



Comune di Monteroduni

Provincia di Isernia

Concessione del servizio di gestione degli impianti di illuminazione pubblica comunale, dei lavori di riqualificazione, messa a norma ed efficienza energetica degli impianti ai sensi dell'art. 183 del D. Lgs. n. 50/2016



Studio di Fattibilità

A2 - RELAZIONE TECNICA

Teknouno S.r.l.
(L'Amministratore Unico)

TEKNOUNO S.R.L.
L'Amministratore Unico

Progettista
ing. Fausto Antenucci)



INDICE

A2-1.1)	<i>Premessa</i>	3
A2-2)	ANALISI DELLO STATO DI FATTO	3
A2-2.1)	<i>Punti di allaccio alla rete di distribuzione e relativi consumi</i>	3
A2-2.1.1)	Forniture elettriche	4
A2-2.1.2)	Quadri elettrici	4
A2-2.2)	<i>Centri luminosi e loro caratteristiche</i>	5
A2-2.2.1)	Tabella riepilogativa impianti	5
A2-2.2.2)	Report statistici impianti	7
A2-2.2.3)	Sostegni	8
A2-2.2.4)	Armature	10
A2-2.3)	<i>Distribuzione elettrica</i>	10
A2-2.3.1)	Linee di alimentazione.....	10
A2-2.3.2)	Pozzetti di derivazione e chiusini	10
A2-2.3.3)	Impianti di terra e collegamenti a terra	10
A2-2.4)	<i>Riepilogo dello stato degli impianti</i>	11
A2-3)	AUDIT ENERGETICO DELLO STATO DI FATTO	11
A2-3.1)	<i>Impronta ambientale</i>	12
A2-4)	INDIVIDUAZIONE DELLE CRITICITÀ	12
A2-4.1)	<i>Criticità Normativa</i>	12
A2-4.1.1)	Ottiche non cut-off	12
A2-4.1.2)	Linee elettriche	16
A2-4.2)	<i>Criticità Funzionale</i>	16
A2-4.3)	<i>Criticità Manutentiva</i>	17
A2-4.3.1)	Corrosione dei sostegni.....	17
A2-4.4)	<i>Criticità Energetica</i>	17
A2-5)	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	17
A2-5.1)	<i>Interventi di messa in sicurezza e razionalizzazione dell'impianto</i>	17
A2-5.2)	<i>Sostituzione di armature esistenti con nuove a LED</i>	22
A2-5.3)	<i>Installazione sistema di regolazione del flusso luminoso</i>	23
A2-6)	VALUTAZIONE SOSTENIBILITÀ ENERGETICA	23

A2-1.1) Premessa

La presente relazione, intende fornire una descrizione dettagliata degli impianti di pubblica illuminazione a servizio del territorio comunale di Monteroduni.

L'analisi dello stato di fatto degli impianti è stata condotta attraverso le diverse fasi di seguito elencate:

- Esame della cartografia del territorio comunale in formato raster;
- Analisi e studio delle aree cartografiche;
- Sopralluoghi in tutte le strade comunali attualmente dotate di pubblica illuminazione;
- Localizzazione sulla carta comunale dei punti luce esistenti;
- 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 stato degli apparecchi;
- Studio delle caratteristiche di potenza e tipologia di lampada;
- Studio delle caratteristiche degli altri elementi costitutivi l'impianto;
- Determinazione delle larghezze delle strade;
- Compilazione di apposite schede di rilievo contenenti:
 - Misurazione dell'altezza dei sostegni;
 - Misurazione delle carreggiate stradali;
 - Determinazione delle pavimentazioni stradali e dei marciapiedi (dove esistenti);
 - Verifica delle strade prive di illuminazione;
 - Analisi energetica degli impianti;

A2-2) ANALISI DELLO STATO DI FATTO

La fase di rilievo costituisce una delle fasi fondamentali della gestione del patrimonio impiantistico, nello specifico, è stato condotto un accurato censimento degli impianti di pubblica illuminazione del Comune di Monteroduni, individuandone, in maniera sistematica, le caratteristiche fondamentali, quali:

- Punti di allaccio e quadri elettrici;
- Centri luminosi inteso come sostegno e punto luce;
- Distribuzione elettrica.

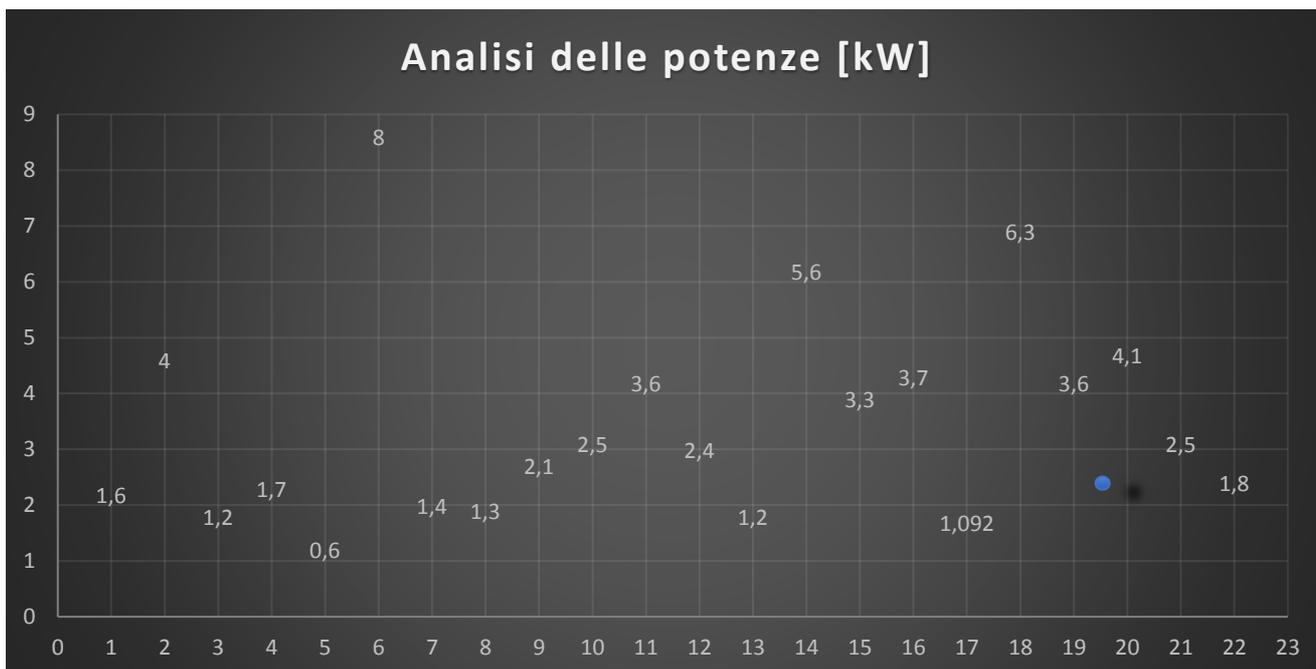
Inoltre si è proceduto alla quantificazione di tutti i dati relativi alle potenze impegnate, alle potenze effettivamente utilizzate, ed ai consumi energetici, così come in risultanza dai dati documentali attualmente nella disponibilità del Comune. I dati di seguito riportati forniscono un report di quanto rilevato in merito alla situazione attuale dell'impianto, in relazione ai singoli parametri sopra elencati, e si pongono a riferimento delle strategie da definire in seno a tutti i futuri interventi di efficientamento e/o messa in sicurezza del sistema.

