

C o m u n e d i S e n i g a l l i a
P r o v i n c i a d i A n c o n a

LOTTIZZAZIONE COMPARTO
CR2/C/ERP-Borgo Bicchia
IMA S.r.l.

PROGETTO ESECUTIVO



FASC.
B

PROGETTO URBANISTICO

DOC.

13

OGGETTO:

Relazione di asseverazione per
opere prive di rilevanza

I PROGETTISTI:

Arch. Nazzareno Petrini
Geom. Paolo Animalì

I COLLABORATORI:

Geom. Niccolò Casavecchia
Arch. Anna Serretti
Arch. Aurora Maltempi

DATA: febbraio 2026

COMUNE DI SENIGALLIA

(Provincia di Ancona)

LOTTIZZAZIONE COMPARTO CR2/C/ERP - BORGO BICCHIA:

Pali per pubblica illuminazione e Cabina per centrale elettrica

OPERA PRIVA DI RILEVANZA

secondo Delibera Giunta Regionale n.1396 del 11 agosto 2025

Committente:

IMA S.r.l.

RELAZIONE DI ASSEVERAZIONE
--

Senigallia, febbraio 2026

IL PROGETTISTA

Arch. Nazzareno Petrini

RELAZIONE DI ASSEVERAZIONE PER INTERVENTI PRIVI DI RILEVANZA

di cui all'Allegato 1 delle Linee guida approvate con D.G.R. n.1396 del 11 agosto 2025

OGGETTO: Asseverazione relativa ai lavori di “Lottizzazione comparto CR2/C/ERP-Borgo Bicchia: Installazione di pali per pubblica illuminazione e Installazione di cabina per impianto di centrale elettrica”.

COMMITTENTE: IMA S.r.l.

Ubicazione intervento:

Comune di SENIGALLIA (AN) in Via BRODOLINI – Loc. Borgo Bicchia, CAP 60019

Il sottoscritto ARCH. NAZZARENO PETRINI c.f. PTRNZR50B16A366K

residente a SERRA DE' CONTI (AN) in VIA BUSSETO, 9 CAP 60030

iscritto all'ordine ARCHITETTI della prov. AN al n. 226

in qualità di Progettista incaricato dell'intervento sopra indicato,

ASSEVERA

che, ai sensi della L.R. n. 1 del 04/01/2018 e ss.mm.ii. e relative linee guida approvate con Delibera della Giunta Regionale n.1396 del 11 agosto 2025 della Regione Marche, i lavori edili indicati in oggetto sono classificati tra gli *“Interventi privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici”* e pertanto sono esclusi dalle procedure di autorizzazione e di deposito presso struttura tecnica regionale in materia sismica; si dichiara, inoltre, che sono comunque rispettate le Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 17 gennaio 2018.

Tali interventi ricadono, come indicato nelle stesse linee guida sopra citate, rispettivamente nel caso A.4.2 dell'allegato 1 tra l'elenco delle opere prive di rilevanza per quanto riguarda i pali di illuminazione e relativa fondazione: *“Pali per illuminazione pubblica aventi altezza massima $\leq 15m$.”* infatti gli stessi hanno altezze pari a 4,5m e 6m; mentre la cabina rientra nel caso A.3.2 del medesimo allegato: *“Vani tecnici e locali destinati esclusivamente ad ospitare impianti tecnologici, ad un solo piano con superficie $\leq 30m^2$ e altezza massima $\leq 4m$ ”* infatti la stessa avrà la seguenti dimensioni in pianta 5,53x2,3m circa ed una altezza di circa 2,3m.

Inoltre, come richiesto dalle medesime linee guida, si allegano a tale asseverazione i seguenti documenti:

- Allegato1: Relazione tecnica esplicativa

Serra dè conti, lì febbraio 2026

Il Progettista

Arch. NAZZARENO PETRINI

COMUNE DI SENIGALLIA

(Provincia di Ancona)

LOTTIZZAZIONE COMPARTO CR2/C/ERP - BORGO BICCHIA:

Pali per pubblica illuminazione e Cabina per centrale elettrica

OPERA PRIVA DI RILEVANZA

secondo Delibera Giunta Regionale n.1396 del 11 agosto 2025

Committente:

IMA S.r.l.

Allegato 1: RELAZIONE TECNICA ESPLICATIVA
--

Senigallia, febbraio 2026

IL PROGETTISTA

Arch. Nazzareno Petrini

RELAZIONE TECNICA ESPLICATIVA

Sommario

1 PREMESSA.....	2
2 BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	2
3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO	3
4 MATERIALI UTILIZZATI.....	3
5 UBICAZIONE INTERVENTO	4
6 VERIFICHE.....	5
6.1 Pali di illuminazione	5

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione sono i lavori di installazione pali per la pubblica illuminazione con relative fondazioni e di una cabina prefabbricata destinata ad ospitare un impianto per centrale elettrica, rientranti entrambi tra gli interventi privi di rilevanza, secondo l'allegato A alla D.G.R. n.1396 del 11 agosto 2025 della Regione Marche; le opere sono relative ad un nuovo piano di lottizzazione nella località Borgo Bicchia nel Comune di Senigallia (AN).

