



PROVINCIA DI AGRIGENTO



COMUNE DI RACALMUTO

**PROGETTO ESECUTIVO PER I LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO PER LA RIDUZIONE DEI CONSUMI DI ENERGIA DELL'IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE DI PROPRIETÀ COMUNALE - PO FERS 2014-2020 - ASSE PRIORITARIO 4 "ENERGIA SOSTENIBILE E QUALITÀ DELLA VITA" OBIETTIVO TEMATICO OT4 – AZIONE 4.1.3. - CODICE CARONTE SI\_1\_22749 - CUP: F58H18000020006**

**COMMITTENTE**

**Comune di Racalmuto**  
**RUP Ing. Francesco Puma**  
Via Vittorio Emanuele 15  
92020 Racalmuto AG

**D.L.**

**MCI Associati**  
Ingg. Marino, Chiarelli, Caico e Geom.  
Iannuzzo, via Ten. Col. La Carrubba n.  
18 - 92020 Canicatti (AG)

**PROGETTAZIONE**



Ingg. Marino, Chiarelli, Caico e Geom.  
Iannuzzo, via Ten. Col. La Carrubba n.  
18 - 92020 Canicatti (AG)

IN RAPPRESENTANZA DEL GRUPPO DI PROGETTAZIONE

**Ing. R. Caico**

N° 1565  
ORDINE INGEGNERI AGRIGENTO



**VISTI E APPROVAZIONI**

TITOLO

**RELAZIONE DI VERIFICA DI STABILITA' DEL PALO**

TAV. N°

**1.4**

SCALA

-

REV.	DATA	MOTIVAZIONE	REDATTO	VERIFICATO	AUTORIZZATO	Pratica 1314_2023
I	Agosto 2023	PROGETTO ESECUTIVO	Marino, Caico, Chiarelli	Iannuzzo	Marino	
II						
III						

SERVIZI  
TECNICI  
INTEGRATI

**MCI ASSOCIATI**

92024 Canicatti (Ag) - Via Ten. Col. La Carrubba, 18  
TEL +39.0922.155 10 32 CELL +39.334.10 31 290  
MAIL: info@mciassociati.it PEC: mail@pec.mciassociati.it

Questo documento è di nostra proprietà esclusiva; è proibita la riproduzione anche parziale e la cessione a terzi senza la nostra autorizzazione.

## INDICE

1. PREMESSA
2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI
3. CARATTERISTICHE TECNICHE COMPONENTI
4. CALCOLO AZIONI
5. CALCOLO MOMENTI E VERIFICA A RIBALTAMENTO
6. CONCLUSIONI

## 1. PREMESSA

La presente relazione riporta i calcoli di verifica a ribaltamento dei pali di pubblica illuminazione nell'ambito dei Lavori di efficientamento energetico ed adeguamento degli Impianti di Pubblica illuminazione di proprietà del Comune di Racalmuto.

Relativamente ai corpi luce da installare su palo, si prevedono tre configurazioni:

- 1) Corpo luce LED su palo diritto tronco conico H= 7 ml;
- 2) Corpo Luce LED su palo diritto tronco conico H= 6 ml;
- 3) Corpo Luce LED su palo diritto tronco conico H= 9 ml;

Considerato che il blocco di fondazione previsto in progetto è uguale per tutte e tre le tipologie di palo, la configurazione più gravosa ai fini della verifica risulta quella del palo avente altezza maggiore e per cui si effettuerà la verifica su tale tipologia e i risultati saranno estesi a vantaggio di sicurezza al resto delle configurazioni.

