

Firmato digitalmente da

**RENATO  
PERTUSO**

CN = PERTUSO  
RENATO  
C = IT

## PROPOSTA DI PROMOTORE PROJECT FINANCING PER SERVIZI PER GLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

<p>Committente</p>  <p>Comune di Peschiera Borromeo Provincia di Milano</p>	<p>Offerente</p>  <p><i>yousave s.p.a.</i> <i>Fabio Grosso</i> <i>Amministratore Delegato</i></p> <p><b>STEASRL</b> Via Caprera, 5 - 25125 BRESCIA Sede Op.: Via XX Settembre, 80 25020 FLERO (Brescia) Cod. Fisc. e Partita IVA: 02210730988 Tel. 030.7639310 - Fax 030.2659485</p>	<p>Progettista</p>  <p>Timbro</p> 
<p>Tav. <b>RT-RPI01</b></p>	<p>Data <i>12 Giugno 2017</i></p>	<p>Scala</p>
<p>Descrizione <b>RELAZIONE TECNICA</b></p>		





COMUNE DI PESCHIERA BORROMEO  
Provincia di Milano

**MANIFESTAZIONE INTERESSE PROJECT FINANCING I.P.:  
AFFIDAMENTO IN CONCESSIONE DEI LAVORI DI  
RIQUALIFICAZIONE, ADEGUAMENTO E GESTIONE DEGLI  
IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA E INTEGRAZIONE DI  
SERVIZI SMART CITY  
AI SENSI DELL'ARTICOLO 183 D.LGS. 50/2016**



**RELAZIONE TECNICA**

12 Giugno 2017



## 1. Sommario

---

1. Sommario .....	2
2. Premessa .....	3
3. Riferimenti normativi .....	4
4. Indagini effettuate e stato di fatto .....	6
4.1. Indagini effettuate .....	6
4.2. Sorgenti Luminose .....	6
4.3. Quadri elettrici di protezione, comando e regolazione.....	16
4.4. Sostegni .....	24
4.5. Linee in cavo .....	30
5. Criteri progettuali e caratterizzazione del progetto.....	31
5.1. Descrizione puntuale degli interventi.....	32
6. Requisiti e prestazioni dell'intervento.....	40
6.1. Requisiti tecnici dei materiali .....	40
6.1. Riepilogo risultati attesi.....	48
7. Verifiche di progetto e analisi energetica .....	50
7.1. Analisi energetica .....	50
8. Modalità di svolgimento delle prestazioni e cronoprogramma .....	52
8.1. Cronoprogramma .....	58
9. Computo metrico .....	59
10. Allegati.....	59



## 2. Premessa

Per il Comune di Peschiera Borromeo, è forte l'esigenza di aggredire la spesa energetica, cercando di ridurla attraverso un'ottimizzazione dei consumi che passa, necessariamente, dalla riqualificazione energetica del proprio patrimonio.

La presente relazione intende quindi fornire la descrizione tecnica degli interventi di riqualificazione ed efficientamento energetico degli impianti di pubblica illuminazione a servizio del comune di Peschiera Borromeo (Mi), corredata dalle analisi dello stato di fatto, dai criteri progettuali e dai risultati prestazionali previsti.

Gli interventi proposti sono il punto di arrivo dell'analisi delle alternative esistenti sul mercato, soprattutto riferita alla tipologia delle sorgenti luminose.

In particolare l'analisi delle alternative ha riguardato il raggiungimento dei principali obiettivi dell'intervento:

- RIQUALIFICAZIONE degli impianti esistenti, intesa come:
  - sostituzione degli apparecchi esistenti non adeguati a soddisfare i limiti della Legge Regionale in materia di inquinamento luminoso;
  - sostituzione o sistemazione dei sostegni danneggiati;
  - adeguamento dei cavi di risalita, delle giunzioni e di tutti gli elementi connessi;
  - adeguamento dei quadri elettrici di protezione e comando;
- EFFICIENTAMENTO energetico degli impianti esistenti, inteso come:
  - sostituzione degli apparecchi esistenti non LED con nuovi a tecnologia LED, ad esclusione degli apparecchi "storici" e di altri "d'arredo" di particolare pregio per i quali non è possibile la mera sostituzione delle sorgente luminosa;
  - installazione di un sistema di regolazione del flusso luminoso;

La visualizzazione grafica della rete di pubblica illuminazione è demandata agli elaborati grafici che sono parte integrante del progetto.



### 3. Riferimenti normativi

Tutti gli impianti, i materiali e le apparecchiature devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalla Legge n. 186 del 1/3/1968 e conformi a:

#### **Disposizioni Legislative**

- Legge Regionale Lombardia n. 17 del 27/03/2000 "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso";
- Legge Regionale Lombardia n. 38 del 21/12/2004 "Modifiche e integrazioni alla L.R. 17/00";
- D.G.R. Lombardia n. 7/6162 del 20/09/2001 "Criteri di applicazione della L.R. n. 17 del 27/03/01";
- Decreto del Direttore Generale Regione Lombardia n. 8950 del 03 agosto 2007;
- Legge n. 9 del 01/1991 "Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale";
- Legge n. 10 del 09/01/1991 "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";
- D. Lgs n. 285 del 30/04/1992: "Nuovo Codice della Strada";
- DPR 495/92: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada";
- D. Leg. 360/93 : "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada" approvato con Decreto legislativo n. 285 del 30/04/1992;
- DPR 503/96: "Norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche";
- DM 5/11/2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione, il controllo e il collaudo delle strade, dei relativi impianti e servizi";
- D.M. 12/04/95 Supp. ordinario n.77 alla G.U. n.146 del 24/06/95 "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani Urbani del traffico";
- Legge n. 120 del 01/06/2002: "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici. Kyoto 11/12/1997;
- D. Leg. 25/07/2005, n. 151 "Attuazione delle direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE, relative alla riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché allo smaltimento dei rifiuti";
- D. Leg. 163/2006, e s.m.i: Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE;
- DPR. 5 ottobre 2010, n. 207: Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»;
- D. Leg. 09.04.2008, n. 81: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D. Leg 03.08.2009, n. 106 Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Legge 1/03/1968 n° 186: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- Decreto 22 Febbraio 2011: Attuazione dei criteri ambientali minimi da inserire nei bandi di gara della Pubblica amministrazione per l'acquisto dei seguenti prodotti: tessili, arredi per ufficio, illuminazione pubblica, apparecchiature informatiche;
- DM 23/12/13: Criteri ambientali minimi per l'acquisto di lampade a scarica ad alta intensità e moduli led per illuminazione pubblica, per l'acquisto di apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e per l'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica – aggiornamento 2013
- Legge Regionale Lombardia n° 31 del 05/10/2015 "Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e riduzione dell'inquinamento luminoso".



### **Disposizioni Normative**

- Norma UNI 11248: 2012 "Illuminazione stradale: selezione delle categorie illuminotecniche";
- Norma UNI EN 13201-1: "Illuminazione stradale — Parte 1 Selezione delle classi di illuminazione";
- Norma UNI EN 13201-2: "Illuminazione stradale — Parte 2 Requisiti prestazionali";
- Norma UNI EN 1320: "Illuminazione stradale — Parte 3 Calcolo delle prestazioni";
- Norma UNI EN 13201: "Illuminazione stradale — Parte 4 Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche";
- Norma UNI EN 40: "Pali per illuminazione pubblica";
- Norma UNI EN 13032-1: " Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione ";
- Norma UNI 11431: "Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso";
- Norma UNI 11356: "Luce e illuminazione — Caratterizzazione fotometrica degli apparecchi di illuminazione a LED";
- Norme CEI 34: "Apparecchiature di alimentazione ed apparecchi d'illuminazione in generale";
- Norma CEI 34-33: "Apparecchi di illuminazione. Apparecchi per l'illuminazione stradale";
- Norma CEI 11-4: "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne";
- Norma CEI 11-17: "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo";
- Norma CEI EN 50262 Classificazione (CEI 20-57): "Pressacavo metrici per installazioni elettriche";
- Norma CEI EN 60598-1 Classificazione (CEI 34-21): "Apparecchi di illuminazione. Parte I: Prescrizioni generali e prove;
- Norma CEI EN 60598-2-3 Classificazione (CEI 34-33): "Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari Apparecchi per illuminazione stradale";
- Norma CEI EN 60825-1 Classificazione (CEI 76-2): "Sicurezza degli apparecchi laser. Parte 1: Classificazione delle apparecchiature, prescrizioni e guida per l'utilizzatore";
- Norma CEI EN 61547 Classificazione (CEI 34-75): "Apparecchi per illuminazione generale - Prescrizioni di immunità;
- Norma CEI EN 61347 -1+A1 Classificazione (CEI 34-90): "Unità di alimentazione di lampada. Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza";
- Norma CEI EN 61347-2-13 Classificazione (CEI 34-115): "Unità di alimentazione di lampada. Parte 2-13: Prescrizioni particolari per unità di alimentazione elettroniche alimentate in corrente continua o in corrente alternata per moduli LED";
- Norma CEI EN 62031 Classificazione CEI 34-118): "Moduli LED per illuminazione generale – Specifiche di sicurezza";
- Norma CEI EN 62384+A1 Classificazione (CEI 34-116+V1): "Alimentatori elettronici alimentati in corrente continua o alternata per moduli LED – Prescrizioni di prestazione";
- Norma CEI EN 62471 Classificazione (CEI 76-9): "Sicurezza fotobiologica di lampade e sistemi di lampade";
- Norma CEI 76-10: "Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada – parte 2: Guida ai requisiti costruttivi relativi alla sicurezza da radiazione ottica non laser";
- Norma CEI EN 50102 (CEI 70-3): "Gradi di protezione contro gli urti (Codice IK)";
- Norma CEI EN 60998 (CEI 23-20): "Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici o similari";
- Norma CEI EN 60838-2-2 Classificazione (CEI 34-112): "Portalampe eterogenei Parte 2-2: Prescrizioni particolari – Connettori per moduli LED";
- Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1): "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)";
- Norma CEI 64-8: "Esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V";

nonché tutte le Leggi e Norme in vigore.



## 4. Indagini effettuate e stato di fatto

### 4.1. Indagini effettuate

Per poter definire e descrivere al meglio la situazione attuale e lo stato di fatto circa l'impianto di pubblica illuminazione del comune di Peschiera Borromeo, è stato condotto un censimento dei corpi luce, dei quadri di alimentazione e dei sostegni.

Allo stato attuale l'impianto di PI del Comune di Peschiera Borromeo è composta da corpi luce e quadri di alimentazione di competenza del Comune e della società ENEL Sole.

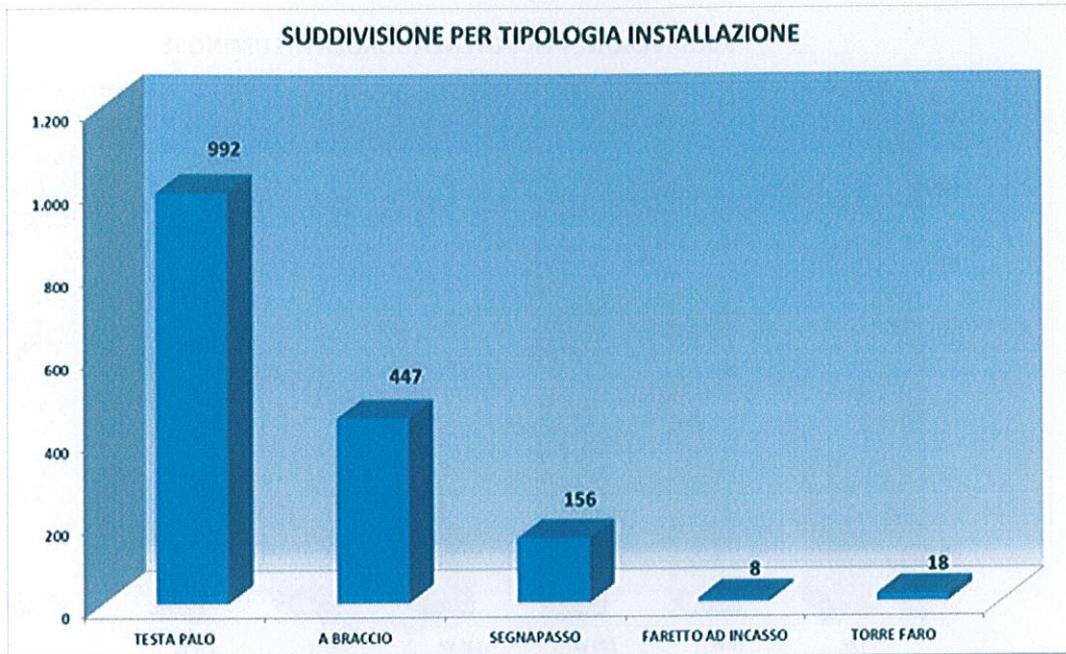
In particolare si riportano di seguito i dati messi a disposizione suddivisi per competenza.

### 4.2. Sorgenti Luminose

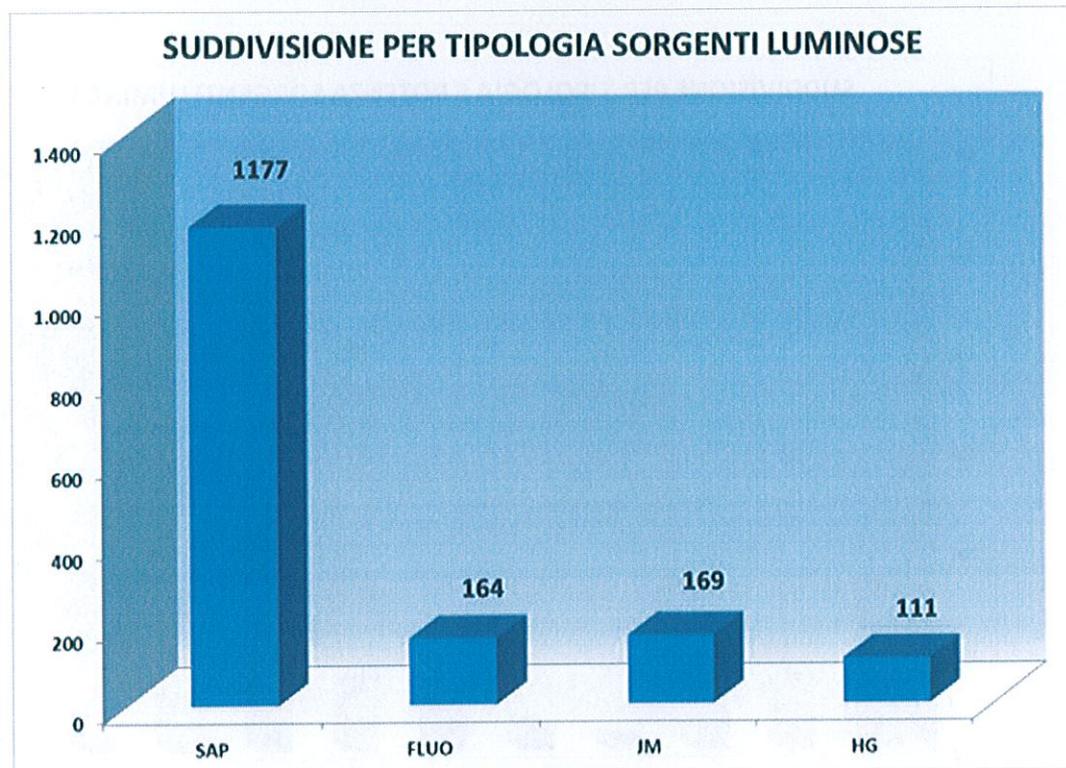
L'impianto censito presenta differenti sorgenti luminose di competenza **COMUNALE** le cui quantità e tipologie sono di seguito riportate in tabella:

Sorgente luminosa	Competenza	Potenza nominale	Quantità corpi luce
		[ watt ]	[ numero ]
FLUO – Lampada Fluorescente	COMUNE	24	164
HG – Lampada a vapori di Mercurio	COMUNE	125	111
JM – Lampada a ioduri metallici	COMUNE	70	88
JM – Lampada a ioduri metallici	COMUNE	100	11
JM – Lampada a ioduri metallici	COMUNE	150	26
JM – Lampada a ioduri metallici	COMUNE	250	44
SAP – Lampada sodio ad alta pressione	COMUNE	70	366
SAP – Lampada sodio ad alta pressione	COMUNE	100	482
SAP – Lampada sodio ad alta pressione	COMUNE	150	297
SAP – Lampada sodio ad alta pressione	COMUNE	250	14
SAP – Lampada sodio ad alta pressione	COMUNE	400	18
<b>TOTALE NUMERO DI SORGENTI LUMINOSE</b>			<b>1.621</b>
<b>TOTALE POTENZA INSTALLATA [kW]</b>			<b>169,0</b>

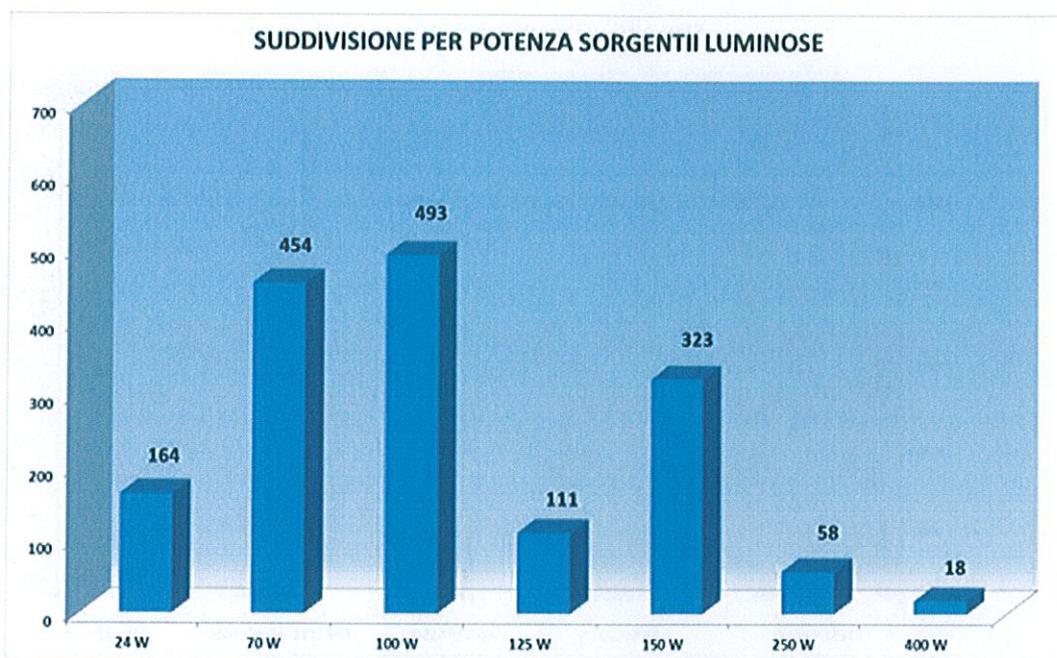
Mentre, nel seguito, sono riportati i grafici che evidenziano lo stato di fatto circa la P.I. di competenza Comunale in funzione della tipologia di installazione, della tipologia e potenza delle sorgenti luminose e in funzione della tipologia di sostegno.



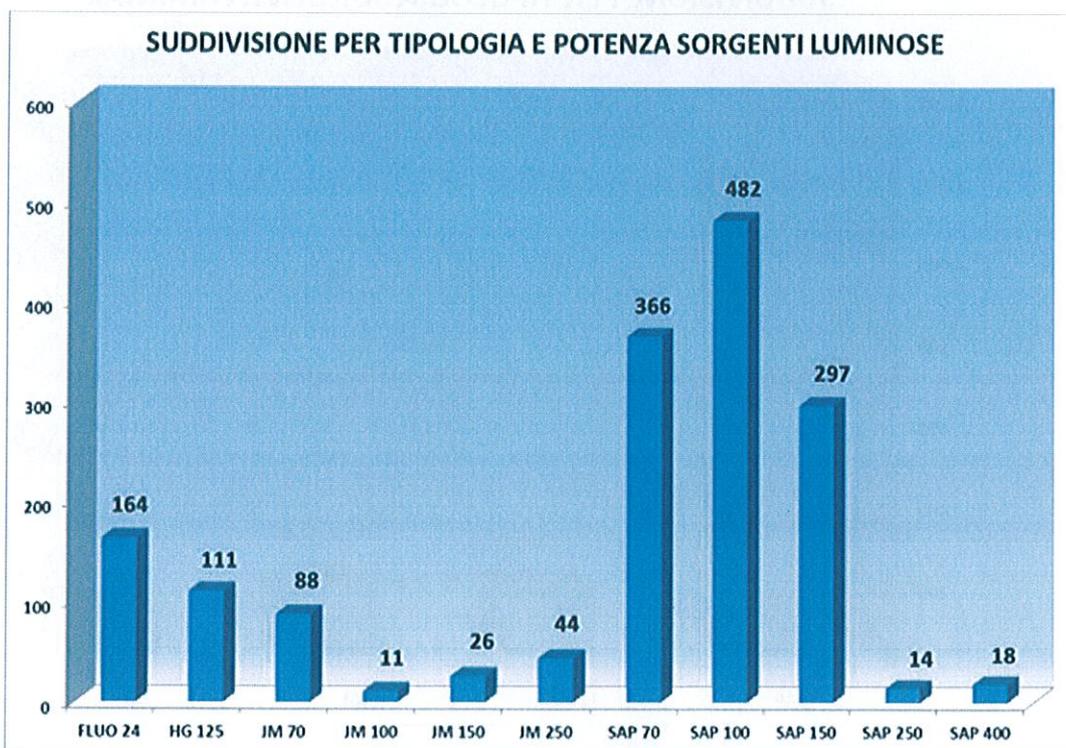
CL COMUNALI suddivisi per tipologia di installazione



CL COMUNALI suddivisi per tipologia sorgenti luminose



*CL COMUNALI suddivisi per potenza sorgenti luminose*

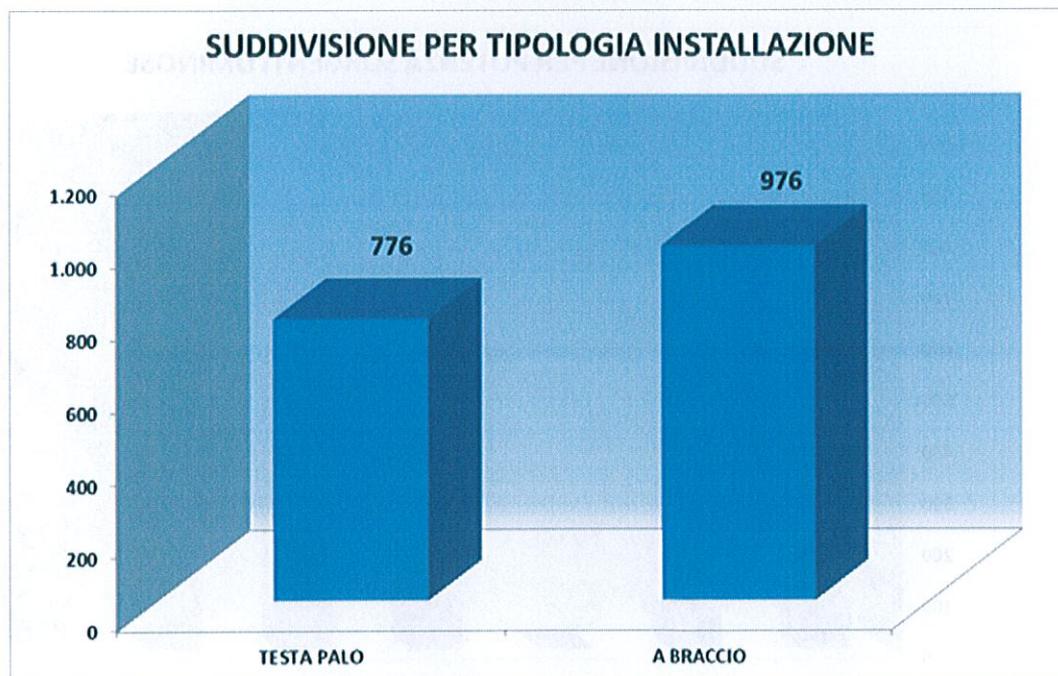


*CL COMUNALI suddivisi per tipologia e potenza sorgenti luminose*

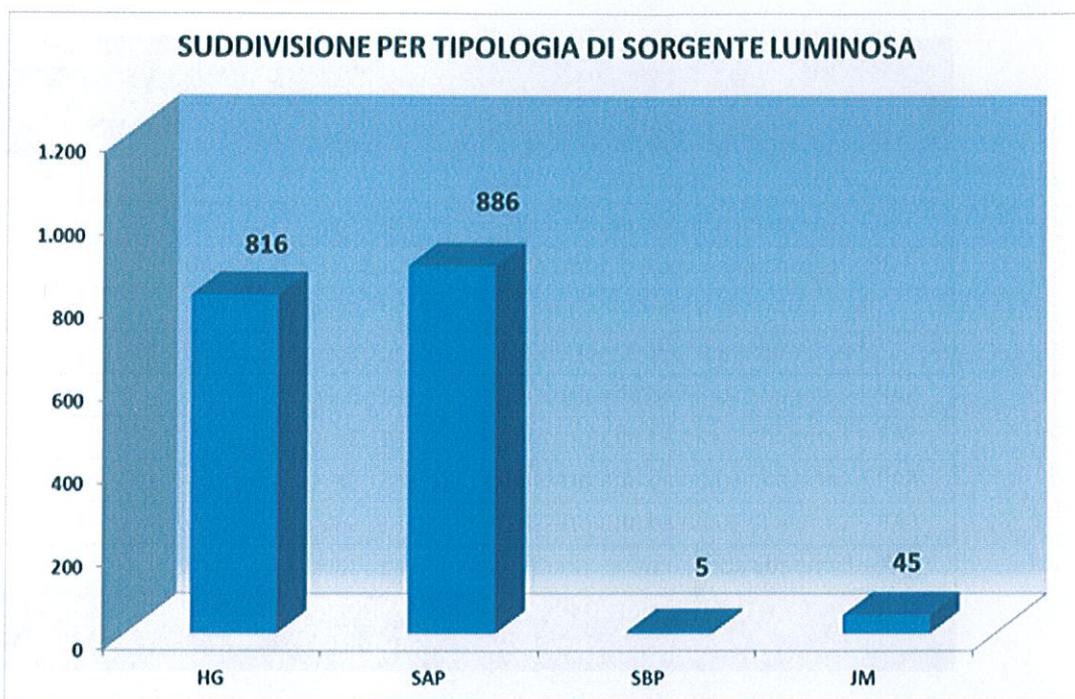
Allo stesso modo sono state censite le sorgenti luminose di competenza ENEL Sole e di seguito si riporta una tabella riepilogativa e dei grafici esplicativi in funzione della tipologia di installazione, della tipologia e potenza delle sorgenti luminose e in funzione della tipologia di sostegno



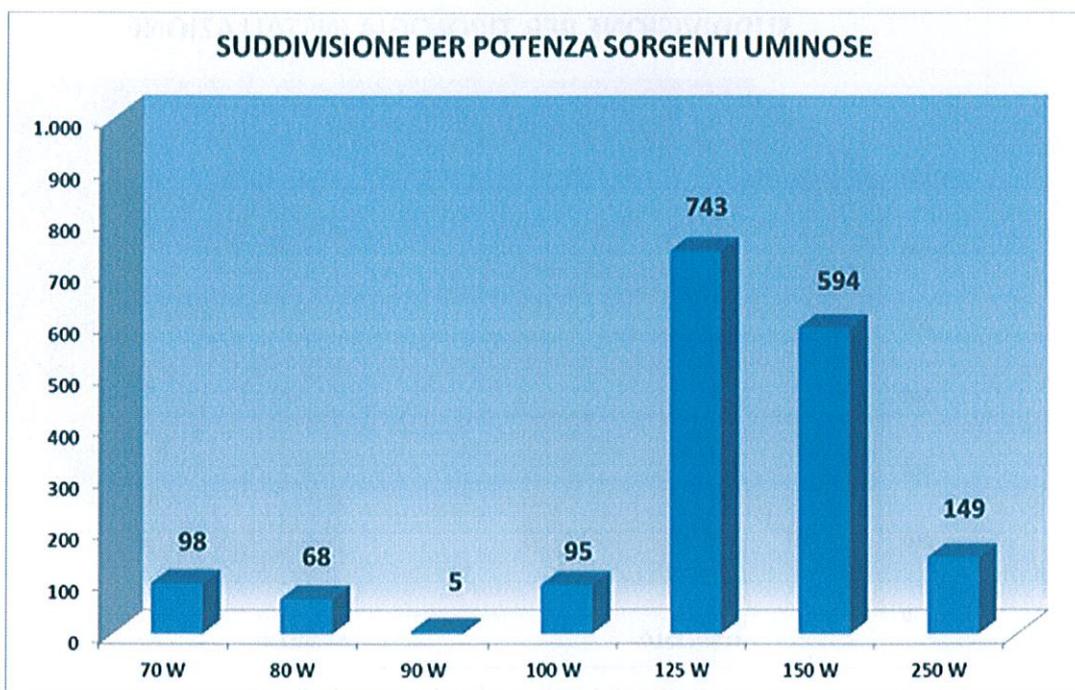
Sorgente luminosa	Competenza	Potenza nominale	Quantità corpi luce
		[ watt ]	[ numero ]
HG – Lampada a vapori di Mercurio	ENEL Sole	80	68
HG – Lampada a vapori di Mercurio	ENEL Sole	125	743
HG – Lampada a vapori di Mercurio	ENEL Sole	250	5
JM – Lampada a ioduri metallici	ENEL Sole	70	37
JM – Lampada a ioduri metallici	ENEL Sole	100	8
SAP – Lampada sodio ad alta pressione	ENEL Sole	70	61
SAP – Lampada sodio ad alta pressione	ENEL Sole	100	87
SAP – Lampada sodio ad alta pressione	ENEL Sole	150	594
SAP – Lampada sodio ad alta pressione	ENEL Sole	250	144
SBP – Lampada sodio a bassa pressione	ENEL Sole	90	5
<b>TOTALE NUMERO DI SORGENTI LUMINOSE</b>			<b>1.752</b>
<b>TOTALE POTENZA INSTALLATA [kW]</b>			<b>241,5</b>



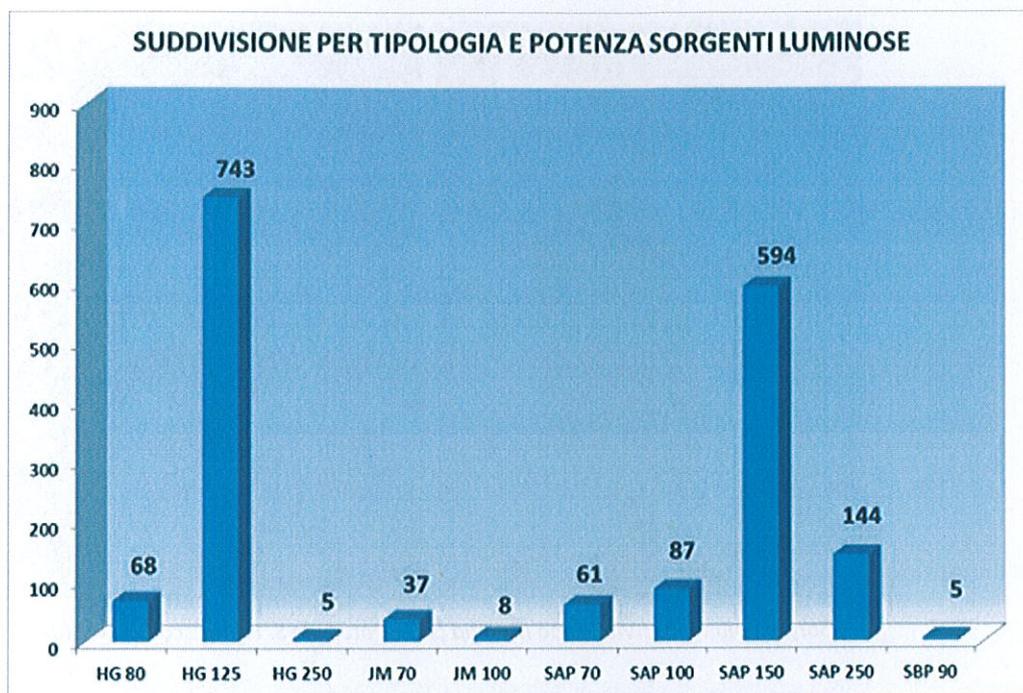
CL ENEL SOLE suddivisi per tipologia di installazione



