

# **COMUNE DI PORTOMAGGIORE (Ferrara)**

## **Piano Particolareggiato di Iniziativa Pubblica IL PERSICO**

**(Rinnovo con variante PPIP approvato con  
delibera C.C. n.10 del 07.02.2005)**

### **Elaborato 7.1**

**Estensione impianto di  
illuminazione pubblica:  
Relazione tecnica e calcolo  
illuminotecnico**

**Allegato alla delibera di Giunta Unione  
Valli e Delizie n. 31 in data 24.05.2018  
"APPROVAZIONE rinnovo con variante  
PPIP di iniziativa pubblica IL PERSICO"**

**Il Segretario Generale**  
*D.ssa Rita Crivellari*

## GRUPPO DI LAVORO

**Progettista:** *Ing. Luisa Cesari*  
Dirigente del Settore Tecnico del Comune di Portomaggiore  
Dirigente del Settore Programmazione Territoriale dell'Unione dei Comuni Valli e Delizie



COMUNE DI PORTOMAGGIORE  
(Provincia di Ferrara)

**Collaboratori:** *Ing. Federico Gessi – Geom. Massimo Dallafina*  
**Cartografia:** *Geom. Patrizia Foschini*

Unione dei Comuni

*Valli e Delizie*

ARGENTA | OSTELLATO | PORTOMAGGIORE

**Collaboratori:** *Geom. Claudia Benini, Geom. Gabriella Romagnoli*

**Elaborato redatto da:**



*A firma*  
**Ing. Stefano Bonino**  
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Torino al n. 7685J



Regione Emilia Romagna  
**COMUNE DI PORTOMAGGIORE**  
 Provincia di Ferrara



# PROGETTO ESECUTIVO DEGLI INTERVENTI

## *Ampliamento impianto*

COMUNE DI  
**PORTOMAGGIORE**  
 Prdt.0012510/I del 20/11/2017 -  
 SoraProtocollo  
 Classificazione: 06.05  
 SEPROG

--	--

TIMBRO / FIRMA



COMMITTENTE

**COMUNE DI PORTOMAGGIORE (FE)**

OGGETTO

**Relazione tecnica**

TAV. / ALLEGATO

**RT**

REV.	MODIFICHE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DATA
00	EMISSIONE	EXIT - EB	EXIT - AP		10.2017



## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	3
<b>2. STATO DI FATTO</b> .....	3
<b>3. STATO DI PROGETTO</b> .....	3
<b>4. SCHEDE TECNICHE DEI MATERIALI E DELLE APPARECCHIATURE</b> .....	5
4.1 Aec I-Tron Series .....	6
<b>5. PRESCRIZIONI ADOTTATE PER L'IMPIANTO ELETTRICO</b> .....	8
5.1 Impianto Di Terra .....	8
5.2 Sistemi Tt-Interruttori Differenziali .....	8
5.3 Impianti Di Classe Ii .....	9
5.4 Resistenza Di Isolamento .....	9
5.5 Protezione Da Contatti Indiretti .....	10
5.6 Protezione Contro I Contatti Diretti .....	10
5.7 Caduta Di Tensione .....	11
<b>6. CALCOLO DEI SOSTEGNI</b> .....	14
6.1 Introduzione .....	14
6.2 Verifica A Ribaltamento .....	14
6.3 Pressione Cinetica Del Vento .....	15
6.4 Materiali .....	15
6.5 Dimensioni .....	16
6.6 Processo Di Saldatura .....	16
6.7 Protezione Contro L'urto Meccanico .....	16
6.8 Passaggi Dei Cavi .....	16
6.9 Zone Del Palo Da Proteggere Contro La Corrosione .....	16
6.10 Marcatura .....	17
6.11 Verifica Statica – Sostegno E Blocco Di Fondazione .....	17



7. BLOCCO DI FONDAZIONE: PARTICOLARE COSTRUTTIVO .....	19
8. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI .....	20
9. ELABORATI GRAFICI, SCHEMI FUNZIONALI, PLANIMETRIE .....	23



## 1. Premessa

La presente offerta è stata redatto a partire dalle indicazioni dell'Amministrazione Contraente, ed ha come oggetto l'ampliamento dell'impianto di pubblica illuminazione lungo Via Persico, nell'area industriale nel Comune di Portomaggiore in Provincia di Ferrara.

## 2. Stato Di Fatto

In questa sezione sono analizzate le informazioni inerenti lo stato di fatto dei tratti di strada sottoposti ad ampliamento. Tali informazioni consentono di effettuare le analisi progettuali volte alla scelta della tipologia di materiali e delle apparecchiature da installare conformemente alle normative applicabili.

- **Ampliamento impianto di Pubblica Illuminazione – Via del Persico:**

**Strada di Tipo F:** Strada locale extraurbana.

Criticità rilevate: Via del Persico si estende per circa 450m, i primi 350m sono adeguatamente illuminati grazie ai 13 punti luce attualmente installati, connessi al QE60 e già oggetto di riqualificazione. Il secondo tratto di strada, realizzato recentemente, si estende per circa 130m ed al momento è privo di impianto di illuminazione.

Nella planimetria annessa si evidenziano il tratto di strada oggetto d'ampliamento.





### 3. Stato Di Progetto

---

Con riferimento allo stato di fatto, sono stati individuati gli interventi da realizzarsi al fine di eliminare le criticità rilevate, pertanto l'intervento prevede di eseguire l'ampliamento dell'attuale impianto esistente grazie all'installazione di nuovi corpi illuminanti.