## 2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

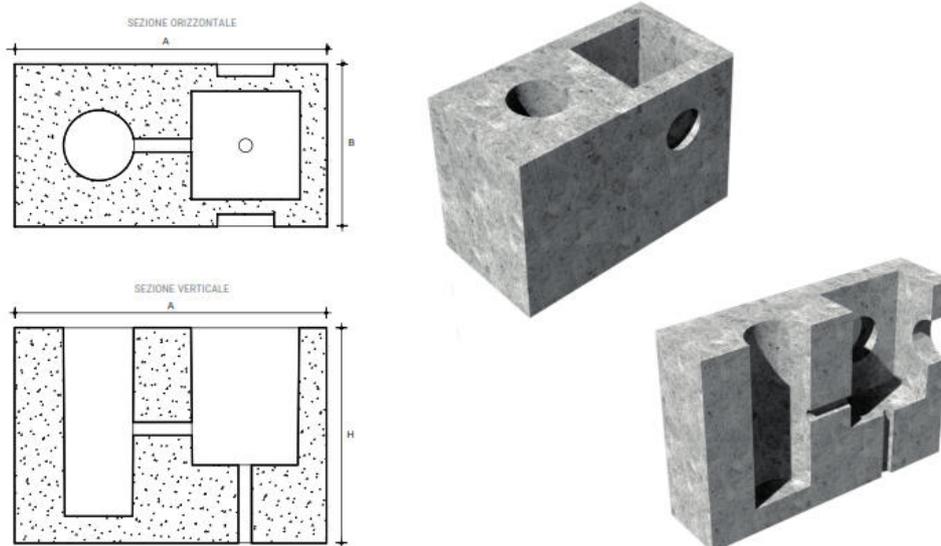
- **Normativa di riferimento: D.M. 17/01/2018** - *"Norme tecniche per le costruzioni"* e relativa **C.M. n.7/2019** - *"Istruzioni per l'applicazione nuove Norme Tecniche Costruzioni"*
- **Legge 186/68** *"Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici"*;
- **Direttiva n. 2006/95/CEE Bassa Tensione sulle garanzie di sicurezza del materiale elettrico**;
- **D.Lgs. 285/92 e s.m.i.** *"Nuovo Codice della Strada"*;
- **D.P.R. 495/92** *"Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada"*;
- **Legge 10/91** *"Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia"*;
- **UNI 11248 ed. Ottobre 2007** *"Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche (integrata con le norme UNI EN 13201 – 2/3/4)"*;
- **UNI 10819 ed. Marzo 1999** *"Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso"*;
- **UNI 11356** *"Caratterizzazione fotometrica degli apparecchi di illuminazione a LED"*;

- **CEI 11-27** "Lavori su impianti elettrici";
- **CEI 64-7 fasc. 4618** "Impianti elettrici di illuminazione pubblica";
- **CEI 64-8** "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c.";
- **CEI 64-19** "Guida agli impianti di illuminazione esterna";
- **CEI EN 61439-1** "Apparecchiature assiegate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 1: apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)";
- **CEI EN 61386-1** "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche";
- **UNI EN 40-3-1** "Pali per illuminazione pubblica";
- **CEI EN 60598-1** "Apparecchi di illuminazione";
- **CEI 20-40** "Guida per l'uso di cavi a bassa tensione";
- **CEI 20-67** "Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV";
- **CEI 11-4** "Esecuzione delle linee elettriche esterne";
- **CEI 11-17** "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo";
- **UNI 11431 ed. Novembre 2011** "Luce e illuminazione - Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso";
- **Legge della Regione Sicilia 22 Aprile 2005 n. 4**, "Norme riguardanti il contenimento dei consumi energetici e il miglioramento dei livelli qualitativi delle abitazioni. Disposizioni volte alla riduzione dell'inquinamento luminoso. Deroga ai regolamenti edilizi comunali per le farmacie " e successive modifiche integrazioni;