CL ENEL SOLE suddivisi per tipologia sorgenti luminose



CL ENEL SOLE suddivisi per potenza sorgenti luminose



*CL ENEL SOLE suddivisi per tipologia e potenza sorgenti luminose*

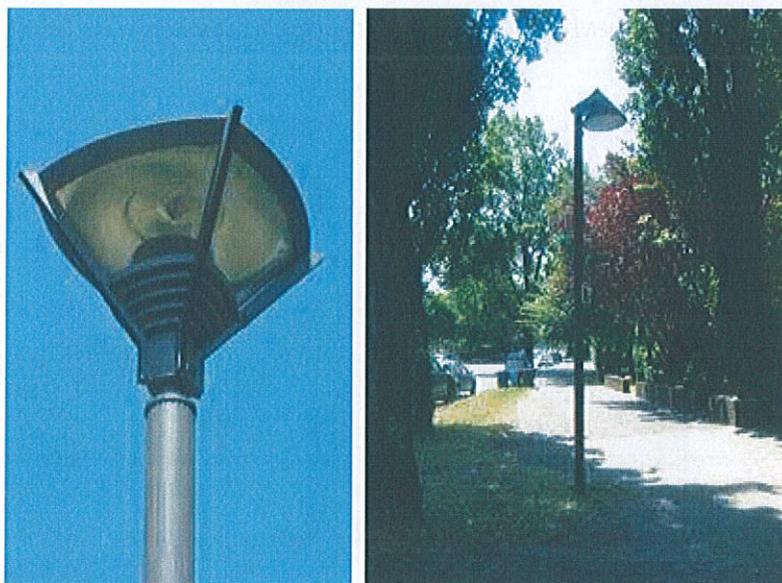
Si riporta inoltre una documentazione fotografica circa le sorgenti luminose installate.



*Sorgente luminosa Via Alfieri*



*Sorgente luminosa Via Primo Maggio (sx) – Parco via S. Francesco D'Assisi (dx)*



*Sorgente luminosa Parco Via Filzi (sx) – Parco via Moro (dx)*



Sorgente luminosa Piazza del Castello (sx) – Via 2 Giugno (dx)

Si ha nel complesso un impianto di PI composta da un totale di 3373 sorgenti luminose così suddivise:

1. circa il 61% delle sorgenti luminose impiega lampade ai vapori di sodio ad alta pressione.
2. circa il 27% delle sorgenti luminose impiega lampade ai vapori mercurio.
3. circa il 7% delle sorgenti luminose impiega lampade ioduri metallici.
4. circa il 5% delle sorgenti luminose impiega lampade a fluorescenza.

Un corretto intervento di efficientamento degli impianti di illuminazione pubblica deve prendere in considerazione e confrontare le differenti tecnologie disponibili, per scegliere la più consona a garantire il raggiungimento delle prestazioni illuminotecniche richieste ed il minore consumo di energia. È necessario, pertanto, analizzare e confrontare tra loro le sorgenti luminose per individuare quale di esse risponde maggiormente ai requisiti.

A seguire un'analisi delle differenti tipologie ed il confronto delle caratteristiche prestazionali.

**LAMPADE A VAPORI DI MERCURIO.** Le lampade a vapori di mercurio sono state le prime sorgenti luminose ad essere utilizzate in larga scala negli impianti di illuminazione pubblica. Esse sono state messe al bando a causa della presenza del mercurio, pertanto laddove esistenti vengono sostituite con altri tipo di sorgenti ammesse, quasi sempre rappresentate da lampade al sodio alta pressione. Le lampade ai vapori di mercurio sono costituite da un tubo di scarica in quarzo entro il quale è contenuto il mercurio. L'emissione del flusso luminoso nominale avviene dopo alcuni minuti dall'accensione ed, in caso di spegnimento, prima di una nuova accensione è necessario attendere un periodo di raffreddamento. Per le caratteristiche tecniche si rimanda alla tabella di raffronto tra le differenti sorgenti luminose.

**LAMPADE A IODURI METALLICI.** Le lampade a ioduri metallici, dette anche ad alogenuri metallici, posseggono un bulbo in vetro, al cui interno è presente un tubo di scarica in quarzo contenente vapori di mercurio o di sodio ad alta pressione ed una miscela di ioduri metallici. Questo tipo di lampade hanno dimensioni ridotte, sono caratterizzate da un'alta temperatura di colore (luce bianchissima) e da un'elevata resa cromatica. Il principale svantaggio è la lentezza in fase di accensione, in quanto impiegano alcuni minuti per arrivare ad emettere il flusso luminoso nominale. Lo svantaggio si ripercuote nel caso di spegnimento e di riaccensione a caldo, nel qual caso il tempo per recuperare interamente il flusso luminoso aumenta sensibilmente (necessità di una fase di raffreddamento ed una



nuova fase di riaccensione). Si tratta di sorgenti luminose adatte ad illuminare grandi spazi, in tutti quegli ambiti in cui la qualità e la nitidezza della luce sono fattori essenziali. Per le caratteristiche tecniche si rimanda alla tabella di raffronto tra le differenti sorgenti luminose.

**LAMPADE A VAPORI DI SODIO A BASSA PRESSIONE.** Le lampade a vapori di sodio a bassa pressione emettono una luce con ridotta resa cromatica, in quanto monocromatica con tonalità molto calda, che tende al giallo – arancio. Per contro, tale tipologia è considerata ancora tra le migliori tecnologie disponibili sul mercato per quanto riguarda l’efficienza luminosa, che può arrivare fino a 200 lumen/watt. Nonostante l’elevata efficienza, le lampade a sodio bassa pressione sono adatte ad essere installate solo in contesti in cui il risparmio energetico è di primaria importanza rispetto alla qualità nella percezione dei colori, proprio a causa della loro bassissima resa cromatica.

**LAMPADE A VAPORI DI SODIO AD ALTA PRESSIONE.** Le lampade ai vapori di sodio ad alta pressione “SAP” sono l’evoluzione delle lampade sodio a bassa pressione, rispetto alle quali possiedono una migliore resa cromatica, mantenendo alti livelli di efficienza luminosa. La luce emessa ha colore bianco caldo tendente al giallo (2.000-2.500 K). Tali tipi di lampade sono utilizzate per la sostituzione delle vecchie lampade ai vapori di mercurio, realizzando riduzioni della potenza assorbita fino al 50%. Per le caratteristiche tecniche si rimanda alla tabella di raffronto tra le differenti sorgenti luminose.

**LAMPADE A LED.** La tecnologia a LED (Light Emitting Diodes) sfrutta la capacità dei diodi di emettere luce a determinate condizioni di tensione elettrica applicata. E’ una tecnologia che è possibile definire “recente” rispetto ad altre e l’efficienza luminosa è in continuo aumento, nonostante abbia già raggiunto livelli eccellenti rispetto alle più comuni lampade impiegate nella pubblica illuminazione. Caratteristica fondamentale dei LED è la durata di vita, largamente superiore ad ogni altra sorgente luminosa, che porta benefici anche sul lato manutentivo. Caratteristiche positive dei LED, rispetto alle altre sorgenti luminose impiegate negli impianti di pubblica illuminazione, sono l’accensione immediata, le ridotte dimensioni, la facilità di regolazione del flusso luminoso, la realizzazione di ottiche specifiche per affrontare differenti esigenze illuminotecniche. Per le caratteristiche tecniche si rimanda alla tabella di raffronto tra le differenti sorgenti luminose.

Di seguito il confronto delle caratteristiche prestazionali delle sorgenti luminose impiegate negli impianti di pubblica illuminazione, esistenti negli impianti osservati.

ELEMENTO DI CONFRONTO/ANALISI	SORGENT   HG	SORGENT   HALO	SORGENT   SAP	SORGENT   HIT-MS	SORGENT   JM	SORGENT   FLUO	SORGENT   LED
Efficienza luminosa (lm/W)	< 60 lm/W 	< 30 lm/W 	70 - 150 lm/W 	60 - 120 lm/W 	60 - 100 lm/W 	55 - 120 lm/W 	40 - 150 lm/W 
Indice di resa cromatica	< 50 	100 	25 - 80 	75 - 90 	65 - 90 	60 - 90 	60 - 90 lm/W 



Temperatura colore	3.000-4.000 K 	2.900-4.000 K 	2.000-2.500 K 	3.000-6.000 K 	4.000-6.000 K 	2.700-6.500 K 	3.000-9.000 K 
Durata di vita	< 12.000 h 	< 4.000 h 	< 30.000 h 	< 28.000 h 	< 20.000 h 	< 20.000 h 	< 50.000 h 
<b>GIUDIZIO COMPLESSIVO</b> Giudizio espresso dando maggiore peso alle caratteristiche influenti sull'efficienza della sorgente, soprattutto durata di vita							

La comparazione permette di stabilire che le lampade LED rappresentano, ad oggi, la tecnologia più performante disponibile sul mercato, infatti:

- hanno elevate efficienze luminose, che continuano ad aumentare con il progresso della ricerca, mentre le altre sorgenti (che sono più datate) hanno raggiunto il limite superiore;
- hanno un'ottima resa cromatica, in continuo miglioramento, che consente di vedere i colori in modo realistico;
- possono essere realizzati con differenti tonalità di colore della luce emessa, consentendo di essere inseriti in differenti contesti;
- hanno una durata di vita largamente superiore ad ogni altra sorgente luminosa, riducendo le operazioni di manutenzioni. Ulteriore aspetto da considerare, nella pubblica illuminazione, è lo svolgimento delle operazioni di manutenzione: minore frequenza di intervento significa anche riduzione di cantieri mobili sulle strade, con effetto benefico sul fronte della sicurezza;

Da aggiungere che la tecnologia a LED applicata alla pubblica illuminazione è divenuta ordinaria ed i costi d'acquisto di tali apparecchi si sono ridotti a livelli apprezzabili.

La comparazione permette di affermare con certezza che i LED sono, ad oggi, le migliori sorgenti luminose da scegliere ed adottare per efficientare gli impianti di pubblica illuminazione.

#### 4.3. Quadri elettrici di protezione, comando e regolazione

L'intero impianto di pubblica illuminazione del comune di Peschiera Borromeo, è composto da un totale di 108 quadri elettrici di comando di cui n. 48 di competenza comunale e n. 60 di competenza ENEL Sole. In particolare in fase di sopralluogo non è stato possibile visionare i quadri di comando di competenza ENEL Sole per l'impossibilità di accesso; mentre, per i quadri di competenza comunale sono stati sopralluogati e visionati n. 44 quadri di comando su un totale di n.48.

Da indagine eseguita si è riscontrato che circa il 60% dei quadri sono da ammodernare e/o da sostituire a causa di:

- Vetustà o inefficacia delle protezioni;
- Mancato coordinamento delle protezioni contro i contatti indiretti (differenziali e/o impianti di classe II – doppio isolamento);
- mancanza di protezione meccanica e grado di protezione idonei (conchiglie stradali, sportelli etc.);
- inadeguatezza dei sistemi di comando.

A corredo di quanto già esplicito, si riporta il rilievo fotografico eseguito per i quadri di comando della P.I. di esclusiva competenza comunale:



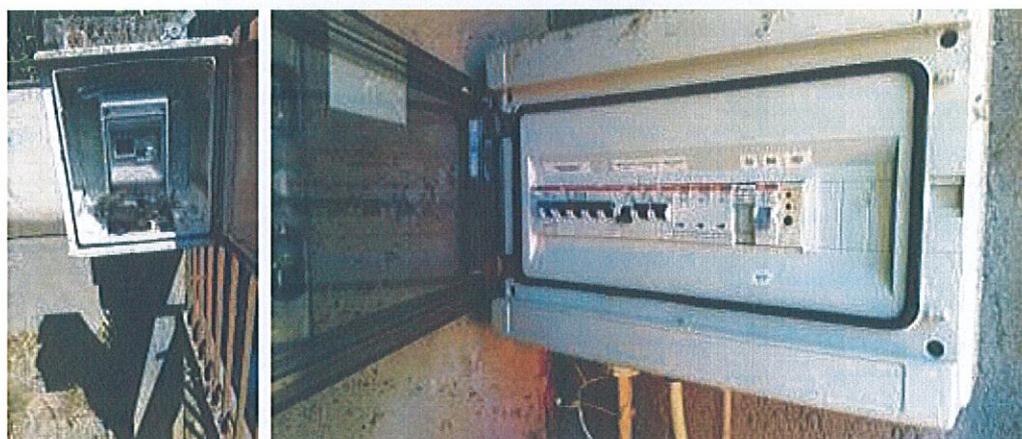
QE COMUNALE – Via Di Vittorio



QE COMUNALE – Via Bellaria (sx) – Via dalla Chiesa (dx)



QE COMUNALE – Via Montanelli Liberazione (sx) – Via O. Fallaci (dx)



QE COMUNALE – Via Matteotti / Brodolini (sx) – Via Matteotti area mercato (dx)



QE COMUNALE – Via Matteotti 1 (sx) – Via Matteotti 2 (dx)



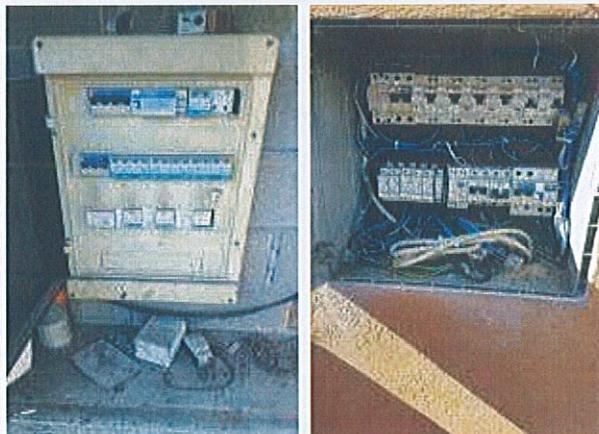
QE COMUNALE – Via Moro ang. XXV Aprile (sx) – Via XXV Aprile (dx)



QE COMUNALE – Via Neruda (sx) – Via Neruda / La torre (dx)



QE COMUNALE – Via Quasimodo (sx) – Via Ungaretti (dx)



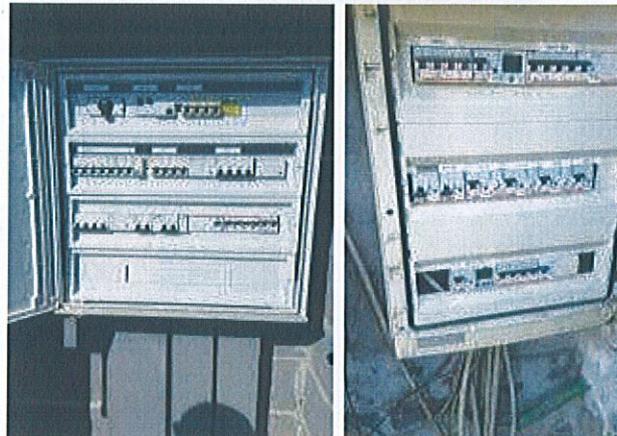
QE COMUNALE – Via Fogazzaro (sx) – Via Ungaretti (dx)