- **Ampliamento impianto di Pubblica Illuminazione – Via del Persico:**

L'ampliamento prevede l'installazione di n° 5 complessi illuminanti disposti lungo la strada oggetto di intervento, che con una distanza di circa 25m l'uno dall'altro, andranno a coprire un'estensione pari a circa 130m. Inoltre, sarà eseguita la posa in opera dei sostegni con le relative opere di fondazione e sarà eseguita la nuova linea di alimentazione di tipo interrato.

L'energia elettrica per l'alimentazione del nuovo tratto di impianto verrà prelevata dall'ultimo PL attualmente installato (PL 1829).

La posa in opera di ogni complesso illuminante per i PL è costituito da:

- Installazione dei nuovi sostegni comprensivi delle opere di fondazione:
  - Palo in acciaio S275JR secondo UNI EN 10025, laminato e zincato a caldo, rastremato, con asola per morsettiera, foro entrata cavi, piastrina di messa a terra e attacco per armatura diritto lunghezza 8,0 m, Ø base 127 mm, spessore 3,6 mm
- Installazione di nuovi corpi illuminanti a LED, caratterizzati da buona efficienza energetica e conformi alla normativa regionale in tema di inquinamento luminoso, con le relative opere civili:
  - Armatura Stradale LED con potenza pari a 59W, del tipo FIVEP KAI SMALL
- Installazione di nuove linee di alimentazione comprensiva delle opere di scavo e cavidotto:
  - Realizzazione di nuovo cavidotto per linee di dorsale interrata;
  - Posa in opera di nuova linea elettrica multipolare fino a sezione quadripolare 10 mmq in cavidotto: Cavo flessibile conforme CEI 20-13 e designazione secondo CEI UNEL 35011, isolato con gomma etilenpropilenica ad alto modulo con guaina in pvc, tensione nominale 0,6-1 kV, non propagante l'incendio conforme CEI 20-22 II; tetrapolare FG7OR; sezione 10 mmq.



#### 4. Schede tecniche dei materiali e delle apparecchiature

---

Tutti materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti sono adatti all'ambiente in cui sono installati e tali da resistere alle azioni meccaniche, chimiche e termiche alle quali possono essere sottoposti durante l'esercizio.

In particolare i materiali isolanti sono autoestinguenti e non igroscopici. Gli apparecchi di illuminazione hanno grado di protezione adeguato contro la penetrazione dei corpi solidi e liquidi.

I cavi sono provvisti di una guaina esterna in aggiunta al proprio isolamento.

Tutti i componenti elettrici sono muniti di marchio di qualità IMQ o d'altro marchio di conformità alle norme di uno dei paesi della Comunità Europea.

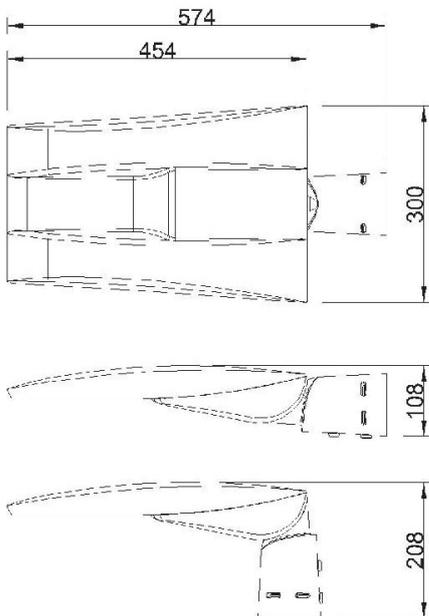
Sul materiale elettrico è riportata la marcatura CE secondo quanto previsto dalla direttiva bassa tensione (CEE 72/23 e 93/68).

In particolare gli apparecchi di illuminazione soddisfano le richieste della Terza Direttiva per l'applicazione dell'art. 2 della *Legge Regionale 29 settembre 2003, n. 19 "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico"*, approvata con DGR n. 1732/2015 e pubblicata sul BUR n.299 del 20/11/2015 .

Di seguito si riportano le schede tecniche delle armature facenti parte del Progetto Esecutivo dell'impianto di illuminazione pubblica del comune di Portomaggiore.

#### 4.1 FIVEP KAI SMALL

fivep  
lite



Gamma di armature stradali con sorgenti LED costituita dai modelli **KAI SMALL**, **KAI SMALL X**, **KAI MEDIUM**.

Estremamente compatte, caratterizzate da performance illuminotecniche particolarmente elevate. Adatte per l'illuminazione di svicoli, strade urbane ed extraurbane ad alto traffico veicolare e piste ciclo-pedonali.

Disponibili in due diverse ottiche: ciclabile e stradale.

CRI (indice di resa cromatica):  $\geq 70$ . Vita media dei LED 80000h@700mA@Ta25°C TM21.