2 BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il seguente progetto riguarda la redazione degli elaborati necessari per l'installazione di alcuni pali di pubblica illuminazione con relativa fondazione e di una cabina da destinarsi come locale per impianto di centrale elettrica per la nuova lottizzazione in oggetto nel Comune di Senigallia (AN).

- Pali di pubblica illuminazione

I pali di illuminazione previsti sono di due tipologie; un tipo ha un'altezza fuori terra di circa 6m e la relativa fondazione sarà costituita da un plinto in c.a. prefabbricato di dimensioni in pianta 0,8x0,7m e altezza 1m, ed un altro tipo di pali che invece avrà altezza fuori terra di circa 4,5m e relativa fondazione costituita da plinto in c.a. prefabbricato di dimensioni in pianta 0,7x0,6m e altezza 0,6m. Per un maggior dettaglio si rimanda ai successivi paragrafi.

- Cabina elettrica

Il manufatto che invece ospiterà l'impianto di centrale elettrica sarà realizzato con struttura in elevazione in c.a. prefabbricato (a firma di altro tecnico), mentre la soletta di fondazione (a firma del sottoscritto Arch. Petrini) della cabina stessa sarà in c.a. gettato in opera.

NOTA: Il calcolo e le verifiche della cabina per impianto elettrico e relativa soletta di fondazione, saranno integrate e trasmesse successivamente quando verrà scelta l'esatta cabina da porre in opera e pertanto una volta scelto il fornitore della stessa, in modo che si hanno le specifiche precise per procedere con il calcolo; si precisa che le stesse verifiche verranno comunque presentate con apposita relazione ai sensi della DGR 1396 del 11/08/2025 prima dell'inizio dei lavori.

3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Legge 5 novembre 1971 N. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.

Norme tecniche per le Costruzioni – D.M: 17/01/2018

Per quanto riguarda le prestazioni agli SLU si fa riferimento al *D.M. 17.01.2018* e alla *circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019, n. 7* la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

Norme di cui è consentita l'applicazione ai sensi del cap. 12 del D.M. 17 gennaio 2018:

UNI EN 1990: 2006 - Eurocodice 1 – *Criteri generali di progettazione strutturale.*

UNI ENV 1991-1-1: 2004; -1-2; 1-3; 1.5; UNI ENV 1991-1-4: 2010 - *Azioni sulla struttura.*

Eurocodice 2 - *Progettazione delle strutture in calcestruzzo.*

UNI EN 206:2016 - Calcestruzzo. *Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.*

Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici – “Linee Guida sul calcestruzzo strutturale” –

4 MATERIALI UTILIZZATI

I materiali impiegati nella realizzazione di entrambi gli interventi per le parti di competenza del sottoscritto progettista Arch. Petrini Nazzareno sono:

A - PALI ILLUMINAZIONE:

acciaio pali: min. S235

plinti: c.a. prefabbricato

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		

Tab.4.2.II - Laminati a caldo con profili a sezione cava (vedi NTC 17/01/2018)

5 UBICAZIONE INTERVENTO



6 VERIFICHE

6.1 Pali di illuminazione

Si riporta sotto una “scheda tipo” dei pali previsti: la prima tipologia avente altezza max fuori terra circa 6m ed la seconda tipologia avente altezza fuori terra max circa 4,5m.

Gli stessi vengono verificati con la sola azione del vento essendo la peggiorativa, in quanto le altre azioni previste dalle NTC quali neve e azione sismica possono essere trascurate in relazione al tipo di elementi.