A2-2.1) Punti di allaccio alla rete di distribuzione e relativi consumi

Complessivamente, il censimento condotto ha portato alla individuazione di **22 punti di consegna** dislocati omogeneamente su tutto il territorio comunale di **Monteroduni**.

Dal censimento condotto in sede di sopralluoghi, la rete di pubblica illuminazione del comune di Monteroduni è servita complessivamente da **753 sostegni per 792 punti luce**, dislocati sul territorio comunale, ed alimentati dai **22 quadri elettrici** principali oltre a **28 pali** alimentati da pannello fotovoltaico.

La potenza dei quadri è rappresentata nel seguente diagramma:



A2-2.1.1) 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 V – 50 Hz.

Le forniture di energia elettrica comprendono un gruppo di misura costituito da un contatore trifase di energia attiva, senza alcun dispositivo limitatore.

Il sistema di collegamento a terra 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.

A2-2.1.2) Quadri elettrici

In prossimità delle forniture elettriche, all'interno dello stesso contenitore oppure in contenitore dedicato, sono installati i quadri elettrici generali che distribuiscono l'energia alle diverse zone servite. Tali quadri sono realizzati mediante armadi in vetroresina, dove sono presenti tutti i componenti elettrici necessari al funzionamento e alla protezione degli impianti.

I quadri non sono, in generale, di recente realizzazione e non sono sempre provvisti di componentistica adeguata e di sistemi di protezione contro i contatti diretti e indiretti.

Il comando di accensione delle lampade alimentate dai diversi quadri elettrici avviene nella maggior parte dei casi, mediante interruttore crepuscolare.

A2-2.2) Centri luminosi e loro caratteristiche

Come precedentemente descritto, il sopralluogo approfondito svolto ha permesso di individuare in maniera puntuale tutte le caratteristiche dei quadri elettrici e dei punti luce presenti sul territorio comunale di Monteroduni. Il risultato di tutto il censimento effettuato è riportato all'interno della tabella generale dei punti luce di stato di fatto che si allega al presente documento.

La tabella seguente riporta, in forma generale, il riepilogo per quadro elettrico del censimento effettuato che costituisce la base per le proposte progettuali e gestionali.

A2-2.2.1) Tabella riepilogativa impianti

La tabella seguente individua in forma aggregata le principali caratteristiche delle utenze rilevate a servizio della pubblica illuminazione di Monteroduni.

ID_QE	Num. Punti luce SDF	Potenza netta SDF [kW]	Potenza complessiva SDF [kW]	Energia netta SDF [kWh]*	Energia complessiva SDF [kWh]*
1	25	1.33	1.6	5993.33	7192
2	38	3.33	4	13330.83	15997
3	11	1	1.2	4293.33	5152
4	16	1.41	1.7	5464.16	6557
5	6	0.5	0.6	1926.66	2312
6	75	6.66	8	25274.16	30329
7	12	1.16	1.4	4943.33	5932
8	10	1.08	1.3	4875	5850
9	19	1.75	2.1	7724.16	9269
10	19	2.08	2.5	7440	8928
11	33	3	3.6	11402.5	13683
12	72	2	2.4	8130	9756
13	10	1	1.2	4074.16	4889
14	37	4.66	5.6	18714.16	22457
15	36	2.75	3.3	11985	14382
16	33	3.08	3.7	12348.33	14818
17	13	0.91	1.092	3822	4586
18	110	5.25	6.3	22625.83	27151
19	90	3	3.6	12256.66	14708
20	42	3.41	4.1	14572.5	17487
21	73	2.08	2.5	8761.66	10514
22	12	1.5	1.8	5578.33	6694
Totale	792	52.94	66,34	211.715,00	254.058,00

*il calcolo dell'energia è stato determinato attraverso la sommatoria della potenza complessiva installata in base agli apparecchi presenti, moltiplicato per le ore di funzionamento.

Tabella – Fotovoltaici

ID_QE	Num. Punti luce SDF	Potenza netta SDF [kW]	Potenza complessiva SDF [kW]	Energia netta SDF [kWh]*	Energia complessiva SDF [kWh]*
fotovoltaici	28	1.96	2.325	8232	9765
Totale	28	1.96	2.325	8232	9765

*il calcolo dell'energia è stato determinato attraverso la sommatoria della potenza complessiva installata in base agli apparecchi presenti, moltiplicato per le ore di funzionamento annue ed in base alla riduzione del flusso luminoso.

Tabella – quadro Enel Sole

ID_QE	Num. Punti luce SDF	Potenza netta SDF [kW]	Potenza complessiva SDF [kW]	Energia netta SDF [kWh]*	Energia complessiva SDF [kWh]*
1	22	5.5	6.6	27180	32616
Totale	22	5.5	6.6	27180	32616

*il calcolo dell'energia è stato determinato attraverso la sommatoria della potenza complessiva installata in base agli apparecchi presenti, moltiplicato per le ore di funzionamento annue ed in base alla riduzione del flusso luminoso.

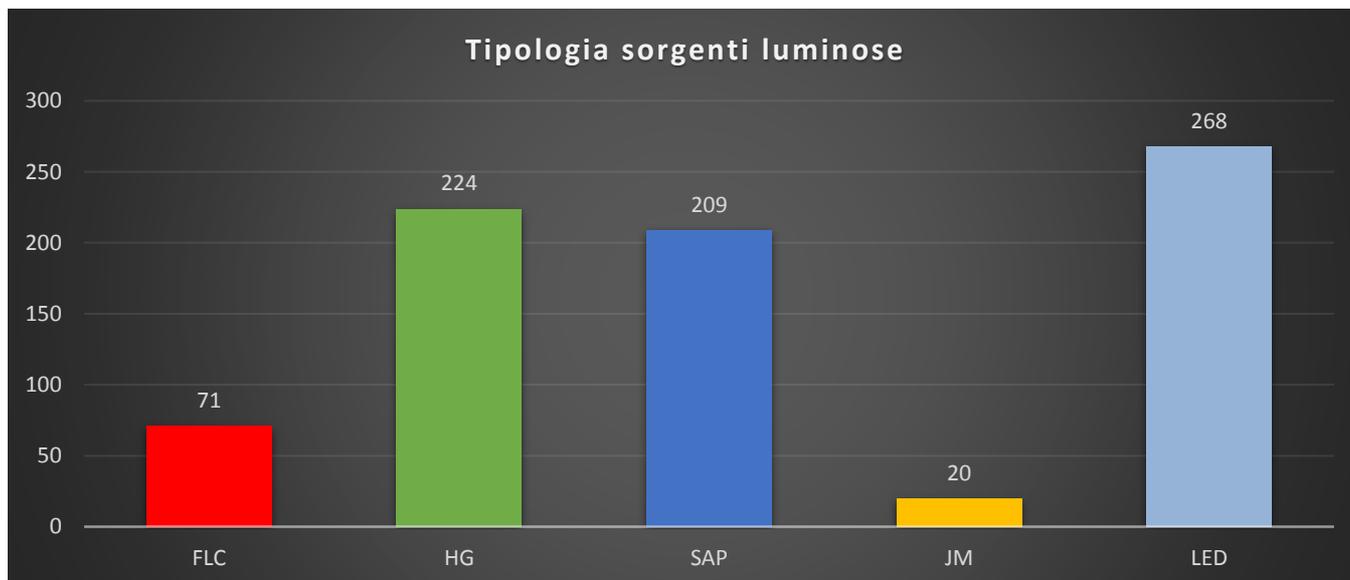
Dal censimento condotto, come mostrato all'interno delle tabelle riportate in precedenza, la rete di pubblica illuminazione del comune di Monteroduni è costituita da n. **792 corpi illuminanti**, dislocati omogeneamente sul territorio comunale, alimentati dalle 22 utenze elettriche e n. 28 pali fotovoltaici.