Sistemi di controllo disponibili: autoapprendimento mezzanotte virtuale, 1-10V

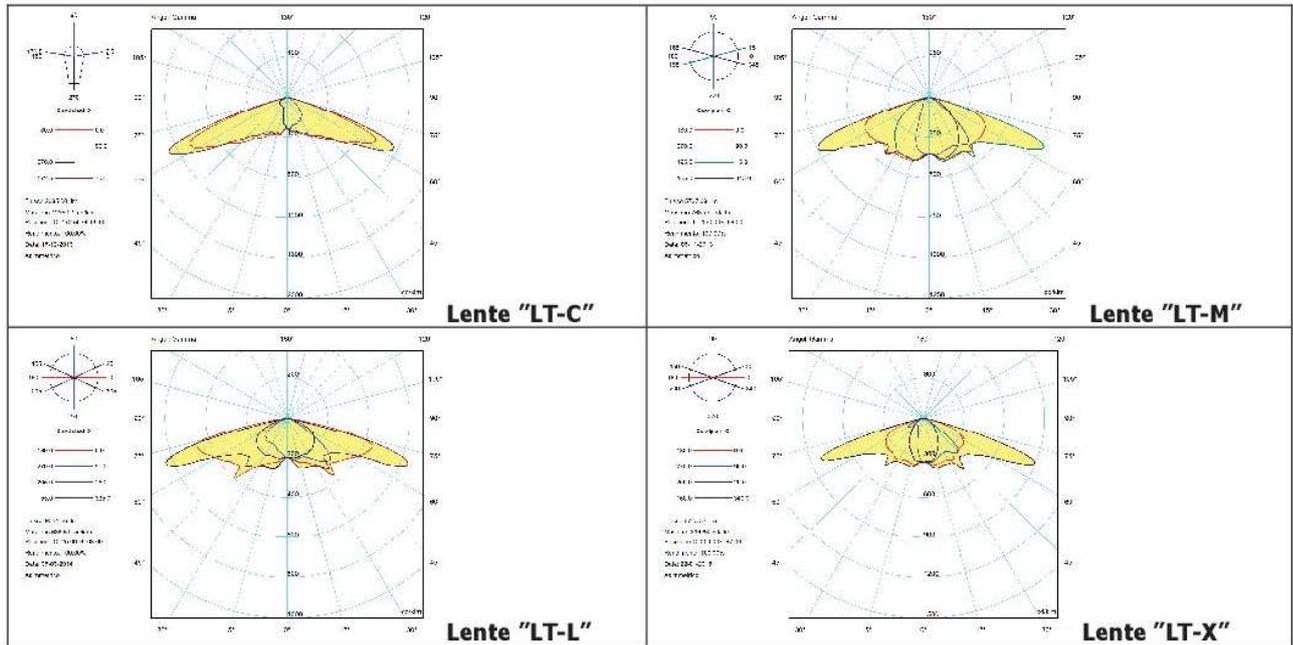
Apparecchio esente da rischio fotobiologico (EXEMPT GROUP) secondo EN 62471:2008 e successiva IEC/TR 62471:2009.

Classificazione: CUT OFF.

Numero Alimentazione	Led 4000K	Lumen Apparecchio	Watt Apparecchio	Lm/W Apparecchio	Lm piastra Led	Watt piastra led
KAI SMALL 16-4000K 700mA	LT-M \ LT-L \ LT-X \ LT-C	4.200	38	110	4.770	34
KAI SMALL 16-4000K 525mA	LT-M \ LT-L \ LT-X \ LT-C	3.335	28	119	3.790	25
KAI SMALL 16-4000K 350mA	LT-M \ LT-L \ LT-X \ LT-C	2.375	18	131	2.700	16
KAI SMALL 28-4000K 700mA	LT-M \ LT-L \ LT-X \ LT-C	7.225	67	107	8.210	59
KAI SMALL 28-4000K 525mA	LT-M \ LT-L \ LT-X \ LT-C	5.725	49	116	6.505	43
KAI SMALL 28-4000K 350mA	LT-M \ LT-L \ LT-X \ LT-C	4.115	32	128	4.680	28

### CARATTERISTICHE TECNICHE

- Tensione di Rete \ Rifasamento : 230/240V 50/60Hz \  $\cos.\phi >0.90$  ;
- Classe d'isolamento : Cl.II;
- Grado di protezione \ IK : IP66 \ IK08.
- Superficie max \ lat. Esposta : 0.13m<sup>2</sup>. \ 0.085m<sup>2</sup>. (Dimensionata per vento 205Km/h)
- Peso max. apparecchio + cabl. : 6,00 Kg
- Ingresso Cavo rete : n. 1 pressacavo PG16 ( $\varnothing 10\div 14$  mm) in materiale plastico;
  
- Vano accessori elettrici : Interno all'apparecchio;
- Sistema di fissaggio : Testa palo  $\varnothing 46\div 76$  mm, regolazione 0 +20° (con passo 5°);  
Sbraccio  $\varnothing 46\div 76$  mm, regolazione 0 -20° (con passo 5°);
- Protezione sovratensioni : Modo comune 6kV;  
Modo differenziale 10kV;
- Vita Led \ vano ottico : 70.000h @700mA @Ta25°C TM21
- Vita driver : 70.000h @700mA @Ta25°C
- Tj giunzione led max corrente : <85°C;
- Flusso minimo led \ Angolo : 4000K \ 156lm-Tj85°C \ 125°
- Tipo di ottica \ Ulor max : LT-M: Strade 1:1, LT-L: Strade 1:1,25, LT-X: Strade 1:1,15, LT-C: Ciclabile;  
Cut off, ottimizzate in funzione della norma UNI11439 e conformi alle legislazioni regionali sull'inquinamento luminoso;
- Luogo di Produzione : La componentistica ed il prodotto intero sono MADE IN ITALY





## 5. Prescrizioni adottate per l'impianto elettrico

---

### 5.1 Impianto Di Terra

Giacché l'impianto elettrico è del tipo TT, l'impianto di terra dell'utente relativo alle masse è separato dall'impianto di terra del neutro realizzato dall'Ente Distributore dell'energia elettrica. L'impianto di terra previsto, unico per tutte le linee di partenza dallo stesso quadro, è tale da soddisfare la relazione prevista dalla Norma CEI 64-8/4 art. 413.1.4.2:

$$R_E < 50/Idn \text{ (a)}$$

In essa:

- $R_E$  è, in ohm, la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione;
- $Idn$  è, in A, la più elevata tra le correnti differenziali nominali d'intervento (soglia di intervento) degli interruttori installati del tipo differenziale;
- **50** è il valore, espresso in V, della tensione totale di terra più elevato accettabile

L'impianto disperdente è, in parte, già esistente e, comunque, sarà verificato ed integrato con una serie di dispersori intenzionali costituiti da picchetti di lunghezza pari a metri 1,5; l'impianto di terra, così, risulterà perfettamente idoneo e pienamente coordinato con gli interruttori differenziali.