PALI PER ILLUMINAZIONE CONICI DA LAMIERA / STRAIGHT CONICAL COLUMNS										
PALO CONICO DIRITTO DA LAMIERA SALDATA SPESSORE 3 mm. STRAIGHT CONICAL COLOMNS THICKNESS 3 mm. in acciaio S235 JR (Fe 360 b) UNI EN 10025, zincato a caldo secondo UNI EN ISO 1461; Lavorazioni standard alla base (pag. 9). S235 JR (UNI EN 10025) hot galvanized steel according to UNI EN ISO 1461, standard workings at the base (page 9).										
articolo article	L mm	l mm	s mm	D mm	d mm	vern. m² paint m²	portella cover	peso kg weight kg	conf. pack	
4360	3.500	500	3	95	60	0,85	4300/1	20,0	1	
4400	4.000	500	3	100	60	1,00	4300/1	23,0	1	
4460	4.500	500	3	105	60	1,17	4300/1	27,0	1	
4500	5.000	500	3	110	60	1,34	4300/1	31,0	1	
4560	5.500	500	3	115	60	1,51	4300/1	35,0	1	
4600	6.000	500	3	120	60	1,70	4300/1	41,0	1	
4680	6.800	800	3	128	60	2,01	4301/2	46,0	1	
4780	7.800	800	3	138	60	2,29	4301/2	55,0	1	
4880	8.800	800	3	148	60	2,88	4301/2	66,0	1	
4930	9.300	800	3	153	60	3,11	4301/2	74,0	1	
4980	9.800	800	3	158	60	3,36	4301/2	79,0	1	
41030	10.300	800	3	163	60	3,61	4301/2	85,0	1	
41080	10.800	800	3	168	60	3,87	4301/2	93,0	1	
41130	11.300	800	3	173	60	4,14	4301/2	99,0	1	
PALO CONICO DIRITTO DA LAMIERA SALDATA SPESSORE 4 mm. STRAIGHT CONICAL COLOMNS THICKNESS 4 mm. in acciaio S235 JR (Fe 360 b) UNI EN 10025, zincato a caldo secondo UNI EN ISO 1461; Lavorazioni standard alla base (pag. 9). S235 JR (UNI EN 10025) hot galvanized steel according to UNI EN ISO 1461, standard workings at the base (page 9).										
articolo article	L mm	l mm	s mm	D mm	d mm	vern. m² paint m²	portella cover	peso kg weight kg	conf. pack	
4560/4	5.500	500	4	115	60	1,51	4300/1	46,0	1	
4680/4	6.800	800	4	128	60	2,01	4301/2	62,0	1	
4780/4	7.800	800	4	138	60	2,29	4301/2	77,0	1	
4880/4	8.800	800	4	148	60	2,88	4301/2	91,0	1	
4930/4	9.300	800	4	153	60	3,11	4301/2	98,0	1	
4980/4	9.800	800	4	158	60	3,36	4301/2	107,0	1	
41030/4	10.300	800	4	163	60	3,61	4301/2	113,0	1	
41080/4	10.800	800	4	168	60	3,87	4301/2	123,0	1	
41130/4	11.300	800	4	173	60	4,14	4301/2	130,0	1	
41180/4	11.800	800	4	178	60	4,41	4301/2	141,0	1	
41230/4	12.300	800	4	183	60	4,69	4301/2	148,0	1	
41280/4	12.800	800	4	188	60	4,99	4301/2	158,0	1	

Calcolo azione del vento:

CARICO VENTO					
Zona	3				
Vb,0	27	m/s			
a0	500	m			
ks	0.37				
as	10	m			
ca	1				
Vb	27	m/s			
Tr	50	anni			
cr	1				
Vr	27	m/s			
ρ	1.25	kg/m ²			
qr	455.625	N/m ²			
Classe di rugosità terreno	C				
Classe di esposizione	II				
z	6	m			
kr	0.19				
z0	0.05	m			
zmin	4	m			
ct	1				
ce(z)	2.037				
	qr	ce*	cd	cfxo	
Carico Vento	455.625	2.0372	1	0.988	daNm ⁻²
					93.5 daNm ⁻²
*Cl. Rugosità C; Zona 3; Cat. esposiz. II					

Coefficiente cfxo - par. G.10.6 "Strutture ed elementi a sezione circola CNR-DT207R1/2018		
l	0.6	m
vm	55	m/s
v	0.000015	mq/s
Re	1	
k	0.2	mm
b	128	mm
k/b	0.00156	
cfxo	0.988	

Pertanto si considera un carico da vento agente sulla superficie dei pali, a favore di sicurezza, arrotondato a 100 daN/mq (invece di 93,5).

Le verifiche vengono eseguite allo stato limite ultimo, utilizzando opportuni coefficienti parziali di sicurezza sulle azioni e sulle resistenze secondo quanto riportato nel D.M. 17/01/2018.

Le azioni di calcolo Ed si ottengono combinando le azioni caratteristiche secondo la seguente formula di correlazione $F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1}$, dove:

G1= peso proprio di tutti gli elementi strutturali

Qk = azione variabile dominante di ogni combinazione (nel caso in oggetto il solo vento)

γ=coefficienti parziali di sicurezza

Relativamente al plinto di fondazione sono state eseguite le seguenti verifiche:

- Verifica a ribaltamento come corpo rigido (EQU)
- Verifica a scorrimento (GEO)
- Verifica di capacità portante del terreno (GEO)

Nelle verifiche strutturali le azioni sono state moltiplicate per i coefficienti parziali di tipo STR.

Per la verifica a ribaltamento, le azioni sono state moltiplicate per i coefficienti parziali di tipo EQU.

- Verifica STR palo

Le verifiche strutturali dei pali sono state eseguite come segue, moltiplicando l'azione per il coefficiente di sicurezza pari a 1,5, e facendo le verifiche al limite elastico a favore di sicurezza; per i pali aventi altezza di 6m è stato previsto un palo avente sezione circolare di base D128x4mm, mentre i pali aventi altezza pari a 4,5m è stato previsto un palo di sezione circolare alla base pari a D100x3mm. Si riportano sotto le verifiche:

Verifica sezione acciaio - PALO 1 (L=6m)			
SOLLECITAZIONI			
q [kg/m]	13	L [m]	6
γ	1.5		
q _{SLU} [kg/m]	19.5		
		Profilo	tubo $\phi 128 \times 4$
Momento M_{ed} [kg*m]	351		
Taglio V_{ed} [kg]	117		
RESISTENZE			
Momento Resistente:			
W _{el} [mmc]	44565		
γ_{M0}	1.05		
f _{yk} [N/mm ²]	235		
M _{rd} [kg*m]	997.4		
Taglio Resistente:			
A _v [mm ²]	1520		
f _{yk} [N/mm ²]	235		
γ_{M0}	1.05		
V _{rd} [kg]	19640.91		
Verifica Momento (M _{rd} > M _{ed})	Ok		
Verifica Taglio (V _{rd} > V _{ed})	Ok		

$$M_{Rd} = \frac{W_{Pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

Verifica sezione acciaio - PALO 2 (L=4.5m)			
SOLLECITAZIONI			
q [kg/m]	11	L [m]	4.5
γ	1.5		
qSLU [kg/m]	16.5	Profilo	tubo $\phi 100 \times 3$
Momento M_{ed} [kg*m]	167		
Taglio V_{ed} [kg]	74		
RESISTENZE			
Momento Resistente:			
Wpl [mmc]	21521		
γ_{m0}	1.05		
f _{yk} [N/mm ²]	235		
Mrd [kg*m]	481.7		
Taglio Resistente:			
A _v [mm ²]	914		
f _{yk} [N/mm ²]	235		
γ_{m0}	1.05		
Vrd [kg]	11810.39		
Verifica Momento (Mrd > Med)	Ok		
Verifica Taglio (Vrd > Ved)	Ok		

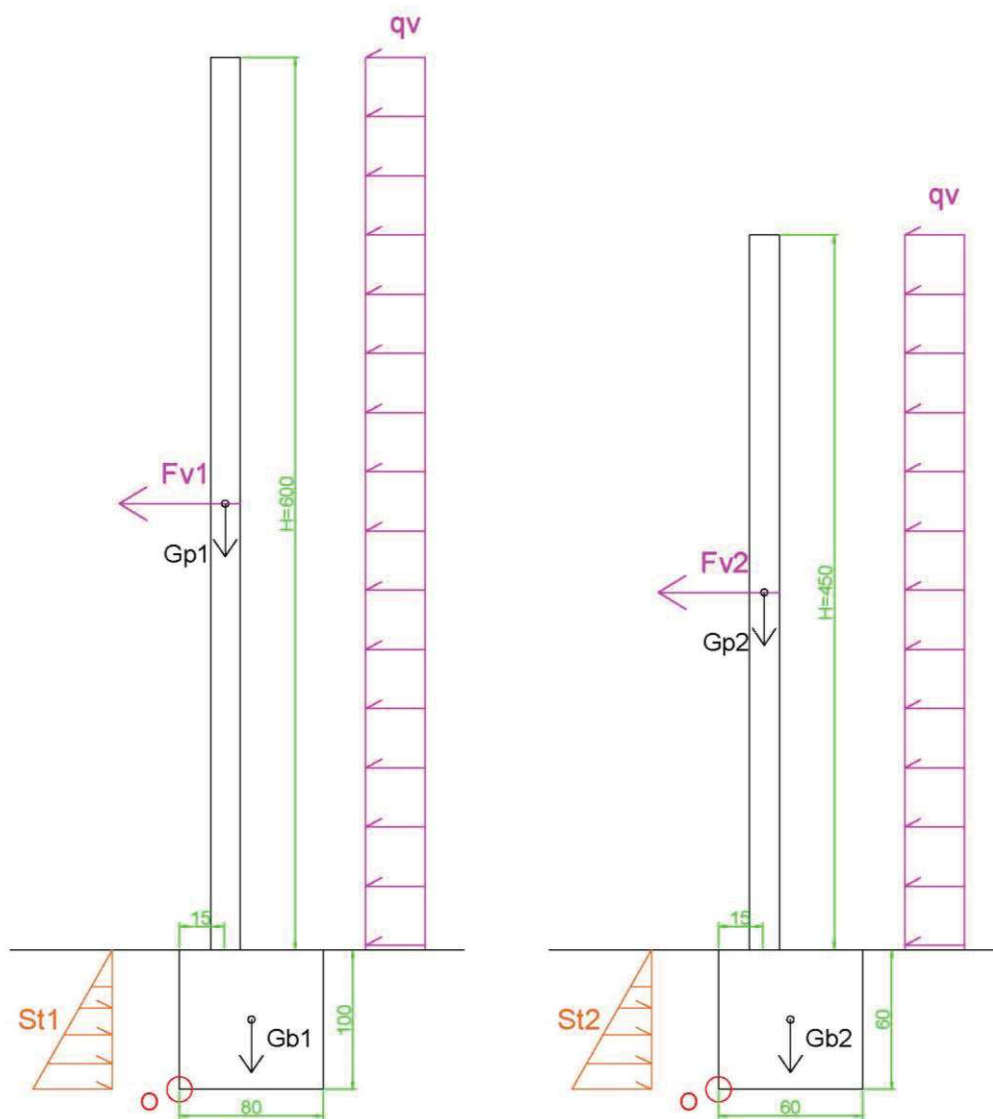
$$M_{Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

Le verifiche risultano entrambe verificate.