Inoltre sono presenti n. 22 corpi illuminanti di proprietà di ENEL SOLE non facenti parte dei conteggi in progetto.

A2-2.2.2) Report statistici impianti

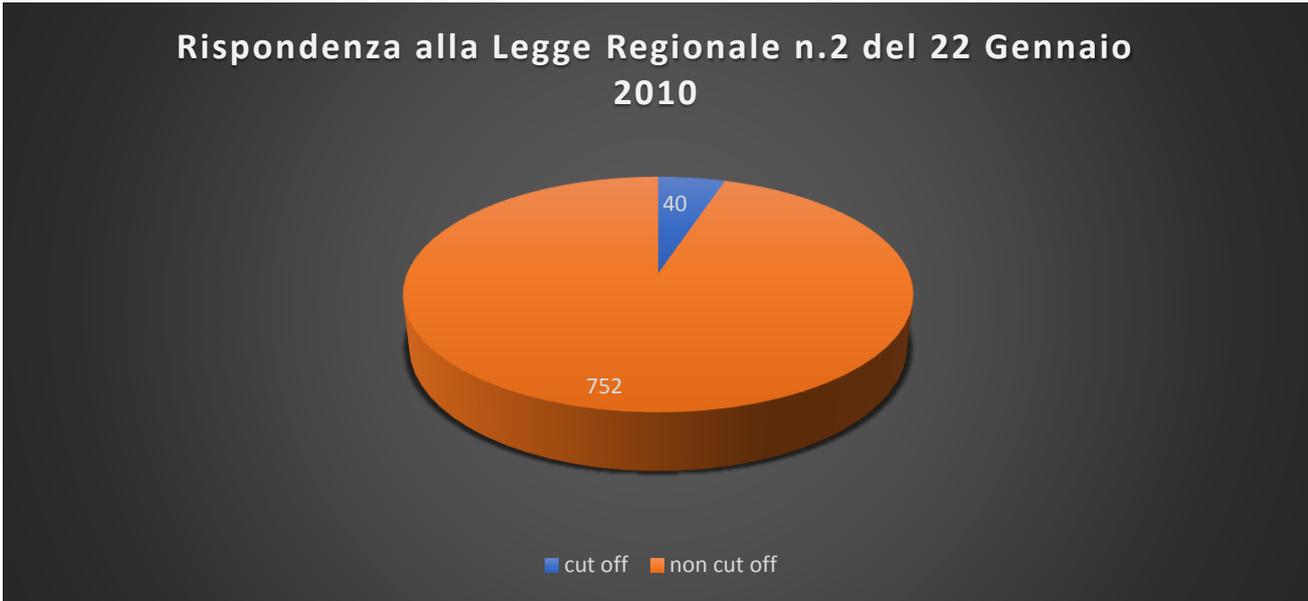
Dall'indagine condotta sugli impianti si evidenziano i seguenti dati aggregati che inquadrano, in forma riepilogativa, il reale stato degli impianti di Pubblica Illuminazione a servizio del territorio comunale, in particolare:

- Ripartizione della tipologia delle lampade;
- Ripartizione delle potenze nominali delle lampade installate;
- Ripartizione della tipologia delle ottiche.



Il grafico precedente riporta la tipologia, il numero e la percentuale delle lampade censite:

Sigla lampade	Tipo lampade	Numero lampade	%
FLC	Fluorescente compatta	71	8,96%
HG	Vapori di mercurio	224	28,28%
SAP	Sodio Alta Pressione	209	26,38%
JM	Ioduri Metallici	20	2,53%
LED	LED	268	33,85%
	Totale	792	100,00 %

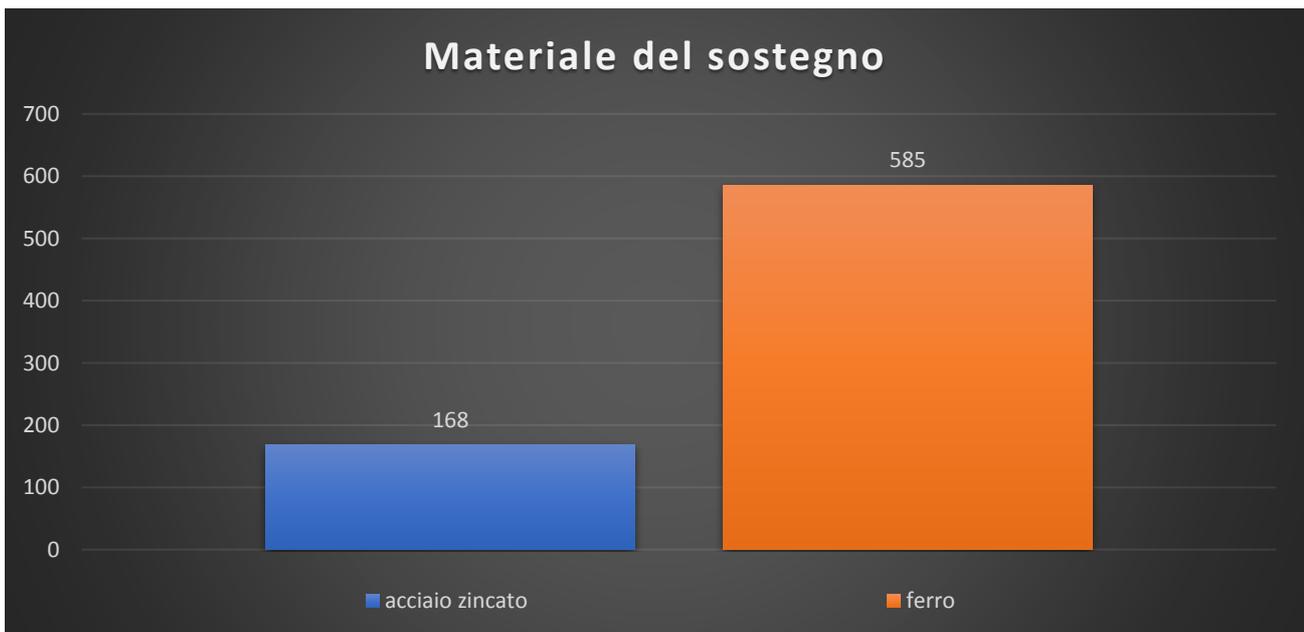


Un altro dato rilevante, che il censimento condotto ha permesso di evidenziare, risiede nella caratteristica delle ottiche dei punti luce, infatti per il **66,29%** dei casi, sono presenti **ottiche non cut-off**, tale condizione costituisce una evidente criticità di natura normativa “Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico”.

