

PROPOSTA DI PROJECT FINANCING PER LA CONCESSIONE DEL SERVIZIO DI GESTIONE, ESERCIZIO, MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA, IVI COMPRESA LA FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA, LA PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO.



COMUNE DI GUARDIAGRELE

PROGETTO DI FATTIBILITA'

2. Relazione Tecnica

Revisione 0 (prima emissione)

Dicembre 2018

Proponente:



CEIE POWER S.p.A.

I progettisti



INDICE

2.1	PREMESSA.....	1
2.2	ANALISI DELLO STATO DI FATTO	2
2.2.1	Analisi riepilogativa dello stato di fatto della pubblica illuminazione	2
2.2.2	Forniture elettriche	5
2.2.3	Quadri elettrici	7
2.2.4	Sostegni	12
2.2.5	Apparecchi di illuminazione e sorgenti luminose	15
2.2.6	Distribuzione elettrica.....	24
2.2.7	Impianti promiscui	27
2.2.8	Carichi esogeni elettrici e meccanici	27
2.2.9	Audit energetico dello stato di fatto.....	28
2.3	CONTESTO NORMATIVO DEGLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE	30
2.3.1	Classificazione illuminotecnica	30
2.3.2	Adeguamento alla L.R. 12/05 sull'inquinamento luminoso	34
2.3.3	Criteri ambientali minimi	37
2.4	SOLUZIONI PROGETTUALI	42
2.4.1	Interventi relativi all'impiantistica elettrica	42
2.4.2	Interventi di rifacimento impianti	45
2.4.3	Interventi su carichi esogeni elettrici e statici	47
2.4.4	Interventi di natura illuminotecnica	47
2.4.5	Interventi relativi alle strutture	50
2.4.6	Audit energetico nello stato di progetto.....	51
2.4.7	Benefici ambientali	54



2.1 PREMESSA

La presente proposta tecnica riguarda l'affidamento in **concessione del servizio di gestione, manutenzione e riqualificazione degli impianti di pubblica illuminazione** di proprietà del Comune di Guardia Grele, **mediante Project Financing**, ai sensi dell'art. 183, comma 15, del D. Lgs. 50/16.

Scopo primario della concessione è il conseguimento di un miglioramento della qualità del servizio di illuminazione pubblica, attraverso la **riqualificazione dell'impianto esistente** e la sua **messa a norma** nonché il **conseguimento di un risparmio energetico ed economico**, nel rispetto dei requisiti tecnici di sicurezza degli impianti e delle norme volte al contenimento dell'inquinamento luminoso.

L'oggetto del servizio comprende le seguenti attività:

- progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva degli interventi di adeguamento normativo e di riqualificazione energetica;
- finanziamento, realizzazione e successiva gestione degli interventi di adeguamento normativo e di riqualificazione energetica;
- fornitura di energia elettrica degli impianti di illuminazione pubblica;
- esercizio, conduzione, manutenzione ordinaria e straordinaria di tutti gli impianti;
- servizio di pronto intervento;
- servizio di Call Center mediante numero verde;
- servizi connessi (smaltimento dei materiali di risulta, diagnosi energetiche ecc.).

Non rientrano nella concessione i punti luce forfettari di ENEL SOLE in quanto non sono di proprietà dell'Amministrazione.

La presente relazione, che si articola nelle sezioni di seguito indicate, si propone di descrivere in maniera organica e puntuale il progetto di fattibilità relativo alla pubblica illuminazione, che la CEIE POWER S.p.A. (in qualità di proponente) offre in tale sede:

- analisi dello stato di fatto;
- analisi del contesto normativo degli interventi proposti;
- soluzioni progettuali.

Gli **obiettivi** che il progetto intende perseguire sono:

- ridurre, sul territorio, l'inquinamento luminoso e i consumi energetici da esso derivanti;
- aumentare la sicurezza stradale per la riduzione degli incidenti, evitando abbagliamenti e distrazioni che possano ingenerare pericoli per il traffico ed i pedoni;
- ridurre la criminalità e gli atti di vandalismo che tendono ad aumentare là dove si illumina in modo disomogeneo, creando zone di penombra nelle immediate vicinanze di aree sovrailluminate;





- favorire le attività serali e ricreative per migliorare la qualità della vita;
- accrescere un più razionale sfruttamento degli spazi urbani disponibili;
- migliorare l'illuminazione delle opere architettoniche e della loro bellezza, con l'opportuna scelta cromatica, delle intensità e del tipo di illuminazione, evitando inutili e dannose dispersioni della luce verso il cielo, senza creare contrasti stucchevoli con l'ambiente circostante (es. con un'illuminazione troppo intensa);
- integrare gli impianti di illuminazione con l'ambiente che li circonda, sia diurno che notturno;
- realizzare impianti ad alta efficienza mediante l'utilizzo di corpi illuminanti full cut-off e di lampade ad alto rendimento, favorendo il risparmio energetico;
- ottimizzare gli oneri di gestione e gli interventi di manutenzione;
- tutelare, nelle aree di protezione degli osservatori astronomici e dei parchi naturali, l'attività di ricerca scientifica e divulgativa;
- conservare gli equilibri ecologici sia all'interno che all'esterno delle aree naturali protette urbane ed extraurbane;
- preservare la possibilità per la popolazione di godere del cielo stellato, patrimonio culturale primario.

2.2 ANALISI DELLO STATO DI FATTO

2.2.1 Analisi riepilogativa dello stato di fatto della pubblica illuminazione

L'analisi dello stato di fatto degli impianti condotta dalla Proponente è stata sviluppata secondo le diverse fasi di seguito elencate:

- sopralluoghi in tutte le strade comunali attualmente dotate di pubblica illuminazione;
- georeferenziazione dei punti luce esistenti mediante software ad hoc;
- rilievi fotografici;
- studio delle caratteristiche e dello stato dei quadri di protezione e comando;
- studio delle caratteristiche e dello stato dei sostegni;
- studio delle caratteristiche e dello stato degli apparecchi di illuminazione;
- studio delle caratteristiche di potenza e tipologia di lampade;
- studio delle caratteristiche degli altri elementi costitutivi l'impianto;
- analisi energetica degli impianti.

E' stato eseguito il censimento dell'intera rete di illuminazione in modo da valutare le condizioni e lo stato di fatto degli impianti e redigere le relative tabelle riassuntive divise per quadri, centri luminosi, sostegni e lampade.

Dal censimento condotto in sede di sopralluoghi è emerso che la rete di pubblica illuminazione di proprietà del comune di Guardia Grele è composta da **2.892 punti luce**, **2.391 sostegni**, che fanno capo a n. **70 quadri elettrici di comando**, i quali sono alimentati da altrettante forniture elettriche dedicate.



Sono stati censiti altresì **gli impianti di proprietà ENEL SOLE che constano di n. 193 pali con 193 apparecchi.**

La tabella seguente riporta, in forma generale, il riepilogo del censimento dei punti luce, effettuato dalla Proponente, suddiviso per quadro elettrico.

ID QE	Indirizzo	n. punti luce
1	Via Occidentale	174
2	Via Orientale	323
3	Via Tripio	304
4	Via Campo Sportivo	254
5	Parcheggio Via Torrione	18
6	Via San Donato	99
7	Via Occidentale (cimitero)	26
8	Via Andrea Bafile	125
9	Via Don Minzoni	57
10	Via San Leonardo	44
11	Bivio Grotte	49
12	Via Giardino	18
13	Via Sciorilli	31
14	Via Caporosso 1	47
15	C.da Comino	69
16	C.da Bocca di V. (str. Pennapiedimonte)	40
17	C.da Bocca di V. (S. Clemente)	43
18	Via Villa Majella	29
19	Via Colle Granaro	34
20	Via San Biase (sopra)	23
21	Via Colle Bianco	23
22	Via San Domenico	46
23	Via Cerchiara	17
24	Via Piano Fonti	50
25	Via Colle Tripio (cimitero)	38
26	Villa San Vincenzo	62
27	Zona Ind.le Piano Venna	109
28	C.da Piana San Bartolomeo	64
29	C.da Colle Luna	22
30	S. P. Melone	41
32	C.da Santa Lucia (chiesa)	33



ID QE	Indirizzo	n. punti luce
33	Bivio C.da Caporosso	9
34	Via Raselli	22
35	Via Colle Monaco	17
36	Via Colle Barone	8
37	Via Giardino Zona Comm.le	10
38	C.da S. Leonardo Z. Art.le	25
39	C.da Muffo	5
40	Via Voire 1	27
41	Via Crognaleto	9
42	Via Aianera	14
43	Via Cinque Quattrini	12
44	Via Anello	16
45	Via Toscanella	10
46	Via Colle Spedale	7
47	Via Anello (tratturo)	8
48	Via Vallo di sotto	7
49	C.da Caporosso 2	18
50	Via Voire 2	9
51	Piana S. Bartolomeo salita Z. Ind.le	31
52	Via Fraia	17
53	Piano Fonti bivio per S. Domenico	9
54	Colle Tripio	6
55	C.da S. Domenico (chiesa)	8
56	Via Grele	26
57	Via Tiballo	11
58	C.da San Domenico 2	11
59	Loc. Sciusciardo	4
60	Loc. Cenericcio	15
61	Loc. Satriana	8
62	Piazza Garibaldi	41
63	Loc. Caprafico	12
64	Loc. Capuani	6
65	Loc. Fraia	8
66	Via Don Minzoni nuovo	9
67	Grele	12
68	Madonna del Carmine	67



ID QE	Indirizzo	n. punti luce
69	San Giovanni	22
70	Via Anello	13
71	Loc. Sette Dolori	11
Totale complessivo		2.892

2.2.2 Forniture elettriche

Gli impianti di pubblica illuminazione sono attualmente alimentati in bassa tensione direttamente dall'ente distributore con:

- sistema trifase con neutro a tensione 400 Vac – 50 Hz;
- sistema monofase con neutro a tensione 230 Vac – 50 Hz.

Le forniture di energia elettrica comprendono generalmente un gruppo di misura che, a seconda dei casi, è costituito da:

- un contatore trifase di energia attiva, abbinato ad un interruttore limitatore quadri polare;
- un contatore trifase di energia attiva, senza alcun dispositivo limitatore;
- un contatore monofase di energia attiva, abbinato ad un interruttore limitatore.

Il sistema di collegamento a terra (quando presente) degli impianti alimentati è di tipo TT, in quanto il neutro della fornitura elettrica è collegato ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello previsto per le masse degli apparecchi utilizzatori.

Di seguito si riporta **l'elenco delle forniture di energia elettrica** di illuminazione pubblica, intestate al Comune di Guardia Grele.

ID QE	Indirizzo	POD
1	Via Occidentale	IT001E04925358
2	Via Orientale	IT001E67971446
3	Via Tripio	IT001E04925392
4	Via Campo Sportivo	IT001E04925348
5	Parcheggio Via Torrione	IT001E04925372
6	Via San Donato	IT001E04925378
7	Via Occidentale (cimitero)	IT001E04925389
8	Via Andrea Bafile	IT001E04925340
9	Via Don Minzoni	IT001E04925363
10	Via San Leonardo	IT001E04925384
11	Bivio Grotte	IT001E04925366
12	Via Giardino	IT001E04925365



ID QE	Indirizzo	POD
13	Via Sciorilli	IT001E04925338
14	Via Caporosso 1	IT001E04925352
15	C.da Comino	IT001E04925334
16	C.da Bocca di V. (str. Pennap.)	IT001E04925332
17	C.da Bocca di V. (S. Clemente)	IT001E04925330
18	Via Villa Majella	IT001E04925391
19	Via Colle Granaro	IT001E04925360
20	Via San Biase (sopra)	IT001E67290032
21	Via Colle Bianco	IT001E67290234
22	Via San Domenico	IT001E04925377
23	Via Cerchiara	IT001E04925400
24	Via Piano Fonti	IT001E04925405
25	Via Colle Tripio (cimitero)	IT001E04925403
26	Villa San Vincenzo	IT001E04925407
27	Zona Ind.le Piano Venna	IT001E04925396
28	C.da Piana San Bartolomeo	IT001E04925375
29	C.da Colle Luna	IT001E04925361
30	S. P. Melone	IT001E04925397
32	C.da Santa Lucia (chiesa)	IT001E04925386
33	Bivio C.da Caporosso	IT001E04925346
34	Via Raselli	IT001E04925337
35	Via Colle Monaco	IT001E04925333
36	Via Colle Barone	IT001E04925359
37	Via Giardino Zona Comm.le	IT001E60531333
38	C.da S. Leonardo Z. Art.le	IT001E60531324
39	C.da Muffo	IT001E04925385
40	Via Voire 1	IT001E04925394
41	Via Crognaleto	IT001E60514879
42	Via Aianera	IT001E04925399
43	Via Cinque Quattrini	IT001E67265191
44	Via Anello	IT001E04925344
45	Via Toscanella	IT001E04925362
46	Via Colle Spedale	IT001E04925401
47	Via Anello (tratturo)	IT001E04925345
48	Via Vallo di sotto	IT001E60514841
49	C.da Caporosso 2	IT001E61211655



ID QE	Indirizzo	POD
50	Via Voire 2	IT001E61751333
51	Piana S. Bartolomeo salita Z. Ind.le	IT001E61751342
52	Via Fraia	IT001E61751314
53	Piano Fonti bivio per S. Domenico	IT001E61751335
54	Colle Tripio	IT001E61751326
55	C.da S. Domenico (chiesa)	IT001E61783663
56	Via Grele	IT001E61751338
57	Via Tiballo	IT001E61751341
58	C.da San Domenico 2	IT001E61751330
59	Loc. Sciusciardo	IT001E61229651
60	Loc. Cenericcio	IT001E61270942
61	Loc. Satriana	IT001E61509413
62	Piazza Garibaldi	IT001E04925364
63	Loc. Caprafico	IT001E68649098
64	Loc. Capuani	IT001E69203124
65	Loc. Fraia	IT001E68649097
66	Via Don Minzoni nuovo	IT001E69203118
67	Grele	IT001E68759162
68	Madonna del Carmine	IT001E68709425
69	San Giovanni	IT001E69223019
70	Via Anello	IT001E68616128
71	Loc. Sette Dolori	IT001E64522649

2.2.3 Quadri elettrici

I quadri elettrici, che comandano la distribuzione dell'energia sulle linee di alimentazione di ogni impianto, sono installati in prossimità del punto di fornitura dell'energia elettrica per ognuna delle zone servite. Tali quadri sono realizzati mediante armadi in vetroresina, al cui interno sono alloggiati i componenti elettromeccanici necessari al funzionamento e alla protezione degli impianti.