- Verifica a ribaltamento

Le verifica a ribaltamento viene quindi effettuata secondo l'approccio EQU; la stessa si ritiene soddisfatta se il momento ribaltante M_r dovuto all'azione del vento agente nel fusto del palo, risulta inferiore al momento stabilizzante M_s , dovuto ai pesi propri del palo e del plinto, rispetto allo spigolo esterno della base del plinto di fondazione (come da immagini schematiche seguenti): $M_r / M_s < 1$



Considerando i seguenti dati del terreno:

Angolo attrito	φ	20	°
Peso volume	γ_1	18	kN/m^3
Inclinaz. terrapieno	β	0	°
Attrito terreno-parete	δ	7	°

Considerando i seguenti dati dei pali/plinti:

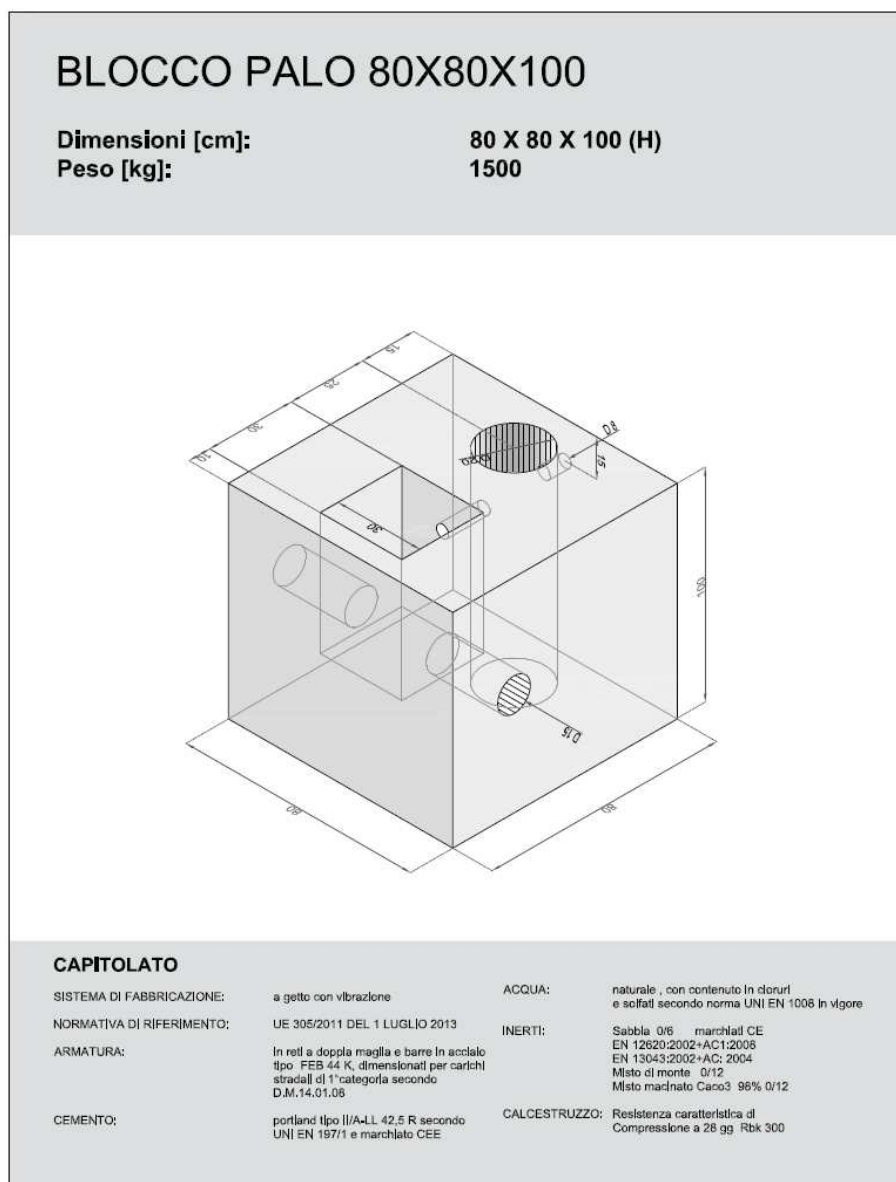
peso palo 1= 62kg

peso palo 2= 27kg

peso plinto 1 = 1500kg

peso plinto 2 = 460kg

I dettagli dei plinti previsti per l'installazione delle due tipologie di pali, sono riportati nelle due schede seguenti:



- Blocco in calcestruzzo prefabbricato 1: 80x80x100cm per pali H=6m

-Azione ribaltante Mr1 (rispetto al punto O):

$$\text{VENTO } F_{v1} = q_v \times A = (100\text{kg/mq} \times 0,55\text{mq}) = 55 \text{ kg}$$

$$\mathbf{Mr1} = 55\text{kg} \times (6/2\text{m} + 1\text{m}) = 220 \text{ kgm} \times 1,5 \text{ (coeff. sicurezza)} = \mathbf{330\text{kg}}$$

con A=area palo investita dall'azione del vento.