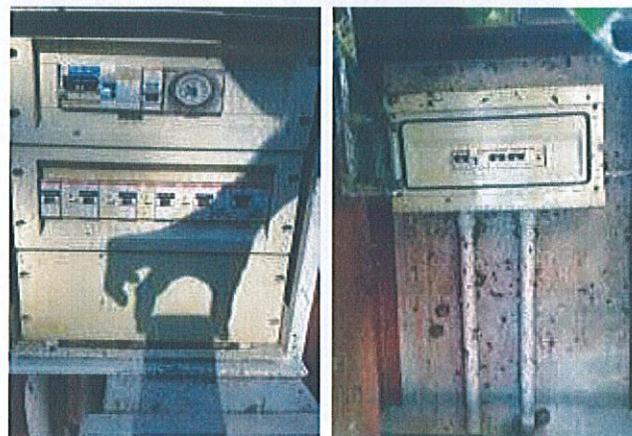
QE COMUNALE – P.zza Paolo VI (sx) – Via 2 Giugno (dx)



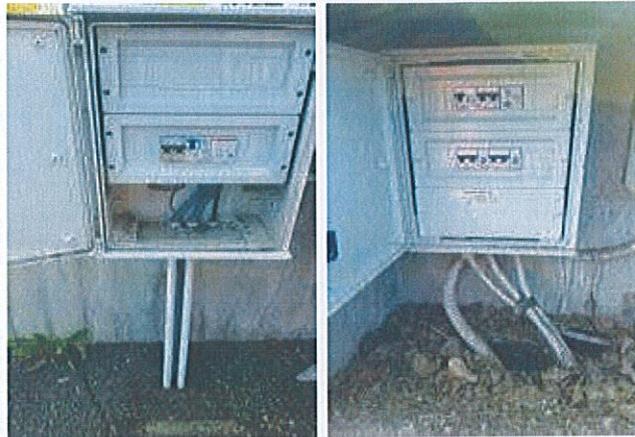
*QE COMUNALE – Via 2 Giugno ang. Via Liguria (sx) – P.zza Castello (dx)*



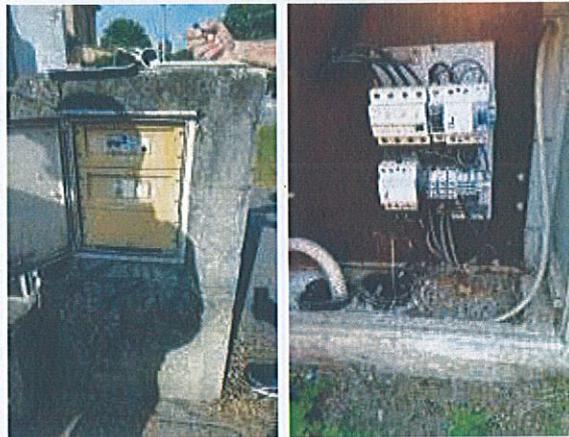
*QE COMUNALE – Parco della Pace (sx) – Parco Borromeo (dx)*



*QE COMUNALE – Via Filzi (sx) – P.zza Mercalli (dx)*



QE COMUNALE – Via Da Vinci (sx) – Via La Malfa / Via Turati (dx)



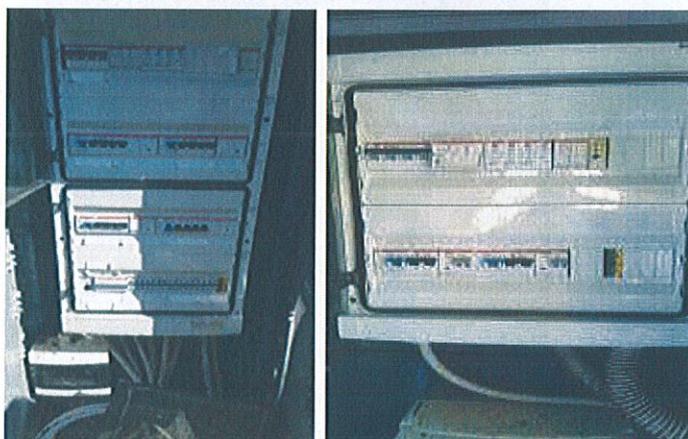
QE COMUNALE – Via Buzzoni ang. Via Amendola (sx) – Via Resistenza (dx)



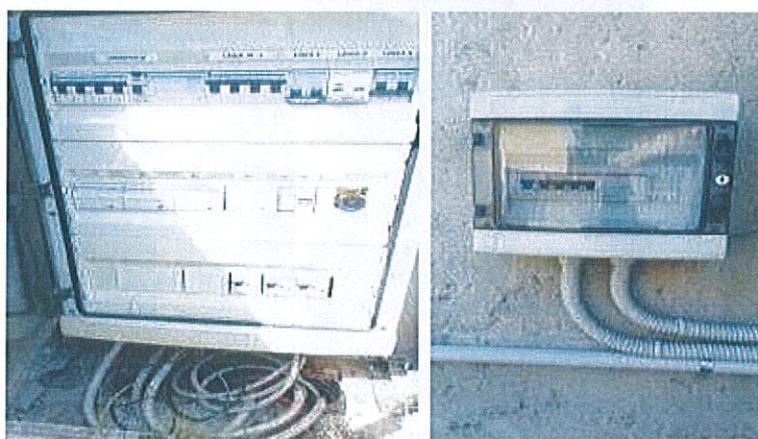
QE COMUNALE – Via Traversi Rotonda / Via Grandi (sx) – Via Grande (dx)



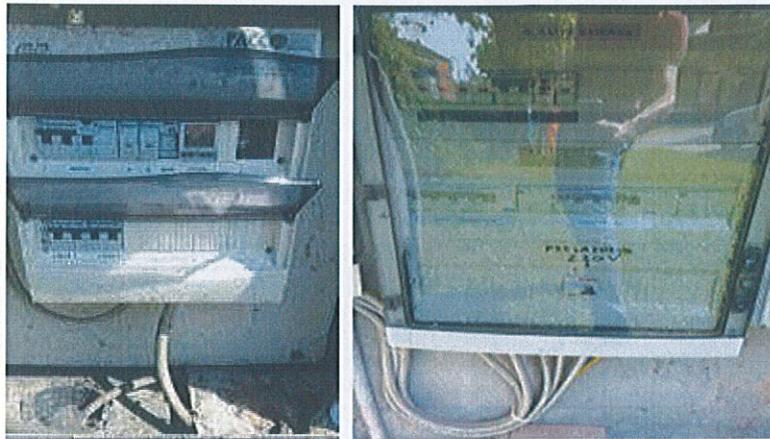
QE COMUNALE – Via Trieste ang. Via Bovio (sx) – Via Trieste ang. Via Umbria (dx)



QE COMUNALE – Via Umbria 1 (sx) – Via Umbria 2 (dx)



QE COMUNALE – Parco Nuovi Angeli (sx) – Via Marteri (dx)



QE COMUNALE – Via Archimede (sx) –Parco Bricchetto Linate / Via Rimembranza (dx)



QE COMUNALE – Via Carducci / Parco (sx) –Via Carducci (dx)

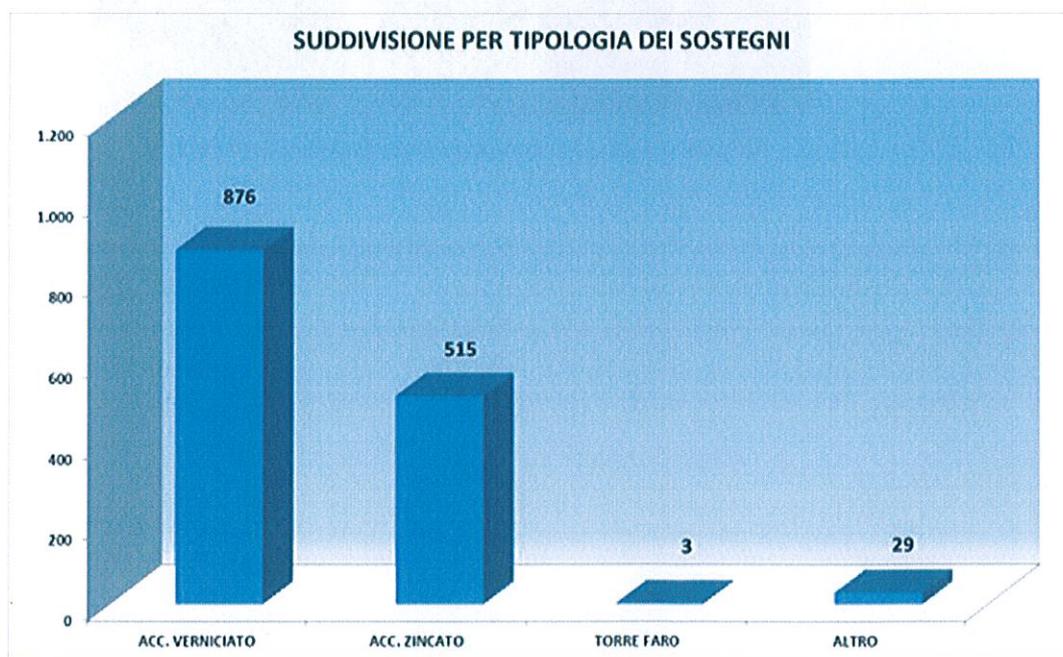


#### 4.4. Sostegni

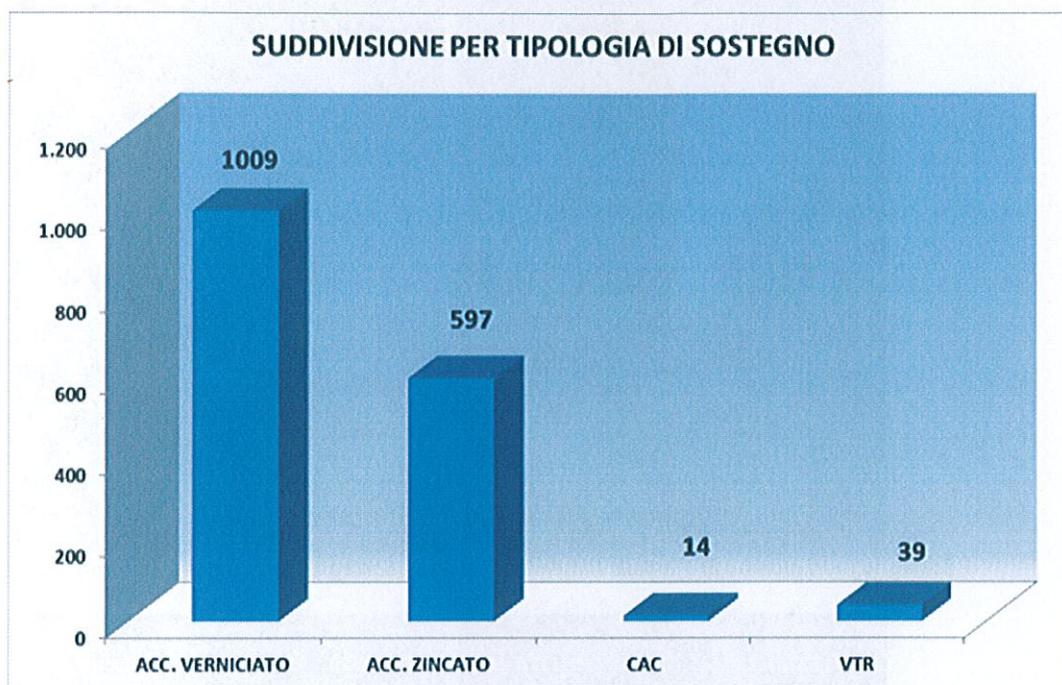
Trattandosi di impianti di illuminazione pubblica, la maggior parte dei sostegni è fatta con pali di altezze comprese tra 8 – 10 m e la maggiorparte di essi risultano di acciaio verniciato e di acciaio zincato. In percentuale minore risultano i sostegni in vetroresina e CAC e altre tipologie.

Si riporta nella tabelle di seguito un riepilogo dei sostegni in funzione delle competenze:

Sostegni	Competenza	Quantità
		[ numero ]
Palo acciaio verniciato	COMUNE	876
Palo acciaio zincato	COMUNE	515
Torre faro	COMUNE	3
altro	COMUNE	29
Palo acciaio verniciato	ENEL Sole	1009
Palo acciaio zincato	ENEL Sole	597
CAC	ENEL Sole	14
VTR	ENEL Sole	39
<b>TOTALE SOSTEGNI</b>		<b>3.082</b>



*CL COMUNALI suddivisi per tipologia dei sostegni*



*CL ENEL SOLE suddivisi per tipologia dei sostegni*

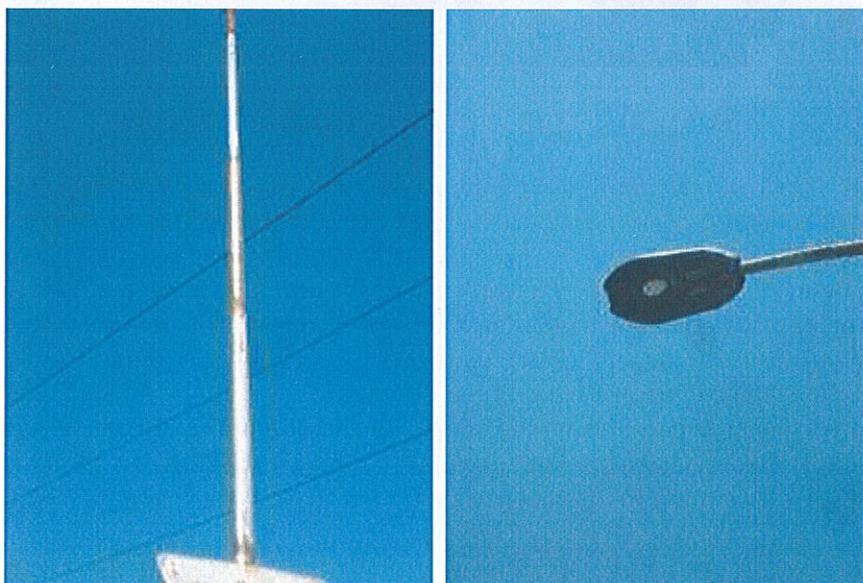
I pali più diffusi nel territorio comunale sono in acciaio verniciato e rappresentano una percentuale pari al 61% sul numero di pali complessivo, mentre i pali in acciaio zincato corrispondono a una percentuale pari al 36%.

A valle di una verifica visiva e puntuale, è stata riscontrata la presenza di sostegni idonei allo scopo i quali non richiedono alcuna manutenzione mentre, in quantità minore, è stata rilevata la presenza di sostegni inadeguati in quanto coperti da ruggine, fuori piombo e senza le adeguate protezioni come portelli, morsettiere in classe II e protezione all'incastro.