Durante i rilievi, su alcuni quadri elettrici, sono state rilevate **criticità** di natura normativa legate alla **mancanza di adeguate protezioni dai contatti diretti ed indiretti**, nonché la **presenza di componenti** (interruttori, sezionatori, ecc.) **obsoleti e/o malfunzionanti**.

Il comando di accensione delle lampade alimentate dai diversi quadri elettrici avviene **principalmente mediante relè crepuscolari**. In n. 2 casi si è riscontrata la presenza di **orologi temporizzatori a cavalieri**, che sono altamente inefficienti e necessitano di una costante regolazione manuale da parte di un operatore sul posto

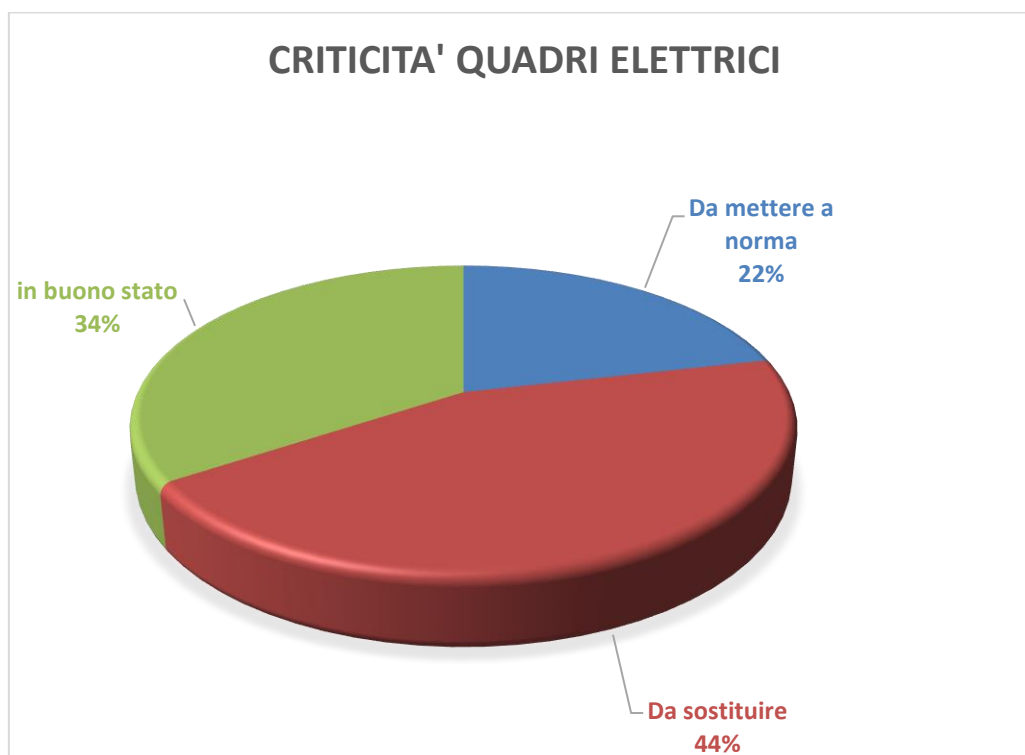


per poter funzionare correttamente. Infine, in n. 6 impianti è stata rilevata la presenza di **orologi astronomici** per l'accensione e spegnimento degli impianti.

Nello specifico, l'analisi preliminare svolta sugli impianti ha mostrato la **necessità di sostituire completamente n. 31 quadri**, mentre ulteriori **15 quadri necessitano della messa a norma mediante ricablaggio e sostituzione dei dispositivi di protezione differenziale**. I restanti quadri elettrici risultano in buono stato e necessitano, in alcuni casi, di interventi di manutenzione di lieve entità.

Risulta, infine, installato, su parte degli impianti, un sistema di telecontrollo di tipo punto-punto ad onde convogliate ormai obsoleto, dotato di alimentatori biregime per la regolazione del flusso luminoso, che tuttavia risulta bypassato in quanto non perfettamente programmato o non funzionante.

CRITICITA' QUADRO ELETTRICO	QUANTITA'
Da mettere a norma	15
Da sostituire	31
in buono stato	24
TOTALE	70



Di seguito, si riportano alcune immagini esemplificative delle tipologie di quadro elettrico riscontrate durante lo svolgimento del censimento sugli impianti.



Quadri elettrici da sostituire



Quadro da mettere a norma

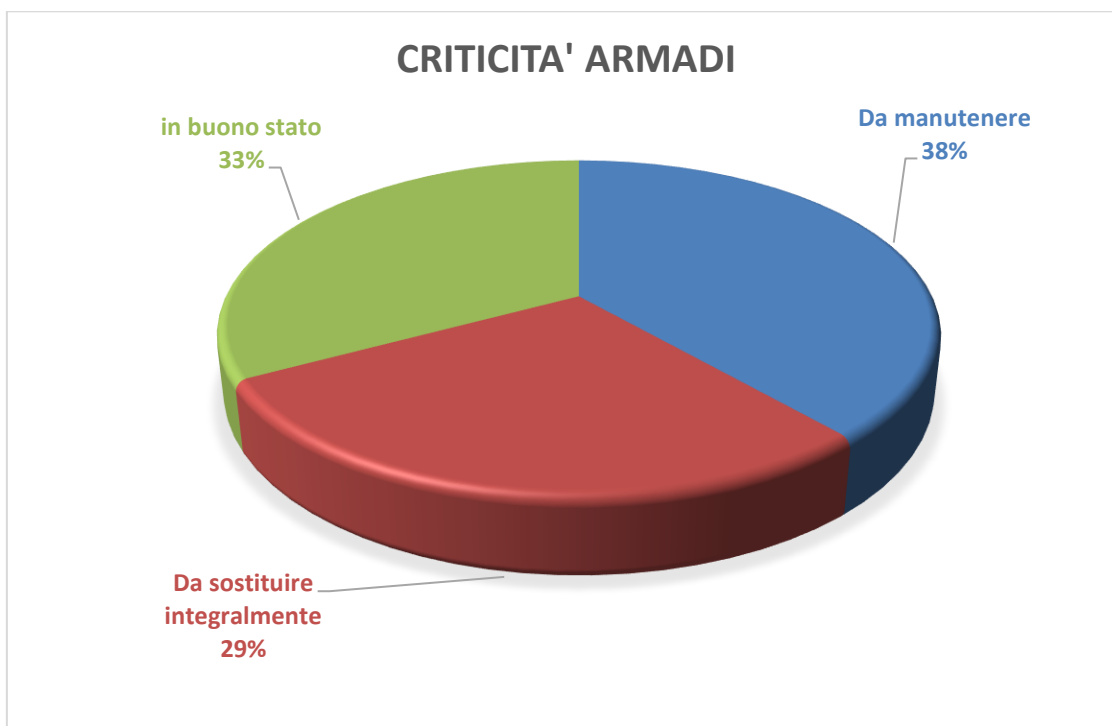


Quadro elettrico in buono stato



Infine, è stata riscontrata la presenza di n. 20 **armadi di comando** con elevato grado di **usura ed obsolescenza** e, pertanto, da sostituire; in particolare, alcuni di essi risultano realizzati in carpenteria metallica ed in cattivo stato di manutenzione. Altri armadi (n. 27) presentano invece gli sportelli di chiusura degradati o non serrabili e quindi facilmente accessibili da parte di terzi, con conseguente **pericolo di contatti diretti con le parti in tensione**.

CRITICITA' ARMADI	QUANTITA'
Da mantenere	27
Da sostituire integralmente	20
In buono stato	23
TOTALE	70



Di seguito, si riportano alcune immagini esemplificative delle tipologie di armadi riscontrate durante lo svolgimento del censimento sugli impianti.



Armadi da sostituire



Armadio da mantenere



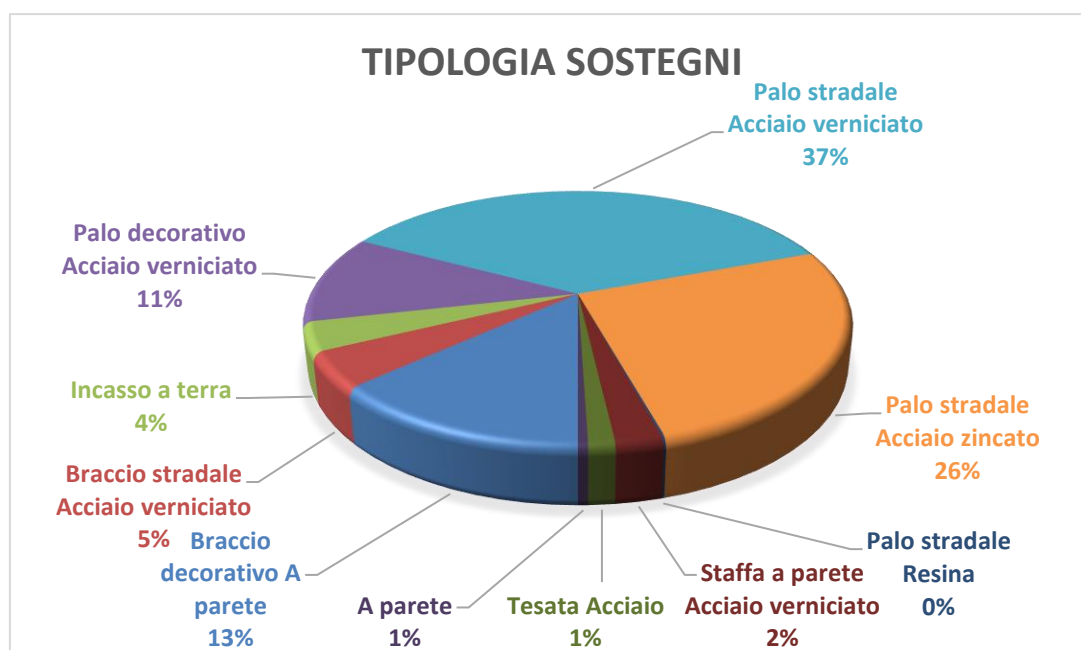
Armadio in buono stato



2.2.4 Sostegni

Gli impianti di pubblica illuminazione a servizio di strade, parchi, giardini e viali pedonali sono realizzati mediante sostegni appartenenti alle seguenti tipologie.

TIPOLOGIA SOSTEGNO	MATERIALE SOSTEGNO	QUANTITA'	INCIDENZA
Braccio decorativo	A parete	318	13%
Braccio stradale	Acciaio verniciato	108	5%
Incasso a terra	n.a.	88	4%
Palo decorativo	Acciaio verniciato	269	11%
Palo stradale	Acciaio verniciato	874	37%
Palo stradale	Acciaio zincato	630	26%
Palo stradale	Resina	3	0%
Staffa a parete	Acciaio verniciato	57	2%
Tesata	Acciaio	32	1%
A parete	n.a.	12	1%
TOTALE		2391	100,00%



Le disposizioni dei sostegni sono le seguenti:

- unilaterale;
- bilaterale affacciata;
- bilaterale alternata (quinconce).

Nel complesso, i sostegni situati nelle **zone esterne al centro storico risultano in un discreto stato di conservazione**. Le maggiori criticità, rilevate durante i sopralluoghi sul



campo, riguardano la presenza di **n.12 sostegni da sostituire perché piegati, corrosi o incidentati** e da **n. 31 sostegni inclinati e**, pertanto, **da verticalizzare**.



Sostegni corrosi e spezzati



Sostegno corroso alla base



Sostegno incidentato



Il **centro storico** presenta, invece, sostegni dalle caratteristiche eterogenee stratificatesi nel corso degli anni ed è caratterizzato dalle seguenti criticità.

Villa Comunale: in tale ambito sono presenti numerosi sostegni di arredo che fanno corpo unico con la ringhiera esterna del belvedere e presentano caratteristiche di obsolescenza. I restanti sostegni invece sono ubicati lungo i viali interni della Villa ed hanno caratteristiche analoghe ma sono di realizzazione più recente. In generale, i pali presentano tracce di corrosione diffusa soprattutto in corrispondenza degli attacchi dei bracci artistici e su alcuni di loro si riscontrano buchi realizzati per esigenze manutentive, che ne compromettono l'integrità.



Via Orientale e relativo parcheggio: tali strade sono illuminate da sostegni di tipo simile a quelli della Villa Comunale ma realizzati in epoche più recenti. Anche in questo caso, i pali sono integrati all'interno delle ringhiere, non risultano sostituibili e sono inadatti ad interventi di riqualificazione illuminotecnica a causa della loro ridotta altezza ed al loro posizionamento esterno al marciapiede e distante dalla sede stradale. Il parcheggio posto a ridosso della stessa Via Orientale è dotato delle stesse tipologie di sostegni, posizionati a ridosso degli stalli di sosta e, per questo, soggetti ad urti da parte dei veicoli in manovra. La loro ridotta altezza inoltre non riesce a garantire livelli di illuminazione sufficiente per l'area interessata.



Largo Garibaldi e Piano: tale area è caratterizzata dalla elevata promiscuità di tipologie di sostegni, apparecchi e sorgenti luminose che, oltre a generare un impatto visivo disomogeneo, in taluni casi determina una sovrapposizione dei punti luce, con conseguente inefficienza dell'impianto dal punto di vista energetico. Inoltre, i più vetusti sostegni di arredo di tipologia analoga a quelli della Villa Comunale, ubicati nella piazza e nei percorsi pedonali del Piano, sono soggetti a evidenti fenomeni di corrosione.





Via Neviera: tale strada è dotata di sostegni analoghi a quelli della Villa Comunale, integrati nella ringhiera a margine del marciapiede e non sostituibili. Anche in questo caso, i sostegni sono soggetti a fenomeni di corrosione all'altezza dei bracci ornamentali e sono in stato di degrado. La loro ridotta altezza inoltre non riesce a garantire livelli di illuminazione sufficiente per l'area interessata.