-Azione stabilizzante Ms1 (rispetto al punto O):

$$\text{M,PESO DEL PALO } G_{p1} = 62\text{kg} \times 0,15\text{m} = 9 \text{ kgm}$$

$$\text{M,PESO DEL BLOCCO } G_{b1} = 1500\text{kg} \times 0,4\text{m} = 600 \text{ kgm}$$

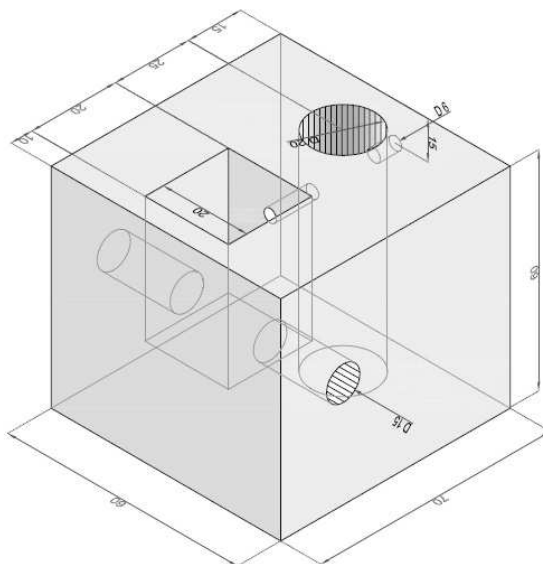
Nota: a favore di sicurezza si trascura la resistenza passiva del terreno a valle (St1).

$$\mathbf{Ms1} = (9+600)\text{kgm} \times 0,9 \text{ (coeff. sicurezza)} = \mathbf{548 \text{ kg}}$$

Mr1 < Ms1 VERIFICA SODDISFATTA

BLOCCO PALO 60X70X60

Dimensioni [cm]: 60 X 70 X 60 (H)
Peso [kg]: 460



CAPITOLATO

SISTEMA DI FABBRICAZIONE:	a getto con vibrazione	ACQUA:	naturale, con contenuto in cloruri e solfati secondo norme UNI EN 1008 in vigore
NORMATIVA DI RIFERIMENTO:	UE 305/2011 DEL 1 LUGLIO 2013	INERTI:	Sabbia 0/6 marchiato CE EN 12620:2002+AC1:2008 EN 13043:2002+AC: 2004 Misto di monte 0/12 Misto macinato Caco3 98% 0/12
ARMATURA:	In reti a doppia maglia e barre in acciaio tipo FEB 44 K, dimensionati per carichi stradali di 1ª categoria secondo D.M. 14.01.08	CALCESTRUZZO:	Resistenza caratteristica di Compressione a 28 gg R _{bk} 300
CEMENTO:	portland tipo II/A-L 42,5 R secondo UNI EN 197/1 e marchiato CEE		

- Blocco in calcestruzzo prefabbricato 2: 60x70x60cm per pali H=4,5m

-Azione ribaltante Mr2 (rispetto al punto O):

$$\text{VENTO } F_{v2} = q_v \times A = (100\text{kg/mq} \times 0,36\text{mq}) = 36 \text{ kg}$$

$$\mathbf{Mr2} = 36\text{kg} \times (4,5/2\text{m} + 0,6\text{m}) = 103 \text{ kgm} \times 1,5 \text{ (coeff. sicurezza)} = \mathbf{155 \text{ kg}}$$

con A=area palo investita dall'azione del vento.

-Azione stabilizzante Ms2 (rispetto al punto O):

$$\text{M,PESO DEL PALO } G_{p2} = 27\text{kg} \times 0,15\text{m} = 4 \text{ kgm}$$

$$\text{M,PESO DEL BLOCCO } G_{b2} = 460\text{kg} \times 0,35\text{m} = 161 \text{ kgm}$$

$$\text{M,RESISTENZA PASSIVA TERRENO } St2 = 111\text{kg} \times 0,2\text{m} = 22 \text{ kgm}$$

$$\mathbf{Ms2} = (4+161+22)\text{kgm} \times 0,9 \text{ (coeff. sicurezza)} = \mathbf{168 \text{ kg}}$$

Mr2 < Ms2 VERIFICA SODDISFATTA

- **Verifica a scorrimento sul piano di posa**

Le verifica a scorrimento sul piano di posa viene effettuata secondo l'approccio 2 (A1+M1+R3); la stessa si intende verificata se la forza di scorrimento F_{scorr} , dovuta all'azione del vento, risulta inferiore alla forza stabilizzante F_{stab} , dovuta all'attrito tra terreno e blocco alla base e dalla spinta passiva del terreno di "valle":

PALO-BLOCCO 1

-Forza di scorrimento $F_{scorr.1}$:

F_{scorr1} = azione del vento orizzontale x area palo investita dal vento

$$= (100\text{kg/mq} \times 0,55) = 55\text{kg} \times 1,5 = \mathbf{83\text{ kg}}$$

-Forza stabilizzante F_{stab1} :

