un palo in acciaio S275JOH, rastremato o conico a seconda delle esigenze, di altezza fuori terra cm 800, installato in plinto in cls non armato gettato in opera; questo ha dimensioni di 100 x 100 x 100 cm (L x P x H); detto palo, dotato di marcatura CE e di certificazione di conformità alla UNI EN 40-3-1:2013 rilasciata da un organismo notificato ai sensi della vigente normativa europea, non sarà oggetto della presente Relazione, la quale riguarderà esclusivamente il dimensionamento e le verifiche della fondazione.

Schema realizzazione	Schema statico
	 $M_{max} = Pl \quad V = P \quad \varphi = +\frac{Pl^2}{2EI} \quad \delta_d = +\frac{Pl^3}{3EI}$ $M_{max} = \frac{ql^2}{2} \quad V_{max} = ql \quad \varphi = +\frac{ql^3}{6EI} \quad \delta_d = \frac{ql^4}{8EI}$

NORMATIVA

Alla luce di quanto detto sinora, pertanto, il progetto e la verifica delle strutture in esame sono stati condotti secondo le prescrizioni dettate dalle seguenti norme:

- Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 “*Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica*”;
- Legge 2 Febbraio 1974 n. 64 “*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*”;
- D.M. Infrastrutture e dei Trasporti del 17 Gennaio 2018 “*Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>>*”;
- L.R. Campania n. 9/1983 e s.m.i. “*Norme per l’esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico*”;
- R.R. Campania n. 4/2010 “*Regolamento per l’espletamento delle attività di autorizzazione e di deposito dei progetti, ai fini della prevenzione del rischio sismico in Campania*”.
- R.R. Campania n. 9/2020 “*Modifiche al Regolamento regionale 11 febbraio 2010, n. 4 - Approvazione elenchi ai sensi dell’art. 2 bis-comma 2, dell’art. 2 quater-comma 2 e dell’art. 3 bis-comma 2*”.

Si è inoltre ottemperato alle circolari di seguito elencate:

- 1) Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. “*Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.*”.
- 2) CRT-DT 207 R1/2018 “*Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni*”

Ai sensi del R.R. Campania n. 9/2020 – art. 2 ter, e del Decreto Dirigenziale n. 359 del 03/08/2020 le opere possono essere classificate quali interventi di minore rilevanza per la pubblica incolumità (rif. comma 1, lett. b) art. 94 bis del DPR 380/01 – comma 2, art. 2 ter del Regolamento Regionale n. 4/2010): trattasi, infatti di strutture che non si discostano dalle usuali tipologie (semplice mensola) o che non richiedono più articolate calcolazioni e verifiche per la loro particolare complessità.

Analisi dei carichi

✓ Vento

Con riferimento al paragrafo 3.3 delle N.T.C. 2018 si ha:

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	K_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate,)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).

Sito		Via Torciolano	Via Fasano / Comunale Sanseverino	Via Feo
	<i>u.m.</i>			
Zona		3	3	3
vb,0	(m/s)	27	27	27
ca		1	1	1
a0	(m)	500	500	500
vb	(m/s)	27	27	27
TR	(anni)	50	50	50
cR		1	1	1
vr	(m/s)	27	27	27
As	(m)	170	50	75
Classe		B	B	A
Categoria		III	III	IV
kr		0,20	0,20	0,22
z0	(m)	0,10	0,10	0,30
zmin	(m)	5	5	8

ct		1	1	1
ce		2,00	2,00	1,63
cd		1	1	1

Il vento esercita una duplice azione sull'elemento in esame:

- un'azione distribuita, agente lungo tutto lo sviluppo del palo, causata dalla pressione esercitata dal vento sulla superficie del palo stesso;
- un'azione concentrata, agente sulla sommità del palo, causata dalla pressione esercitata dal vento sull'apparecchio illuminante.

Per determinare l'entità delle due azioni suddette si è fatto riferimento alle norme CNR-DT 207 R1/2018 *“Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”*.

In particolare, il calcolo è stato effettuato secondo i punti seguenti:

- valutazione della velocità e della pressione cinetica del vento (par. 3.2 della norma di riferimento);
- valutazione dell'azione concentrata del vento sulla sommità del palo (par. 3.3.3 e G.7/Allegato G della norma di riferimento);
- valutazione dell'azione distribuita del vento lungo lo sviluppo del palo (par. 3.3.4 e G.10/Allegato G della norma di riferimento).