armature cut-off		armature non cut-off	
267	33,71%	525	66,29%

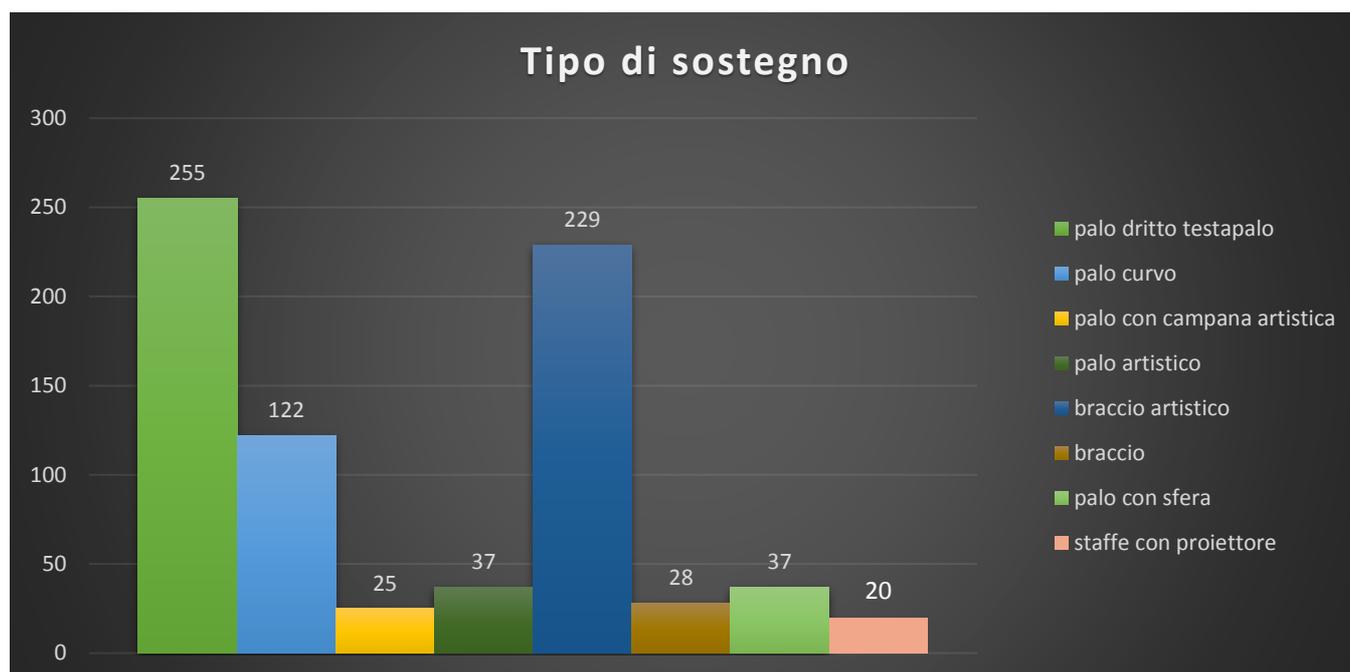
A2-2.2.3) Sostegni

Per quanto riguarda le diverse tipologie di sostegni, può essere fatta una classificazione in base al materiale del sostegno:



Materiale del sostegno	N° sostegni	%
acciaio zincato	168	22,31%
ferro	585	77,69%
Totale	753	

Dal grafico e dalla tabella precedente è evidenziato che la tipologia di sostegno più diffusa è quella in **ferro**, per un'incidenza percentuale di circa il **77,69%** di tutti i sostegni presenti. Si noti bene come il numero dei sostegni non corrisponda con il numero dei punti luce, in quanto esistono punti luce multipli (a 2 o 3) che condividono lo stesso sostegno.



La seguente tabella rappresenta la distribuzione delle diverse tipologie di sostegno presenti:

Tipologia di sostegno	N° sostegni	%
palo dritto testapalo	255	33,86%
palo curvo	122	16,20%
Palo con campana artistica	25	3,32%
palo artistico	37	4,92%
Braccio artistico	229	30,41%
Braccio	28	3,72%
Palo con sfera	37	4,91%
Staffe con proiettore	20	2,66%
Totale	753	100,00%

A2-2.2.4) Armature

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

- armatura stradale vetro curvo;
- armatura stradale vetro piano;
- arredo urbano globo;
- faretti interrati;
- illuminazione artistica lanterna;
- proiettore;

Nella maggior parte dei casi le armature presenti, hanno caratteristiche non rispondenti ai requisiti che riguardano l'inquinamento luminoso e l'abbagliamento dei conducenti di veicoli. L'analisi puntuale ha permesso di individuare la presenza apparecchi di vecchia installazione in gran parte obsoleti e dunque non più conformi alla normativa vigente.

A2-2.3) Distribuzione elettrica

A2-2.3.1) 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 precordati con posa aerea su sostegno a vista e staffati a parete in limitati casi.

Per la maggior parte degli impianti la tendenza costruttiva ha privilegiato la soluzione interrata, a favore dell'impatto estetico degli impianti, sono presenti tuttavia numerosi tratti come gli impianti all'interno del nucleo storico del centro cittadino, dove sono presenti linee aeree e linee staffate a parete, tale soluzione sicuramente più economica della precedente, comporta un impatto estetico più rilevante.

A2-2.3.2) 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.