### 3. CARATTERISTICHE TECNICHE COMPONENTI

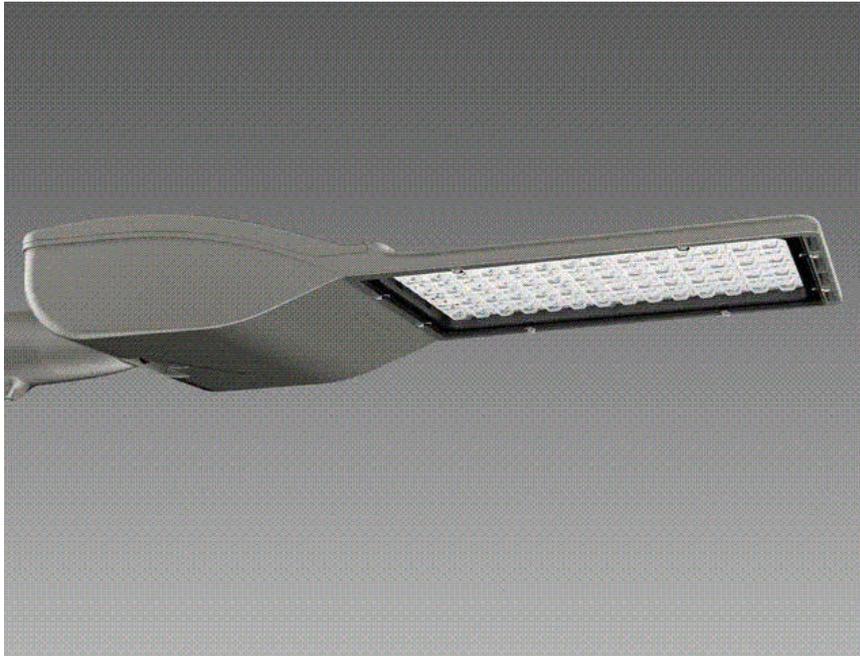
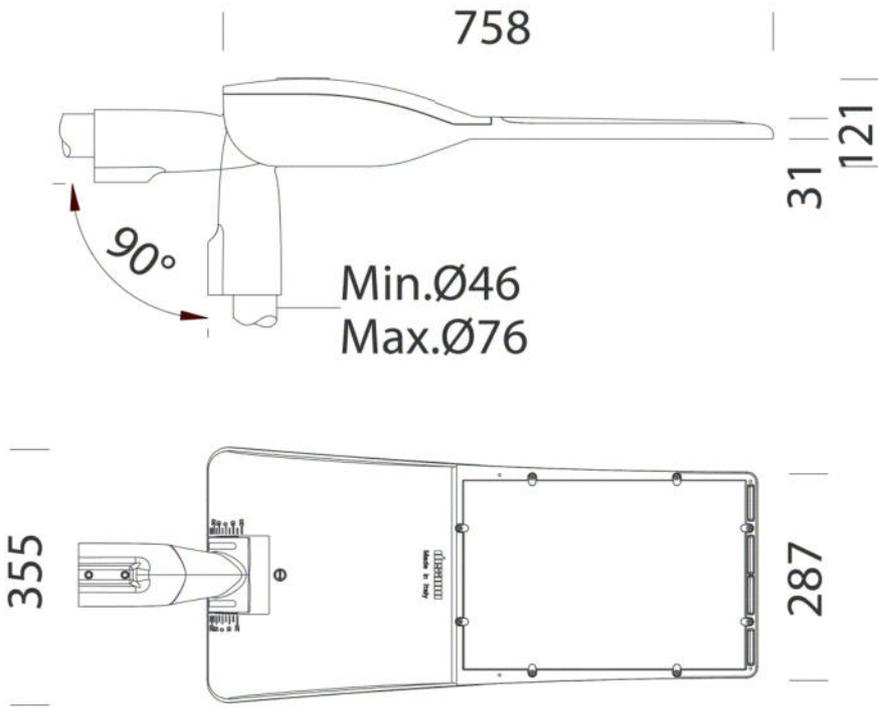
Per come precisato in premessa, di seguito si descrivono i componenti del sistema armatura, palo e plinto di fondazione:

- Plinto di Base del Tipo Prefabbricato in CLS con o senza armatura, attrezzato con asola per innesto palo, cavo pozzetto dimensioni 40x40x50 cm, foro inferiore cenro pozzetto per posizionamento paletto di terra e fori pareti laterali per innesto cavidotti e cablaggi.



Dimensioni medie: A= 110 cm; B= 65 cm; H= 95 cm Peso minimo blocco = 1000 kg

- Palo tronco conico diritto in acciaio zincato S235JR secondo UNI 10025 saldata longitudinalmente, avente carico di rottura 360 - 460 N/mm<sup>2</sup>, avente diametro di base D=158 mm, diametro alla testa d=60 mm, h= 9,80 e spessore s = 4 mm. Peso minimo Palo 100 kg.
- Armatura a LED Tipo Disano 3495 Giovi W2 o equivalente, con corpo in alluminio, doppio isolamento, peso massimo 12 kg.



#### 4. CALCOLO AZIONI

Secondo le vigenti disposizioni legislative in materia, di cui alle NTC 2018 e correlati, per la verifica di stabilità al ribaltamento del complesso apparecchio-palo-fondazione, le azioni da considerare sono:

- Azione Variabile Dominante: Vento su palo e armatura (ribaltante)
- Peso proprio Palo diritto: azione permanente (stabilizzante)
- Peso proprio Blocco fondazione: azione permanente (stabilizzante)
- Rinfianco in CLS plinto di fondazione: azione permanente (stabilizzante)
- Peso proprio armatura: azione permanente (può essere stabilizz. o destabilizz.)
- Eventuale Terreno o sovrastrutture sul blocco di fondazione: perm. (stabilizzante)

Il peso e la geometria di tutti i componenti sono noti e per cui si riepilogano:

Peso Plinto di base: min. 1.000 kg

Peso rinfianco in CLS circa 0,9 mc = 2.160 kg

Peso Palo h= 9.80: min. 100 kg

Peso Armatura LED: max 12 kg

Peso ricoprimento Plinto: assente o comunque non considerato a vantaggio di sicurezza

Di seguito si Riporta il calcolo dell'azione del vento:

#### LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Località: RACALMUTO

Provincia: AGRIGENTO

Regione: SICILIA

Coordinate GPS:

Latitudine : 37,40800 N

Longitudine: 13,73400 E

Altitudine s.l.m.: 445,0 m

#### CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO

Normativa di riferimento:

D.M. 17 gennaio 2018 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Cap. 3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI - Par. 3.3 e 3.4

VENTO:

Zona vento = 4

Velocità base della zona,  $V_{b.o} = 28 \text{ m/s}$  (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona,  $A_o = 500 \text{ m}$  (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito,  $A_s = 445 \text{ m}$

Velocità di riferimento,  $V_b = 28,00 \text{ m/s}$  ( $V_b = V_{b.o}$  per  $A_s \leq A_o$ )

Periodo di ritorno,  $T_r = 50$  anni

$C_r = 1$  per  $T_r = 50$  anni

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto,  $V_r = V_b C_r = 28,00 \text{ m/s}$

Classe di rugosità del terreno: B

[Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive]

Esposizione: Cat. III - Entroterra fino a 30 km dal mare

( $K_r = 0,20$ ;  $Z_o = 0,10 \text{ m}$ ;  $Z_{min} = 5 \text{ m}$ )

Pressione cinetica di riferimento,  $q_b = 49 \text{ daN/mq}$

Coefficiente di forma,  $C_p = 1,80$

Coefficiente dinamico,  $C_d = 1,00$

Coefficiente di esposizione,  $C_e = 1,91$

Coefficiente di esposizione topografica,  $C_t = 1,00$

Altezza media Palo,  $h = 7,00 \text{ m}$

Pressione del vento,  $p = q_b C_e C_p C_d = 168,46 \text{ daN/mq}$

TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA:

Zona: IV

$T_{min} = -6,01^\circ$  [NTC 3.5.7]

$T_{max} = 41,11^\circ$  [NTC 3.5.8]

## 5. CALCOLO MOMENTI AGENTI E VERIFICA A RIBALTAMENTO

Secondo le vigenti disposizioni legislative in materia, di cui alle NTC 2018 e correlati, per la verifica di stabilità al ribaltamento agli stati limite ultimi di Equilibrio (SLU EQU), si procede al calcolo del momento ribaltante e del momento stabilizzante. La verifica sarà positiva se il momento stabilizzante risulta superiore al momento ribaltante. La verifica e quindi il calcolo dei momenti viene eseguita secondo la direzione di minore inerzia stabilizzante, ossia in direzione laterale, non considerando (a vantaggio di sicurezza) l'azione stabilizzante del terreno laterale.

I coefficienti di configurazione e combinazione di carico sono:

- ↪  $\gamma_{G1, sfav} = 1,1$  per i carichi permanenti strutturali G1
- ↪  $\gamma_{G1, fav} = 0,9$  per i carichi permanenti strutturali G1
- ↪  $\gamma_{G2, sfav} = 1,5$  per i carichi permanenti non strutturali G2
- ↪  $\gamma_{G2, fav} = 0$  per i carichi permanenti non strutturali G2
- ↪  $\gamma_{Q, sfav} = 1,5$  per i carichi variabili Q
- ↪  $\gamma_{Q, fav} = 0$  per i carichi variabili Q

Il momento ribaltante vale:

$$\mathbf{MRd} = \gamma_Q * (p_W * d * H * H' / 2 + p_w * A_{arm} * H') = 1.395,42 \text{ Kg*m}$$

dove:

- Mrd: momento ribaltante SLU EQU
- $\gamma_Q$ : coefficiente di combinazione azione variabile del vento: 1,5
- $p_W$ : pressione cinetica del vento: 168,46 Kg/mq
- d: diametro medio del palo: 0,11 m
- H: altezza fuori terra del palo: 9,00 ml
- H': altezza da testa palo a base plinto: 9,95 ml
- A arm: area laterale Armatura Stradale: 0,06 mq

Il momento stabilizzante vale:

$$\mathbf{Msd} = \gamma_{G1} * (P_{pl} + P_{pal}) * B / 2 = 1.472,40 \text{ Kg*m}$$

dove:

- Msd: momento stabilizzante SLU EQU
- $\gamma_{G1}$ : coefficiente di combinazione azione permanenti str.: 0,9
- Ppl: peso plinto + rinfiando in CLS: 3.160,00 Kg
- Ppal: peso del palo + armatura: 112,00 kg
- B: larghezza trasversale del plinto con rinfiando in cls: 1,00 m

Per cui risulta:

$$\mathbf{Msd} = 1.472,40 \text{ kgxm} > \mathbf{MRd} = 1.395,42 \text{ kgxm} \quad \mathbf{VERIFICA POSITIVA}$$

## 6. CONCLUSIONI

La presente relazione riporta la verifica a ribaltamento del sistema Armatura-Palo-Blocco fondazione, la stessa risulta positiva nel rispetto delle indicazioni e prescrizioni di cui alle vigenti normative di settore. Non sono state effettuate specifiche verifiche strutturali di resistenza del palo in acciaio zincato, poiché lo stesso da voce e specifiche di capitolato deve risultare certificato per le altezze previste in progetto.