### 5.2 Sistemi TT - Interruttori Differenziali

L'impianto di illuminazione è alimentato dal distributore direttamente in bassa tensione; pertanto, in caso di utilizzo di apparecchi di classe I, viene prevista la messa a terra associata alla protezione differenziale (sistema TT).

Tutti i pali protetti dallo stesso interruttore differenziale saranno collegati allo stesso dispersore per come da primo capoverso dell'art. 413.1.4.1 della norma CEI 64-8.

La norma ribadisce inoltre che non è necessario effettuare il collegamento equipotenziale tra le masse dell'impianto di illuminazione (pali) e le strutture metalliche (quali recinzioni, ringhiere, ecc.) poste in prossimità dell'impianto, ma non facenti parti di esso.

Tale collegamento può infatti comportare problemi di tensione trasferite ed è quindi da evitare.



Passando alla scelta dei differenziali si osserva, preliminarmente, che un unico interruttore differenziale per l'impianto di illuminazione è soggetto all'intera corrente di dispersione che può provocare frequenti interventi intempestivi, specie durante i temporali; inoltre, il suo intervento mette al buio tutta la zona servita.

L'aumento della soglia di intervento dell'interruttore differenziale è un altro modo di risolvere il problema, ma bisogna ricordare che una elevata corrente di dispersione (non transitoria) equivale ad una resistenza di isolamento dell'impianto inaccettabile.

In proposito si ricorda che sono considerate a portata di mano le parti proposte ad altezza fino a 2,5 m, CEI 64-8, art. 23.11.

### 5.3 Impianti Di Classe II

Solo gli impianti relativi ad ampliamenti ex novo in partenza dal punto di consegna, dove ogni componente dell'impianto stesso (apparecchi, cavi e morsettiere) sono dotati di isolamento doppio o rinforzato, per costruzione oppure per installazione (Impianti di classe II), sulla base della norma IEC e del documento di armonizzazione CENELEC citati in precedenza, non è prevista la realizzazione della maglia di terra la singola messa a terra dei pali.

### 5.4 Resistenza Di Isolamento

Secondo la regola generale, CEI 64-8, art. 612.3, la resistenza di isolamento verso terra di ogni circuito, misurata senza apparecchi allacciati, non deve essere inferiore a:

- **0,25 MΩ in bassissima tensione;**
- **0,50 MΩ in bassa tensione.**

Per ragioni pratiche, nei circuiti di illuminazione, la misura della resistenza di isolamento verso terra viene effettuata con gli apparecchi allacciati, sicché manca un limite nella norma CEI 64-8 per valutare il risultato di questa misura.

Per colmare questa lacuna, la nuova norma ha stabilito il seguente limite per la resistenza di isolamento, tratto dall'art. 3.2.1 della vecchia CEI 64-7 e riferito a circuiti di bassa tensione:

$$R > 2 / (L + N) \text{ [M}\Omega\text{]}$$

dove:

- **L** è la lunghezza della linea in chilometri, con il minimo di 1 km.
- **N** è il numero di apparecchi di illuminazione.

Per una linea lunga meno di un kilometro il limite diventa:  **$2 / (1 + N)$** .

## 5.5 Protezione Da Contatti Indiretti

La protezione da contatti indiretti sarà garantita dall'interruttore magnetotermico differenziale generale (regolabile in corrente ed in tempo di intervento) posto immediatamente a valle del contatore a protezione di ogni impianto.

## 5.6 Protezione Contro I Contatti Diretti

Relativamente ai contatti diretti, è stata applicata la regola generale, in base alla quale tutte le parti attive (pericolose) devono essere isolate, o protette con involucri o barriere.

Tuttavia, se uno sportello, pur apribile con chiave o attrezzo, è posto a meno di 2,5 m dal suolo e dà accesso a parte attive, queste devono essere inaccessibili al dito di prova (IPXXB), oppure devono essere protette da un ulteriore schermo con uguale grado di protezione, a meno che lo sportello si trovi in un ambiente accessibile solo a persone autorizzate.

La preoccupazione di un contatto diretto si estende anche agli apparecchi di illuminazione, più precisamente alle lampade (che sono fragili), le quali non devono diventare accessibili se non dopo aver rimosso l'involucro o una barriera per mezzo di un attrezzo, a meno che l'apparecchio non si trovi ad un'altezza superiore a 2,8 m.

Per i componenti di un impianto di illuminazione esterna è richiesto (CEI 64-8/7 art.714.5) un grado di protezione contro l'ingresso di liquidi almeno pari a:

- IPX8 (immersione in acqua continua) per i componenti interrati o installati in pozzetti senza drenaggio;
- IPX7 (immersione per 30 minuti) per i componenti installati in pozzetti con drenaggio;
- IP X5 (protezione contro i getti di acqua) per gli apparecchi d'illuminazione in galleria, in quanto vengono puliti con getti d'acqua.

In tutti gli altri casi è richiesto un grado di protezione almeno IP 33.



Il grado IP 33 (minimo) tuttavia, non è sufficiente in molti casi, ad esempio se l'apparecchio è vicino al terreno, perché esposto agli spruzzi; in tal caso occorre almeno il grado di protezione IP X4.