Valutazione della velocità e della pressione cinetica del vento

In mancanza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva rugosità e topografia del terreno che circonda la costruzione (Appendice C), per altezze sul suolo non maggiori di $z = 200$ m, la velocità media del vento è fornita dalla relazione:

$$v_m(z) = v_r * c_m(z)$$

dove:

v_r è la velocità di riferimento di progetto ;

c_m è il coefficiente di profilo medio del vento fornito dalla relazione:

$$c_m(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z_{\min}}{z_0}\right) \cdot c_r(z_{\min}) \quad \text{per } z \leq z_{\min}$$

Nel nostro caso si

ha:

$$c_m(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \cdot c_r(z) \quad \text{per } z > z_{\min}$$

$$c_m = 0,8764$$

$$v_r = 27 \text{ m/s} \quad v_m = 23,66 \text{ m/s} \quad (\text{via Torciolano / Fasano})$$

$$c_m = 0,7224 \quad v_r = 27 \text{ m/s} \quad v_m = 19,50 \text{ m/s} \quad (\text{via Feo})$$

La pressione cinetica di picco è pari a:

$$q_p = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \rho \cdot v_r^2 \cdot c_e \cdot c_d = 698 \text{ N/m}^2 \quad (\text{via Torciolano / Fasano})$$

$$q_p = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \rho \cdot v_r^2 \cdot c_e \cdot c_d = 388 \text{ N/m}^2 \quad (\text{via Feo})$$

Valutazione dell'azione distribuita del vento lungo il palo

La forza distribuita esercitata dal vento lungo lo sviluppo del palo può essere calcolata mediante la relazione seguente (par. 3.3.4 della norma di riferimento CNR-DT 207 R1/2018):

$$f_x(z) = q_p(z) \cdot l \cdot c_{F_x}$$

dove “ l ” è la dimensione di riferimento associata al coefficiente di forza (nel nostro caso il diametro del palo) e $c_{F_x} = c_{F_x0} \cdot \Psi_\lambda$, dove c_{F_x0} è un coefficiente funzione del numero di Reynolds e dal rapporto k/b , essendo k la scabrezza della superficie e b il diametro della sezione.

Il numero di Reynolds è posto pari a:

$$Re(z) = \frac{l \cdot v_m(z)}{\nu}$$

dove ν è la viscosità cinematica dell'aria. Di norma, in mancanza di stime precise legate alle condizioni locali del sito ove sorge la costruzione, $\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Per la valutazione del coefficiente di forza e della dimensione di riferimento ad esso associata si è fatto riferimento al caso di elementi strutturali allungati a sezione circolare (par. G.10 dell'Allegato G alla norma di riferimento CNR-DT 207 R1/2018); per il calcolo del coefficiente di forza si fa riferimento al punto G.10.6.

Valutazione dell'azione concentrata del vento sulla sommità del palo

La forza concentrata esercitata dal vento sulla sommità del palo può essere calcolata mediante la relazione seguente (par. 3.3.3 della norma di riferimento):

$$F_{xL} = q_p(z') * L^2 * c_{FxL} \quad \text{in cui:}$$

- q_p è la pressione cinetica di picco del vento;
- z' è l'altezza di riferimento associata al coefficiente di forza;
- L è la lunghezza di riferimento su cui agisce la pressione del vento;
- c_{FxL} è il coefficiente di forza secondo la direzione X per il corpo illuminante.

L'area di riferimento L^2 è stata desunta dalla scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione posto sulla sommità del palo.

Il coefficiente di forza è stato valutato in via approssimata in maniera analoga al caso delle insegne (par. G.7 dell'Allegato G alla norma di riferimento); di conseguenza, si è assunto un coefficiente di forza pari a 1,8.

Nel nostro caso risulta:

$$F_{xL} = 698 * 0,05 * 1,8 = 63 \text{ N} \quad (\text{via Torciolano / Fasano})$$

$$F_{xL} = 388 * 0,05 * 1,8 = 35 \text{ N} \quad (\text{via Feo})$$

Si riportano di seguito i dettagli del calcolo effettuato.