A2-2.3.3) Impianti di terra e collegamenti a terra

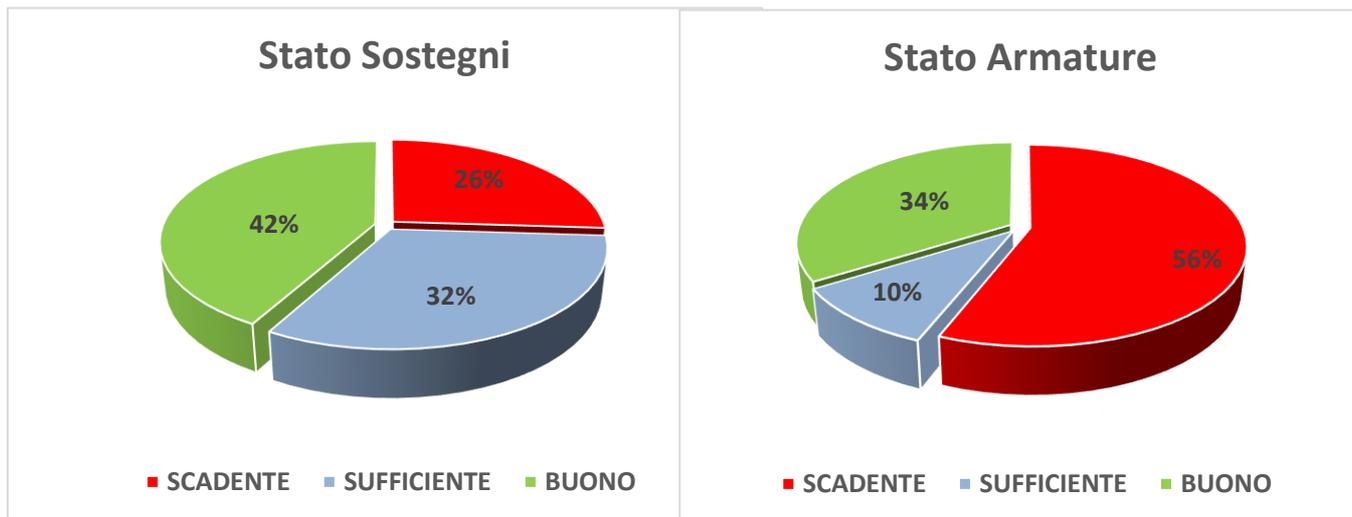
Buona parte degli impianti di pubblica illuminazione è realizzata mediante componenti elettrici in classe I e pertanto sono provvisti di impianto di terra.

Tale impianto è realizzato mediante dispersori a picchetto in acciaio zincato, installati all'interno dei pozzetti di derivazione e in alcuni casi con corda di rame nuda posata a contatto con il terreno. In alcune situazioni è stata riscontrata l'interruzione dei collegamenti a terra sui sostegni in acciaio.

A2-2.4) Riepilogo dello stato degli impianti

In base all'analisi di dettaglio conseguente al rilievo degli impianti, si esprime un giudizio complessivo sullo stato di conservazione e di efficienza funzionale dei medesimi.

COMPONENTI	STATO DI CONSERVAZIONE e FUNZIONAMENTO		
	Buono	Sufficiente	Scadente
Sostegni	42%	32%	26%
Armature	34%	10%	56%



A2-3) AUDIT ENERGETICO DELLO STATO DI FATTO

L'analisi puntuale fin qui condotta, permette di definire l'Audit Energetico del parco impianti di Pubblica Illuminazione a servizio del Comune di Monteroduni. L'obiettivo è quello di elaborare una fotografia dello stato di fatto impiantistico dal punto di vista prestazionale energetico, che permette, considerando le criticità emerse, di elaborare un piano strategico di indirizzo di proposte progettuali.

Il risultato dell'indagine condotta, pertanto, ha evidenziato i seguenti aspetti di natura energetica riepilogati all'interno della seguente tabella:

Numero Utenze	Numero punti luce	Potenza nominale totale [kW]	*Potenza complessiva installata [kW]	Ore di funzionamento medie annue
22	792	52,94	66,34	4.200
*Potenza calcolata considerando gli assorbimenti residui (dispersioni sulle linee e assorbimento dei reattori/accenditori) pari al 20%.				

Considerando la potenza nominale in funzione delle 4.200 ore standard di accensione degli impianti i kWh potenziali nominali dello stato attuale sono pari a:

184.535,00 kWh

Mentre considerando la potenza complessiva (nominale + carichi esogeni e le dispersioni), in funzione delle ore di funzionamento, i kWh potenziali dello stato attuale sono pari a:

221.442,00 kWh

A2-3.1) Impronta ambientale

La tabella seguente, riepiloga l'impronta ambientale relativa alla potenza nominale degli impianti generata dalla attività di pubblica illuminazione sul territorio comunale di Monteroduni.

Analisi dell'impronta ambientale			
Impronta ambientale			
	KWh	TEP	CO₂
Dati basati sulla potenza nominale	184.535,00 kWh	34,51 t/anno*	97,80 t/anno**
<p>* Per la determinazione dei TEP è stato assunto il fattore di conversione kWh in tep pari a $0,187 \times 10^{-3}$ tep/kWh. Valutata secondo la Delibera EEN 3/08 "Aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica" pubblicata sul sito www.autorita.energia.it in data 01 aprile 2008 e sulla GU n. 100 del 29.4.08 - SO n.107;</p> <p>** - Per la determinazione dei CO₂ è stato assunto il fattore di conversione kWh in CO₂ pari a $1\text{kWh} = 0,53 \text{ kg CO}_2$ Tale valore è assunto considerando il fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione. Fonte Ministero Ambiente.</p>			

A2-4) INDIVIDUAZIONE DELLE CRITICITÀ

L'analisi dello stato di fatto, scaturita dal puntuale censimento impiantistico svolto su tutto il territorio di pertinenza del comune di Monteroduni, ha evidenziato le seguenti condizioni di criticità normativa, riepilogate per tipologia di appartenenza:

- **Normativa**
 - Ottiche non cut-off;
 - Linee elettriche;
- **Funzionale**
 - Stabilità struttura dei sostegni;
- **Manutentiva**
 - Corrosione dei sostegni;
- **Energetica**
 - Lampade a bassa efficienza luminosa.

A2-4.1) Criticità Normativa**A2-4.1.1) Ottiche non cut-off**

Nella maggior parte dei casi, le ottiche risultano non conformi alle normative antinquinamento luminoso (vedi Legge Regionale Molise 2/2010 "Misure in materia di contenimento dell'inquinamento luminoso.") che prescrive l'utilizzo di ottiche specifiche cut-off, che impediscono la diffusione del fascio luminoso verso la sfera celeste (ibidem, allegato B, - Disposizioni Tecniche articolo 1 "Per gli impianti di illuminazione esterna di strade a traffico veicolare o pedonale, parcheggi, svincoli stradali o ferroviari, porti, impianti sportivi e grandi aree di ogni tipo: intensità luminosa massima consentita 0 cd/klm a 90° ed oltre e luminanza media mantenuta non superiore ai livelli minimi consigliati dalle norme di sicurezza, qualora esistenti, o in assenza di norme, non superiore a 1 cd/m^2 ").

A2-4.1.1.1) Estratto della Legge Regionale del Molise n.2 del 22/01/2010**➤ Limiti generali**

- Intensità luminosa massima consentita di 0 candele (cd) per 1000 lumen a 90°.
- Luminanza massima di 1 cd/mq per tutte le superfici illuminate, fatte salve le diverse disposizioni connesse alla sicurezza
- Spegnimento o riduzione della potenza di almeno il 30% entro le ore ventiquattro, a condizione di non compromettere la sicurezza.
- Rapporto fra interdistanza ed altezza delle sorgenti luminose non inferiore a 3,7. Sono consentite soluzioni alternative solo in quanto funzionali alla certificata migliore efficienza generale dell'impianto.