La protezione da contatti diretti sarà garantita dall'esecuzione completa dell'impianto almeno in versione IP44: cioè con protezione del materiale elettrico contro la penetrazione di corpi estranei pari a 4 (Un filo di diametro 1 mm non deve passare attraverso l'involucro) e con protezione del materiale elettrico contro la penetrazione di liquidi pari a 4 (L'apparecchio in posizione normale è tenuto 10 minuti sotto pioggia artificiale, battente con angolazione qualsiasi. Il supporto deve essere forato in modo tale da non costituire un riparo contro gli spruzzi provenienti dal basso).

## 5.7 Caduta Di Tensione

L'efficienza luminosa di una lampada (lm/W) diminuisce con la tensione, specie se la lampada è a scarica. Risulta quindi opportuno contenere la caduta di tensione entro i limiti ammessi.

La norma CEI 64-8 richiede che la caduta di tensione in qualunque punto dell'impianto non superi il 4% della tensione nominale (la sezione per gli impianti di illuminazione esterna, ammette una caduta di tensione massima del 5%). Nel nostro caso si è ritenuto opportuno limitare la caduta di tensione nel limite del 3%, sia per aumentare la vita media delle lampade, sia per permettere eventuali ragionevoli ampliamenti senza incremento della sezione dei cavi elettrici.

Normalmente il carico sulle linee degli impianti di illuminazione è costituito da centri luminosi installati ad una distanza regolata (uniformemente distribuito). La corrente di impiego IB in tali circuiti diminuisce procedendo verso il termine della linea, che può essere quindi realizzata anche con cavi di sezione decrescente.

Nel caso di un carico squilibrato si ha una corrente circolante nel neutro diversa da zero. Cautelativamente sono stati utilizzati conduttori di neutro di sezione uguale a quella di fase.



### Linea di carico distribuito, a sezione costante

Le tabelle ed abachi hanno permesso, in prima istanza, di determinare la sezione della linea, con carico distribuito, in funzione della campata media, della potenza e del numero dei centri luminosi in modo che la caduta di tensione totale non superi il 3% (avendo riservato una caduta di tensione dello 0,5% per tener conto della c.d.t. sulla derivazione dalla linea alla lampada e della c.d.t. tra il punto di consegna dell'energia – contatore - e l'inizio della prima campata).

### Linea di carico distribuito, a sezione decrescente

La scelta della sezione di una linea 3F +N, con carico distribuito a sezione decrescente, viene effettuata utilizzando sempre opportuni abachi e tabelle.

La caduta di tensione, in questo caso, varia dal 5% al 10% secondo il numero, la potenza del centro luminoso e la lunghezza delle campate.

La sezione decrescente può essere economicamente vantaggiosa per linee lunghe più di 300 m in monofase o di 500 m in trifase, che alimentano lampade a scarica con potenza di almeno 150 W. Negli altri casi è più pratico utilizzare linee a sezione costante.1

Si ipotizza che, nelle membrature costituenti le linee, la linea principale e le relative derivazioni abbiano composizione trifase con neutro e che le lampade siano posizionate a distanza regolare lungo tutto il percorso e ciclicamente derivate dalle fasi.

Lo schema di calcolo della c.d.t. nel generico tronco è basato sulla ipotesi (normalmente verificata in pratica) di considerare il carico delle lampade come uniformemente distribuito sulla linea e quindi di operare con un carico pari a quello di tutte le lampade installate nel tronco e posto a

metà della lunghezza dello stesso e con un carico di estremità pari a quello di tutte le altre lampade a valle del tronco e alimentate da questo.

Pertanto la c.d.t. del tronco j – k si può ricavare in base alle seguenti relazioni:

$$\Delta V = \frac{1}{V \cos \varphi} (R_j \cos \varphi + X_j \sin \varphi) (P_j L / 2 + P_k L) [V]$$

$$\Delta V \% = \frac{100 \Delta V B_i}{V}$$

dove:

- $P_j = n_i * P_i$  = potenza complessivamente assorbita dalle  $n_i$  lampade di potenza unitaria  $P_i$ , uniformemente derivata lungo il tronco considerato (in W);
- $P_k$  = potenza complessivamente assorbita da tutte le lampade presenti a valle del nodo k e da questo alimentatore (in W);
- $P_j, X_j$  = resistenza e reattanza per m di cavo come si ricavano dalle tabelle dei costruttori per la sezione  $S_j$  (in  $\Omega$ ).

Anche in situazioni di non uniforme distribuzione delle lampade lungo tutto il percorso è sempre possibile individuare una suddivisione della membratura in tronchi privi di lampade (tronchi di transito) ed in tronchi con ripartizione uniforme del carico sull'intera lunghezza. Per i tronchi di transito è sempre applicabile lo schema precedente salvo che, in questo caso,  $P_j = 0$ .

Il calcolo della caduta di tensione si effettua con la seguente relazione:

$$\Delta U * k(R \cos \varphi * \text{sen} \varphi) I$$

dove:

- $\Delta U$  = caduta di tensione in V/A km
- $K = 1.73$  per linee trifasi e 2 per linee monofasi
- $R$  = resistenza per fase ( $\Omega/\text{km}$ )
- $\text{Cos} \varphi$  = fattore di potenza dell'utilizzatore
- $I$  = corrente di fase in A

$$\Delta U(v) = \Delta U(V / A * km) * L$$

dove:

- $L$  = lunghezza in linea (km)



## 6. Calcolo dei Sostegni

---

### 6.1 Introduzione

Per 'sostegno' si intende la fondazione che ha lo scopo di sostenere i pali di illuminazione. Tale fondazione è realizzata tramite un blocco unico di calcestruzzo di forma parallelepipedica (vedi elaborati grafici).