Parametro	u.m.	Sito		
		<u>Palo rastremato via Torciolano – via Fasano</u>	<u>Palo conico via Fasano / Comunale Sanseverino</u>	<u>Palo conico via Feo</u>
Diametro del palo (medio) d	(m)	0,12	0,106	0,106
Dimensione di riferimento l = d	(m)	0,12	0,106	0,106
Coefficiente di profilo medio del vento cm		0,8764	0,8764	0,7224
Velocità media del vento vm = cm*vb	(m/s)	23,66	23,66	19,50
Viscosità cinematica dell'aria v	(m ² /s)	0,000015	0,000015	0,000015
Numero di Reynolds Re = l* vm / v		188731	167362	137943
Scabrezza della superficie (Tab. G.XVII) k	(mm)	0,20	0,20	0,20
Parametro k/d		0,001672	0,001885	0,001885
Coefficiente di forza ideale (curva A) Cfx0,A		1,1356	1,3436	1,7612
Coefficiente di forza ideale (curva B) Cfx0,B		1,5100	1,5330	1,5500
Coefficiente di forza ideale (Fig.G.51) Cfx0		1,5100	1,5330	1,7612
Snellezza effettiva (Tab.G.XIX) λ		73,56	82,95	82,95

Coefficiente di snellezza (Formule G.23) $\Psi\lambda$		0,9167	0,9297	0,9297
Coefficiente di forza $cfx=cfx,0* \Psi\lambda$		1,3841	1,4252	1,6374
Forza del vento per unità di lunghezza $fx=qp*cfx*1$	(N/m) (daN/m)	115,61 11,56	105,57 10,58	67,49 6,75
H palo f.t.	(m)	8	8	8
FvP	(daN)	93	85	54
Coefficiente di forza $cfxL$		1,8	1,8	1,8
L^2	(m^2)	0,05	0,05	0,05
FvL	(daN)	6,3	6,3	3,5

✓ Sisma

La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata; la costruzione in oggetto è una struttura ordinaria quindi si assume $VN \geq 50$ anni.

La costruzione in oggetto è una struttura di “Classe II”, così definita:

“Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.”

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU:

$$VR = VN * CU$$

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito al variare della classe d'uso; si ottiene quindi:

$$VR = VN * CU = 50 * 1,0 = 50 \text{ anni}$$

L'azione sismica sul palo di illuminazione è stata considerata mediante l'applicazione di una forza statica equivalente alla forza indotta dall'azione sismica, in sommità del palo; il periodo del modo di vibrare principale nella direzione in esame, T1, è stato valutato utilizzando la seguente formula:

$$T1 = C1 * H^{3/4}$$

in cui:

- H è l'altezza della costruzione, in metri, dal piano di fondazione;
- C1 è pari a 0,050 nel caso in esame.

L'entità della forza si ottiene dall'ordinata dello spettro di progetto corrispondente al periodo T1 e la sua distribuzione sulla struttura segue la forma del modo di vibrare principale nella direzione in esame, con valutazione in prima approssimazione sufficiente per il caso in oggetto.

La forza da applicare in sommità del palo è pari a:

$$Fh = Sd(T1) * W * \lambda/g$$

dove:

- Sd(T1) è l'ordinata dello spettro di risposta di progetto

- W è il peso complessivo della struttura
- λ è un coefficiente pari a 1 nel caso in esame
- g è l'accelerazione di gravità.

Nel caso in esame è stato considerato lo stato limite SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita); ai fini della definizione della azione sismica di progetto, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale.

Dalle relazioni geologiche redatte dal dott. Maurizio Cice, alle quali si rimanda ad ogni buon fine, si può desumere, tra gli altri dati, la classe di terreno e la categoria topografica; risulta quanto segue:

SLV	ag	S	F0	q	Sd(T1)
Torciolano	0,164	1	2,365	1	0,388
Fasano	0,167	1	2,378	1	0,397
Feo	0,169	1	2,381	1	0,402

Sito	H	C1	T1	Tipo suolo	Sd(T1)	W	l	g	Fh	
Torciolano	9	0,05	0,26	C	0,388	1380	1	9,81	55	N
Fasano	9	0,05	0,26	C	0,397	980	1	9,81	40	N
Feo	9	0,05	0,26	B	0,402	980	1	9,81	40	N

✓ Peso proprio

I pali saranno installati su un pozzetto in cls C25/30 debolmente armato, delle dimensioni di 100 x 100 x 100 cm (L x P x H); si riportano di seguito le analisi dei carichi.

Palo rastremato

Peso proprio corpo illuminante	7 daN
Peso proprio palo	138 daN
Peso proprio plinto	2500 daN
<u>Totale peso proprio</u>	<u>2645 daN</u>

Poiché risulta $\gamma_{G1} = 1,3$ (§ 2.6.1 N.T.C. 2018 in Approccio 1), lo sforzo normale agente alla base è pari a: $N_{Ed} = \gamma_{G1} * N = 3439$ daN.