➤ 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 l'illuminazione di edifici e monumenti, fatte salve le disposizioni di cui al comma 2 sull'intensità luminosa massima, devono essere privilegiati sistemi di illuminazione radente dall'alto verso il basso. Solo in caso di comprovata inapplicabilità del metodo ed esclusivamente per manufatti di particolare interesse storico, architettonico e monumentale, sono ammesse altre forme di illuminazione, purché i fasci di luce rimangano entro il perimetro delle stesse, l'illuminamento non superi i 15 lux, l'emissione massima al di fuori della sagoma da illuminare non superi i 5 lux e gli apparecchi di illuminazione vengano spenti entro le ore ventiquattro.
- Per le piste ciclabili è ammessa esclusivamente una illuminazione segnavia di potenza massima di 500 W per chilometro di pista.
- L'illuminazione delle insegne non dotate di illuminazione propria deve essere realizzata dall'alto verso il basso. Per le insegne dotate di illuminazione propria, il flusso totale emesso non deve superare i 4500 lumen. In ogni caso, per tutte le insegne non preposte alla sicurezza, a servizi di pubblica utilità ed all'individuazione di impianti di distribuzione self service è prescritto lo spegnimento entro le ore 24 o, al più tardi, entro l'orario di chiusura dell'esercizio.
- Per gli impianti sportivi evitare fenomeni di dispersione di luce dall'alto verso il basso e al di fuori dei suddetti impianti.
- Fari, torri faro e riflettori illuminanti parcheggi, piazzali, cantieri, svincoli ferroviari e stradali, complessi industriali, impianti sportivi e aree di ogni tipo devono avere, rispetto al terreno, un'inclinazione tale, in relazione alle caratteristiche dell'impianto, da non inviare oltre 0 cd per 1000 lumen a 90° ed oltre.
- È fatto divieto di utilizzare per fini pubblicitari fasci di luce roteanti o fissi di qualsiasi tipo.
- Gli apparecchi destinati all'illuminazione esterna, sia pubblica che privata, specialmente se non funzionali alla circolazione stradale, non devono costituire elementi di disturbo per gli automobilisti e per gli interni delle abitazioni; a tal fine ogni fenomeno di inquinamento ottico o di abbagliamento diretto deve essere contenuto nei valori minimi previsti dalle norme tecniche di sicurezza italiane ed europee.

➤ Deroghe

- a) le installazioni, gli impianti e le strutture pubbliche, civili e militari, le cui progettazione, realizzazione e gestione siano regolate da norme dello Stato e, in particolare, i fari costieri, gli impianti di illuminazione di carceri, insediamenti

- militari e di pubblica sicurezza, i porti e gli aeroporti;
- b) impianti pubblici e privati con emissione complessiva al di sopra del piano dell'orizzonte non superiore a 2250 lumen, costituiti da sorgenti di luce con flusso totale emesso in ogni direzione non superiore a 1500 lumen cadauna; per tali impianti è comunque richiesta la dichiarazione di conformità che attesti la rispondenza di legge;
 - c) le sorgenti di luce già strutturalmente schermate, quali porticati, logge, gallerie, e, in generale, le installazioni che, per il loro posizionamento, non diffondono luce verso l'alto;
 - d) le sorgenti di luce a funzionamento non continuo, che comunque non risultino attive oltre le due ore dal tramonto del sole;
 - e) gli impianti per le manifestazioni all'aperto e itineranti, con carattere di temporaneità e provvisorietà, regolarmente autorizzate dai Comuni, entro il limite massimo di cinque giorni al mese;
 - f) impianti realizzati in occasione di feste patronali;
 - g) impianti di uso saltuario ed eccezionale, purché destinati ad impieghi di protezione, sicurezza o per interventi di emergenza.

A2-4.1.1.2) Riferimenti normativi

Per la redazione delle proposte di progetto, sono state prese in considerazione le seguenti normative di settore:

- D.M. 21 marzo 1988, supplemento ordinario G.U. n. 79 del 5 aprile 1988” Norme per l’esecuzione e l’esercizio delle linee elettriche aeree esterne”;
- Legge 1° marzo 1968 n.186 “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, impianti elettrici ed elettronici”.
- Norma UNI 11248: “Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche”;
- Norma UNI-EN 13201-2: “Illuminazione stradale - Parte 2 - Requisiti prestazionali”;
- Norma UNI-EN 13201-3: “Illuminazione stradale - Parte 3 - Calcolo delle prestazioni”;
- Norma UNI-EN 13201-4: “Illuminazione stradale - Parte 3 - Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche”;
- Norma CEI 64-8: “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”;
- Norma CEI 34-33 fascicolo n. 803 del 15 dicembre 1986: “Apparecchi per illuminazione stradale”;
- Norma UNI-EN40: “Pali per illuminazione”;
- Norma CEI 11-17: “Modalità di posa di cavi interrati”;
- CEI 11-1: “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali”;
- Norma CEI 23-29, fascicolo n. 1260 del 1 novembre 1989: “Cavidotti in materiale plastico rigido”;
- Norma CEI 11-8: “Norme per gli impianti di messa a terra”;
- D.P.R. n. 547 del 27 aprile 1955: “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro”;
- Prescrizioni e raccomandazioni dell’Ente distributore di energia elettrica (ENEL) e della società italiana per l’esercizio telefonico (TELECOM);
- UNI EN ISO 14253-1: “Specifiche geometriche dei prodotti (GPS) - Verifica mediante

misurazione dei pezzi e delle apparecchiature per misurazioni - Parte 1: Regole decisionali per provare la conformità o non conformità rispetto alle specifiche”;

- CIE Pubblicazione 115 CIE: “Recommendation for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic”;
- CIE Pubblicazione 154: “The maintenance of outdoor lighting systems”.
- Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n° 285: “Nuovo Codice della Strada” e successive integrazioni e modifiche”, (in particolare al D.Lgs n° 360/93);
- Direttive per redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico (art. 36 del D. Lgs. 285/92), supplemento ordinario n° 77 alla G.U. n° 146 del 24 giugno 1995;
- Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n° 6792, del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, così come modificato dal D.M. 22 aprile 2004;

In particolare è stata valutata la seguente Legge della Regione Molise

Legge della Regione Molise n. 2 del 22 Gennaio 2010 “*Misure in materia di contenimento dell'inquinamento luminoso. Conservazione e valorizzazione dell'ambiente - Contenimento dell'inquinamento luminoso – Interventi*”.

Sono state inoltre completamente recepite le indicazioni aventi puramente carattere di raccomandazione espressamente riportate nei commenti della Norma CEI 64-8.

TERMINI E DEFINIZIONI

Allo scopo di non generare confusione o incertezza nella lettura della presente relazione e nella piena comprensione degli elaborati grafici e dei calcoli illuminotecnici, si ritiene utile riportare i termini e le definizioni più importanti che la nuova normativa pone al centro della progettazione.