Si riporta di seguito la documentazione fotografica circa lo stato di fatto dei sostegni:



*Sostegno fuori piombo in Via delle Rimembranze (sx) – Sostegni con ruggine Via Primo Maggio (dx)*



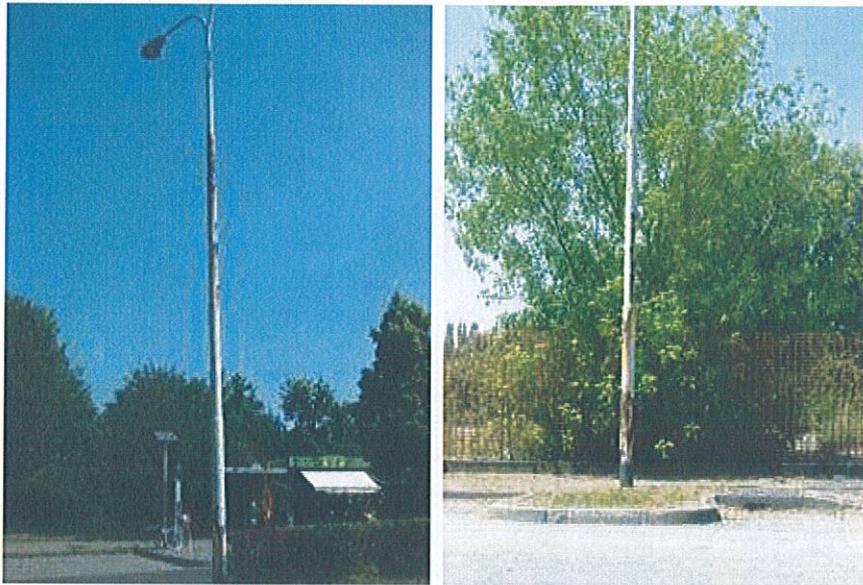
*Sostegni con evidenti segni di ruggine Via Primo Maggio*



*Sostegni in CA con evidenti segni di degrado in via Monti*



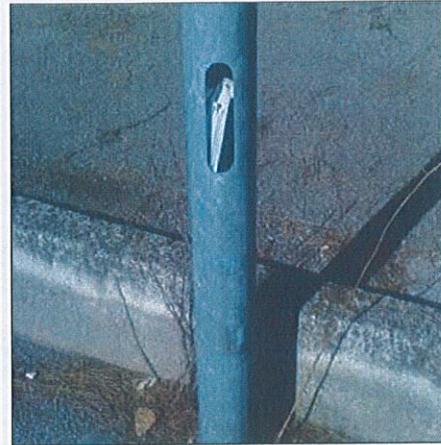
*Sostegni con evidenti segni di ruggine in Via Primo Maggio*



*Sostegni con evidenti segni di ruggine in Via Primo Maggio (sx) – Via Liguria (dx)*



*Morsetto interno al sostegno con ruggine e non in classe II di isolamento Via Liguria (sx) –Via Primo Maggio (dx)*



*Protezione all'incastro mancante (sx) – copertura mancante (dx)*

In percentuale minore sono presenti sostegni in VTR e CAC il cui utilizzo era largamente diffuso molti anni fa. Ad una verifica preliminare essi sono risultati in buona condizione, ad esclusione di alcuni casi limite che verranno pertanto sostituiti. Una verifica più approfondita in sede di progettazione esecutiva potrebbe consigliare di sostituirne anche altri, per ridurre a livelli accettabili i rischi connessi a specifici casi dubbi.

È da sottolineare che l'attività di verifica e manutenzione dei sostegni è un'attività che dovrà svolgersi anche negli anni futuri; il controllo dei sostegni rientra in un corretto piano di manutenzione, individuando nel tempo gli interventi necessari ad adeguare le situazioni di inadeguatezza che si vengono a creare.

#### 4.5. Linee in cavo

La gran parte degli impianti presenti nei centri dei paesi del territorio comunale sono alimentati con linee in cavo interrate, infilate entro cavidotti in polietilene ed in cemento. Sono presenti, in percentuale minore, linee di tipo aereo in conduttori isolati.



*Punto luce con amarro su tetto e linea aerea in P.zza Mazzini (sx) – linea aerea Via S. Carlo (dx)*

Gran parte delle linee interrate risultano essere in buono stato e, stando agli interventi della manutenzione, non danno luogo ad eventi di scattato relè differenziale causati da cedimenti degli isolamenti. Alcune linee di collegamento non rispettano la classe di isolamento II e pertanto sarà necessario sostituirle o adeguare i punti di innesto nella morsettiera.

Dalle verifiche preliminari eseguite, le sezioni e tipologie di cavi risultano coordinate con le portate nominali degli interruttori di protezione e, a quanto è noto conoscere, hanno sopportato in modo adeguato le correnti circolanti su di essi.

Da notare che la riqualifica degli impianti di illuminazione comporterà la riduzione della potenza elettrica assorbita, riducendo la corrente elettrica a tutto beneficio della sicurezza di portata dei cavi, con miglioramento sul fronte dell'invecchiamento. Minore corrente circolante significherà anche minore energia dissipata in calore, con ulteriore riduzione della velocità di deterioramento del cavo.



## 5. Criteri progettuali e caratterizzazione del progetto

Obiettivo dell'intervento è la riqualificazione degli impianti di illuminazione pubblica esistenti ai fini della sicurezza e della rispondenza alle Norme applicabili, adottando tecnologie che permettano la riduzione dei consumi energetici nonché una migliore gestione dell'energia.

Pertanto gli interventi che si proporranno hanno l'obiettivo di:

1. efficientare gli impianti mediante riqualificazione degli apparecchi luce, intesa come strategia volta a ridurre i consumi di energia elettrica assorbita;
2. adeguare le emissioni luminose;
3. adeguare le parti d'impianto che appaiono non adeguate;
4. riqualificare gli elementi strutturali d'impianto, quali pali, fondazioni e sostegni, che appaiono ammalorati;

Il raggiungimento di tali obiettivi si otterrà con la realizzazione dei seguenti interventi:

- sostituzione completa di gran parte delle armature stradali, di arredo urbano, globi, lampare, lanterne e proiettori dotate di lampade HG, SAP, SBP e JM con apparecchi analoghi per tipologia, ma provvisti di sorgente LED con alimentatori integrati configurabili punto-punto con ottica idonea all'uso (stradale e/o arredo urbano) e adeguata al tipo di area illuminata. Tutti i corpi impiegati saranno conformi alle prescrizioni normative ed in particolare alla L.R. n° 17/2000;
- telegestione a livello di quadro di alimentazione e supervisione dell'impianto PI;
- rifacimento delle linee, derivazioni e giunzioni obsolete o in classe I, in modo da poter esercire tutti gli impianti come sistema a doppio isolamento;
- eliminazione della promiscuità elettrica esistente con altri servizi, ai fini di una corretta misurazione dell'energia e dei risparmi conseguibili;
- adeguamento o sostituzione dei quadri di comando comprese le opere edili con razionalizzazione degli stessi in ragione dell'attuale promiscuità tra impianti Comunali, Enel Sole ed altri servizi (semafori, fontane, ecc,);
- sostituzione delle morsettiere non idonee o non in classe II di isolamento;
- tinteggiatura dei sostegni e bracci verniciati che presentano segni di arruggimento;
- realizzazione o rifacimento della protezione all'incastro dei sostegni metallici, in modo da evitare le infiltrazioni alla base che, nel tempo, possono causare la caduta del sostegno;
- sostituzione dei portelli mancanti e dei chiusini deteriorati;
- ripiombatura di tutti i sostegni che risultano fuori piombo, sia ai fini della sicurezza che per motivi estetici;
- numerazione di tutti i quadri di comando;
- numerazione di tutti i centri luminosi;
- sostituzione dei pali in CA con evidenti segni di ammaloramento.



## 5.1. Descrizione puntuale degli interventi

Di seguito vengono descritti, in modo puntuale, gli interventi che verranno realizzati sull'impianto di pubblica illuminazione del territorio comunale.

### Sostituzione completa dell'apparecchio

Il progetto prevede la rimozione e lo smaltimento degli apparecchi esistenti (da effettuarsi secondo la normativa vigente presso centri autorizzati) e la loro sostituzione con apparecchi nuovi, dotati di sorgente LED.

Tale opera di efficientamento garantisce una resa più elevata (rapporto lumen/watt più elevato) rispettando le prestazioni illuminotecniche da garantire alla strada e contenendo i valori entro i limiti imposti dalla Legge Regionale ai fini del contenimento dei consumi di energia e dell'inquinamento luminoso.

L'intervento di sostituzione è previsto per tutti i punti luce distribuiti sul territorio Comunale secondo i criteri di seguito riportati in tabella:

<u>STATO DI FATTO</u>	<u>STATO DI PROGETTO</u>	<u>Q.tà</u>
Vap. mercurio con bulbo fluor. W 1x125	Armatura Stradale LED W 46	825
Vap. mercurio con bulbo fluor. W 1x125	Arredo Urbano LED W 45	40
Vap. mercurio con bulbo fluor. W 1x250	Proiettore LED W 140	5
Sostituzione Vap. mercurio con bulbo fluor. W 1x80	Armatura Stradale LED W 28	48
Sostituzione Vap. mercurio con bulbo fluor. W 1x80	Arredo Urbano LED W 30	20
Sostituzione Vapori sodio W 1x100	Armatura Stradale LED W 32	590
Sostituzione Vapori sodio W 1x150	Armatura Stradale LED W 55	816
Sostituzione Vapori sodio W 1x150	Proiettore LED W 60	75
Sostituzione Vapori sodio W 1x250	Armatura Stradale LED W 120	133
Sostituzione Vapori sodio W 1x250	Proiettore LED W 105	9
Sostituzione Vapori sodio W 1x400	Proiettore LED W 140	18
Sostituzione Vapori sodio (SBP) W 1x90	Armatura Stradale LED W 28	5
Sostituzione Vapori sodio W 1x70	Armatura Stradale LED W 28	352
Sostituzione Vapori sodio W 1x70	Proiettore LED W 45	60
Sostituzione Vapori sodio W 1x70	Arredo Urbano LED W 30	15
Sostituzione Ioduri metallici 70W	Armatura Stradale LED W 32	125
Sostituzione Ioduri metallici 100W	Armatura Stradale LED W 55	19
Sostituzione Ioduri metallici 150W	Proiettore LED W 105	26
Sostituzione Ioduri metallici 250W	Proiettore LED W 140	44
Sostituzione Fluorescenti 24W	Lampada LED W 13	164
<b>TOTALE</b>		<b>3389</b>

Inoltre, per alcune porzioni di strada in Via XXXV Aprile e Via Trieste verrà prevista l'installazione di nuovi pali e rispettivi corpi illuminanti in quanto si è constatato un interesse tra i pali esistenti di circa 50



m. Pertanto, al fine di garantire un migliore livello di illuminamento, si è optato per l'installazione di n.16 sorgenti luminose a LED.

***In sintesi verranno sostituiti 3.373 corpi luminosi pari al 100 % del totale dei centri e aggiunti 16 pali nuovi con relativi corpi illuminanti***

La tipologia e l'ottica dell'apparecchio saranno scelte in funzione dell'area illuminata e sono essenzialmente riconducibili a: armatura di tipo stradale con ottiche differenziate e proiettori. Tutti corpi luminosi installati avranno un isolamento in Classe II, al fine di garantire un miglior grado di sicurezza. La Classe II di isolamento assicura che, in caso di guasto, l'apparecchio non trasferisca tensioni pericolose verso le masse metalliche accessibili agli utenti della strada. Il grado di protezione di tutti i nuovi apparecchi sarà almeno pari a IP66.

Al fine di soddisfare i requisiti della Legge Regionale contro l'inquinamento luminoso, nell'ambito dell'efficientamento dei punti luce saranno scelti apparecchi con ottiche adeguate a soddisfare i parametri di legge. Pertanto, la sostituzione delle sorgenti luminose con nuove a LED sarà fatta mediante apparecchi aventi emissione di flusso luminoso pari a zero (0) oltre l'orizzonte (angolo di 90°).

Tutte le nuove sorgenti a LED saranno dotate di elettroniche "intelligenti" necessarie a garantire la gestione puntuale degli apparecchi luce e quindi programmare il flusso luminoso di ogni singolo apparecchio così da rispettare le diverse esigenze del contesto d'installazione.

**Tabella di confronto tra lo stato di fatto e la situazione post-intervento per la completa sostituzione del corpo luminoso**

ELEMENTO DI CONFRONTO/ ANALISI	STATO DI FATTO	SITUAZIONE POST-INTERVENTO	CONSIDERAZIONI
Numero totale di sorgenti luminose che saranno da sostituire	 <b>927 CL HG - 2068 CL SAP SBP - 214 CL JM - 164 CL FLUO</b>	 <b>0</b>	Al termine dell'intervento risulteranno installati complessivamente 3373 apparecchi dotati di sorgenti a LED, conformi alla L. R. n° 17/2000 e pari al 100% del totale apparecchi
Potenza totale effettiva delle sorgenti luminose (kW)	 <b>410,5</b>	 <b>160</b>	La sostituzione degli apparecchi permette una diminuzione della potenza installata di circa 250,5 kW, pari al 61,0% della potenza attuale
Energia risparmiata con la sola sostituzione dei CL (kWh/anno)	 <b>1.600.950</b>	 <b>624.000</b>	La sola sostituzione dei CL permetterà un <b>risparmio di energia pari a 976.950 kWh/anno di energia a cui aggiungere il risparmio derivante dalla regolazione pari al 10%</b>



Tonnellate di CO <sub>2</sub> evitata (T/anno)	 709	 276	La sostituzione dei CL permetterà di evitare l'emissione di 523 tonnellate/anno di CO <sub>2</sub>
Tonnellate equivalenti di petrolio TEP	 299	 117	La sostituzione dei CL corrisponde ad evitare il consumo di 182 TEP
Livelli di illuminamento forniti rispetto alle prescrizioni richieste dalla Norma UNI 13201-2	 Insufficienti o troppo elevati	 Conformi	Le lampade HG attuali pur avendo, generalmente una potenza elevata, non garantiscono l'illuminamento richiesto dalle norme. Le lampade JM e SAP avendo, normalmente, potenze superiori al richiesto, forniscono un illuminamento sovrabbondante. L'installazione degli apparecchi in progetto con ottica adeguata alle aeree da illuminare e una sorgente ad altissima efficienza (LED), permette il rispetto delle prescrizioni richieste e la drastica riduzione del consumo di energia
Classe di isolamento delle apparecchiature installate	 I	 II	La Classe di isolamento II aumenta il livello di sicurezza degli impianti, in caso di guasto
Potenza nominale delle sorgenti (W) - Esempio	 125 (HG) 100 (SAP)	 46 (LED) 32 (LED)	Comparazione esemplificativa fra la potenza della sorgente attuale e quella media della sorgente utilizzata per la sostituzione
Efficienza luminosa (lm/W) - Esempio	 50 (HG)  90 (JM)  95 (SAP)	 130	Comparazione fra l'efficienza luminosa media della sorgenti attuali e quella della sorgente utilizzata per la sostituzione



### Gestione e controllo dei centri luminosi a LED

I centri luminosi a LED installati saranno controllati da quadro attraverso un sistema di telecontrollo centralizzato che ne controllerà l'accensione e spegnimento, l'effettivo funzionamento e monitorerà i parametri di consumo in tempo reale.

Il sistema di telecontrollo è integrato all'interno della piattaforma Urbana di gestione dei servizi di smart city. Per un maggior dettaglio si rimanda alla relazione specialistica "Relazione Servizi Smart-City".

Tutti i centri luminosi a LED avranno l'opzione di "mezzanotte virtuale". Tale sistema consente di ottimizzare ulteriormente il risparmio energetico attraverso una programmazione che limita il consumo in determinate ore della notte dove il traffico è minimo.