Strade del Centro Storico: le strade principali ed i vicoli del Centro Storico sono caratterizzate dalla presenza di mensole a parete obsolete che fungono da portalampada per la sorgente luminosa, completate con una copertura in vetro di tipo decorativo con la funzione di diffusore luminoso; tali mensole non sono adeguatamente protette contro la corrosione e la loro tecnica costruttiva non consente la sostituzione del semplice apparecchio di illuminazione ai fini di un ammodernamento dell'impianto.



2.2.5 Apparecchi di illuminazione e sorgenti luminose

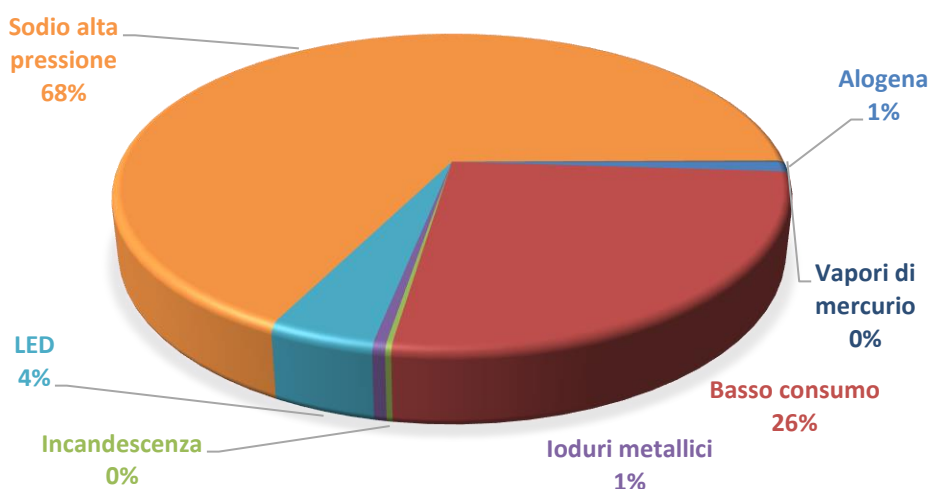
Lampade

Il rilievo preliminare svolto ha evidenziato anche il numero delle lampade presenti sul territorio comunale per ciascuna tipologia, come riportato nella seguente tabella.

TIPOLOGIA SORGENTI LUMINOSE	QUANTITA'	INCIDENZA
Alogena	29	1,00%
Basso consumo	763	26,38%
Incandescenza	7	0,24%
Ioduri metallici	15	0,52%
LED	125	4,32%
Sodio alta pressione	1950	67,43%
Vapori di mercurio	3	0,10%
TOTALE	2892	100,00%



TIPOLOGIA SORGENTI LUMINOSE



La tabella evidenzia l'elevato numero di apparecchi che adottano sorgenti luminose a bassa efficienza; tale aspetto costituisce una **criticità energetica** particolarmente rilevante: le attuali tecnologie di illuminazione a LED hanno una efficienza notevolmente superiore alle tecnologie installate nel territorio comunale e permettono di abbattere radicalmente i consumi energetici nel rispetto delle normative illuminotecniche vigenti. Inoltre, lo spettro di emissione luminosa delle lampade al sodio alta pressione, che sono le più diffuse sul territorio comunale, è monocromatico, di colore giallo-arancio (temperatura di colore 2000K) con un indice di resa cromatica $Ra=20$. Le sorgenti luminose a LED hanno invece una emissione luminosa bianca più naturale, con la possibilità di scegliere diverse temperature di colore e diverse distribuzioni dello spettro luminoso (ad esempio bianco naturale a 4000K e bianco caldo a 3000K) e sono dotate di un indice di resa cromatica Ra maggiore di 60. In definitiva, l'adozione di sorgenti a LED migliorerebbe sia l'efficienza energetica dell'illuminazione pubblica sia la qualità stessa della luce emessa.

Inoltre, la durata di vita utile dei LED arriva a 100.000 ore (pari ad oltre 20 anni, ovvero un arco di tempo superiore a quello della concessione) contro le circa 16.000 ore delle tradizionali lampade a vapori di sodio ad alta pressione che vanno sostituite ogni 4 anni.

Tipologia ottiche

Nella gran parte dei casi le ottiche degli apparecchi di illuminazione risultano non conformi all'attuale normativa vigente contro l'inquinamento luminoso (vedi **Legge Regionale Abruzzo n.12 del 03/03/2005**), la quale impone l'utilizzo di specifiche ottiche, denominate "cut-off", che impediscono la diffusione del fascio luminoso verso



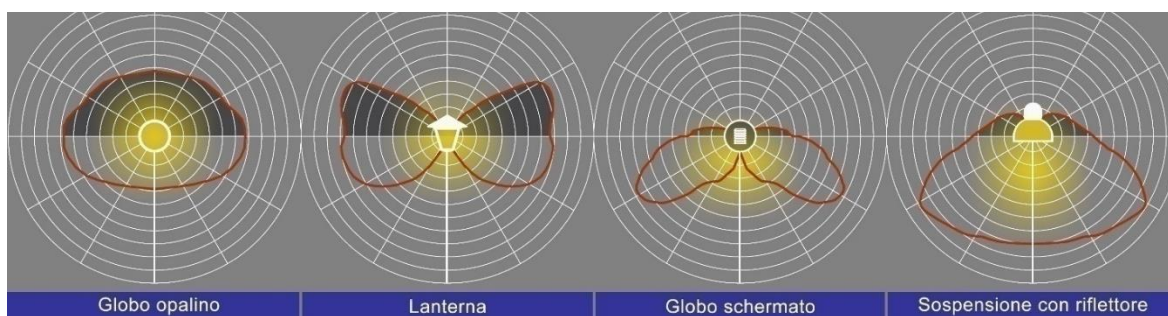
la sfera celeste (cfr. articolo 5 - Requisiti tecnici e modalità d'impiego degli impianti di illuminazione della Legge Regionale).

Il censimento condotto ha permesso di evidenziare che quasi il 40% degli apparecchi di illuminazione presenti nello stato di fatto **sono dotati di ottiche non cut-off** e/o obsolete e tale condizione costituisce una evidente **criticità di natura normativa**.

TIPOLOGIA OTTICHE	QUANTITA'	INCIDENZA
Cut-Off (a norma)	1757	60,75%
Non Cut-Off (non a norma/obsolete)	1135	39,25%
TOTALE	2892	100,00%



Gli schemi di seguito riportati mostrano in maniera evidente la criticità normativa illuminotecnica degli apparecchi che maggiormente incidono sull'inquinamento luminoso.



Schema fotometrico di apparecchi tipo e dispersione del flusso luminoso verso la sfera celeste: stato di fatto.


Globo opalino

Lanterna

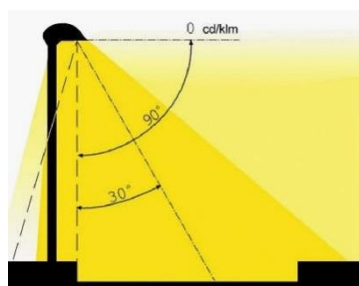
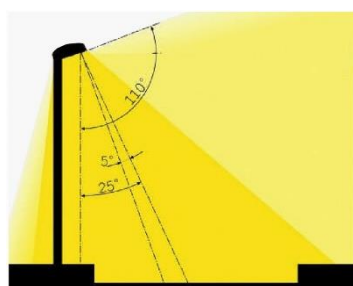
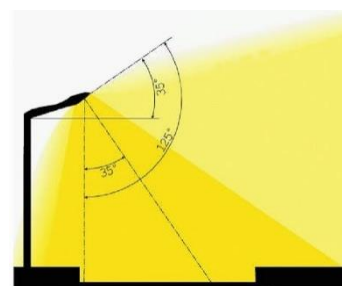
Globo schermato

Sospensione con riflettore

Apparecchi tipo caratterizzati dalla dispersione del flusso luminoso: stato di fatto.

Oltre alla tipologia dell'apparecchio, riveste importanza non trascurabile, **l'orientamento del fascio luminoso emesso**. Difatti, anche un impianto di illuminazione dotato di apparecchi con una fotometria che riporti 0 cd/klm a 90° ed oltre, può risultare non conforme alla normativa regionale sull'inquinamento luminoso se gli stessi apparecchi non sono orientati correttamente.

Le illustrazioni sotto riportate mostrano come le condizioni di installazione degli apparecchi incidano sulla conformità alla L.R. 12/2005.

Figura A

Installazione conforme alla L.R.12/05
Figura B

Installazione non conforme alla L.R.12/05
Figura C

Installazione non conforme alla L.R.12/05

Nella figura A è riportato un apparecchio con vetro piano orizzontale, che permette di emettere una intensità luminosa massima di 0 cd/klm a 90° ed oltre, e fascio luminoso asimmetrico inclinato mediamente di 25°-30°.

In tali condizioni, l'apparecchio permette di soddisfare sia i requisiti minimi di sicurezza richiesti dalle norme tecniche che il rispetto della L.R. sull'inquinamento luminoso.

Se si varia l'inclinazione dell'apparecchio d'illuminazione, sino a 25-30° ed oltre, (figura B), il fascio luminoso viene inviato in parte verso la volta celeste contravvenendo a quanto disposto dalla L.R. sull'inquinamento luminoso.

La situazione peggiora ulteriormente (figura C) quando sia il sostegno che lo stesso corpo illuminante sono inclinati. In questo tipo di installazione, l'inclinazione



dell'apparecchio si somma a quella del sostegno per incrementare l'angolo globale e la dispersione di luce verso il cielo.

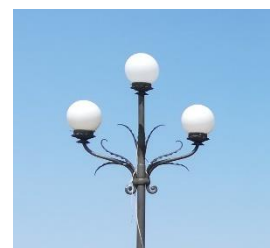
In diversi casi, gli apparecchi di illuminazione esistenti nel territorio comunale hanno caratteristiche non rispondenti ai requisiti che riguardano l'inquinamento luminoso e l'abbagliamento dei conducenti di veicoli.

La situazione più critica si riscontra nel centro storico, nel quale insiste la quasi totalità degli apparecchi di tipo globo e decorativo non schermati che disperdono il flusso luminoso verso la volta celeste.

In particolare, come osservabile nella figura a lato, tutte le mensole a parete del **centro storico** sono caratterizzate da apparecchi di tipo decorativo con un diffusore in vetro che limita l'emissione luminosa verso il basso (parte satinata) ed al contrario libera gran parte del flusso emesso verso l'alto (parte trasparente).



Inoltre, nelle aree della **Villa Comunale, Via Orientale, Largo Garibaldi e Via Neviera** sono presenti numerosi sostegni ornamentali ciascuno dotato di **3 o 4 globi opalini non conformi alla L.R. 12/05** e altamente inefficienti dal punto di vista illuminotecnico. Criticità analoghe, relative allo stesso tipo di apparecchio, si riscontrano anche in aree esterne al Centro Storico ed in particolare in **Via A. Bafile**.



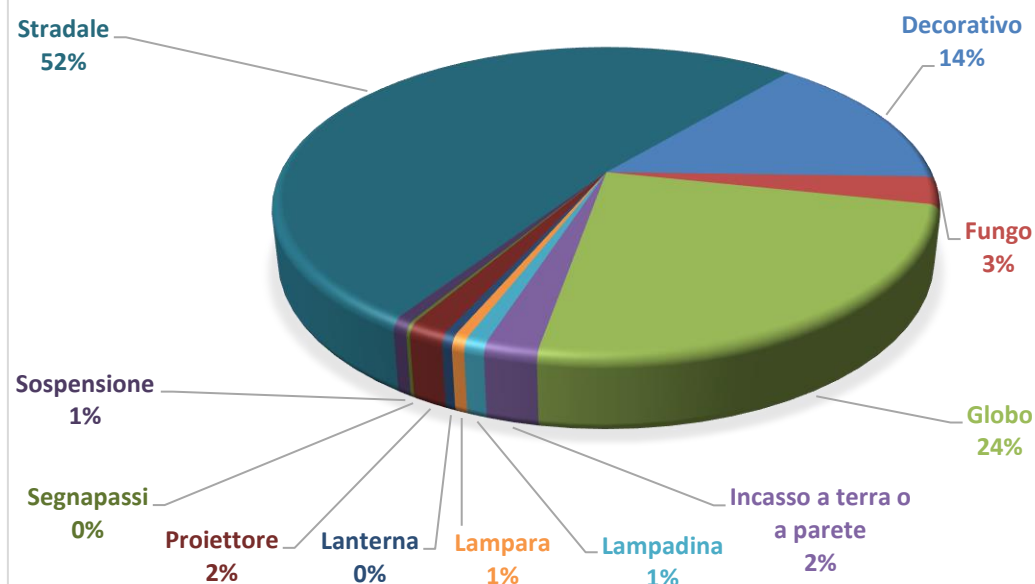
Tipologia Apparecchi illuminanti

Gli impianti di pubblica illuminazione a servizio di strade, parchi, giardini, viali pedonali, sono realizzati mediante apparecchi d'illuminazione appartenenti alle seguenti principali tipologie.

TIPOLOGIA CORPI ILLUMINANTI	QUANTITA'	INCIDENZA
Decorativo	415	14,35%
Fungo	84	2,90%
Globo	706	24,41%
Incasso a terra o a parete	64	2,21%
Lampadina	25	0,86%
Lampara	16	0,55%
Lanterna	13	0,45%
Proiettore	45	1,56%
Segnapassi	5	0,17%
Sospensione	19	0,66%
Stradale	1500	51,87%
TOTALE	2892	100,00%



TIPOLOGIA CORPI ILLUMINANTI



Decorativo



Decorativo del Centro Storico

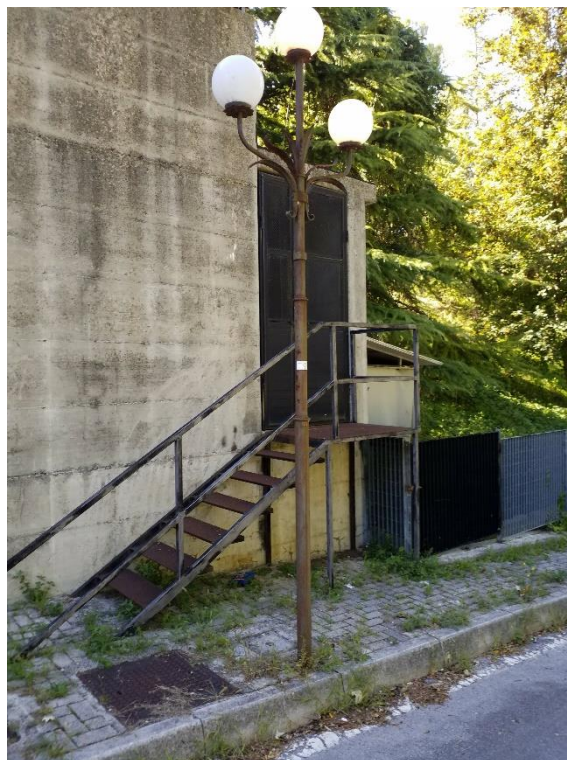


COMUNE DI GUARDIAGRELE

"Concessione del servizio di gestione, esercizio, manutenzione ordinaria e straordinaria degli impianti di pubblica illuminazione, ivi compresa la fornitura di energia elettrica, la progettazione ed esecuzione degli interventi di adeguamento normativo, riqualificazione ed efficientamento energetico".