- **abbagliamento debilitante:** Abbagliamento prodotto da sorgenti di luce, che può compromettere la percezione visiva, senza necessariamente provocare una forte sensazione fastidiosa.
- **carreggiata:** Parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli. La carreggiata può essere composta da una o più corsie di marcia ed, in genere, è pavimentata e delimitata da strisce di margine. La carreggiata non comprende la corsia di emergenza.
- **categoria illuminotecnica:** Categoria che identifica una condizione di illuminazione in grado di soddisfare i requisiti per l'illuminazione di una data zona di studio.
- **categoria illuminotecnica di esercizio:** Categoria illuminotecnica che descrive la condizione di illuminazione prodotta da un dato impianto in uno specifico istante della sua vita o una definita e prevista condizione operativa.
- **categoria illuminotecnica di progetto:** Categoria illuminotecnica ricavata, per un dato impianto, modificando la categoria illuminotecnica di riferimento in base al valore dei parametri d'influenza considerati nella valutazione del rischio.
- **categoria illuminotecnica di riferimento:** Categoria illuminotecnica determinata, per un dato impianto, considerando esclusivamente la classificazione delle strade.
- **complessità del campo visivo:** Parametro che, valutata la presenza di ogni elemento nel campo visivo dell'utente della strada, indica quanto l'utente possa esserne confuso, distratto, disturbato o infastidito.
- **condizione di illuminazione:** Insieme coerente di parametri illuminotecnici e dei loro valori numerici in grado di quantificare le prestazioni illuminotecniche di un impianto in una data zona di studio.

- **difficoltà nella guida:** Grado di sforzo compiuto dall'utente della strada, in base alle informazioni a sua disposizione, per individuare la strada e la corsia e per mantenere o variare velocità e posizione sulla carreggiata.
- **dispositivi rallentatori:** Dispositivi applicati alla pavimentazione stradale atti a rallentare il flusso di traffico.
- **flusso di traffico di ciclisti:** Parametro di influenza che indica la percentuale della portata di servizio riferita ai ciclisti valutata con riferimento alle condizioni istantanee di traffico.
- **flusso di traffico motorizzato:** Parametro di influenza che indica la percentuale della portata di servizio valutata con riferimento alle condizioni istantanee di traffico.
- **indice di rischio di aggressione:** Parametro che compara il rischio di aggressioni in una data zona di studio, con un riferimento condiviso.
- **intersezioni a raso e/o a rotatoria (incroci):** Area comune a più strade organizzata in modo da consentire lo smistamento delle correnti di traffico dall'una all'altra di esse.
- **luminanza ambientale:** Luminanza presente nell'ambiente dovuta alle sorgenti di luce.
- **parametro di influenza:** Parametro in grado di influenzare la scelta della categoria illuminotecnica.
- **portata di servizio:** Valore massimo del flusso di traffico smaltibile dalla strada misurato in veicoli equivalenti per ora.
- **portata di servizio per corsia:** Valore massimo del flusso di traffico smaltibile dalla corsia misurato in veicoli equivalenti per ora.
- **regolatore di flusso luminoso:** Sistema o metodo che permette, associato a una adeguata procedura, di regolare il flusso luminoso emesso da uno o più apparecchi di illuminazione in funzione di uno o più parametri specificati.
- **strada:** Area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali. Il termine di strada è generico e intende aree denominate in modo più specifico come piazza, incrocio, rotatoria, pista ciclabile, area pedonale, ecc.
- **tipo di strada:** Classificazione delle strade riguardo alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali.
- **tipo di utente:** Classificazione delle persone o dei veicoli in una zona esterna pubblica adibita al traffico.
- **traffico motorizzato (M):** Tipo di utente consistente nei veicoli a motore con velocità maggiore di 50 km/h.
- **veicoli lenti (S):** Tipo di utente consistente in veicoli a motore, compresi i ciclomotori, in veicoli trainati da animali e in persone su animali, caratterizzati da una velocità minore o uguale a 50 km/h.
- **utente principale:** Tipo di utente di maggior rilevanza nella zona in considerazione.
- **zona di conflitto:** Zona di studio nella quale flussi di traffico motorizzato si intersecano fra di loro o si sovrappongono con zone frequentate da altri tipi di utenti.
- **zona di studio:** Parte della strada considerata per la progettazione di un dato impianto di illuminazione.

A2-4.1.2) Linee elettriche

In corrispondenza delle linee elettriche non sono emerse particolari criticità se non in brevi tratti di impianto, che saranno ripristinate in relazione ad una indagine puntuale su eventuali dispersioni. In particolare saranno rifascettate e revisionate circa 1200 mt di linee aeree.

A2-4.2) Criticità Funzionale

Le criticità dovute alle strutture di sostegno, sono relative alla stabilità del sostegno stesso o alla necessità di sostituzione dello stesso perché fuori piombo e quindi a rischio caduta.

A2-4.3) Criticità Manutentiva

A2-4.3.1) Corrosione dei sostegni

In taluni casi, in corrispondenza dei sostegni sono stati evidenziate alcune criticità rappresentate dalla corrosione degli elementi di sostegno, principalmente in corrispondenza dell'attacco a terra, nei pressi della portella e dell'attacco con il corpo illuminante stesso.

A2-4.4) Criticità Energetica

L'analisi energetica degli impianti scaturisce da un'attenta indagine conoscitiva, condotta per ogni punto luce presente; questa analisi ha evidenziato alcune criticità di carattere energetico, soprattutto legate alla prospettiva di utilizzo di nuovi apparecchi illuminanti, con sorgenti luminose ad alta efficienza, in virtù di quelli attualmente esistenti e che rappresenta la base per la determinazione degli indirizzi progettuali di riqualificazione energetica. Definizione delle principali linee di intervento.

Sulla base di quanto riscontrato e sopra riportato e con l'intento di perseguire gli obiettivi sopra richiamati, si individuano le principali linee di intervento ai fini della messa in sicurezza ed efficientamento energetico dell'impianto (oggetto della progettazione preliminare e definitiva/esecutiva), individuate nei paragrafi seguenti.

A2-5) DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

A2-5.1) *Interventi di messa in sicurezza e razionalizzazione dell'impianto*

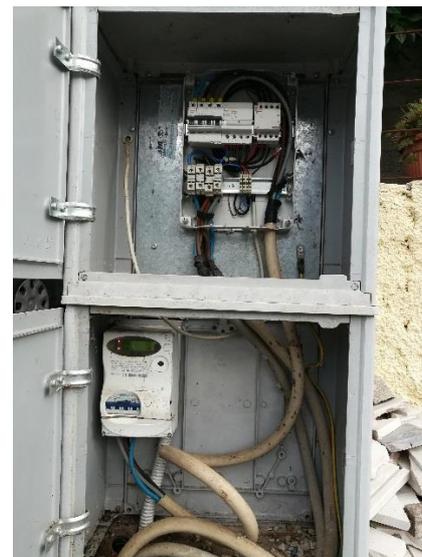
L'intervento si concretizza nella **sistemazione/rifacimento degli armadi di alimentazione**, consistente nella **completa rimozione degli armadi esistenti rotti ed installazione in loco di nuovi armadi stradali** contenenti tutte le apparecchiature elettriche ed ausiliarie necessarie alla protezione delle linee e delle utenze finali, nonché dei sistemi in grado di consentire una supervisione puntuale degli impianti.