### Tabella di confronto tra lo stato di fatto e la situazione post-intervento per l'installazione del sistema di regolazione del flusso per la riduzione della potenza degli apparecchi illuminanti durante gli orari di minor traffico

ELEMENTO DI CONFRONTO/ANALISI	STATO DI FATTO	SITUAZIONE POST-INTERVENTO	CONSIDERAZIONI
Numero totale apparecchi regolati	 Nessun centro luminoso attuale	 N° 3389	Il nuovo sistema di regolazione è installabile sul singolo apparecchio illuminante, indipendentemente dal quadro di alimentazione; in tal modo è possibile ottenere la riduzione di flusso e potenza su tutti gli apparecchi regolati
Potenza totale regolata (kW)	 0	 160	Il nuovo sistema di regolazione è installabile sul singolo apparecchio illuminante, indipendentemente dal quadro di alimentazione; in tal modo è possibile ottenere la riduzione di flusso e potenza sul 100% degli apparecchi
Energia risparmiata grazie alla regolazione (kWh/anno)	 0	 62.400	Il nuovo sistema di regolazione permette di risparmiare 64.200 kWh/anno di energia contro gli 0 kWh/anno attuali
Tonnellate di CO <sub>2</sub> evitata (T/anno)	 0	 -28	Il nuovo sistema di regolazione permette di evitare l'emissione di 28 tonnellate/anno di CO <sub>2</sub> , a fronte delle 0 tonnellate/anno del sistema attuale, in quanto i regolatori non funzionano

Tonnellate equivalenti di petrolio TEP	 0	 -12	La sostituzione dei CL corrisponde ad evitare il consumo di 182 TEP
--	--	--	---

#### Interventi di adeguamento impiantistico e normativo

Le operazioni da effettuare urgentemente sui centri luminosi sono le seguenti:

- sostituzione e rifacimento delle derivazioni e giunzioni obsolete o in classe I, previa l'asportazione del materiale da recuperare, mediante la posa dei cavi, l'esecuzione delle giunzioni a GEL e lo smaltimento del materiale recuperato nel rispetto della normativa vigente;
- sostituzione delle linee dorsali obsolete o in classe I, previo recupero dei cavi esistenti, mediante la posa della nuove linee comprensive di derivazioni e giunzioni e lo smaltimento del materiale recuperato nel rispetto della normativa vigente;
- realizzazione di nuove linee per il collegamento delle reti ENEL Sole alle reti comunali finalizzate alla ottimizzazione dei quadri. Gli interventi in progetto prevedono marginalmente e limitatamente a tratti per la ricucitura delle reti esistenti ovvero a tratti di cavidotti interrotti, la realizzazione di cavidotti comprensivi di scavi e ripristini, posa tubazioni e conduttori e realizzazione delle giunzioni nonché dello smaltimento del materiale recuperato nel rispetto della normativa vigente;
- realizzazione delle linee da posare su muro o su palo per eliminare la promiscuità elettrica delle linee di alimentazione IP. Le opere prevedono la posa di cavo autoportante a parete o sui pali esistenti, i relativi collegamenti e derivazioni (in classe II), il recupero del materiale in opera e il suo smaltimento (compresi gli accessori) nel rispetto della normativa vigente;
- rifacimento della protezione all'incastro del sostegno, mediante la scalzatura, l'asportazione del materiale compreso quello dell'eventuale collarino, la messa in opera della guaina di protezione, lo smaltimento del materiale recuperato nel rispetto della normativa vigente;
- ripiombatura di tutti i sostegni fuori piombo, mediante la scalzatura all'incastro, il raddrizzamento del palo, il rifissaggio dello stesso con relativo rifacimento della protezione all'incastro e lo smaltimento del materiale di risulta nel rispetto della normativa vigente;
- sostituzione dei chiusini danneggiati sia in cemento che in ghisa compreso lo smaltimento del materiale di risulta nel rispetto della normativa vigente;
- sostituzione di morsettiere non idonee dei portelli mancanti, e sistemazione di quelli danneggiati con lo smaltimento del materiale recuperato nel rispetto della normativa vigente;
- tinteggiatura di tutti i sostegni e i bracci verniciati da effettuarsi previa accurata pulizia della superficie da tinteggiare e appositioni di tre mani di pittura per uno spessore totale da 90 micron
- Sostituzione dei pali esistenti, totalmente ammalorati, in acciaio zincato, acciaio verniciato e CAC compreso lo smaltimento del materiale di risulta nel rispetto della normativa vigente e installazione dei nuovi pali di sostegno previsti per Via Trieste e Via XXV Aprile
- numerazione dei centri luminosi. L'intervento prevede la numerazione di tutti i CL;
- sostituzione e/o ammodernamento dei quadri esistenti mediante la posa e il fissaggio del contenitore, la posa delle apparecchiature per il comando e la regolazione e i relativi collegamenti alla rete IP esistente. La prestazione comprende anche il recupero dei quadri smantellati e il trasporto in discarica nel rispetto della normativa vigente.



**Tabella di confronto tra lo stato di fatto e la situazione post-intervento per interventi di adeguamento impiantistico e normativo**

ELEMENTO DI CONFRONTO	STATO DI FATTO	SITUAZIONE POST-INTERVENTO	CONSIDERAZIONI
Sostituzione e rifacimento delle derivazioni e giunzioni obsolete o in classe I	 1095	 0	Le derivazioni e le giunzioni obsolete limitano la vita-utile degli impianti. Quelle in classe I non consentono la gestione del sistema con le modalità del doppio isolamento
Nuove derivazioni (linee di collegamento fra dorsale e lampada) per nuovi pali previsti in Via Trieste e Via XXV Aprile	 0	 16	
Sostituzione di morsettiere che non garantiscono il doppio isolamento	 1731	 0	Le morsettiere obsolete di classe I interne ai pali di sostegno limitano la vita-utile degli impianti e non consentono la gestione del sistema con le modalità del doppio isolamento
Nuove morsettiere per nuovi pali previsti in Via Trieste e Via XXV Aprile	 0	 16	
Realizzazione nuove linee - dorsali interrate in classe II	 10800 m	 0	Le linee obsolete limitano la vita-utile degli impianti. Quelle in classe I non consentono la gestione del sistema con le modalità del doppio isolamento
Nuove linee interrate per nuovi pali previsti in Via Trieste e Via XXV Aprile	 0	 500 m	
Realizzazione delle linee aeree per eliminazione promiscuità elettrica	 1000 m	 0	La promiscuità elettrica delle linee di alimentazione IP e di distribuzione non consente una corretta misurazione dell'energia e dei risparmi conseguibili con la dimmerazione notturna
Protezione all'incastro asportata o danneggiata	 540	 0	La protezione all'incastro dei sostegni è un intervento indispensabile per garantire l'integrità dei pali ed evitare che marciscano e possano cadere causando gravi danni a persone e mezzi



Sostegni fuori piombo	 111	 0	La verticalità dei sostegni non è importante solo per l'aspetto visivo, ma soprattutto in quanto, se non ripristinata, potrebbe portare, nel tempo, alla caduta del sostegno, causando gravi danni a persone e mezzi
Chiusini danneggiati	 87	 0	I chiusini danneggiati e deteriorati possono causare danni a persone e mezzi
Sostegni e/o pali arrugginiti da riverniciare	 528	 0	I pali arrugginiti, oltre che costituire un aspetto visivo negativo, possono portare alla compromissione dell'integrità del sostegno con pericolo di caduta e conseguenti danni per persone e mezzi
Sostituzione dei pali esistenti in acciaio zincato, acciaio verniciato e CAC	 74	 0	I pali ammalorati in acciaio zincato, verniciato e CAC tali da richiederne la sostituzione integrale, possono portare alla compromissione dell'integrità del sostegno con pericolo di caduta e conseguenti danni per persone e mezzi
Installazione nuovi pali in via Trieste e in Via XXV Aprile	 0	 16	
Numerazione di tutti i centri luminosi	 3082	 0	La numerazione di tutti i centri luminosi è indispensabile per una più veloce individuazione e migliore gestione
Numerazione nuovi pali previsti in Via Trieste e Via XXV Aprile	 0	 16	
Sostituzione dei portelli mancanti o ammalorati	 237	 0	L'assenza dei portelli di copertura dei pali può compromettere la sicurezza delle persone
Adeguamento quadri di comando esistenti di competenza comunale	 10	 0	Parte dei quadri attuali necessita di un adeguamento e l'installazione dei dispositivi di regolazione



Quadri ENEL Sole da sostituire	 60	 0	I quadri attuali, ancorché regolari, non sono provvisti di contatore e andrebbero adeguati al sistema di regolazione e conseguentemente verranno completamente eliminati
Quadri comunali da sostituire	 16	 0	I quadri attuali sono obsoleti e vanno adeguati al sistema di regolazione e conseguentemente saranno tutti sostituiti con nuove apparecchiature



---

## 6. Requisiti e prestazioni dell'intervento

---

### 6.1. Requisiti tecnici dei materiali

---

In questo paragrafo sono descritte le caratteristiche prestazionali delle principali componenti d'impianto che interessano l'intervento in esame.

#### Corpi illuminanti di nuova fornitura - LED

La sostituzione degli apparecchi luce da riqualificare è stata studiata con nuovi apparecchi luce a LED, scelti di forma e dimensione simili agli esistenti.

I corpi luce sono stati scelti in modo tale da ottimizzare l'installazione riducendo al massimo lo scostamento di pesi e geometrie rispetto allo stato di fatto, garantendo il mantenimento dei supporti esistenti senza necessità di ricalcolare strutturalmente pali e sostegni in generale. Gli apparecchi attualmente installati montano al loro interno lampade di tipo tradizionale, aventi sorgenti che generano un elevato consumo di energia elettrica, quali vapori di sodio ad alta pressione, vapori di mercurio e ioduri metallici. La sostituzione di questi apparecchi con nuovi corpi a led ha quindi la doppia finalità di abbattere notevolmente i costi dell'energia e migliorare l'illuminazione attuale, utilizzando dei prodotti all'avanguardia che generano un elevato comfort visivo, a favore della vivibilità notturna del paese e della sicurezza nelle strade.

La proposta di sostituzione è stata fatta suddividendo i corpi illuminanti in quattro diversi tipi di applicazione, come riportato di seguito:

1. Strade;
2. Piazze e parchi;
3. Aree di conflitto, rotatorie e incroci;
4. Percorsi ciclo-pedonali.

Per ogni ambito di applicazione, sono stati fatti dei calcoli specifici considerando la norma UNI11248-2012 al fine di ottenere dopo la sostituzione il giusto livello di illuminazione in ogni contesto urbano. Di conseguenza, la categoria illuminotecnica da rispettare è stata scelta seguendo le prescrizioni della normativa, che permette di ridurre la classe qualora venga scelto – come nel nostro caso – un apparecchio di resa cromatica maggiore del 60%. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione "RE05 - STUDIO CALCOLI ILLUMINOTECNICI".

Di seguito viene quindi riportata la descrizione dello studio preliminare fatto nelle diverse zone, con l'evidenza delle scelte progettuali adottate per la redazione dei calcoli illuminotecnici.

STRADE

**TIPOLOGIE CORPI ILLUMINANTI**



ARMODUE AEC – Via delle Rimembranze



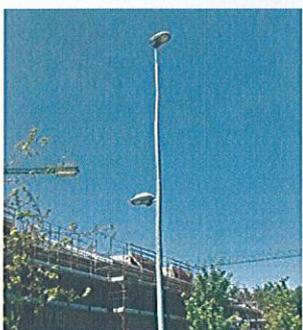
DISANO GHISALLO – Via Galvani



ELLISSE GRECHI – Via La Torre



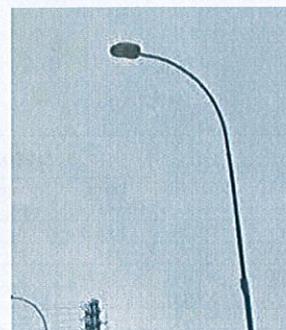
FIVEP TIROS – Via della Resistenza



GIOVI DISANO – Via Umbria



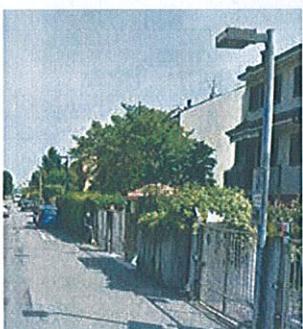
LUNOIDE AEC – Via Einaudi



MINI BRERA DISANO – Via Carducci



MINI TONALE – Via Matteotti



PROIETTORE NC – Via Fogazzaro



SEMPIONE DISANO – Via La Malfa



SQUALO SCHREDER – Via Roma

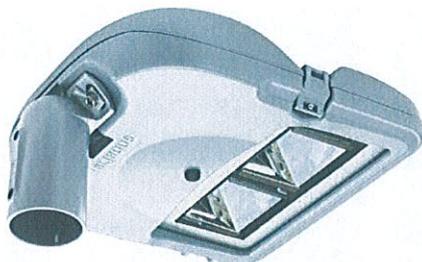


UNIVERSO FIVEP – Via Moro

**POTENZE ATTUALI**

Vapori di Mercurio (HG)	Ioduri Metallici (JM)	Sodio Alta Pressione (SAP)	Sodio Bassa Press. (SBP)
80 W 125 W	70 W 100 W 150 W 250 W	70 W 100 W 150 W 250 W	90 W

## APPARECCHIO PROPOSTO IN SOSTITUZIONE



### PHILEO MINI

Corpo illuminante a Led a riflessione totale idoneo per l'illuminazione stradale su palo.

L'efficienza di sistema arriva fino a 140 lm/W, un valore che permette di ottenere fino al 70% di risparmio rispetto le sorgenti tradizionali.

L'apparecchio può montare al suo interno un diverso numero di moduli, da 1 a 6 in funzione della potenza richiesta; fino a due moduli si ha la taglia MINI, il cui flusso massimo è 10.000 lm. La forma geometrica del modulo ne determina l'ottica: ci sono 4 tipi diversi di ottica asimmetrica che possono essere anche combinati fra di loro all'interno dell'apparecchio, in modo da trovare la configurazione idonea per ogni circostanza ed avere la giusta luce in ogni contesto.

### Casi studio

UBICAZIONE	CATEG. ILLUMIN.	DATI GEOMETRICI STRADA				VALORI ILLUMINOTECNICI CALCOLATI					APPARECCHIO UTILIZZATO	
		Largh. Strada [mt]	H palo [mt]	Interd. [mt]	Dist. Bordo strada [mt]	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	U1	TI [%]	SR	CODICE	POT [W]
VIA ARCHIMEDE	ME3b	2 x 6,5	8	28	0,5	1,16	0,57	0,68	8	0,7	S-PA060PYEG2P	43
VIA MATTEOTTI	ME3b	8	8	29	0,5	1	0,45	0,66	8	0,51	S-PA070PYRG2P	51
VIA PRIMO MAGGIO	ME3b	2 x 7	8	32	1	1,01	0,58	0,6	8	0,75	S-PA060PYEG2P	43
VIA UMBRIA	ME3b	7	10	32	-2,5	1,05	0,55	0,76	9	0,74	S-PA100PYEG2P	81
VIA DELEDDA	ME4a	9	8	29	1	0,8	0,52	0,51	7	0,5	S-PA070PYLG2P	51
VIA DELLA RESISTENZA	ME4a	6,5	8	30	-1	0,92	0,49	0,74	11	0,56	S-PA060PYEG2P	43
VIA DUE GIUGNO	ME4a	2 x 6	8	30	0	0,8	0,59	0,69	8	0,62	S-PA045PYEG2P	32
VIA F.LLI BANDIERA	ME4a	7,5	10	40	0	0,86	0,57	0,62	9	0,54	S-PA085PYEG2P	63
VIA F.LLI CERVI	ME4a	7,5	8	31	-1,3	0,83	0,4	0,73	12	0,52	S-PA060PYEG2P	43
VIA FERMI	ME4a	12	8	36	-1	0,83	0,71	0,66	7	0,6	S-PA050PYRG2P	35
VIA GALILEI	ME4a	8,5	8	28	0,5	0,79	0,53	0,67	8	0,58	S-PA060PYLG2P	43
VIA MONTI	ME4a	8	8	25	0,5	0,85	0,48	0,75	7	0,51	S-PA050PYRG2P	35
VIA MORO	ME4a	8	8	26	0	0,78	0,47	0,76	8	0,54	S-PA050PYRG2P	35
VIA ORIANA FALLACI	ME4a	6,5	10	25	1,5	0,77	0,7	0,69	5	0,71	S-PA050PYRG2P	35
VIALE ABRUZZI	ME4a	10	8	26	-0,5	0,78	0,41	0,73	7	0,65	S-PA070PYLG2P	51
VIA GALVANI - GALILEI	ME4a	7,5	10	38	0	0,78	0,4	0,63	8	1	S-PA085PYLG2P	63
VIA ROMA	ME4a	6	10	27	0	0,84	0,67	0,77	5	0,79	S-PA060PYRG2P	43
VIA GRAMSCI	ME5	6,5	8	25	0	0,52	0,57	0,76	7	0,5	S-PA025PYEG1P	19
VIA LA TORRE	ME5	7,5	8	23	0	0,61	0,48	0,8	6	0,57	S-PA035PYRG1P	25
VIA PAPA GIOVANNI XXIII	ME5	7,5	8	28	0	0,58	0,45	0,71	7	0,58	S-PA040PYRG1P	30
VIA LA TORRE	ME5	7	8	23	0	0,61	0,48	0,8	6	0,57	S-PA035PYRG1P	25
VIA FOGAZZARO	ME5	5	4	16	0	0,79	0,46	0,59	14	0,56	S-PA020PYLG1P	15
VIA TURATI	ME5	5	8	35	-3	0,55	0,48	0,58	12	0,89	S-PA050PYEG2P	35

Piazze e parchi

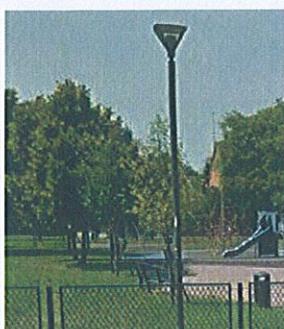
## TIPOLOGIE CORPI ILLUMINANTI



ARREDO NC – Via San Bovio



POLLICINO – Via La Torre



DISANO VISTA – Parco Via Carducci



DISANO VISTA – Piazza Verga

## POTENZE ATTUALI

Vapori di Mercurio (HG)	Ioduri Metallici (JM)	Sodio Alta Pressione (SAP)
80 W	70 W	70 W
125 W	100 W	100 W
250 W	150 W	150 W
	250 W	250 W

## APPARECCHIO PROPOSTO IN SOSTITUZIONE



### ROMA TESTAPALO

Corpo illuminante a Led A LED che utilizza il sistema delle lenti, adatto per l'illuminazione di parchi e giardini, in sostituzione di globi o altre tipologie da arredo urbano.