Fungo



Globo



Incasso a terra



Lampadina



CEIE POWER S.p.A.



COMUNE DI GUARDIAGRELE

"Concessione del servizio di gestione, esercizio, manutenzione ordinaria e straordinaria degli impianti di pubblica illuminazione, ivi compresa la fornitura di energia elettrica, la progettazione ed esecuzione degli interventi di adeguamento normativo, riqualificazione ed efficientamento energetico".



Lampara



Lanterna



Proiettore



Sospensione



CEIE POWER S.p.A.



Segnapassi



Stradali

La criticità principale è relativa all'obsolescenza degli apparecchi presenti nel territorio comunale ed al cattivo stato di manutenzione in cui versano principalmente nel Centro Storico.

Difatti, nelle aree della Villa Comunale, Largo Garibaldi e Via Neviera, sono stati rilevati diversi casi di apparecchi mancanti, rotti o divelti non sostituiti o riparati, anche a causa della **irreperibilità di componenti di ricambio** ormai così vetusti. All'interno della Villa Comunale sono infine stati censiti alcuni apparecchi nei quali sono stati installate lampade LED di prova, non ancorate al corpo illuminante esistente ed a rischio caduta. Si riportano di seguito alcuni esempi di tali criticità.



Apparecchi a globo su pali di arredo in cattivo stato di manutenzione



2.2.6 Distribuzione elettrica

Linee di alimentazione

L'alimentazione degli apparecchi di illuminazione presenti sul territorio comunale avviene mediante linee così costituite:

- cavi unipolari e/o multipolari posati all'interno di cavidotti interrati, accessibili mediante pozzetti rompitratta dotati di chiusini principalmente in ghisa;
- cavi unipolari e/o multipolari con posa aerea su sostegno o staffati a parete.

Nella maggior parte dei casi, la tendenza costruttiva ha privilegiato la soluzione interrata dei cavi a favore dell'impatto estetico degli impianti; sono, tuttavia, presenti alcune tratte dove si evidenziano apparecchi staffati a parete o linee aeree su pali d'acciaio: tale soluzione, sicuramente più economica della precedente, risulta più impattante dal punto di vista estetico.

In corrispondenza delle linee elettriche a servizio di alcuni impianti sono stati individuate criticità dovute alle caratteristiche ed allo stato di conservazione del cavo di alimentazione, il cui isolamento non garantisce quanto prescritto dalla normativa tecnica CEI 64-8 in termini di sicurezza elettrica.

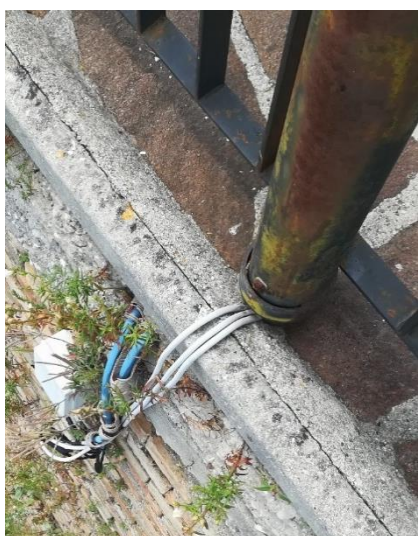
L'analisi delle linee elettriche ha portato alla conclusione che la protezione contro i contatti diretti sui pali di illuminazione è in generale garantita negli **impianti esterni al Centro Storico**. L'isolamento dei conduttori risulta essere in media **ancora efficiente** anche sui tratti di linea più datati realizzati in parte con conduttori rigidi.

In alcuni casi, però, sono state rilevate delle situazioni in cui l'isolamento elettrico non era garantito; tali evenienze sono risultate comunque circoscritte a piccole tratte di impianto, facilmente sostituibili o comunque risolvibili tramite un regolare intervento di manutenzione. Infine, su alcune porzioni di impianto è stata riscontrata una difficoltà di accesso ai cavi, nel caso di linee direttamente interrate o con cavidotti inaccessibili. Nelle **aree del Centro Storico**, asservite dai sostegni decorativi dotati di globo, sono state riscontrate, invece, **le situazioni più gravi**, caratterizzate dalle seguenti criticità:

- Rischio elettrico per contatti diretti con le parti in tensione: alcuni sostegni ubicati nella **Villa Comunale, in Via Neviera e in Largo Garibaldi** presentano connessioni elettriche realizzate con morsetti volanti esterni al palo e, data la ridotta altezza dei sostegni, facilmente raggiungibili da parte degli utenti di tali aree. Tale condizione rappresenta una **situazione di grave pericolo per la possibilità di contatti diretti** con le parti in tensione.
- Rischio elettrico per contatti indiretti con le parti in tensione: i sostegni ubicati in **Via Orientale, Villa Comunale, Via Neviera e Largo Garibaldi** sono caratterizzati dalla presenza di cavi estremamente vetusti, la cui guaina ha perso la capacità di isolamento, il che comporta la possibilità di trasferire la tensione sui sostegni e sulle ringhiere delle balconate, sulle quali sono integrati gran parte dei sostegni. Ciò causa una **situazione di grave pericolo per la possibilità di contatti indiretti** con le parti in tensione.



- Inadeguata protezione delle linee elettriche: le linee di alimentazione degli impianti di **Via Orientale e della Villa Comunale** sono caratterizzate dalla posa dei cavi all'interno di canalizzazioni a parete poste sulle murature sottostanti le ringhiere, con l'interposizione di scatole di derivazione esterne o incassate a muro. In molti casi, le linee di derivazione tra le suddette scatole ed il sostegno sono posate senza alcuna protezione della guaina del cavo, che in questo modo si trova a diretto contatto con le parti metalliche delle ringhiere e dei sostegni stessi. Tale circostanza rappresenta un **grave pericolo per la possibilità di contatti indiretti** con le parti in tensione.



Linea elettrica non adeguatamente protetta in Via Orientale



Connessioni non a norma esterne ai sostegni della Villa Comunale

Pozzetti di derivazione e chiusini

Per l'alimentazione degli apparecchi d'illuminazione installati su sostegni serviti da linee interrate sono presenti pozzetti di derivazione in cemento, protetti da chiusini carrabili in ghisa o cemento.

All'interno dei pozzetti, sono presenti le derivazioni alle singole lampade, oltre che i conduttori per la messa a terra delle masse (quando presenti).

Il sistema di derivazione è stato effettuato in maniera differente in considerazione dei seguenti elementi:

- periodo di realizzazione del cavidotto;
- eventuale sostituzione del punto di illuminazione;
- disponibilità di realizzare l'entra/esci in morsettiera del palo.

Impianti di terra e collegamenti a terra

Ai fini della protezione contro il rischio elettrico per contatti indiretti, gli impianti di illuminazione pubblica possono essere generalmente classificati nelle seguenti due categorie:



- **Impianti aventi classe di isolamento II:** in tali impianti tutti i componenti elettrici (quadri e relative apparecchiature, cavi, morsettiere, apparecchi ecc.) devono essere in classe di isolamento II. Nel caso in cui anche uno solo di tali componenti non fosse in classe II, l'impianto deve essere declassato a classe di isolamento I. Negli impianti in classe II, la protezione contro il rischio elettrico per contatti indiretti viene garantita dalla presenza di un doppio isolamento delle parti attive dell'impianto, che impedisce il manifestarsi di una tensione pericolosa sulle parti accessibili di componenti elettrici a seguito di un guasto nell'isolamento principale. Gli impianti pertanto non devono essere provvisti di un impianto di terra a meno che ciò sia previsto nelle prescrizioni di costruzione di uno dei componenti elettrici di cui è costituito.
- **Impianti aventi classe di isolamento I:** in tali impianti almeno uno dei componenti elettrici ha una classe di isolamento I e non è pertanto garantito il doppio isolamento. La protezione contro il rischio elettrico per contatti indiretti è garantita mediante interruzione automatica del circuito di alimentazione (interruttore differenziale), coordinata con l'impianto di terra. L'interruttore differenziale deve interrompere automaticamente l'alimentazione al circuito in modo che, in caso di guasto tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione, non possa persistere una tensione di contatto presunta superiore alla tensione di contatto limite convenzionale (50 V in c.a. e 120 V in c.c. non ondulata) per una durata sufficiente a causare un rischio di effetti fisiologici dannosi in una persona in contatto con parti simultaneamente accessibili. Pertanto le masse devono essere collegate ad un conduttore di protezione, ovvero con l'impianto di messa a terra, che deve essere unico per tutte le masse presenti nell'impianto.

Dal rilievo svolto sugli impianti di illuminazione pubblica del Comune di Guardia Grele è emerso che buona parte degli stessi è realizzata mediante componenti elettrici in classe I e, pertanto, risultano provvisti di impianto di terra.

Tali impianti sono realizzati mediante dispensori a picchetto in acciaio zincato, installati all'interno dei pozzetti di derivazione e, talvolta, con corda di rame nuda posata a contatto con il terreno.

In alcuni casi è stata riscontrata la presenza di impianti in classe I di isolamento nei quali la messa a terra delle masse risulta usurata e danneggiata o con collegamento interrotto, tale da non garantire i requisiti minimi prescritti dalle norme e/o il corretto coordinamento con l'interruttore differenziale. Ciò determina un conseguente **elevato rischio elettrico per la possibilità di contatti indiretti** con le parti in tensione.



2.2.7 Impianti promiscui

All'interno del territorio comunale, oltre agli impianti di proprietà dell'Amministrazione, è stata riscontrata la presenza di n. **193 punti luce** privi di uno specifico contatore di energia, allacciati direttamente alle linee elettriche della rete di distribuzione e, pertanto, riconducibili ad utenze forfetarie. Tali punti luce risultano essere **proprietà di ENEL Sole**, quale residuo delle vecchie gestioni ENEL dell'illuminazione pubblica, e sono principalmente ubicati su bracci obsoleti, installati direttamente sui pali della linea ENEL o sulle pareti delle case asservite, e dotati di apparecchi vetusti a piattello/gonnella (nella maggior parte dei casi) o di apparecchi stradali.

Le principali aree caratterizzate da tale condizione installativa sono le seguenti:

- Via Marrucina da Bivio Grotte fino a Porta San Giovanni e traverse limitrofe;
- Contrada San Biase;
- Contrada Caprafico;
- Altre aree rurali del territorio, caratterizzate dalla presenza di singole lampade isolate ubicate nei pressi delle abitazioni private, ciascuna direttamente collegata alla rete di distribuzione e, in alcuni casi, sempre accese anche di giorno a causa della mancanza di un interruttore crepuscolare.



Esempi di punti luce forfetari esistenti sul territorio comunale

Tali punti luce, non essendo di proprietà dell'Amministrazione, non possono rientrare nell'ambito del presente progetto di riqualificazione a meno che il Comune non decida di avviare con ENEL SOLE le procedure di riscatto della proprietà.

2.2.8 Carichi esogeni elettrici e meccanici

I **carichi esogeni elettrici** si riferiscono alle apparecchiature elettriche di qualsiasi tipo collegate all'impianto di pubblica illuminazione asservite a finalità diverse dalla pubblica illuminazione e possono essere di tipo temporaneo o permanente (ad



esempio: fontane, pompe di irrigazione ecc.); i **carichi esogeni meccanici** si riferiscono invece alle strutture aventi funzionalità non riguardanti la pubblica illuminazione ma gravanti sui sostegni della pubblica illuminazione (ad esempio: cartelloni pubblicitari, tiranti delle luminarie ecc.).

Durante l'esecuzione dei rilievi preliminari sono stati rilevati i seguenti carichi esogeni elettrici collegati agli impianti della pubblica illuminazione:

- QE 62 Piazza Garibaldi: bagno pubblico, fontana, antenna WiFi e telecamere di videosorveglianza;
- QE 68 Madonna del Carmine: pozzo

Inoltre, sono stati rilevati ulteriori carichi esogeni sia di tipo elettrico che statico relativi alla presenza di telecamere e antenne WiFi installate direttamente sui sostegni dell'illuminazione pubblica (14 telecamere e 2 antenne WiFi).

In tali casi, sarebbe opportuno procedere alla separazione dei carichi in modo da identificare correttamente le utenze di illuminazione pubblica e i relativi consumi.

2.2.9 Audit energetico dello stato di fatto

L'analisi dello stato di fatto fin qui condotta permette di definire l'**Audit Energetico** del parco impiantistico di pubblica illuminazione di proprietà del Comune di Guardigliare.

L'obiettivo è quello di elaborare una fotografia degli impianti dal punto di vista delle prestazioni energetiche che permetta, considerando le criticità emerse, di elaborare un piano strategico di indirizzo per le proposte progettuali.

Il consumo energetico nello stato di fatto è stato calcolato esaminando, in primis, le ore effettive di funzionamento dell'illuminazione pubblica; in secondo luogo, è stata calcolata la potenza assorbita dagli impianti ed, infine, determinata l'energia consumata.