F_{stab1} = $F_{stab,attr} + F_{stab,pass} = 174\text{kg} + 321\text{kg} = \mathbf{495\text{ kg}}$

$$F_{stab,attr} = (G_{p1} + G_{b1}) \cdot \tan\phi_{attr} / \gamma_r = (62 + 1500) \cdot \tan 7^\circ / 1.1 = 174\text{kg}$$

$$F_{stab,pass} = 353\text{kg} / 1.1 = 321\text{kg}$$

$F_{scorr1} < F_{stab1}$ VERIFICA SODDISFATTA

PALO-BLOCCO 2

-Forza di scorrimento $F_{scorr.2}$:

F_{scorr2} = azione del vento orizzontale x area palo investita dal vento

$$= (100\text{kg/mq} \times 0,36) = 36\text{kg} \times 1,5 = \mathbf{55\text{ kg}}$$

-Forza stabilizzante F_{stab2} :

F_{stab2} = $F_{stab,attr} + F_{stab,pass} = 54\text{kg} + 100\text{kg} = \mathbf{154\text{ kg}}$

$$F_{stab,attr} = (G_{p1} + G_{b1}) \cdot \tan\phi_{attr} / \gamma_r = (27 + 460) \cdot \tan 7^\circ / 1.1 = 54\text{kg}$$

$$F_{stab,pass} = 111\text{kg} / 1.1 = 100\text{ kg}$$

$F_{scorr2} < F_{stab2}$ VERIFICA SODDISFATTA

- Verifica a capacità portante (GEO)

La verifica allo stato limite ultimo dell'insieme fondazione terreno (GEO) – “verifiche di capacità portante” – è stata effettuata secondo l'approccio 2 (A1+M1+R3) tenendo conto dei coefficienti parziali per le azioni, i parametri geotecnici e per le resistenze.

PALO-BLOCCO 1

Le verifiche degli elementi di fondazione sono state effettuate utilizzando l'approccio 2.

Coefficienti parziali per le azioni, per verifiche in condizioni statiche:

Permanenti strutturali, sicurezza a favore	$\gamma_A = 1.00$;
Permanenti strutturali, sicurezza a sfavore	$\gamma_A = 1.30$;
Permanenti non strutturali, sicurezza a favore	$\gamma_A = 0.00$;
Permanenti non strutturali, sicurezza a sfavore	$\gamma_A = 1.50$;
Variabili, sicurezza a favore	$\gamma_A = 0.00$;
Variabili, sicurezza a sfavore	$\gamma_A = 1.50$.

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici:

Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_M = 1.00$;
Coesione efficace	$\gamma_M = 1.00$;
Coesione non drenata	$\gamma_M = 1.00$;

Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni superficiali:

Capacità portante	$\gamma_R = 2.30$;
Scorrimento	$\gamma_R = 1.10$;

Simbologia

β	=Inclinazione del piano di campagna
γ_t	=Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
η	=Inclinazione del piano di posa della fondazione
φ'_t	=Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
$\sigma_{v0,f}$	=Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
B	=Base della fondazione
B'	=Base della fondazione reagente
CC	=Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
D	=Profondità del piano di posa della fondazione
L	=Lunghezza della fondazione ($L > B$)
L'	=Lunghezza della fondazione reagente
M _x	=Momento intorno all'asse X
M _y	=Momento intorno all'asse Y
N	=Sforzo normale
N _c	=Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
N _g	=Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
N _q	=Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
R _d	=Resistenza di progetto (Carico limite)
Sic.	=Sicurezza
T _x	=Taglio in dir. X
T _y	=Taglio in dir. Y
b _c	=Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
b _g	=Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
b _q	=Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
c' _t	=Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
i _c	=Fattore di inclinazione relativo alla coesione
i _g	=Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
i _q	=Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
q _{lim}	=Pressione limite
s _c	=Fattore di forma relativo alla coesione
s _g	=Fattore di forma relativo al peso del terreno
s _q	=Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale

Verifiche capacità portante

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche

Metodo utilizzato: Indicazioni EC7

Plinto n. 1

B=0.70 <m> L=0.80 <m> D=1.00 <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=1875.45$ <daN/mc>

$\sigma_{v0,f}=1800.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_r=20.64$ <grad> $c'_r=564.07$ <daN/mq>

$N_q=6.82$ $N_c=15.45$ $N_g=4.39$ $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_g=1.00$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _q	s _c	s _g	i _q	i _c	i _g	q _{i,m} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
1	1586.18	85.50	0.00	0.00	342.00	0.27	0.80	1.12	1.14	0.90	1.00	1.00	1.00	24652.10	2304.66	1.453

Cedimenti

Metodo utilizzato: Bowles

Simbologia

v_r =Coefficiente di Poisson rappresentativo del terreno di fondazione

B =Base della fondazione

CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Ced=Cedimento calcolato

D =Profondità del piano di posa della fondazione

E_r =Modulo elastico rappresentativo del terreno di fondazione

H =Spessore del terreno responsabile del cedimento

I_f =Coefficiente di profondità

I_s =Coefficiente di influenza

L =Lunghezza della fondazione (L>B)

N =Sforzo normale

kw =Costante di sottofondo

q_{es} =Pressione di esercizio

Plinto n. 1

B=0.70 <m> L=0.80 <m> D=1.00 <m> H=3.50 <m> $E_r=586000.00$ <daN/mq> $v_r=0.33$

$I_s=0.54$ $I_f=0.61$ $kw=1440640.00$ <daN/mc>

CC	N <daN>	q_{es} <daN/mq>	Ced <cm>
1	1586.18	2832.47	0.20
2	1543.22	2755.75	0.19
3	1543.22	2755.75	0.19
4	1543.22	2755.75	0.19

PALO-BLOCCO 2

Le verifiche degli elementi di fondazione sono state effettuate utilizzando l'approccio 2.