L'apparecchio può montare al suo interno diverse ottiche, asimmetriche, simmetriche e rosimmetriche, a secondo del tipo di installazione.

L'efficienza di sistema è di 100 lm/W

UBICAZIONE	CATEGORIA ILLUMIN.	DATI GEOMETRICI		VALORI ILLUMINOTECNICI CALCOLATI					APPARECCHIO UTILIZZATO	
		Largh. Strada [mt]	H palo [mt]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>m</sub> / E <sub>min</sub>	E <sub>m</sub> / E <sub>max</sub>	CODICE	POT [W]
PARCO VIA CARDUCCI	S3	-	4	9,85	2,06	19	0,209	0,11	ROM030P740VTN04P	30
PIAZZA VERGA	S2	-	4	15	4,91	23	0,318	0,216	ROM020P740VTN04P	20

### Aree di conflitto, rotatorie e incroci

Vedi tipo "Strade" per tipologia corpi illuminanti attuali, potenze installate e apparecchio proposto in sostituzione.

#### Casi studio

UBICAZIONE	CATEGORIA ILLUMIN.	DATI GEOMETRICI		VALORI ILLUMINOTECNICI CALCOLATI					APPARECCHIO UTILIZZATO	
		Largh. Strada [mt]	H palo [mt]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>m</sub> / E <sub>min</sub>	E <sub>m</sub> / E <sub>max</sub>	CODICE	POT [W]
ROTATORIA VIA EINAUDI	CE2	8	8	22	12	51	0,53	0,23	S-PA050PYLG2P	35
ROTATORIA VIA MILANO - VIALE 1° MAGGIO	CE2	8	8	20	9,49	48	0,43	0,18	S-PA085PYLG2P	63

### Percorsi ciclo-pedonali

#### TIPOLOGIE CORPI ILLUMINANTI



VOLO – Via Due Giugno pedonale



VOLO – Via Moro pedonale

#### APPARECCHI PROPOSTI

La scelta va fatta in base al contesto urbano: in un ambiente dov'è richiesto un apparecchio da arredo, si utilizza il Roma, viceversa su percorsi adiacenti a strada extraurbane si utilizza Phileo Mini.



**POTENZE ATTUALI:** Sodio alta pressione (SAP) 70, 150 W; Ioduri metallici (JM) 70, 100 W

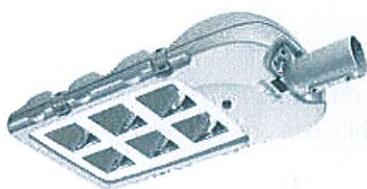
#### Casi studio

UBICAZIONE	CATEGORIA ILLUMIN.	DATI GEOMETRICI			VALORI ILLUMINOTECNICI		APPARECCHIO UTILIZZATO	
		Largh. Strada [mt]	H palo [mt]	Interd. [mt]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	CODICE	POT [W]
VIA DUE GIUGNO CICLO-PEDONALE	S2	5	4	20	11,81	3,41	S-PA020PYZG1P	15
VIA MORO CICLO-PEDONALE	S2	4	4	18	14,32	5,43	ROM020P740MBN04P	20

In particolare tali apparecchi avranno le seguenti caratteristiche:

- telaio e copertura in lega di alluminio pressofuso;
- schermo di chiusura in vetro temperato, ad elevata trasparenza e resistenza meccanica;
- grado di protezione IP66;
- isolamento in Classe II;
- alimentatore ad altissima efficienza, programmabile e dimmerabile con ingresso 1-10V o DALI per regolazione;
- sorgenti LED:
  - o potenza da 15W a 143 W;
  - o temperatura colore 2700-5.000°K;
  - o efficienza luminosa minima 130lm/W;
  - o flusso emesso da 2.000lm a 20.000lm;

vita media 180.000 ore (con un massimo di "moria" a fine vita del 20%).



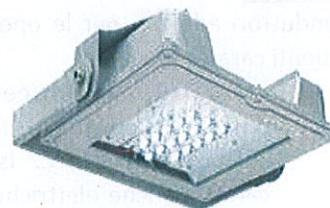
*Armatura con sorgente LED con ottica stradale*



*Armatura con sorgente LED con ottica a fungo*



*Armatura con sorgente LED con ottica per arredo urbano*



*Proiettore a LED*

In relazione al recente DM 23/12/2013 "Criteri ambientali minimi per l'acquisto di lampade a scarica ad alta intensità e moduli LED per illuminazione pubblica, per l'acquisto di apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e per l'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica - aggiornamento 2013" si sottolinea che gli apparecchi previsti per l'adeguamento e l'attività di progettazione dovranno soddisfare i Criteri Ambientali Minimi previsti dal succitato DM e rientrano nei "**contratti pubblici verdi**" ai fini del monitoraggio dell' AVCP.

In particolare devono essere rispettati i seguenti criteri di base:

- Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico (il sistema ottico fa parte dell'apparecchio, ma non del modulo LED)  $\geq 75$  lm/W per apparecchi con T<sub>cp</sub>  $\leq 3500^{\circ}$ K;



- Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico (il sistema ottico fa parte dell'apparecchio, ma non del modulo LED)  $\geq 75$  lm/W per apparecchi con  $3500^{\circ}\text{K} \leq T_{cp} \leq 5500^{\circ}\text{K}$ ;
- Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico (il sistema ottico fa parte dell'apparecchio, ma non del modulo LED)  $\geq 90$  lm/W per apparecchi con  $T_{cp} > 5500^{\circ}\text{K}$ ;
- Fattore di mantenimento del flusso luminoso  $\geq 80\%$  e tasso di guasto  $\leq 12\%$  per 50.000 ore di funzionamento;
- Tasso di guasto  $\leq 5\%$  per 1.000 ore di funzionamento;
- Rendimento dell'alimentatore a pieno carico  $\geq 90\%$  e relativo tasso di guasto  $\leq 12\%$  per 50.000 ore di funzionamento

Infine, l'attività di progettazione dovrà essere svolta da professionista in possesso dei requisiti di cui all'art. 4.3 e successivi del DM 23/12/2013. Gli ulteriori criteri di base vincolanti sono desumibili dal DM 23/12/2013.

#### Sistema di gestione e regolazione PI

Se programmanti opportunamente, i Driver (elettroniche intelligenti) forniti con gli apparecchi garantiranno il funzionamento bi-potenza autonomo, con riduzione al 70% 1 ora prima e 5 ore dopo la mezzanotte naturale; I Driver saranno del tipo programmabili, con possibilità di avere le seguenti opzioni di funzionamento a seconda delle esigenze:

- output fisso;
- bi-potenza autonomo o con filo pilota esterno;
- programmazione multilivello con funzionamento autonomo;
- ingresso DALI o 1/10 V;

#### Conduttori

I conduttori adottati per le operazioni di ampliamento e modifica degli impianti esistenti avranno le seguenti caratteristiche:

- cavi FG7R unipolari per la distribuzione e l'alimentazione dei corpi luce: cavi con tensione d'isolamento 0.6/1kV, temperatura di funzionamento normale  $90^{\circ}\text{C}$ , temperatura massima di cortocircuito  $250^{\circ}\text{C}$ . Isolante in gomma HEPR ad alto modulo che conferisce elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche; temperatura di posa minima  $0^{\circ}\text{C}$ . Conforme alle norme CEI 20-35, CEI 20-22 II, CEI 20-37/2.
- cavo tipo N07V-K per il cablaggio dei circuiti ausiliari all'interno dei quadri elettrici: cavi con tensione d'isolamento 450/750V, temperatura di funzionamento normale  $70^{\circ}\text{C}$ , temperatura massima di cortocircuito  $160^{\circ}\text{C}$ , isolante in PVC di qualità R2, temperatura di posa minima  $5^{\circ}\text{C}$ , conforme alle norme CEI 20-35, CEI 20-22 II, CEI 20-37/2.

#### Quadri di comando

I quadri di comando da sostituire o da adeguare saranno dimensionati nel rispetto della Norma CEI 17-113. I quadri conterranno, montate su profilati e cablate, le apparecchiature di protezione, comando, segnalazione e regolazione e dovranno prevedere almeno un 10% di spazio libero. I cablaggi interni dei quadri saranno raccolti in apposite canalette interne o negli spazi predisposti nei centralini, mentre i collegamenti alle linee esterne avverranno tramite apposite morsettiere.



Si precisa che tutti i quadri dovranno essere forniti completi del certificato di collaudo e della dichiarazione di conformità del costruttore, dovranno essere dotati in corrispondenza delle protezioni delle targhette identificative e del numero o sigla della protezione che sarà riportato negli schemi di as-built. Anche le morsettiere e i cavi in partenza ed in arrivo dovranno essere opportunamente contrassegnati.

Lì dove necessario verrà previsto un armadio stradale di contenimento del quadro elettrico di zona di dimensioni idonee e di materiale termoplastico e grado di protezione IP65.

#### Deviazioni e giunzioni

Le nuove derivazioni dai circuiti dorsali ai singoli corpi luce saranno eseguite installando morsettiere a doppio isolamento con fusibili a cartuccia per la fase utilizzata, per permettere "l'entra ed esci della montante" e allo stesso tempo la derivazione con cavo FG7R 2x(1x1.5) mmq agli apparecchi luce.

I conduttori nel tratto pozzetto-palo saranno protetti da tubazione e/o guaina in PVC e risulteranno sfilabili. Le derivazioni saranno eseguite sulla morsettiera a palo; solo se necessarie per determinati vincoli le derivazioni saranno realizzate entro pozzetti, nel qual caso utilizzeranno connettori a compressione tipo "C" inglobati in apposite "muffole" in versione unipolare, contenenti GEL capaci di assicurare il grado di protezione IP67 e di ripristinare il grado d'isolamento originario del cavo. Per verificare la corretta esecuzione della giunzione ed il ripristino dell'isolamento, a fine lavori saranno svolte prove d'isolamento come previsto nella Norma CEI 64-8/6 Art.612.3.

#### Cavidotti

I nuovi tratti di circuito saranno infilati entro cavidotti interrati aventi le seguenti caratteristiche:

- cavidotti in polietilene ad alta densità (HDPE) a doppia parete, liscio internamente e corrugato esternamente, completo di sonda tiracavo, conforme alla Norma CEI EN 50086-1, avente resistenza alla compressione di 450N e all'urto di 2kg a -5°C.

In conformità alla norma CEI 11-17 relativa alla posa dei cavi interrati, i cavidotti serie N450 potranno essere interrati a profondità anche inferiore a 50 cm dal livello di campagna e privi di sistemi (tegolo, lastra, ecc.) di protezione meccanica.

#### Pali metallici

I nuovi pali e sostegni saranno forniti di tipo conformi alle norme:

- UNI EN 40-2: pali per illuminazione. Dimensioni e tolleranze,
- UNI EN 40-5: Pali. Alloggiamenti elettrici e passaggi dei cavi.

I pali saranno conformi alle norme UNI EN 40, che stabiliscono quali devono essere le prestazioni di resistenza al vento ed alla tipologia del terreno della zona d'installazione. Per la zona d'intervento in esame, i pali saranno idonei ad essere installati in zona classificata "Zona 3". In base alle caratteristiche dei pali, dei pesi, del tipo di fissaggio, saranno dimensionati nella successiva fase di progetto i plinti di fondazione.

I pali saranno con zincatura a caldo eseguita in conformità della sezione 4 delle Norme UNI EN 40, dotati di entrata cavi e di attacco messa a terra mediante supporto, saldato al palo, per bullone posizionato ad altezza dalla base. I pali saranno completi di asola per morsettiera, con portella a filo palo apribile tramite chiave. La morsettiera di derivazione sarà adatta a cavi sino a 16 mm<sup>2</sup> e completa di fusibili di protezione.

Ai fini della sicurezza e maggiore individuazione, ai nuovi pali saranno applicati fogli adesivi luminescenti a strisce di colore bianco e rosso, ad altezza di circa 1.30 m fuori terra.



### 6.1. Riepilogo risultati attesi

A seguire è riportata una tabella riepilogativa circa i risultati attesi a seguito degli interventi di efficientamento della PI.

ELEMENTO DI PRESTAZIONE	STATO DI FATTO	SITUAZIONE POST-INTERVENTO
Numero totale sorgenti luminose	3373	3389
Numero totale sorgenti HG	 927	 0
Numero totale sorgenti SAP - SBP	 2068	 0
Numero totale sorgenti JM	 214	 0
Numero totale sorgenti a fluorescenza	 164	 0
Numero di quadri di comando	 108	 108
Potenza installata (kW)	 410,5	 160
Potenza regolata (kW)	 0	 160
Energia consumata (kWh/anno)	 1.600.950	 624.000



Energia risparmiata grazie alla regolazione (kWh/anno)	 0	 62.400
--	--	---



## 7. Verifiche di progetto e analisi energetica

### 7.1. Analisi energetica

In seguito allo studio preliminare degli interventi di riqualifica ed efficientamento della PI comunale si riporta la seguente tabella riepilogativa circa i consumi e la potenza installata nelle condizioni dello "stato di fatto" e dello "stato di progetto".

RAFFRONTO POTENZA CONDIZIONI "STATO DI FATTO" E "STATO DI PROGETTO"		
	NUMERO APPARECCHI [n°]	POTENZA TOTALE [kW]
STATO DI FATTO	<b>3373</b>	<b>410,50</b>
STATO DI PROGETTO	<b>3389</b>	<b>160,00</b>
<b>RISPARMIO DI POTENZA [kW]</b>		<b>250,50</b>
<b>RISPARMIO DI POTENZA [%]</b>		<b>≈ 61%</b>

Gli interventi di riqualificazione e di efficientamento energetico proposti permettono di ottenere una significativa riduzione dell'energia annua assorbita. Da considerare che tale risparmio è ottenibile non solo per mezzo della sostituzione dei corpi illuminanti esistenti con sorgenti luminose a tecnologia LED, ma anche grazie all'ausilio del sistema di regolazione (mezzanotte virtuale) dei nuovi punti luce mediante il quale si ottiene una ulteriore riduzione del 10% sui consumi totali a valle del relamping.