Ore di funzionamento nello stato di fatto

Le ore di funzionamento degli impianti di illuminazione pubblica sono state determinate sulla base degli orari convenzionali di accensione e spegnimento previsti dalle **delibere n.52/04 e n.29/08 dell'AEEG** e sono riassumibili mediante i seguenti parametri:

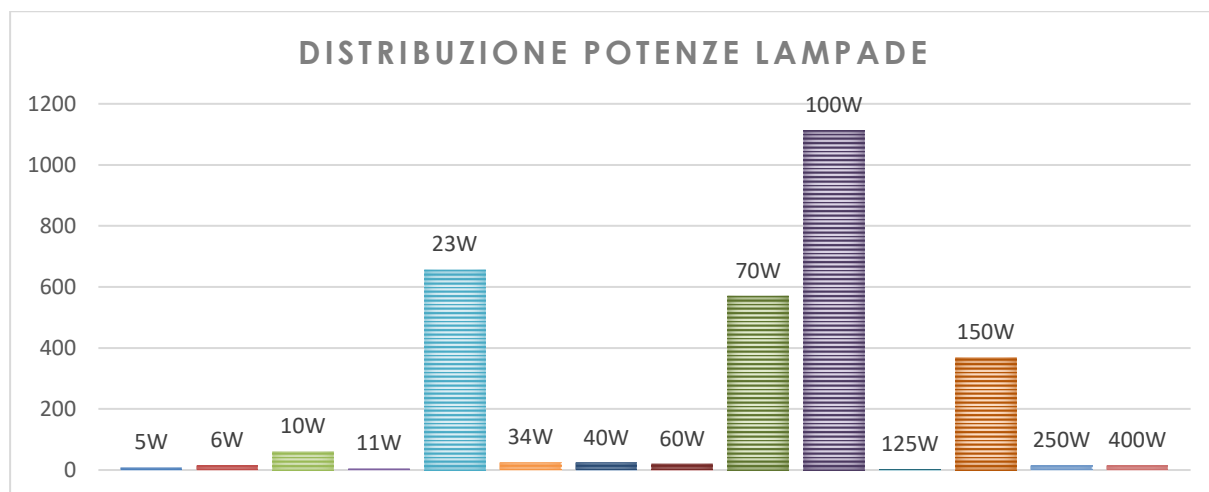
- durata di accensione giornaliera media: 11,5 ore;
- giornate di esercizio all'anno: 365;
- ore di funzionamento annuali: 4.197;
- ore annuali di regolazione del flusso luminoso: nessuna.



Calcolo della potenza nello stato di fatto

La potenza installata è stata calcolata sommando la potenza nominale delle lampade asservite a ciascun quadro.

POTENZE LAMPADE	Alogena	Basso consumo	Incandescenza	Ioduri metallici	LED	Sodio alta pressione	Vapori di mercurio	TOTALE
5W					8			8
6W					15			15
10W		21			39			60
11W		4						4
23W		657						657
34W					24			24
40W			1		22			23
60W			5		14			19
70W	28	81				461		570
100W	1		1	2	3	1106		1113
125W							2	2
150W				9		360		369
250W				3		10	1	14
400W				1		13		14
TOTALE	29	763	7	15	125	1.950	3	2.892



Per calcolare la potenza totale assorbita dagli impianti si è sommata la potenza nominale delle lampade installate e quella assorbita dagli accessori delle lampade (reattori, alimentatori, ecc.); il dato è riportato nella tabella seguente.



Numero punti luce	2.892 n	%
Potenza nominale lampade installate	234,66 kW	90%
Potenza assorbita dagli alimentatori	26,07 kW	10%
Potenza totale assorbita	260,73 kW	100%

Energia consumata nello stato di fatto

L'energia nello stato di fatto è stata calcolata moltiplicando il numero di ore di funzionamento degli impianti per la potenza totale assorbita; tale valore è stato aumentato del 3% per tener conto delle cadute di tensione sulla linea, delle perdite per stabilizzazione, ecc.

Potenza totale assorbita	260,73 kW
Ore di funzionamento	4.197 h
Perdite sulla linea	3%
Consumo energetico annuale nello stato di fatto	1.127.127 kWh

2.3 CONTESTO NORMATIVO DEGLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE

2.3.1 Classificazione illuminotecnica

La progettazione illuminotecnica degli interventi di riqualificazione deve essere eseguita nel rispetto del quadro normativo di riferimento per l'illuminazione stradale comprendente principalmente le seguenti **quattro Norme: UNI 11248, UNI EN 13201-2, UNI EN 13201-3 e UNI EN 13201-4.**

Nello specifico, la **UNI 11248** definisce le caratteristiche fotometriche per la progettazione di un impianto di illuminazione stradale, determinando per ogni strada una o più categorie illuminotecniche in funzione di un insieme di parametri di influenza.

In relazione al tipo di strada, con l'ausilio del Prospetto 1 della UNI 11248:2016, viene individuata la **categoria illuminotecnica di ingresso** per l'analisi dei rischi, la quale si determina considerando esclusivamente la classificazione della strada, che deve essere fornita dal committente o dal proprietario/gestore della strada. In mancanza di adeguati strumenti urbanistici (come ad esempio il PUT), il progettista illuminotecnico propone una classificazione che il Comune, il committente o il proprietario/gestore, fa sua con l'approvazione del presente progetto.



Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limite di Velocità (km h)	Categoria illuminotecnica di ingresso
A1	Autostrade extraurbane	130 - 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A2	Strade di servizio alla autostrade extraurbane	70 - 90	M2
	Strade di servizio alla autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) ¹⁾	70 - 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	M2
		50	
E	Strade urbane di interquartiere	50	M3
	Strade urbane di quartiere	50	
F³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) ¹⁾	70 - 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4 / P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	
	Strade locali interzonali	50	M3
		30	C4/P2
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

Prospetto 1 - Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

Successivamente, viene individuata la **categoria illuminotecnica di progetto** che definisce i requisiti rispetto ai quali sarà progettato l'impianto e che può differire da quella di riferimento in relazione ad alcuni parametri di influenza quali: caratteristiche di complessità del campo visivo, presenza di zone di conflitto, indice di rischio, luminosità dell'ambiente, tipo di sorgente, flusso di traffico ecc.

Infine, vengono individuate le **categorie illuminotecniche di esercizio**, che specificano come potranno variare i requisiti illuminotecnici in funzione della variabilità nel tempo dei fattori di influenza, ad esempio, di quanto si potrà ridurre la



prestazione illuminotecnica in funzione di una riduzione del flusso di traffico in certi periodi o fasce orarie.

Definite le classi illuminotecniche di progetto e di esercizio, i valori dei **requisiti fotometrici**, in termini di luminanza, illuminamento, uniformità e controllo dell'abbagliamento, si ricavano mediante le tabelle indicate nella **UNI EN 13201-2/2015**, da cui si riportano i prospetti relativi alle categorie illuminotecniche M, C, P e HS.

Le categorie M riguardano i conducenti di veicoli motorizzati su vie di traffico e su strade urbane che consentono velocità di marcia medio/alte. I principali criteri illuminotecnici di queste categorie sono basati sulla luminanza del manto stradale della carreggiata e comprendono la luminanza media, l'uniformità generale e l'uniformità longitudinale in condizioni di manto stradale asciutto.

Le categorie C riguardano anch'esse i conducenti di veicoli motorizzati, ma si riferiscono a zone di conflitto come strade in zone commerciali, incroci stradali di una certa complessità, rotonde e zone con presenza di coda, in cui le convenzioni per i calcoli della luminanza del manto stradale non valgono o risultano inapplicabili. I criteri illuminotecnici si basano sull'illuminamento orizzontale e sono espressi mediante l'uniformità media e generale. Queste categorie si possono applicare anche a pedoni e ciclisti.

Le categorie P ed HS riguardano esclusivamente pedoni e ciclisti su marciapiedi, piste ciclabili, corsie di emergenza e altre zone della strada separate o posizionate lungo la carreggiata di una via di traffico, nonché strade urbane, strade pedonali, parcheggi, cortili scolastici, ecc. I criteri illuminotecnici delle categorie P si basano sull'illuminamento orizzontale sulla strada e sono espressi mediante l'illuminamento medio e minimo, mentre quelli delle categorie HS si basano sull'illuminamento emisferico medio e l'uniformità generale di questo illuminamento.

Classe	Luminanza della carreggiata in condizioni di manto asciutto			Abbagliamento debilitante	Rapporto di Prossimità
	L[cd/m²]	U _o	U _l	Tl%	EIR
M1	2	0.4	0.7	10	0.35
M2	1.5	0.4	0.7	10	0.35
M3	1	0.4	0.6	15	0.3
M4	0.75	0.4	0.6	15	0.3
M5	0.5	0.35	0.4	15	0.3
M6	0.3	0.35	0.4	20	0.3

Dove:

L: Valore medio della luminanza del manto stradale;

U_o: Rapporto tra luminanza minima e luminanza media;



U_l: Valore minimo delle uniformità longitudinali delle corsie di marcia delle carreggiate;

TI%: Misura della perdita di visibilità causata dall'abbagliamento debilitante degli apparecchi di un impianto d' illuminazione stradale;

EIR: Valore minimo fra il rapporto dell'illuminamento orizzontale medio della fascia adiacente al bordo della carreggiata che giace fuori dalla stessa diviso il valore di illuminamento medio della striscia corrispondente che giace all'interno della stessa, considerato per ogni lato.

Classe	Luminanza della carreggiata in condizioni di manto asciutto	
	E[lx]	U _o
C0	50	0.4
C1	30	0.4
C2	20	0.4
C3	15	0.4
C4	10	0.4
C5	7.5	0.4

Dove:

Ē : Illuminamento medio espresso in lux minimo mantenuto;

U_o : Uniformità media.

Classe	Illuminamento orizzontale		Requisiti supplementari	
	Illuminamento orizzontale	Illuminamento orizzontale minimo	Illuminamento verticale minimo	Illuminamento semicilindrico minimo
	E[lx]	E _{min} [lx]	E _{vmin} [lx]	E _{scmin} [lx]
P1	15.00	3.00	5.0	5.0
P2	10.00	2.00	3.0	2.0
P3	7.50	1.50	2.5	1.5
P4	5.00	1.00	1.5	1.0
P5	3.00	0.60	1.0	0.6
P6	2.00	0.40	0.6	0.2

Dove:

Ē(lux) : Illuminamento medio mantenuto espresso in lux;

E_{min} : Illuminamento minimo mantenuto espresso in lux;

E_{vmin}: Illuminamento del piano verticale minimo espresso in lux;



E_{scmin} : Illuminamento semicilindrico minimo espresso in lux;

Classe	Luminanza della carreggiata in condizioni di manto asciutto	
	E_{hs}[lx]	U_o
HS1	5.00	0.15
HS2	2.50	0.15
HS3	1.00	0.15
HS4		

Dove:

E_{hs} : Illuminamento emisferico in un determinato punto della strada espresso in lux;

U_o : Uniformità media.

Tabella di correlazioni illuminotecniche per zone progettuali contigue

In corrispondenza delle zone adiacenti e contigue che prevedono categorie illuminotecniche diverse è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile.

In linea esemplificativa, si riporta la tabella comparativa dove si evince l'equilibrio tra i diversi requisiti dei parametri illuminotecnici.

Categoria illuminotecnica						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
C0	C1	C2	C3	C4	C4	C5
			HS1	HS2	HS3	HS3

Prospetto 5 UNI11248:2012 - Comparazione di categorie illuminotecniche

Ai fini della progettazione, quando si riscontrano aree adiacenti con diversi requisiti illuminotecnici, occorre evitare, utilizzando la suddetta tabella, una differenza maggiore di due categorie illuminotecniche comparabili, prendendo a riferimento la zona in cui il livello luminoso raccomandato è il più elevato.

2.3.2 Adeguamento alla L.R. 12/05 sull'inquinamento luminoso

L'inquinamento luminoso è l'introduzione diretta o indiretta di luce artificiale nell'ambiente ed è una delle forme più diffuse di alterazione ambientale. La causa principale dell'inquinamento luminoso è data dalle emissioni di impianti di illuminazione esterna non a norma, ovvero quegli impianti che non emettono solamente la luce funzionale alla visione notturna, ma ne disperdono una buona parte in altre direzioni.

Questo fenomeno sta crescendo in maniera esponenziale ed è esclusivamente conseguenza dell'azione dell'uomo; quest'ultima considerazione evidenzia e definisce l'unica soluzione possibile: **educare e disciplinare all'utilizzo della luce artificiale, per correggere e contenere i flussi luminosi.**

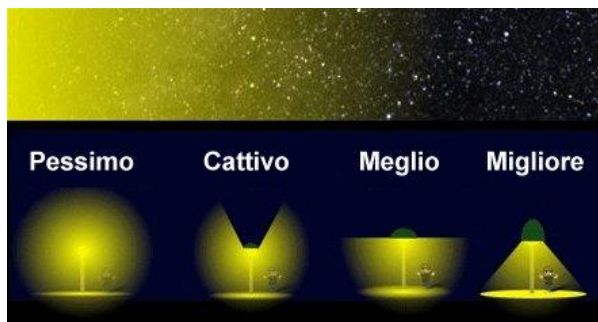


L'adozione e il rispetto di strumenti normativi opportuni risultano strettamente necessari se si tiene conto delle conseguenze relative a tale fenomeno, oggetto di studio approfondito già dagli anni Settanta, da cui si apprende che l'inquinamento luminoso incide negativamente su diversi aspetti:

- l'eccesso di luce o l'utilizzo poco controllato costituisce uno **spreco energetico**: una parte consistente dell'energia utilizzata per illuminare strade, monumenti, parcheggi ed altro viene inviata sotto forma di luce direttamente verso il cielo causando una grave forma di dispendio energetico ed economico; inoltre, quasi sempre si utilizzano, anche dove l'illuminazione risulta necessaria, quantità di luce troppo elevate.
- l'**abbagliamento** e/o la distrazione degli automobilisti, in conseguenza dell'incontrollata dispersione di luce da fari, sorgenti e pubblicità luminose, costituisce un reale problema di sicurezza stradale.
- studi e rapporti scientifici hanno riscontrato l'**alterazione delle abitudini di vita**, disturbi alla riproduzione e alle migrazioni, **alterazioni dei ritmi circadiani** negli animali, oltre ad alterazione dei processi di fotosintesi delle piante;

Le soluzioni progettuali che si intendono adottare sono:

- minimizzare tutta quella parte di flusso che risulti evitabile in quanto non sempre effettivamente necessaria per raggiungere i valori di illuminamento richiesti. Uno dei criteri è quello di **non sovrailluminare**, ovvero attenersi ai livelli normativi di riferimento in merito all'illuminamento delle superfici e limitare i livelli di luminanza in relazione alla classificazione delle strade;
- ridurre la dispersione diretta del flusso luminoso emesso dagli apparecchi al di fuori delle aree da illuminare: è fondamentale quindi adoperare **apparecchi schermati ovvero con emissione di 0cd/klm a 90°** ed oltre, rispetto la verticale verso il basso; sarebbe, infatti, questa la componente fondamentale del flusso inquinante. L'utilizzo di ottiche specifiche è una delle soluzioni necessarie da adottare in quanto consente di non disperdere il flusso luminoso ma di indirizzarlo solo verso le superfici interessate, impedendone quindi la diffusione verso la sfera celeste;
- prevedere la possibilità di **regolare i livelli di luminanza e illuminamento** tenendo conto dall'area e dei fruitori della stessa.