Il plinto di fondazione verrà realizzato con i seguenti materiali:

#### Calcestruzzo

- **Classe di resistenza** Rck 25 N/mm<sup>2</sup>
- Composizione della miscela idonea all'impiego per conglomerato cementizio armato normale, con classe di esposizione 2a (ambiente umido senza gelo)
- Massima dimensione nominale inerte: 25 mm
- Acciaio Fe B 44 k

### 6.2 Verifica a ribaltamento

Il dimensionamento dei blocchi è stato condotto ipotizzando delle dimensioni e verificandone successivamente l'idoneità statica. La verifica viene condotta secondo quanto riportato nella citata normativa (D.M. 21/03/1988) per il caso di fondazioni a blocco unico di forma parallelepipedica.

Trascurando il contributo laterale alla resistenza deve verificarsi che:

$$M_r \leq \gamma * b * c^3 + 0,85 * P * A/2$$

dove:

- $M_r$  = Momento Ribaltante rispetto al piano di appoggio della fondazione di tutte le forze applicate al sostegno, espresso in N\*m;
- $P$  = Peso del blocco e della struttura che insiste su di esso, espressa in N;
- $A$  = Lato della base del blocco di fondazione, espresso in m;
- $c$  = Profondità d'interramento del blocco di fondazione;
- $\gamma$  = 17000 N/m<sup>3</sup>.

Il momento ribaltante  $M_r$  viene valutato in funzione delle forze orizzontali che agiscono sul palo, costituite unicamente dall'azione del vento.



### 6.3 Pressione cinetica del vento

Dalla citata normativa D.M. 16 Gennaio 1996 si ricava:

$$Q = q_{ref} * C_e * C_p * C_d$$

dove:

- $q_{ref} = V_{ref} / 1.6 =$  Pressione cinetica di riferimento;
- $V_{ref} =$  Velocità di riferimento del vento
- $C_e =$  Coefficiente di esposizione;
- $C_p =$  Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento.  $C_p$  può valere:
  - $C_p = 1,2$  per  $d * q^{-2} \leq 2,2$
  - $C_p = (1,783 - 2,263 * d * q^{-2})$  per  $2,2 < d * q^{-2} < 4,2$
  - $C_p = 0,7$  per  $d * q^{-2} > 4,2$
- $C_d =$  Coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali.

Nota la pressione cinetica, si valuta l'azione d'insieme (N) del vento sul palo (corpo cilindrico avente diametro "d" e altezza fuori terra "L"):

$$N = Q * d * L$$

### 6.4 Materiali

L'acciaio utilizzato deve essere conforme ad una delle norme seguenti e deve essere adatto per la zincatura a caldo (quando è richiesto questo tipo di protezione superficiale). Non si deve utilizzare acciaio effervescente.

- Lamiera di acciaio: EN 10025, EN 10149-1 e EN 10149-2
- Tubo di acciaio trafilato a caldo: EN 10210
- Tubo di acciaio trafilato a freddo: EN 10219
- Acciai inossidabili: EN 10088

Le proprietà meccaniche minime dell'acciaio utilizzato per i bulloni di fondazione invece devono essere conformi ai requisiti della EN 10025, grado S 235 JR.



## 6.5 Dimensioni

Le dimensioni devono essere conformi alla EN 40-2.

## 6.6 Processo di saldatura

La saldatura ad arco degli acciai ferritici deve essere conforme alla EN 1011-1 e alla EN 1011-2. La saldatura ad arco degli acciai inossidabili deve essere conforme alla EN 1011-1 e alla EN 1011-3. Le procedure di saldatura devono essere conformi alla EN 288-1 e alla EN 288-2.

## 6.7 Protezione contro l'urto meccanico

Si deve effettuare una prova d'urto su ciascun tipo di base, o parte, del palo, a condizione che ogni estremità della parte si estenda per almeno 0,3 m sopra e sotto la finestrella d'ispezione. La prova deve essere conforme alla categoria di protezione dagli urti IK08 come specificato nella EN 50102, con la portella montata.

## 6.8 Passaggi dei cavi

I passaggi dei cavi devono essere conformi ai requisiti dettati dalla norma EN40-2. Tutti i punti di accesso utilizzati per l'installazione e il montaggio delle apparecchiature elettriche devono essere privi di spigoli vivi e bave.

## 6.9 Zone del palo da proteggere contro la corrosione

Ai fini della protezione contro la corrosione, il palo è diviso, nelle zone seguenti:

- Zona A: Superficie esterna del palo dalla sommità fino ad un'altezza minima di 0,2 m sopra il livello del suolo
- Zona B: La superficie esterna della sezione interrata, inclusa una lunghezza minima di 0,25 m sopra il livello del suolo
- Zona C: Superficie interna del palo



## 6.10 Marcatura

Tutti i pali e i bracci devono essere marcati in *modo* chiaro e durevole con:

- il nome oppure il simbolo del fabbricante;
- l'anno di fabbricazione;
- un riferimento alla presente norma;
- un codice univoco del prodotto.

La marcatura deve essere realizzata nel materiale o mediante pittura, stampaggio o un'etichetta fissata saldamente.

## 6.11 Verifica Statica – Sostegno e Blocco di Fondazione

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa per la verifica dei sostegni utilizzati nel Progetto Esecutivo dell'impianto di illuminazione pubblica in Via del Persico, sita nel Comune di Portomaggiore.