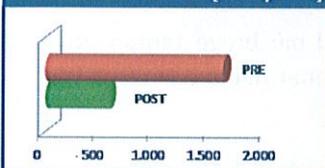
RAFFRONTO ENERGIA CONSUMATA CONDIZIONI "STATO DI FATTO" E "STATO DI PROGETTO"		
	NUMERO APPARECCHI [n°]	ENERGIA TOTALE [kW/anno]
STATO DI FATTO	<b>3373</b>	<b>1.600.950</b>
STATO DI PROGETTO SENZA REGOLAZIONE	<b>3389</b>	<b>624.000</b>
STATO DI PROGETTO CON REGOLAZIONE (10%)	<b>3389</b>	<b>561.600</b>
<b>RISPARMIO DI ENERGIA CON REGOLAZIONE [kW/anno]</b>		<b>1.039.350</b>
<b>RISPARMIO DI ENERGIA CON REGOLAZIONE [%]</b>		<b>≈ 65%</b>

Risulta chiaro che l'intervento di efficientamento e riqualificazione dell'impianto di pubblica illuminazione, presente sul territorio comunale, permette di conseguire sensibili risparmi di energia, con benefici risvolti sull'ambiente.

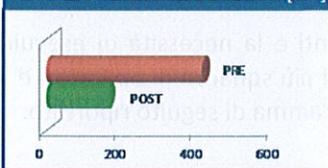


### RETE DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE

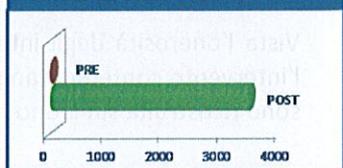
ENERGIA CONSUMATA [MWh/anno]



POTENZA NOMINALE SORGENTI [kW]



NUMERO SORGENTI REGOLATE SMART



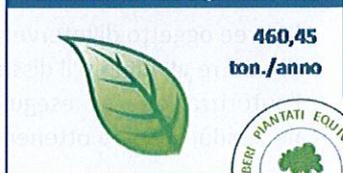
RIDUZIONE DEI CONSUMI



TEP EVITATE



EMISSIONI DI CO2 EQUIV. EVITATE



\*Come base per il calcolo della quantità di CO2 assorbita dagli alberi, è stato applicato il dato della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC) che considera un assorbimento medio per albero pari a circa 10 kg di CO2 all'anno. Tuttavia non è inutile osservare che secondo la letteratura scientifica in materia per alberi di grandi dimensioni in condizioni favorevoli la quantità di CO2 assorbita può arrivare anche a valori molto più significativi (fino a circa 360kg/anno).



## **8. Modalità di svolgimento delle prestazioni e cronoprogramma**

Gli interventi saranno realizzati sequenzialmente, tenendo conto della tipologia dell'opera e dell'area di intervento.

Vista l'onerosità degli interventi e la necessità di eseguirli nel più breve tempo possibile, si prevede l'intervento contemporaneo di più squadre di operatori e la sequenzialità e le tempistiche di intervento sono ricostruite sul cronoprogramma di seguito riportato.

Le modalità di svolgimento delle diverse fasi sono di seguito descritte; per maggiori dettagli si deve fare riferimento al documento "Relazione preliminare sulla salute e sicurezza".

Le aree oggetto di intervento dovranno essere, per quanto più possibile, circoscritte e limitate allo scopo di ridurre al minimo il disservizio legato agli interventi. In ogni caso, se necessario, dovrà essere acquisita l'autorizzazione ad eseguire i lavori da parte dell'ente proprietario delle aree pubbliche. In caso di necessità, si dovrà ottenere l'ordinanza per la delimitazione o la chiusura di strade ed aree pubbliche.

Particolare attenzione dovrà essere posta al fine di non venire in contatto con eventuali linee in conduttori nudi presenti nelle zone di lavoro. Con la premessa che, qualora si operi sulle linee elettriche e non si abbia certezza della messa fuori tensione degli impianti, del loro sezionamento, della segregazione degli organi di manovra e dell'impossibilità che vi sia ulteriori fonti di alimentazione, gli operatori, che dovranno essere idonei e autorizzati, dovranno operare con la doppia protezione isolante (DPI e attrezzi isolati), nel seguito vengono dettagliate le operazioni necessarie per la realizzazione degli interventi.

### **Sostituzione dei centri luminosi attuali con nuove armature dotate di sorgenti a LED**

Gli interventi saranno svolti secondo le seguenti modalità:

- allestimento del cantiere e delimitazione dell'area di intervento;
- messa in sicurezza degli impianti oggetto di intervento;
- posizionamento dell'autocestello;
- realizzazione dell'intervento:
  - o scollegamento dell'armatura da rimuovere;
  - o smantellamento dei componenti esistenti;
  - o installazione della nuova armatura, facendo particolare attenzione che l'inclinazione non superi i 90°;
  - o collegamento del nuovo componente installato;
  - o attivazione del sistema di regolazione, se necessario;
- verifiche funzionali e di sicurezza;
- recupero dell'autocestello;
- messa in servizio dell'impianto;
- rimozione del cantiere;
- ripristino dell'area;
- smaltimento, presso un centro autorizzato, dei materiali recuperati.

### **Sostituzione delle derivazioni**

Gli interventi saranno svolti secondo le seguenti modalità:



- allestimento del cantiere e delimitazione dell'area di intervento;
- messa in sicurezza degli impianti oggetto di intervento;
- posizionamento dell'autocestello (se il lavoro si svolge in elevazione);
- in caso di co-presenza di conduttori di ENEL Distribuzione si dovrà evitare di manomettere o danneggiare detti impianti;
- realizzazione dell'intervento:
  - o scollegamento della derivazione;
  - o recupero del cavo esistente;
  - o messa in opera del nuovo conduttore;
  - o collegamento del nuovo cavo alla sorgente luminosa e alla linea di alimentazione, mediante l'esecuzione di una nuova giunzione;
- verifiche funzionali e di sicurezza;
- recupero dell'autocestello (se necessario);
- messa in servizio dell'impianto;
- rimozione del cantiere;
- ripristino dell'area;
- smaltimento, presso un centro autorizzato, dei materiali recuperati.

#### **Sostituzione delle giunzioni**

Gli interventi saranno svolti secondo le seguenti modalità:

- allestimento del cantiere e delimitazione dell'area di intervento;
- messa in sicurezza degli impianti oggetto di intervento;
- posizionamento dell'autocestello (se il lavoro si svolge in elevazione);
- in caso di co-presenza di conduttori di ENEL Distribuzione si dovrà evitare di manomettere o danneggiare detti impianti;
- realizzazione dell'intervento:
  - o asportazione della giunzione esistente;
  - o preparazione dei cavi;
  - o realizzazione della nuova giunzione;
- verifiche funzionali e di sicurezza;
- recupero dell'autocestello (se necessario);
- messa in servizio dell'impianto;
- rimozione del cantiere;
- ripristino dell'area;
- smaltimento, presso un centro autorizzato, dei materiali recuperati.

#### **Realizzazione di nuovi tratti di linea sotterranea**

Gli interventi saranno svolti secondo le seguenti modalità:

- allestimento del cantiere e delimitazione dell'area di intervento;
- regolazione del traffico, se necessario, anche mediante l'utilizzo di movieri o impianti semaforici;
- messa in sicurezza degli impianti oggetto di intervento;
- realizzazione dell'intervento:
  - o esecuzione dello scavo in ottemperanza alle prescrizioni dettate dall'ente proprietario della strada o area pubblica e in ossequio alle normative vigenti in materia;



- posa del tubo corrugato rispettando le regole tecniche che disciplinano tale attività (es. curvatura ecc);
- realizzazione di eventuali pozzetti per l'alimentazione dei centri luminosi;
- riempimento dello scavo, ripristino della pavimentazione nel rispetto delle disposizioni impartite;
- posa dei cavi di collegamento e realizzazione delle giunzioni;
- verifiche funzionali e di sicurezza;
- messa in servizio dell'impianto;
- rimozione del cantiere;
- ripristino dell'area;
- smaltimento, presso un centro autorizzato, dei materiali recuperati.

#### **Sostituzione di linee interrato comprese le derivazioni**

Gli interventi saranno svolti secondo le seguenti modalità:

- allestimento del cantiere e delimitazione dell'area di intervento;
- messa in sicurezza degli impianti oggetto di intervento;
- in caso di co-presenza di conduttori di ENEL Distribuzione, si dovrà evitare di manomettere o danneggiare detti impianti;
- realizzazione dell'intervento:
  - scollegamento della linea;
  - recupero del cavo esistente;
  - eventuale pulizia della tubazione e dei pozzetti;
  - messa in opera del nuovo conduttore di dorsale e di derivazione;
  - esecuzione delle giunzioni e del collegamento della sorgente luminosa;
- verifiche funzionali e di sicurezza;
- messa in servizio dell'impianto;
- rimozione del cantiere;
- ripristino dell'area;
- smaltimento, presso un centro autorizzato, dei materiali recuperati.

#### **Sostituzione di linee aeree per eliminazione della promiscuità elettrica**

Gli interventi saranno svolti secondo le seguenti modalità:

- allestimento del cantiere e delimitazione dell'area di intervento;
- messa in sicurezza degli impianti oggetto di intervento;
- posizionamento dell'autocestello;
- in caso di co-presenza di conduttori di ENEL Distribuzione si dovrà evitare di manomettere o danneggiare detti impianti;
- realizzazione dell'intervento:
  - messa in opera dei ganci o degli attacchi per l'ammarrare dei cavi;
  - scollegamento del cavo di linea (previo accordo con gli addetti di ENEL Distribuzione);
  - messa in opera del nuovo conduttore;
  - esecuzione delle giunzioni con le linee esistenti e le derivazioni delle lampade;
  - eventuale sostituzione delle derivazioni obsolete;
- verifiche funzionali e di sicurezza;
- recupero dell'autocestello;



- messa in servizio dell'impianto;
- rimozione del cantiere;
- ripristino dell'area;
- smaltimento, presso un centro autorizzato, dei materiali recuperati.

#### **Ripristino della protezione all'incastro**

Gli interventi saranno svolti secondo le seguenti modalità:

- allestimento del cantiere e delimitazione dell'area di intervento;
- messa in sicurezza dei componenti oggetto di intervento;
- realizzazione dell'intervento:
  - o scalzatura all'incastro del sostegno con eventuale demolizione del collarino di protezione;
  - o asportazione del materiale rimosso;
  - o messa in opera della fascia di protezione;
  - o ripristino della sigillatura;
- verifiche funzionali e di sicurezza;
- messa in servizio dell'impianto;
- rimozione del cantiere;
- ripristino dell'area;
- smaltimento, presso un centro autorizzato, del materiale di risulta.

#### **Ripiombatura dei sostegni**

Gli interventi saranno svolti secondo le seguenti modalità:

- allestimento del cantiere e delimitazione dell'area di intervento;
- messa in sicurezza dei componenti oggetto di intervento;
- posizionamento dell'automezzo con grù;
- realizzazione dell'intervento:
  - o scalzatura all'incastro del sostegno;
  - o asportazione del materiale rimosso;
  - o messa a piombo del sostegno;
  - o eventuale ripristino della protezione e sigillatura;
- verifiche funzionali e di sicurezza;
- recupero dell'automezzo con grù;
- messa in servizio dell'impianto;
- rimozione del cantiere;
- ripristino dell'area;
- smaltimento, presso un centro autorizzato, del materiale di risulta.

#### **Sostituzione e riparazione dei portelli**

Gli interventi saranno svolti secondo le seguenti modalità:

- allestimento del cantiere e delimitazione dell'area di intervento;
- messa in sicurezza dei componenti oggetto di intervento;
- realizzazione dell'intervento:
  - o eventuale smantellamento dei componenti esistenti;
  - o installazione dei nuovi componenti o riparazione di quelli danneggiati;



- eventuale recupero dei componenti sostituiti;
- rimozione del cantiere;
- ripristino dell'area;
- smaltimento, presso un centro autorizzato, dei materiali recuperati.

#### **Sostituzione dei chiusini**

Gli interventi saranno svolti secondo le seguenti modalità:

- allestimento del cantiere e delimitazione dell'area di intervento;
- realizzazione dell'intervento:
  - asportazione del chiusino da sostituire;
  - eventuale pulizia del pozzetto;
  - posizionamento del nuovo chiusino;
- rimozione del cantiere;
- smaltimento, presso un centro autorizzato, dei materiali recuperati.

#### **Numerazione dei sostegni**

Gli interventi saranno svolti secondo le seguenti modalità:

- allestimento del cantiere e delimitazione dell'area di intervento;
- posizionamento dell'autocestello;
- realizzazione dell'intervento:
  - asportazione dell'eventuale contrassegno esistente;
  - apposizione del nuovo contrassegno;
- recupero dell'autocestello;
- rimozione del cantiere;
- smaltimento, presso un centro autorizzato, dei materiali recuperati.

#### **Verniciatura dei sostegni e dei bracci**

Gli interventi saranno svolti secondo le seguenti modalità:

- allestimento del cantiere e delimitazione dell'area di intervento;
- messa in sicurezza dei sostegni oggetto di intervento;
- posizionamento dell'autocestello;
- realizzazione dell'intervento:
  - preparazione del sostegno con asportazione della vernice esistente;
  - esecuzione dell'intervento nel rispetto delle prescrizioni descritte nel seguito;
  - esecuzione delle opere di rifinitura;
- verifiche dell'intervento;
- recupero dell'autocestello;
- rimozione del cantiere;
- ripristino dell'area;
- smaltimento, presso un centro autorizzato, dell'eventuale materiale di risulta.

#### **Sostituzione dei quadri di comando**

Gli interventi saranno svolti secondo le seguenti modalità:

- allestimento del cantiere e delimitazione dell'area di intervento;



- messa in sicurezza degli impianti oggetto di intervento;
- realizzazione dell'intervento:
  - o realizzazione delle opere edili: scavi di fondazione, basamenti, rinterrati e ripristini della pavimentazione stradale;
  - o posizionamento del contenitore;
  - o messa in opera delle apparecchiature;
  - o scollegamento della linea dal quadro di comando da recuperare;
  - o collegamento delle nuove apparecchiature alla linea e al gruppo di misura;
  - o verifiche strumentali e di funzionamento;
  - o adeguamento della strumentazione, se necessario;
  - o smantellamento e recupero del quadro da sostituire;
- prove funzionali e di sicurezza;
- messa in servizio dell'impianto;
- rimozione del cantiere;
- ripristino dell'area;
- smaltimento, presso un centro autorizzato, dei materiali recuperati e del materiale di risulta.



8.1. Cronoprogramma

ATTIVITÀ	DURATA														
	[gg naturali consecutivi da affidamento]			[giorni naturali consecutivi da inizio lavori]											
	30	60	90	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Progetto Esecutivo e Piano di Sicurezza	■	■	■												
Approvazione Progetto Esecutivo			■												
Sostituzione corpi illuminanti				■	■	■	■								
Installazione/sostituzione quadri elettrici di comando						■	■								
Realizzazione linee e sostituzione dei QC ENEL Sole							■	■							
Realizzazione linee in cavo aereo per eliminazione promiscuità elettrica								■	■						
Sostituzione linee sotterranee obsolete									■	■					
Installazione / sostituzione pali di sostegno										■	■				
Sostituzione derivazioni e giunzioni											■	■			
Ripiombatura dei sostegni e sistemazione dei portelli												■	■		
Sostituzione chiusini													■	■	
Tinteggiatura dei sostegni e dei bracci														■	■
Rifacimento della protezione all'incastro dei sostegni															■
Numerazione Centri Luminosi															■
Verifiche e collaudi															■



## 9. Computo metrico

Nel documento allegato viene riportato il computo metrico delle opere di riqualificazione e di efficientamento energetico, con indicazioni inerenti la quantità e la qualità dei materiali necessari.

## 10. Allegati

- Elenco sorgenti comune;
- Elenco sorgenti ex enel sole;
- Elenco sostegni comune;
- Elenco sostegni ex enel sole.