Il presente progetto è stato elaborato nel rispetto della Norma UNI 11248, Norma UNI EN 13201- 2/3/4 e della Legge Regionale Abruzzo 12/2005.

Estratto della Legge Regionale dell'Abruzzo n.12 del 03/03/2005

Limiti generali

- Intensità luminosa massima consentita di 0 candele (cd) per 1000 lumen a 90°.
- Luminanza massima di 1 cd/mq., e spegnimento o riduzione della potenza di almeno il 30% entro le ore ventiquattro

Limiti specifici

- Illuminazione degli edifici dall'alto verso il basso; l'emissione del flusso deve essere rigorosamente controllata e ricadere all'interno del perimetro o della sagoma degli stessi.
- Per gli edifici storici è ammessa illuminazione dal basso verso l'alto, nel rispetto delle seguenti condizioni:
 - ✓ Edifici sagoma regolare = E 10 lux (il flusso i fasci di luce devono ricadere all'interno della sagoma dell'edificio).
 - ✓ Edifici sagoma irregolare = E 10 lux (il flusso verso l'emisfero superiore non deve superare il 10% del flusso nominale dell'impianto).
- Per le piste ciclabili è ammessa solo illuminazione segnapasso con potenza massima impianto/km di pista < 500W.
- Per le insegne pubblicitarie non dotate di illuminazione propria, l'illuminazione deve essere realizzata dall'alto verso il basso.
- Per le insegne pubblicitarie dotate di illuminazione propria, il flusso totale emesso non deve superare 4500 lumen.
- Per gli impianti sportivi evitare fenomeni di dispersione di luce dall'alto verso il basso e al di fuori dei suddetti impianti.

Zone

- Zona 1: entro una distanza di 700m dai confini degli osservatori astronomici e dei siti tutelati è fatto divieto di installare qualsiasi impianto di illuminazione notturna non adeguatamente internalizzato.
- Zona 2: per impianti nuovi e impianti già esistenti è fatto divieto d'impiego di fasci luminosi emettenti verso l'alto o verso superfici che riflettono verso l'alto; inoltre i fasci devono essere orientati ad almeno 90° rispetto alla direzione in cui si trovano i telescopi.
- Zona 3: per impianti nuovi è fatto divieto d'impiego di fasci luminosi emettenti verso l'alto o verso superfici che riflettono verso l'alto; inoltre i fasci devono essere orientati ad almeno 90° rispetto alla direzione in cui si trovano i telescopi.



Deroghe

Non si impongono limiti alle sorgenti di luce di uso temporaneo purché lo spegnimento avvenga entro le ore 20:00 (ora solare) o ore 22:00 (ora legale).

Non si impongono limiti agli impianti che rispettano le seguenti condizioni:

- ciascuna sorgente ha un flusso 1200lm;
- il flusso totale emesso da tutti i punti luce 2000 lm per 90°.

Non si impongono limiti alle luci internalizzate.

2.3.3 Criteri ambientali minimi

I Criteri Ambientali Minimi (CAM) sono i requisiti ambientali adottati con Decreto del Ministro dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del mare nell'ambito del Piano per la sostenibilità ambientale dei consumi del settore della pubblica amministrazione, e sono volti a individuare, nelle varie fasi del processo di acquisto della PA, la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità di mercato.

La loro applicazione sistematica ed omogenea consente di diffondere le tecnologie ambientali e i prodotti ambientalmente preferibili e produce un effetto leva sul mercato, inducendo gli operatori economici meno virtuosi ad adeguarsi alle nuove richieste della pubblica amministrazione. Nell'ambito degli appalti pubblici, **l'adozione dei CAM è stata sancita dall'art. 34 del D.lgs. 50/2016** recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale", che ne ha reso obbligatoria l'applicazione da parte di tutte le stazioni appaltanti. Questo obbligo garantisce che la politica nazionale in materia di appalti pubblici verdi sia incisiva non solo nell'obiettivo di ridurre gli impatti ambientali, ma nell'obiettivo di promuovere modelli di produzione e consumo più sostenibili, "circolari" e nel diffondere l'occupazione "verde".

Nell'ambito dell'illuminazione pubblica sono in vigore ad oggi i seguenti CAM:

- Acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica (DM 27 settembre 2017);
- Servizio di illuminazione pubblica (DM 28 marzo 2018).

CAM acquisizione sorgenti luminose, apparecchi di illuminazione e affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica

I Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per l'illuminazione pubblica di cui al DM 27/09/2017 sono articolati in schede separate, ciascuna relativa ad una tipologia di prodotti/servizi/lavori:

- Schede 4.1 Sorgenti luminose per illuminazione pubblica;
- Schede 4.2 Apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica;
- Schede 4.3 Progettazione di impianti di illuminazione pubblica.





Le prime due schede possono essere utilizzate dalle stazioni appaltanti che debbano acquistare lampade a scarica ad alta intensità e moduli LED o apparecchi di illuminazione da installare in impianti esistenti. La terza scheda invece si riferisce al progetto sia di un nuovo impianto di illuminazione pubblica sia di riqualificazione di un impianto esistente.

Per quanto riguarda le sorgenti di illuminazione e gli apparecchi a LED, fermo restando che **gli apparecchi proposti nel presente progetto di riqualificazione rispettano tutti i requisiti previsti dai CAM**, si illustrano di seguito i criteri più significativi:

Schede 4.1 Sorgenti luminose per illuminazione pubblica

Efficienza luminosa: tale criterio riguarda la quantità di luce emessa dalla sorgente per unità di potenza e si applica non solo alle sorgenti a LED ma anche agli apparecchi di illuminazione. **Gli apparecchi offerti nel presente progetto superano i livelli richiesti per i requisiti premianti.**

Tipologia di criterio	Efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico (il sistema ottico è parte integrante del modulo LED) [lm/W]	Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico (il sistema ottico non fa parte del modulo LED) [lm/W]
Criteri Minimi	≥ 95	≥ 110
Criteri Premianti	≥ 105	≥ 120

Fattore di mantenimento del flusso luminoso e Tasso di guasto dei moduli LED: tale criterio riguarda la durata di vita delle sorgenti LED.

Tipologia di criterio	Fattore di mantenimento del flusso luminoso	Tasso di guasto (%)
Criteri Minimi	L80 per 60.000 h di funzionamento	B10 per 60.000 h di funzionamento

Gli apparecchi offerti nel presente progetto hanno una durata di vita superiore a 100.000 ore L80B10.

Schede 4.2 Apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica

Caratteristiche degli apparecchi per illuminazione: tale scheda riguarda le caratteristiche tecniche costruttive degli apparecchi di illuminazione, che sono differenziate per ciascuna tipologia di destinazione d'uso:



- Illuminazione stradale;
- Illuminazione di grandi aree, rotatorie e parcheggi;
- Illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclo pedonali;
- Illuminazione di aree verdi;
- Apparecchi artistici per illuminazione centri storici;
- Altri apparecchi di illuminazione.

Ai soli fini illustrativi, si riportano di seguito le caratteristiche minime e premianti degli apparecchi destinati all'illuminazione stradale:

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi	Valori premianti
IP vano ottico	IP 65	IP 66
IP vano cablaggi	IP 55	IP 65
Categoria di intensità luminosa	> G*2	> G*3
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK06	IK07
Resistenza alle sovratensioni	4kV	6kV

Prestazione energetica degli apparecchi per illuminazione

Uno dei parametri più importanti introdotti dai CAM per valutare la performance di risparmio energetico degli apparecchi di illuminazione è **l'indice IPEA (Indice Parametrizzato dell'Efficienza dell'Apparecchio illuminante)**, che mostra l'efficienza reale di un apparecchio di illuminazione rapportandola all'efficienza globale di riferimento per la categoria di potenza. L'indice IPEA permette di associare quindi all'apparecchio di illuminazione una targa di prestazione energetica di facile lettura ed individuazione che facilita la confrontabilità fra prodotti diversi. L'efficienza globale dell'apparecchio viene calcolata secondo la formula seguente:



$$\eta = \frac{\Phi_{app} * D_{ff}}{P_{app}} (lm/W)$$

Dove:

- **Φ_{app}** : è il flusso luminoso nominale iniziale espresso in lumen emesso dall'apparecchio di illuminazione nelle condizioni di utilizzo e a potenza piena;
- **P_{app}** : è la potenza attiva totale espressa in Watt assorbita dall'apparecchio di illuminazione dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza;



- **Dff** : è il rapporto tra il flusso emesso dall'apparecchio di illuminazione verso la semisfera inferiore dell'orizzonte, cioè al di sotto di 90 gradi ed il flusso luminoso totale emesso dall'apparecchio. Tutti gli apparecchi a LED proposti dalla scrivente sono conformi alla L.R. Abruzzo 12/2005 e pertanto questo fattore è sempre pari ad 1, il massimo valore possibile;

L'efficienza elettrica dell'apparecchio così calcolata viene rapportata all'efficienza globale di un apparecchio di riferimento per la medesima fascia di potenza e tipologia di installazione, ricavandone il corrispondente indice IPEA secondo la seguente formula:

$$IPEA = \frac{\eta_a}{\eta_r}$$

La targa energetica ricavata da tale indice, riportata in figura, indica la classe di efficienza energetica dell'apparecchio e mostra velocemente il grado di attenzione al risparmio energetico. Le classi vanno da G (basso risparmio) per l'IPEA < 0,40 ad A++ (alto risparmio) per l'IPEA > 1,40.

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica apparecchi illuminanti	IPEA
An+	$IPEA \geq 1,10 + (0,10 \times n)$
A++	$1,30 \leq IPEA < 1,40$
A+	$1,20 \leq IPEA < 1,30$
A	$1,10 \leq IPEA < 1,20$
B	$1,00 \leq IPEA < 1,10$
C	$0,85 \leq IPEA < 1,00$
D	$0,70 \leq IPEA < 0,85$
E	$0,55 \leq IPEA < 0,70$
F	$0,40 \leq IPEA < 0,55$
G	$IPEA < 0,40$

Tutti gli apparecchi di illuminazione proposti dalla scrivente nel presente progetto sono stati scelti tra gli apparecchi dotati di indice IPEA più elevato in assoluto ed hanno indice **IPEA almeno A++**.



Garanzia: tale criterio riguarda la garanzia offerta sugli apparecchi di illuminazione, che è previsto essere di minimo 5 anni per gli apparecchi a LED.

Tipologia di criterio	Garanzia a partire dalla data di consegna (anni)
Criteri Minimi	5
Criteri Premianti	≥ 6

Gli apparecchi offerti nella presente proposta sono coperti da una garanzia pari a 10 anni.

Schede 4.3 Progettazione di impianti di illuminazione pubblica

Prestazione energetica dell'impianto

I CAM introducono, oltre alla classificazione energetica degli apparecchi a LED, anche il parametro di riferimento per la valutazione della performance sul campo che viene espressa dall'**indice IPEI (Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Impianto di illuminazione)**. Tale indice esprime l'efficienza dell'impianto di illuminazione pubblica in base all'energia utilizzata per soddisfare i requisiti illuminotecnici fissati dalla norma UNI EN 13201-2. Per ogni strada occorre calcolare il parametro di efficienza energetica dell'illuminazione stradale definito dalla prEN 13201-5 e chiamato SLEEC (Street Lighting Energy Efficiency Criterion) differenziato in SL per la progettazione illuminotecnica in luminanza e SE per la progettazione illuminotecnica in illuminamento. Tale valore viene quindi rapportato, attraverso una formula, con i parametri di confronto stabiliti dal D.M. del 27/09/2017 per ogni classe illuminotecnica ottenendo una classificazione energetica dell'impianto riconducibile alle classi identificate nella tabella seguente.

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica impianto	IPEI
An+	$IPEI^* < 0,85 - (0,10 \times n)$
A++	$0,55 \leq IPEI^* < 0,65$
A+	$0,65 \leq IPEI^* < 0,75$
A	$0,75 \leq IPEI^* < 0,85$
B	$0,85 \leq IPEI^* < 1,00$
C	$1,00 \leq IPEI^* < 1,35$
D	$1,35 \leq IPEI^* < 1,75$
E	$1,75 \leq IPEI^* < 2,30$
F	$2,30 \leq IPEI^* < 3,00$
G	$IPEI^* \geq 3,00$



CAM servizio di illuminazione pubblica

Tali CAM, di recente introduzione, riguardano la gestione, conduzione, manutenzione e la verifica periodica degli impianti di illuminazione nell'ambito delle procedure di affidamento del Servizio di Illuminazione Pubblica. Vengono pertanto introdotti i livelli minimi riguardanti i servizi che il concessionario deve offrire nei seguenti ambiti:

- censimento degli impianti;
- interventi di conformità normativa;
- interventi di riqualificazione energetica;
- interventi di riqualificazione urbana;
- adozione di sistemi intelligenti.

Inoltre, vengono riportate le indicazioni per svolgere le seguenti attività:

- analisi energetica;
- valutazione dei fabbisogni;
- gestione e conduzione degli impianti;
- manutenzione e verifica periodica degli impianti;
- aspetti organizzativi.

La proposta di project financing presentata dalla scrivente nel presente progetto di fattibilità rispetta i criteri imposti dal decreto 28 marzo 2018.

2.4 SOLUZIONI PROGETTUALI

La presente sezione descrive gli interventi previsti nel progetto di fattibilità per la riqualificazione energetica e l'adeguamento normativo degli impianti di pubblica illuminazione del Comune di Guardia Grele.