Palo conico

Peso proprio corpo illuminante	7 daN
Peso proprio palo	98 daN
Peso proprio plinto	2500 daN
<u>Totale peso proprio</u>	<u>2605 daN</u>

Poiché risulta $\gamma_{G1} = 1,3$ (§ 2.6.1 N.T.C. 2018 in Approccio 1), lo sforzo normale agente alla base è pari a: $N_{Ed} = \gamma_{G1} * N = 3387$ daN.

Progetto – Verifica strutturale

Di seguito si precederà ad effettuare le verifiche del comportamento del manufatto rispetto alle azioni del peso proprio e del vento, trascurando come detto le azioni sismiche alla luce delle masse ridotte in questione.

Per le verifiche della compatibilità delle sollecitazioni agenti si è utilizzato il metodo semiprobabilistico agli stati limite; le azioni di calcolo E_d si ottengono combinando le azioni caratteristiche secondo la seguente formula di correlazione:

$$\gamma G_1 * G_1 + \gamma G_2 * G_2 + \gamma P * P + \gamma Q_1 * Q_{k1} + \gamma Q_2 * \psi_{02} * Q_{k2} + \gamma Q_3 * \psi_{03} * Q_{k3} + \dots$$

dove:

G_1 rappresenta il valore caratteristico del peso proprio di tutti gli elementi strutturali;

G_2 rappresenta il valore caratteristico del peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

P rappresenta il valore di eventuale pretensione;

Q_{k1} rappresenta il valore caratteristico dell'azione variabile dominante di ogni combinazione;

Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i -esima azione variabile;

γG_1 , γG_2 , γQ_i e γP rappresentano i coefficienti parziali di sicurezza, che assumono i valori riportati nella Tabella 2.6.I delle N.T.C. 2018; i valori dei coefficienti ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} sono dati nella Tab. 2.5.I.

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido: EQU;
- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: STR;
- lo stato limite di resistenza del terreno: GEO.

Per quanto riguarda il plinto di fondazione sono state eseguite le seguenti verifiche:

- 1) verifica a ribaltamento (EQU)
- 2) verifica di capacità portante del terreno (GEO)
- 3) verifica a scorrimento (GEO);

per le ultime due si rimanda all'apposita Relazione Geotecnica – sulle Fondazioni.

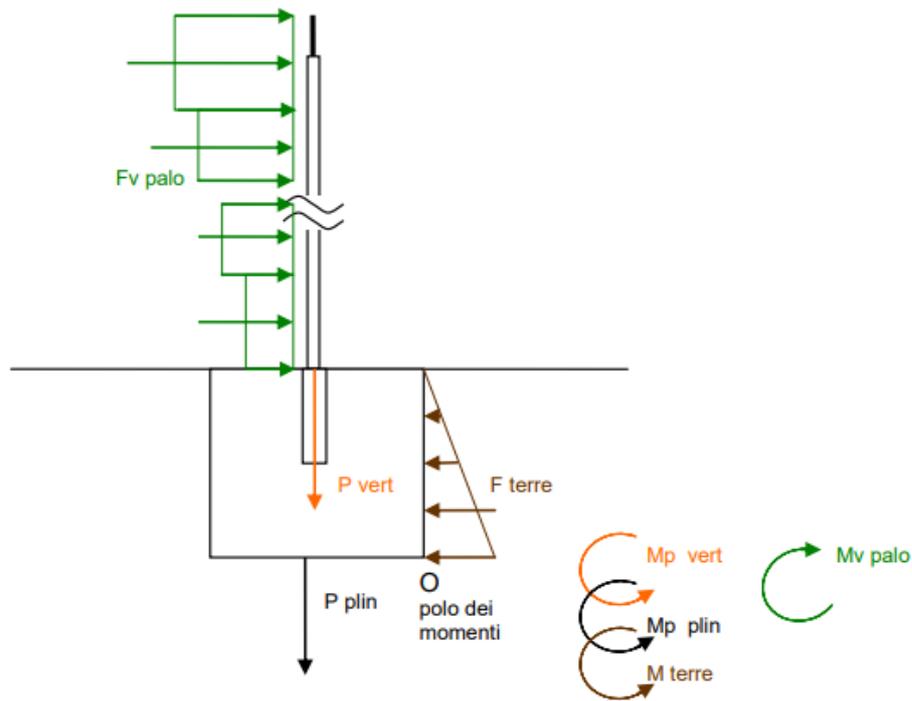
Con riferimento al peso proprio, si verifica preliminarmente la tensione di compressione alla base:

$\sigma_{base} = N_{Edmax} / A_{base} = 3439 / (1,00 * 1,00) = 3439 \text{ daN/m}^2 = 0,34 \text{ daN/cm}^2 \rightarrow$
ritenuta ammissibile in fase di dimensionamento.