## VERIFICA DEL BLOCCO DI FONDAZIONE

### VERIFICA SOSTEGNO 8m

Vref	<input type="text" value="27"/>	
qref	<input type="text" value="455,63"/>	
Ce	<input type="text" value="2,64"/>	
Cp	<input type="text" value="0,7"/>	
Cd	<input type="text" value="1"/>	<b>Mr&lt;Ms → VERIFICATO</b>
Q	<input type="text" value="842,00"/>	
d	<input type="text" value="0,102"/>	
L	<input type="text" value="8"/>	
N	<input type="text" value="687,07"/>	
Mr	<input type="text" value="2748,272"/>	
P	<input type="text" value="26500"/>	
A/2	<input type="text" value="0,5"/>	
C	<input type="text" value="0,8"/>	
Ms	<input type="text" value="12150,31"/>	

---

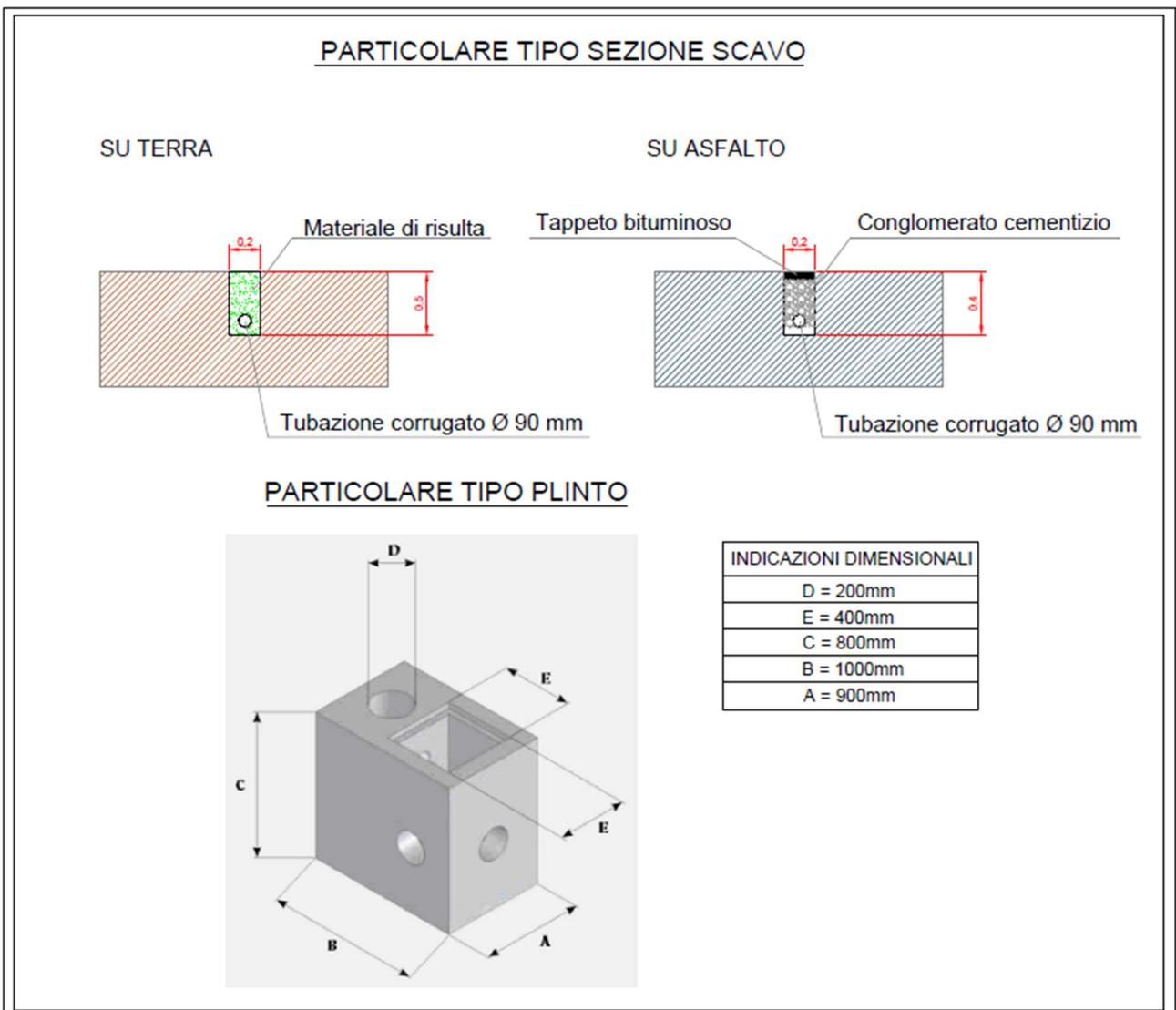
#### Dati

Peso del blocco [N]	<input type="text" value="26500"/>
Lato base blocco [m]	<input type="text" value="1"/>
Profond. Interr [m]	<input type="text" value="1"/>
$\gamma$ [N/m <sup>3</sup> ]	<input type="text" value="17000"/>
b [m]	<input type="text" value="0,102"/>
Altezza palo fuori terra	<input type="text" value="8"/>
Diametro base palo	<input type="text" value="0,102"/>

---

## 7. Blocco Di Fondazione: Particolare Costruttivo

Di seguito si riporta un dettaglio degli interventi di scavo e dei plinti da eseguire





## 8. Riferimenti normativi e legislativi

---

Il presente progetto è redatto nel rispetto della normativa tecnica e della legislazione vigente che regola la materia. Sono riportate di seguito le principali norme tecniche e legislative di riferimento:

- UNI EN 13201-1 “Illuminazione stradale – Selezione delle classi di illuminazione”
- UNI EN 13201-2 “Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali”
- UNI EN 13201-3 “Illuminazione stradale – Calcolo delle prestazioni”
- UNI EN 13201-4 “Illuminazione stradale – Metodi per misurare le prestazioni degli impianti di illuminazione”
- UNI 13032-1:2005 “Luce ed Illuminazione – Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade ed apparecchi di illuminazione”
- UNI – EN 40 – “Pali per l’illuminazione”
- D.M. 21 marzo 1988, n. 449 – “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee aeree esterne”
- D.M. 16/01/1996: Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni, ed istruzioni relative ai carichi e ai sovraccarichi.
- Norma UNI 9858 (maggio 1991): Calcestruzzo: Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.
- D.M. 09/01/1996: Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- CIRC. 04/07/1996 N.156AA.GG./STC: Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” di cui al decreto ministeriale del 16 gennaio 1996.
- D.M. 20 luglio 2004 – “Nuova individuazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili, di cui all’art. 16, comma 4, del decreto legislativo 23 maggio 2000, n. 164”
- D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462 – “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti e di impianti elettrici pericolosi” Legge 1 marzo 1968, n. 186 – “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici”

- D.lgs. 9 Aprile 2008, n. 81 e s.m.i. "Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" (Testo unico sulla sicurezza).
- Legge n.19 del 29/09/03 della Regione Emilia Romagna "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico"
- UNI 11248:2012 "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche"
- UNI 10819:1999 "Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso"
- CEI 34-33: "Apparecchi di Illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi per l'illuminazione stradale"
- CEI 11 – 4: "Esecuzione delle linee elettriche esterne"
- CEI 11 – 17: "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo"
- CEI 11 – 27: "Lavori su impianti elettrici"
- CEI 11 – 48: "Esercizio degli impianti elettrici"
- CEI 17 – 5: "Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici"
- CEI 17 – 113: "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali"
- CEI 17 – 114: "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 2: Quadri di potenza"
- CEI 20 – 13: "Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30kV"
- CEI 20 – 40: "Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione"
- CEI 20 – 67: "Guida per l'uso di cavi 0,6/1 kV"
- CEI 23 – 116: "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 24: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati"
- CEI 34 – 6: "Lampade a vapori di mercurio ad alta pressione. Specifiche di prestazione"
- CEI 34 – 21: "Apparecchi di illuminazione – Parte 1: Prescrizioni generali e prove"
- CEI 34 – 24: "Lampade a vapori di sodio alta pressione"

- CEI 34 – 33: "Apparecchi di illuminazione – Parte 2-3: Prescrizioni particolari – Apparecchi per illuminazione stradale"
- CEI 64 – 7: "Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione in serie"
- CEI 64 – 8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"
- CEI-UNEL 35024/1: "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria"
- CEI-UNEL 35026: "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata".



## 9. Elaborati Grafici, Schemi Funzionali, Planimetrie

---

Tutti i punti luce oggetto degli interventi sono riportati nei seguenti Allegati:

- Allegato 1.0 – Analisi dello stato di progetto dell'area
- Allegato 2.0 – Computo Metrico Estimativo
- Allegato 3.0 – Calcoli Illuminotecnici





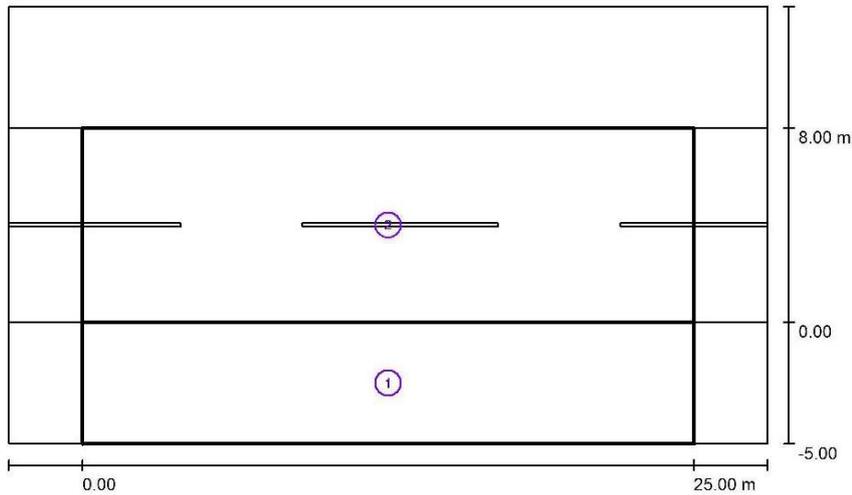
## INDICE

1. Calcolo illuminotecnico: Via del Persico .....2



## 1. Calcolo illuminotecnico: Via del Persico

### Strada Tipo 59 / Risultati illuminotecnici



Fattore di manutenzione: 0.80

Scala 1:222

#### Lista campo di valutazione

- 1 Campo di valutazione Stallo di sosta 1  
Lunghezza: 25.000 m, Larghezza: 5.000 m  
Reticolo: 10 x 4 Punti  
Elementi stradali corrispondenti: Stallo di sosta 1.  
Classe di illuminazione selezionata: CE5

(Tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

	$E_m$ [lx]	U0
Valori reali calcolati:	16.89	0.56
Valori nominali secondo la classe:	$\geq 7.50$	$\geq 0.40$
Rispettato/non rispettato:	✓	✓

#### Lista campo di valutazione

- 2 Campo di valutazione Carreggiata 1  
Lunghezza: 25.000 m, Larghezza: 8.000 m  
Reticolo: 10 x 6 Punti  
Elementi stradali corrispondenti: Carreggiata 1.  
Classe di illuminazione selezionata: CE5

(Non tutti i requisiti fotometrici sono rispettati.)

	$E_m$ [lx]	U0
Valori reali calcolati:	8.18	0.14
Valori nominali secondo la classe:	$\geq 7.50$	$\geq 0.40$
Rispettato/non rispettato:	✓	✗

*La particolare geometria dell'impianto non permette la verifica contestuale di tutti i parametri illuminotecnici*