Tali interventi consentiranno di raggiungere i seguenti obiettivi:

- garantire la sicurezza delle persone e delle apparecchiature dai pericoli elettrici;
- migliorare la funzionalità e l'affidabilità dell'impianto di alimentazione elettrica;
- adeguare le prestazioni illuminotecniche dell'impianto alla vigente normativa;
- migliorare il comportamento energetico dell'impianto diminuendo i consumi di energia elettrica;
- munire le zone del centro storico di un impianto di illuminazione con elevate caratteristiche estetiche e funzionali.

2.4.1 Interventi relativi all'impiantistica elettrica

Gli interventi di natura elettrica riguardano essenzialmente l'adeguamento e la riqualificazione dei quadri elettrici a servizio degli impianti di pubblica illuminazione. Verranno adeguati alle vigenti norme n. **46 quadri elettrici** di protezione e comando, riportati in tabella, mediante sostituzione integrale (n. 31) e adeguamento per messa a norma ovvero installazione dei necessari componenti ad oggi mancanti (n.15).



QUADRI ELETTRICI		
QE	Intervento previsto	Alimentazione
1	Sostituzione integrale	Trifase
2	Sostituzione integrale	Trifase
3	Sostituzione integrale	Trifase
4	Sostituzione integrale	Trifase
5	Sostituzione integrale	Monofase
6	Sostituzione integrale	Trifase
7	Sostituzione integrale	Monofase
8	Sostituzione integrale	Monofase
9	Sostituzione integrale	Trifase
10	Sostituzione integrale	Trifase
11	Sostituzione integrale	Trifase
12	Sostituzione integrale	Trifase
13	Sostituzione integrale	Monofase
14	Sostituzione integrale	Trifase
15	Sostituzione integrale	Trifase
16	Adeguamento per messa a norma	Monofase
17	Adeguamento per messa a norma	Trifase
18	Sostituzione integrale	Monofase
19	Sostituzione integrale	Monofase
20	Adeguamento per messa a norma	Trifase
21	Adeguamento per messa a norma	Trifase
22	Adeguamento per messa a norma	Trifase
23	Sostituzione integrale	Monofase
24	Sostituzione integrale	Trifase
26	Sostituzione integrale	Trifase
27	Sostituzione integrale	Trifase
28	Adeguamento per messa a norma	Trifase
29	Adeguamento per messa a norma	Monofase
30	Sostituzione integrale	Monofase
33	Sostituzione integrale	Monofase
34	Adeguamento per messa a norma	Trifase
35	Adeguamento per messa a norma	Monofase
36	Sostituzione integrale	Monofase
40	Adeguamento per messa a norma	Monofase
42	Sostituzione integrale	Monofase



QUADRI ELETTRICI		
QE	Intervento previsto	Alimentazione
44	Sostituzione integrale	Monofase
45	Adeguamento per messa a norma	Monofase
46	Sostituzione integrale	Monofase
51	Adeguamento per messa a norma	Monofase
53	Adeguamento per messa a norma	Monofase
54	Adeguamento per messa a norma	Monofase
55	Sostituzione integrale	Monofase
56	Sostituzione integrale	Monofase
60	Sostituzione integrale	Monofase
70	Adeguamento per messa a norma	Monofase
71	Sostituzione integrale	Monofase

I quadri di nuova installazione e quelli da adeguare saranno realizzati conformemente a quanto previsto dalle norme CEI 23-48 e 23-49.

Per i **restanti n. 24 quadri elettrici**, che attualmente non presentano criticità normative, saranno comunque previste le seguenti attività:

- pulizia di quadri e dispositivi;
- ripristino grado di protezione originario delle carpenterie;
- sostituzione dispositivi obsoleti o non correttamente funzionanti;
- ripristino impianto di terra ove non presente la classe II;
- ripristino cablaggio (morsetti, puntalini ecc.);
- eliminazione dispositivi "volanti";
- verifica tecnica dell'impianto in accordo alle prescrizioni di cui alla norma CEI 64-8/6.

Per quanto riguarda gli impianti di messa a terra, al fine di risolvere la criticità relativa alla protezione contro i contatti indiretti, la Proponente provvederà ad eseguire tutte le attività di ripristino dei collegamenti del conduttore di protezione negli impianti con classe di isolamento I e affiderà ad un **organismo terzo** la verifica della funzionalità dell'impianto e del corretto coordinamento con l'interruttore differenziale ai fini della **certificazione dell'impianto di terra**.

Inoltre, tutti i quadri saranno dotati di **orologi astronomici**, dispositivi di comando intelligenti che, in base alla posizione geografica, alla data ed all'orario immessi dall'operatore, generano un calendario perpetuo degli orari di alba e tramonto del luogo di installazione.



I sistemi tradizionali con interruttore crepuscolare sono soggetti ad un calo di prestazioni dovuto alla sporcizia che si deposita sulla fotocellula che genera accensioni premature e spegnimenti tardivi e, di conseguenza, un maggiore consumo energetico. Al contrario, l'orologio astronomico garantisce prestazioni costanti nel tempo contribuendo ad un contenimento dei consumi nel pieno rispetto delle previsioni progettuali. Inoltre, questo dispositivo permette di realizzare l'accensione simultanea di tutti gli impianti, che attualmente avviene in maniera asincrona.

2.4.2 Interventi di rifacimento impianti

Come emerso dall'analisi dello stato di fatto sopra riportata, il **Centro Storico è l'area del territorio comunale che presenta le maggiori criticità** sia dal punto di vista della sicurezza elettrica e statica, che dal punto di vista energetico ed illuminotecnico. Pertanto, nell'elaborazione del presente progetto di riqualificazione, si è prestata particolare attenzione alle soluzioni tecniche adottabili in tale ambito al fine di garantire la massima sicurezza degli impianti e, al contempo, valorizzare il Centro Storico attraverso una illuminazione efficiente ed uniforme.

Villa Comunale: è prevista la sostituzione dei n. 22 sostegni decorativi al centro della Villa Comunale con nuovi sostegni di arredo di colore nero dotati di apparecchi a LED del tipo a lanterna, con ottica rotosimmetrica. Inoltre, saranno installati ulteriori n. 10 sostegni di arredo, completi di linea elettrica interrata, per migliorare ed uniformare l'illuminazione di tutta l'area. I sostegni presenti sulla balconata potrebbero essere conservati, a scelta della Amministrazione, al fine di mantenere l'impatto estetico storico della Villa Comunale ma dovranno, in ogni caso, essere privati di tutta la parte elettrica in modo da eliminare il rischio per contatti diretti o indiretti ad oggi presente; in alternativa, tali sostegni andrebbero rimossi integralmente. Inoltre, al fine di migliorare l'illuminazione del parcheggio adiacente alla Villa Comunale, le attuali mensole a muro presenti verranno sostituite da proiettori LED in grado di illuminare correttamente tutta l'area interessata, attualmente carente dal punto di vista illuminotecnico.



Via Orientale: è prevista la realizzazione completa di una nuova linea elettrica e l'installazione di sostegni di arredo con nuovi apparecchi a LED del tipo lanterna rivisitata in chiave moderna. La nuova linea verrà realizzata sul marciapiede al margine della carreggiata in modo da garantire la corretta illuminazione della sede stradale (allo stato attuale scarsamente illuminata) ed al contempo migliorare



l'illuminazione del marciapiede pedonale. L'attuale illuminazione integrata nella ringhiera verrà disalimentata e smantellata in modo da eliminare la presenza di qualsiasi rischio elettrico. Per quanto riguarda il Parcheggio di Via Orientale, il progetto prevede l'eliminazione completa degli attuali sostegni ornamentali e la realizzazione di una nuova linea posta a parete a ridosso del muro di Via Orientale, utilizzando proiettori per grandi aree in grado di fornire una illuminazione uniforme e di livello superiore all'esistente su tutto il parcheggio.



Largo Garibaldi e il "Piano": in tale area si provvederà all'installazione di kit retrofit LED appositamente realizzati all'interno degli apparecchi del tipo "lampara" sui sostegni di arredo alti posti sulla circonferenza esterna della piazza. Al fine di uniformare le sorgenti luminose presenti e garantire i migliori valori di illuminamento, si provvederà ad eliminare n.9 sostegni decorativi dotati di globi opalini che, allo stato attuale, si sovrappongono ai sostegni esistenti ed a sostituire i restanti n. 6 sostegni decorativi con nuovi pali di arredo dotati di nuovi apparecchi a LED del tipo a lanterna stilizzata.

Inoltre, anche all'interno dell'area verde del Piano, si provvederà alla eliminazione dei sostegni dotati di globi opalini ormai vetusti ed all'installazione di nuovi sostegni di arredo dotati di nuovi apparecchi a LED del tipo a lanterna stilizzata. Lungo il percorso pedonale del Piano, i nuovi sostegni saranno dimezzati rispetto al numero attuale e verranno reinseriti all'interno della ringhiera esistente.

Via Neviera: è prevista la sostituzione degli attuali n. 12 sostegni decorativi integrati nella ringhiera con n. 7 nuovi sostegni di arredo dotati di nuovi apparecchi a LED del tipo a lanterna stilizzata. Inoltre, verranno aggiunti n. 2 nuovi proiettori a LED per illuminare le aree attualmente buie relative al parcheggio posto in corrispondenza del tornante di Via Neviera.

Centro Storico: come analizzato nel capitolo relativo allo stato di fatto, le mensole a parete con diffusore in vetro ubicate nelle strade e nei vicoli del Centro Storico, sono inadeguate alla riqualificazione a LED ed alla installazione di qualsiasi tipo di nuovo apparecchio. Inoltre, sono obsolete e non adeguatamente protette contro la corrosione. Per tali motivi la soluzione progettuale prescelta prevede la loro integrale sostituzione con nuove mensole decorative predisposte per l'installazione di nuove lanterne antichizzate a LED. Con tale soluzione si riesce ad ammodernare e rendere efficiente l'impianto esistente mantenendo la connotazione storica del centro cittadino.

Via Bafile: l'attuale conformazione impiantistica di Via Bafile, caratterizzata dalla presenza di sostegni ornamentali di ridotta altezza dotati di globi opalini con un basso



flusso luminoso emesso, non consente di illuminare correttamente la sede stradale. L'intervento di riqualificazione pertanto prevede la rimozione degli attuali sostegni e apparecchi di illuminazione e il rifacimento dell'impianto installando nuovi pali dritti, di altezza adeguata all'ambiente di installazione, dotati di apparecchi stradali a LED. In questo modo viene garantita una illuminazione uniforme e conforme alle normative in relazione alla tipologia di strada interessata.

2.4.3 Interventi su carichi esogeni elettrici e statici

Oltre ad essere un elemento di disturbo delle performance energetiche degli impianti di illuminazione pubblica, i carichi esogeni elettrici (insegne luminose, pompe di sollevamento, ecc.) rappresentano una rilevante criticità in termini di sicurezza degli utenti e rispetto delle normative. In tali casi si procederà nel modo che segue:

- messa in sicurezza dei carichi esogeni;
- attivazione delle pratiche di distacco del carico esogeno presso l'azienda di distribuzione locale di energia elettrica;
- separazione delle linee.

I carichi esogeni meccanici (cartelloni pubblicitari, tiranti asserviti a impianti di telecomunicazione, tiranti per altri usi ecc.) compromettono la stabilità dei sostegni e possono causarne la perdita di verticalità. Si procederà in tali casi alla messa in sicurezza ed alla rimozione dei carichi statici esterni alla rete di illuminazione pubblica coinvolgendo eventuali responsabili di terzi (ad esempio gli operatori di telecomunicazione che utilizzino il supporto dei tiranti dell'illuminazione pubblica).

2.4.4 Interventi di natura illuminotecnica

Tali interventi prevedono la realizzazione di tutte le opere necessarie a garantire il pieno rispetto della normativa vigente in materia illuminotecnica e la riqualificazione energetica dei centri luminosi. Pertanto, le soluzioni tecniche sono state individuate tra quelle che non penalizzano la qualità dell'ambiente illuminato ma che piuttosto tendono a valorizzarlo, concorrendo alla riduzione dell'inquinamento luminoso risolvendo le situazioni di criticità normativa dello stato di fatto, ai sensi della normativa vigente.

L'intervento offerto prevede la completa riqualificazione degli apparecchi esistenti dotati di lampade a scarica, con nuovi **apparecchi a LED (Light Emitting Diode: diodo ad emissione luminosa)**. Tale tecnologia, ormai matura e consolidata, permette di ottenere vantaggi considerevoli in termini di risparmio energetico ed in termini gestionali. L'intervento garantisce un alto contenuto tecnologico e permette di aumentare il valore intrinseco dell'impianto riqualificato, mantenendo tale valore anche dopo il periodo di gestione.

Le innovazioni apportate dall'intervento sono:



- **elevata efficienza luminosa:** a parità di flusso emesso la sorgente LED assorbe una quantità minore di energia rispetto alle lampade tradizionali;
- **vita utile:** durata dei componenti stimata intorno alle 100.000 ore a seconda del modello di apparecchio;
- **luce bianca:** i LED offerti hanno una temperatura di colore di 3.000K (luce bianca calda) o 4.000K (luce bianca naturale) che migliorano il confort visivo per i cittadini;
- **elevata resa cromatica** la luce emessa dalla sorgente LED ha un'elevata resa cromatica che rende ottimale la percezione dei colori. Il risultato è una visione "più naturale" degli ambienti esterni;
- **accensione istantanea** senza necessità di raggiungere il regime di funzionamento come per le lampade a scarica;
- **eco-compatibilità della sorgente** : i LED sono realizzati nel pieno rispetto della direttiva comunitaria ROHS (Restriction of Hazardous Substances Directive) che pone limiti all'emissione di sostanze tossiche tra cui piombo, mercurio, cadmio e cromo esavalente. I sistemi per illuminazione a LED sono realizzati con materie riciclabili quali alluminio, acciaio, vetro e plastiche facilmente reimpiegabili nei processi produttivi, secondo quanto indicato dalla RAEE: la direttiva europea relativa alla rottamazione di apparecchiature elettriche ed elettroniche.
- **manutenzione ridotta e semplificata:** con l'adozione degli apparecchi a LED si riduce la complessità degli apparecchi perché vengono eliminati reattore accenditore e condensatore delle lampade a scarica tradizionali;
- **flessibilità di utilizzo:** grazie alla sua caratteristica di essere una sorgente luminosa compatta il LED è facilmente applicabile a diverse esigenze di installazione adattandosi ai diversi contesti ambientali.