1) Verifica a ribaltamento (EQU)

Si procede, quindi, alla verifica a ribaltamento del manufatto; ipotizzando il centro di rotazione in corrispondenza dello spigolo alla base, essa sarà effettuata confrontando il momento ribaltante dovuto al vento, ottenuto applicando la forza da esso generata lungo il palo nel centro dello stesso ($H/2$), oltre a quella in sommità sull'apparecchio illuminante, con il momento stabilizzante dovuto al peso proprio, anch'esso applicato nel baricentro della base, nonché con l'aliquota dovuta alla spinta passiva del terreno in cui è immerso il plinto.

La spinta passiva S_p , con diagramma triangolare delle tensioni del terreno, sarà applicata ad $1/3$ dell'altezza del plinto: $h_{Sp} = 1,00 / 3 = 0,33 \text{ m}$



Poiché risulta $\gamma_q = 1,5$ (§ 2.6.1 N.T.C. 2018 in Approccio 1) la massima forza agente dovuta al vento è pari a: $F_{vmax} = \gamma_q * F_v$; si ha:

$$HF_{vP} = 6,00 \text{ m} \quad HF_{vL} = 9,00 \text{ m} \quad M_{rib} = F_{vmax} * HF_{vL} \quad B_{pp} = 1,00/2 = 0,50 \text{ m}$$

Dalla Relazione Geologica, a firma del Dott. Maurizio Cice, nonché da dati di archivio, si ricavano le caratteristiche del terreno di sedime del plinto:

Via Torciolano

$$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3 \quad \phi = 30^\circ \quad k_p = 3,00$$

Via Fasano

$$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3 \quad \phi = 27^\circ \quad k_p = 2,66$$

Via Feo

$$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3 \quad \phi = 34^\circ \quad k_p = 3,54$$

da cui $S_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 k_p$ $M_{stab} = NEd * B_{pp} + S_p * h_{Sp}$

VERIFICA: calcolo M_{Rib} / M_{Stab} e verifica $M_{Rib} \geq M_{stab}$

<u>Parametro</u>	<u>u.m.</u>	<u>Sito</u>		
		<u>Palo rastremato via Torciolano – via Fasano</u>	<u>Palo conico via Fasano / Comunale Sanseverino</u>	<u>Palo conico via Feo</u>
Mr	(Nm)	7785	7182	4582
Ms	(Nm)	25193	25193	24933
Mr/Ms		0,3	0,2	0,2
		Verificato	Verificato	Verificato

2) Stato tensionale terreno

Si riportano di seguito i valori delle tensioni indotte sul terreno, al fine di effettuare successivamente le verifiche di tipo geotecnico (carico limite) nella Relazione Geotecnica – sulle Fondazioni alla quale si rimanda ad ogni buon fine.

Dette tensioni, a vantaggio di statica, sono state ricavate dalla condizione di calcolo EQU trascurando la spinta passiva del terreno circostante i plinti, in maniera da massimizzare il momento ribaltante e quindi l'eccentricità del carico.

grande eccentricità		SI				
H	H/3	u	xc	N	B	σ
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)		(cm)	(daN/cm ²)
100	33	27	82	3439	100	0,84

piccola eccentricità		NO				
e	I	σ_1	σ_2			
(cm)	(cm ⁴)	(daN/cm ²)	(daN/cm ²)			
23	8333333	0,00	0,00		senza Sp	Torciolano