Coefficienti parziali per le azioni, per verifiche in condizioni statiche:

Permanenti strutturali, sicurezza a favore $\gamma_A = 1.00$;

Permanenti strutturali, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.30$;

Permanenti non strutturali, sicurezza a favore $\gamma_A = 0.00$;

Permanenti non strutturali, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.50$;

Variabili, sicurezza a favore $\gamma_A = 0.00$;

Variabili, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.50$.

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici:

Tangente dell'angolo di attrito $\gamma_M = 1.00$;

Coesione efficace $\gamma_M = 1.00$;

Coesione non drenata $\gamma_M = 1.00$;

Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni superficiali:

Capacità portante $\gamma_R = 2.30$;

Scorrimento $\gamma_R = 1.10$;

Simbologia

β =Inclinazione del piano di campagna

γ_t =Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
 η =Inclinazione del piano di posa della fondazione
 φ'_t =Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
 $\sigma_{v0,f}$ =Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
 B =Base della fondazione
 B' =Base della fondazione reagente
 CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
 D =Profondità del piano di posa della fondazione
 L =Lunghezza della fondazione ($L>B$)
 L' =Lunghezza della fondazione reagente
 M_x =Momento intorno all'asse X
 M_y =Momento intorno all'asse Y
 N =Sforzo normale
 N_c =Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
 N_g =Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
 N_q =Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
 R_d =Resistenza di progetto (Carico limite)
 $Sic.$ =Sicurezza
 T_x =Taglio in dir. X
 T_y =Taglio in dir. Y
 b_c =Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
 b_g =Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
 b_q =Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
 c'_t =Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
 i_c =Fattore di inclinazione relativo alla coesione
 i_g =Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
 i_q =Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
 q_{lim} =Pressione limite
 s_c =Fattore di forma relativo alla coesione
 s_g =Fattore di forma relativo al peso del terreno
 s_q =Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale

Verifiche capacità portante

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche

Metodo utilizzato: Indicazioni EC7

Plinto n. 2

$B=0.60$ <m> $L=0.70$ <m> $D=0.60$ <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_t=1800.00$ <daN/mc>
 $\sigma_{v0,f}=1080.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\varphi'_t=18.00$ <grad> $c'_t=300.00$ <daN/mq>
 $N_q=5.26$ $N_c=13.10$ $N_g=2.77$ $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_g=1.00$

CC	N <daN>	T _x <daN>	T _y <daN>	M _x <daNm>	M _y <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _q	s _c	s _g	i _q	i _c	i _g	q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
1	713.87	50.62	0.00	0.00	144.28	0.30	0.60	1.15	1.19	0.85	1.00	1.00	1.00	11841.40	913.67	1.280

Cedimenti

Metodo utilizzato: Bowles

Simbologia

v_t =Coefficiente di Poisson rappresentativo del terreno di fondazione
 B =Base della fondazione
 CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
 Ced =Cedimento calcolato
 D =Profondità del piano di posa della fondazione
 E_r =Modulo elastico rappresentativo del terreno di fondazione
 H =Spessore del terreno responsabile del cedimento
 I_f =Coefficiente di profondità
 I_s =Coefficiente di influenza
 L =Lunghezza della fondazione ($L>B$)
 N =Sforzo normale
 kw =Costante di sottofondo
 q_{es} =Pressione di esercizio

Plinto n. 2

$B=0.60$ <m> $L=0.70$ <m> $D=0.60$ <m> $H=3.00$ <m> $E_r=733000.00$ <daN/mq> $v_t=0.33$
 $I_s=0.54$ $I_f=0.67$ $kw=1895910.00$ <daN/mc>

CC	N <daN>	q _{es} <daN/mq>	Ced <cm>
1	713.87	1699.69	0.09
2	694.51	1653.60	0.09
3	694.51	1653.60	0.09
4	694.51	1653.60	0.09

NOTE:

Si precisa comunque che relativamente ai pali di pubblica illuminazione, in fase esecutiva dovranno essere effettuate scelte in modo da avere i seguenti dati:

- Pali tipo 1 = altezza max fuori terra 6m
- Pali tipo 2 = altezza max fuori terra 4,5m
- Blocco di fondazione per palo tipo 1 completamente interrato e dimensioni 80x80x100cm (peso minimo 1500kg);
- Blocco di fondazione per palo tipo 2 completamente interrato e dimensioni 60x70x60cm (peso minimo 460kg).