La proposta tecnica prevede la riqualificazione di tutte le sorgenti luminose non efficienti dal punto di vista energetico con nuovi apparecchi illuminanti dotati di sorgenti a LED di ultima generazione; tutti gli apparecchi proposti soddisfano i criteri ambientali minimi e hanno un indice di efficienza energetica IPEA A++.

Tipologia degli apparecchi illuminanti proposti

Il progetto di risanamento del parco illuminotecnico di proprietà comunale riguarderà **l'installazione di n. 2.164 nuovi apparecchi di illuminazione a LED** ad elevata efficienza luminosa in sostituzione degli attuali apparecchi non conformi alla vigente normativa o comunque inefficienti e di **n. 65 lampadine LED** all'interno di corpi illuminanti incassati a terra o del tipo decorativo ubicati sotto i portici. Inoltre, **al fine di ottimizzare il numero di apparecchi di illuminazione esistenti**, il progetto prevede altresì una **rimozione di 533 punti luce rispetto allo stato di fatto**, portando il numero complessivo da 2.892 PL a 2.359 PL.

Tutti i corpi illuminati previsti nello stato di progetto hanno un'intensità massima di 0 candele (cd) per 1000 lumen a 90° ed oltre, ed efficienza delle sorgenti maggiore di 90 lm/W, così come richiesto dalla L.R. 12/2005.















L'intervento di riqualificazione illuminotecnica del presente progetto di fattibilità è stato redatto in maniera da ottenere valori di luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare e di illuminamenti conformi ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza.

La seguente tabella individua in maniera esemplificativa gli apparecchi a LED in relazione ai diversi interventi previsti per l'adeguamento degli impianti di illuminazione alla normativa regionale sull'inquinamento luminoso.

STATO DI FATTO		STATO DI PROGETTO		
Tipo corpo illuminante	Rispondenza alla L.R. 12/2005	Tipo corpo illuminante	Rispondenza alla L.R. 12/2005	N. di apparecchi sostituiti
	x	 PHILIPS	✓	<u>1.541</u>
Armatura stradale		Armatura stradale a Led UNISTREET		
	x	 PHILIPS	✓	<u>210</u>
Globi		Arredo urbano a Led TOWNGUIDE		
	x	 PHILIPS	✓	<u>307</u>
Arredo Urbano		Lanternarredo urbano a Led VILLA		
	x	 PHILIPS	✓	<u>39</u>
Lanternar		Kit RETROFIT LED		



STATO DI FATTO		STATO DI PROGETTO		
Tipo corpo illuminante	Rispondenza alla L.R. 12/2005	Tipo corpo illuminante	Rispondenza alla L.R. 12/2005	N. di apparecchi sostituiti
		 PHILIPS		<u>19</u>
Apparecchio a Sospensione		Arredo urbano sospeso a Led DIGISTREET		
		 PHILIPS		<u>48</u>
Proiettori		Proiettori LED CORELINE		
		 PHILIPS		<u>65</u>
Lampadine e segnapassi		Lampadina LED		
NUMERO TOTALE SOSTITUZIONI a LED PREVISTE: <u>2.229</u>				

2.4.5 Interventi relativi alle strutture

In relazione alle strutture il progetto prevede sia la **sostituzione dei sostegni corrosi, incidentati o in criticità statica** che il **rifacimento completo di parte degli impianti** con conseguente eliminazione degli attuali pali e mensole e l'installazione di nuovi sostegni di arredo e mensole decorative.

Complessivamente il progetto prevede pertanto **l'installazione di ben n. 458 nuovi sostegni** su un totale 2.391 sostegni esistenti, così composti:

TIPOLOGIA DI INSTALLAZIONE	QUANTITA'
Nuove mensole decorative nel Centro Storico	307
Nuovi sostegni di arredo Villa Comunale	34



TIPOLOGIA DI INSTALLAZIONE	QUANTITA'
Nuovi sostegni di arredo in Via Orientale	41
Nuovi sostegni di arredo in Largo Garibaldi e Piano	19
Nuovi sostegni di arredo in Via Neviera	7
Nuovi sostegni stradali in Via Bafile	39
Nuovi sostegni stradali in sostituzione di pali incidentati corrosi o spezzati	11
TOTALE	458

I nuovi sostegni che verranno installati avranno le seguenti caratteristiche:

- **Mensole decorative del Centro Storico:** saranno realizzate in acciaio zincato a caldo e verniciate con colore in tinta con la lanterna di cui saranno dotati. Le mensole saranno provviste di staffa per fissaggio a parete mediante tasselli.
- **Sostegni di arredo:** verranno utilizzati sostegni di acciaio zincato a caldo rastremati di altezza da 3 a 6 mt fuori terra, a seconda delle condizioni di installazione, trattati contro la corrosione secondo la norma CEI UNI EN 40, verniciati con colore a scelta dell'Amministrazione;
- **Sostegni stradali:** verranno utilizzati sostegni di acciaio zincato a caldo troncoconici dritti o con sbraccio da 3 a 10mt fuori terra, a seconda delle condizioni di installazione, trattati contro la corrosione secondo la norma CEI UNI EN 40.



2.4.6 Audit energetico nello stato di progetto

Calcolo della potenza nello stato di progetto

Analogamente allo stato di fatto, la potenza del parco impiantistico nello stato di progetto è il risultato della somma delle potenze assorbite dai nuovi apparecchi a LED; in tal caso, la potenza di targa è già comprensiva dell'assorbimento degli alimentatori.

Nella tabella seguente è riportato il dettaglio delle potenze degli apparecchi esistenti nello stato di fatto e quelle previste nello stato di progetto.

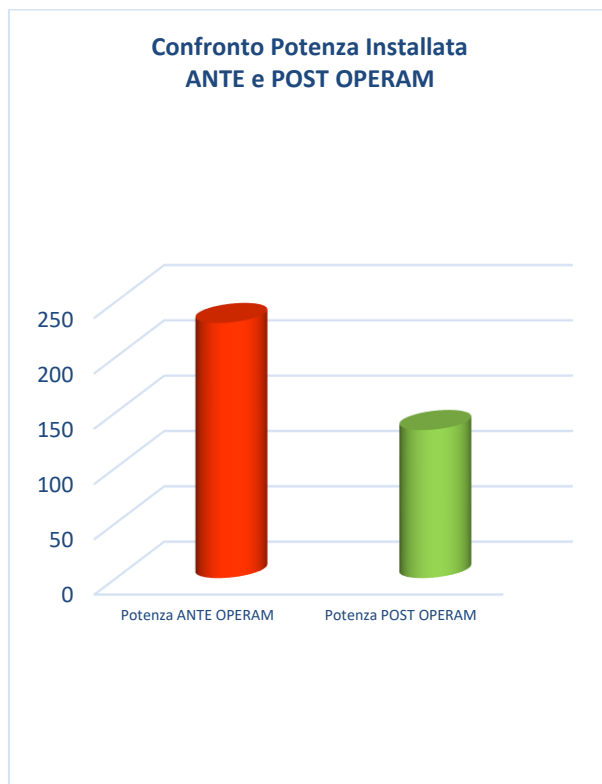
**COMUNE DI GUARDIA GRELE**

"Concessione del servizio di gestione, esercizio, manutenzione ordinaria e straordinaria degli impianti di pubblica illuminazione, ivi compresa la fornitura di energia elettrica, la progettazione ed esecuzione degli interventi di adeguamento normativo, riqualificazione ed efficientamento energetico".



ANTE OPERAM			
TIPO SORGENTE	POTENZA (W)	QUANTITA'	POTENZA COMPLESSIVA compreso accessori (W)
Alogena	70	28	2.156
Alogena	100	1	110
Basso consumo	10	21	231
Basso consumo	11	4	48
Basso consumo	23	657	16.622
Basso consumo	70	81	6.237
Incandesce nza	40	1	44
Incandesce nza	60	5	330
Incandesce nza	100	1	110
Ioduri metallici	100	2	220
Ioduri metallici	150	9	1.485
Ioduri metallici	250	3	825
Ioduri metallici	400	1	440
LED	5	8	44
LED	6	15	99
LED	10	39	429
LED	34	24	898
LED	40	22	968
LED	60	14	924
LED	100	3	330
Sodio alta pressione	70	461	35.497
Sodio alta pressione	100	1106	121.660
Sodio alta pressione	150	360	59.400
Sodio alta pressione	250	10	2.750
Sodio alta pressione	400	13	5.720
Vapori di mercurio	125	2	275
Vapori di mercurio	250	1	275
TOTALE		2892	230.534

POST OPERAM			
TIPO SORGENTE	POTENZA (W)	QUANTITA'	POTENZA COMPLESSIVA compreso accessori (W)
LED	5	8	40
LED	6	14	84
LED	10	44	440
LED	33	13	429
LED	34	20	680
LED	38	307	11.666
LED	39	683	26.637
LED	46	210	9.660
LED	60	44	2.640
LED	63	9	567
LED	74	19	1.406
LED	84	860	72.240
LED	95	46	4.370
LED	13	52	676
Alogena	70	28	1.960
IM	150	2	300
TOTALE		2359	133.795



Di seguito si riepiloga il dato della potenza totale assorbita ante e post operam, compresi gli assorbimenti degli accessori.

Stato di Progetto	Numero punti luce	Potenza assorbita [kW]
Potenza totale assorbita ANTE OPERAM	2.892	260,73
Potenza totale assorbita POST OPERAM	2.359	138,62

Energia consumata nello stato di progetto

Analogamente ai capitoli precedenti, per determinare l'energia nello stato di progetto, l'energia consumata post operam viene calcolata moltiplicando il numero di ore di funzionamento per la potenza totale assorbita; tale valore è stato aumentato del 3% per tener conto delle cadute di tensione sulla linea.

Potenza totale assorbita post operam	133,795 kW
Ore di funzionamento	4.197 h
Perdite sulla linea	3%
Consumo futuro	578.384 kWh



Risparmi conseguibili

Il risparmio energetico viene calcolato confrontando il consumo energetico annuale ante operam con il consumo energetico annuale post operam, conseguito mediante gli interventi proposti.

Stato di fatto

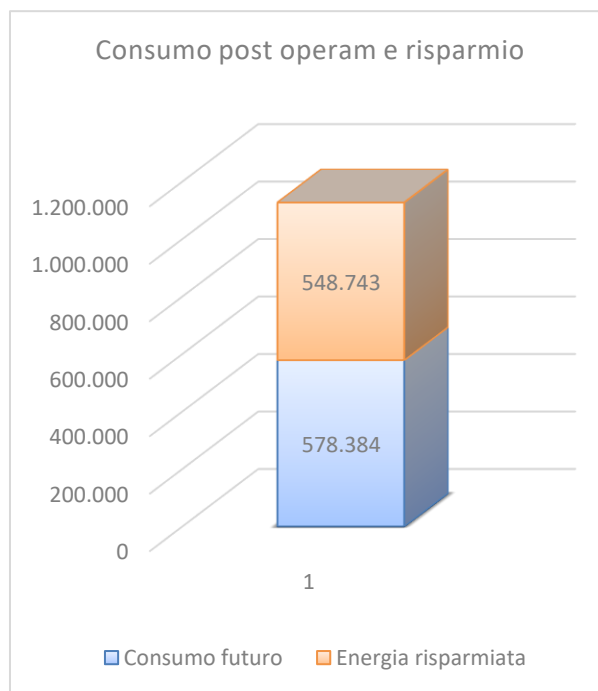
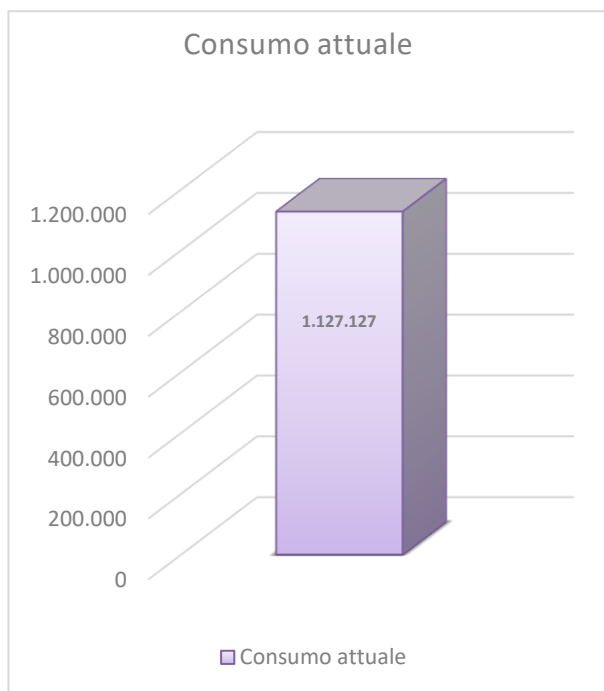
Potenza totale assorbita ANTE OPERAM	260,73 kW
Consumo attuale ANTE OPERAM	1.127.127 kWh

Stato di progetto

Potenza totale assorbita POST OPERAM	133,795 kW
Consumo futuro POST OPERAM	578.384 kWh

Risparmi conseguibili

Minore potenza assorbita	126,94 kW
Energia risparmiata	548.743 kWh
Percentuale di energia risparmiata	48,69 %



2.4.7 Benefici ambientali

I risparmi energetici produrranno notevoli benefici ambientali in termini di Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP) risparmiate e di minori emissioni CO₂.

Il TEP (tonnellate equivalenti di petrolio) rappresenta la quantità di energia rilasciata dalla combustione di una tonnellata di petrolio grezzo; vale circa 42 GJ.

In riferimento alla Delibera EEN 3/08 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas,



datata 28 marzo 2008, si assume come fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio (TEP o TOE) il seguente parametro:

fattore di conversione TEP **1kWh = 0.187 x 10⁻³ TEP/kWh**

La riduzione delle emissioni di CO₂ derivante dalla riduzione dei consumi elettrici dovuta agli interventi di efficientamento viene calcolata utilizzando dei fattori di emissione desunti dalla norma prUNI-TS11300-4 che riporta il seguente parametro:

fattore di conversione CO₂ **1 kWh = 0.4332 KgCO₂/kWh**

Le emissioni evitate in atmosfera sono evidenziate di seguito.

Energia risparmiata	522.067 kWh
Minori tonnellate equivalenti di petrolio	98 TEP
Emissioni di CO₂ evitate	226.159 kg/anno