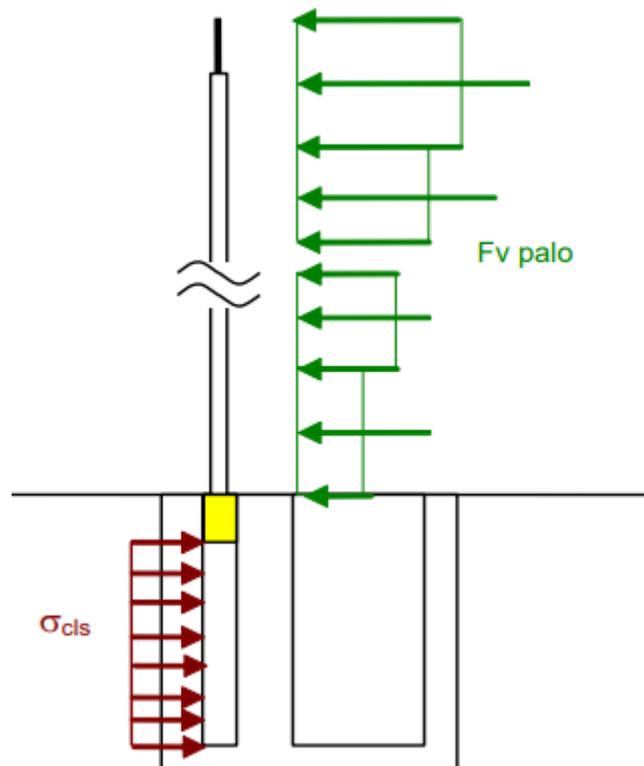
grande eccentricità		SI				
H	H/3	u	x _c	N	B	σ
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)		(cm)	(daN/cm ²)
100	33	27	82	3439	100	0,84
piccola eccentricità		NO				
e	I	σ_1	σ_2			
(cm)	(cm ⁴)	(daN/cm ²)	(daN/cm ²)			
23	8333333	0,00	0,00		senza Sp	Fasano

grande eccentricità		NO				
H	H/3	u	x _c	N	B	σ
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)		(cm)	(daN/cm ²)
100	33	37	0	1016	100	0,00
piccola eccentricità		SI				

e	I	σ_1	σ_2			
(cm)	(cm ⁴)	(daN/cm ²)	(daN/cm ²)			
13	8333333	0,18	0,02		senza Sp	Feo

3) Stato tensionale plinto

Con riferimento alla figura seguente si esegue la verifica della pressione esercitata dal palo di acciaio sul calcestruzzo; la misura della sicurezza si ottiene controllando che, per ogni condizione di verifica, le tensioni di compressione che insorgono nel calcestruzzo, per effetto delle azioni di calcolo sotto la combinazione rara, risultino minori della tensione di 0,25 fck per calcestruzzo non armato (§4.1.11.1 del D.M. 17/01/2018).



Considerando un calcestruzzo di classe C 25/30, si ha:

$$\sigma_c = 0,25 f_{ck} = 0,25 * 25 = 6,25 \text{ MPa}$$

Si considera forza sollecitante l'azione del vento; si assume coefficiente moltiplicatore dell'azione del vento 1 (combinazione rara).

I primi 10 cm di infissione del palo dalla base superiore del plinto non vengono considerati reagenti a causa della presenza dei distanziatori; con un interrimento dei pali di 0,80 m si considera un'altezza reagente di 0,70 m.

La superficie di contatto viene approssimata ad un rettangolo di dimensioni 0,70 m x D (diametro palo), dove D = 139 mm per palo conico, 152 mm per palo rastremato, da cui risulta $S = 97300 \text{ mm}^2$ per palo conico e $S = 106400 \text{ mm}^2$ per palo rastremato.

Ne consegue:

	VEd		σ_c	
	(N)	(daN)	(MPa)	(daN/cm ²)
Torciolano	988	99	0,009	0,093
Fasano	988	99	0,009	0,093
Feo	575	57	0,006	0,059

Come si potrà notare lo stato tensionale è trascurabile; in ogni caso si provvederà ad armare i plinti, soprattutto in funzione antiritiro, con doppia staffatura $\phi 10 / 15''$ nelle direzioni x ed y; si rimanda, ad ogni buon fine, agli allegati elaborati grafici.

Analisi dei risultati - Conclusioni

Considerato tutto quanto esposto sinora, i margini di sicurezza rimangono complessivamente quindi tali da considerare l'opera nella sua complessità (interazione terreno-struttura) dotata di buona resistenza alle azioni.

Si conclude, pertanto, che la struttura risulta verificata ai sensi della L. 05/11/1971, n. 1086, delle Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17/01/2018, della L.R. n. 9/1983 e della normativa sopra richiamata, e che risulta idonea per la funzione cui è destinata.

Tanto dovuto per incarico ricevuto.

Napoli, lì 09/12/2022

Il Progettista

dott. ing. Gianfranco Stellato