Quadro circuito 2



Quadro circuito 3



Quadro circuito 4



Quadro circuito 7



Quadro circuito 8



Quadro circuito 9



Quadro circuito 10



Quadro circuito 11



Quadro circuito 12



Quadro circuito 13



Quadro circuito 17



Quadro circuito 19

E' altresì previsto il **refacimento di parti di giunti sulle dorsali di distribuzione e sulle derivazioni ai corpi illuminanti**, con particolare riferimento a:

- derivazioni interrato (ubicato in pozzetti da ripulire e sui quali ripristinare il chiusino di copertura), da realizzare con idonei sistemi di collegamento (quali muffole o speciali resine idonee allo scopo);
- derivazioni aeree, sulle quali sostituire le scatole di derivazione (spesso rotte e/o senza coperchio di protezione) ed il cavo di alimentazione ai corpi illuminanti (spesso deteriorato, con pericolo di infortunio in caso di contatti diretti).
- Realizzazione di tratti di linea per raggiungere zone attualmente non servite;
- Installazione di nuovi pali in zone non ancora servite;

Sarà necessario inoltre ripristinare la funzionalità e la protezione dei coperchi di protezione delle asole dei pali di sostegno, contenenti le morsettiere di alimentazione dei corpi illuminanti soprastanti.

Si riportano alcune foto dello stato di fatto degli impianti:









A2-5.2) Sostituzione di armature esistenti con nuove a armature LED

Sostituzione di armature esistenti con nuove a LED del tipo conforme a quanto prescritto nella Legge Regionale Molise 2/2010 “Misure per il contenimento dell’inquinamento luminoso”.

Tale intervento, consentirà di ottenere molti dei vantaggi enunciati in precedenza, in quanto consentirà di abbattere i costi energetici dell’impianto (essendo le apparecchiature a LED in grado di garantire maggiore efficienza rispetto alle sorgenti tradizionali), di abbattere l’emissione luminosa al di sopra dei corpi illuminanti, di migliorare le prestazioni illuminotecniche attuali, mediante l’impiego di lenti in grado di distribuire il flusso luminoso ove effettivamente necessario (riducendo l’abbagliamento debilitante, l’illuminazione invasiva in aree private, ecc.), di dismettere gli attuali sistemi di alimentazione elettrica, spesso soggetti ad usura e/o a più frequenti sostituzioni, di ridurre i costi di manutenzione attuali, grazie alla durata di vita di tali apparecchiature innovative (durata di vita stimata fra 50.000 - 80.000 ore di

funzionamento, ancor di più attendibile se asserviti a sistemi di regolazione del flusso, in grado di prolungare la vita utile di lavoro) che va ben oltre la durata temporale dell'appalto con i conseguenti benefici per l'Amministrazione.

Tale intervento contempla la sostituzione di tutte le apparecchiature del tipo stradale, di quelle di tipo artistico (quali le lanterne), e degli arredo urbano presenti. Le nuove apparecchiature saranno del tipo a doppio isolamento, pertanto non sarà necessario, anzi vietato collegarle all'impianto di terra, con evidenti vantaggi in termini di gestione dell'impianto.

A2-5.3) Installazione sistema di regolazione del flusso luminoso

I singoli apparecchi saranno dotati di propri sistemi di regolazione del flusso luminoso che prevedono la definizione di profili orari di funzionamento ed intensità luminose differenti nel corso della notte e in un caso anche di un orologio programmato su base settimanale.

A2-6) VALUTAZIONE SOSTENIBILITÀ ENERGETICA

Per gli interventi previsti, in relazione ai consumi attuali e previsti a seguito delle opere di efficientamento, si è proceduto all'effettuazione di una verifica di fattibilità energetica ed economica, i cui esiti sono riassunti dalle tabelle riportate di seguito:

Numero Utenze	Numero punti luce	Potenza nominale totale [kW]	*Potenza complessiva installata [kW]	Ore di funzionamento medie annue**
22	792	29,36	35.23	4.050

*Potenza calcolata considerando gli assorbimenti residui (dispersioni sulle linee e assorbimento degli alimentatori) pari al 20%.

**Le ore equivalenti di funzionamento sono state definite secondo quanto riportato dalla "Scheda tecnica n. 29Ta – Realizzazione di nuovi sistemi di illuminazione ad alta efficienza per strade destinate al traffico motorizzato" che costituisce l'Allegato B alla deliberazione 5 maggio 2011, EEN 4/11 così come modificato dalle deliberazioni EEN 5/11 e EEN 9/11, utilizzata per la definizione del Risparmio Specifico Lordo (RSL).

Considerando la potenza nominale in funzione delle 4.050 ore standard di accensione degli impianti e la riduzione del flusso luminoso pari al 30%, i kWh potenziali nominali della situazione Post Operam sono pari a:

83.235,60 kWh

Mentre considerando la potenza complessiva (nominale + carichi esogeni e le dispersioni), in funzione delle ore di funzionamento, i kWh potenziali della situazione Post Operam sono pari a:

99.882,72 kWh

Analisi dell'impronta ambientale			
Impronta ambientale			
	KWh	TEP	CO₂
Dati basati sulla potenza nominale	83.235,60 kWh	15,56 t/anno*	44,11 t/anno**
<p>* Per la determinazione dei TEP è stato assunto il fattore di conversione kWh in tep pari a $0,187 \times 10^{-3}$ tep/kWh. Valutata secondo la Delibera EEN 3/08 "Aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica" pubblicata sul sito www.autorita.energia.it in data 01 aprile 2008 e sulla GU n. 100 del 29.4.08 - SO n.107;</p> <p>** - Per la determinazione dei CO₂ è stato assunto il fattore di conversione kWh in CO₂ pari a $1\text{kWh} = 0,53$ kg CO₂ Tale valore è assunto considerando il fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione. Fonte Ministero Ambiente.</p>			

	u.m.	Situazione Ante Operam	Situazione Post Operam	Risparmio atteso
Potenza complessiva installata	kW	66,34	35,23	-46,89%
Ore annue di funzionamento	h/anno	4200	4050	-150 h/anno
Energia annua	kWh	254.058,00	99.882,72	-60,68%
<p>**le ore equivalenti di funzionamento sono state definite secondo quanto riportato dalla "Scheda tecnica n. 29Ta – Realizzazione di nuovi sistemi di illuminazione ad alta efficienza per strade destinate al traffico motorizzato" che costituisce l'Allegato B alla deliberazione 5 maggio 2011, EEN 4/11 così come modificato dalle deliberazioni EEN 5/11 e EEN 9/11, utilizzata per la definizione del Risparmio Specifico Lordo (RSL).</p>				

Come rappresentato nel suddetto prospetto, nella valutazione della consistenza dei consumi attuali e futuri è determinante il fatto *che tutti i punti luce verranno pilotati da alimentatore elettronico che ridurrà il consumo di essi mediamente del 30%*.

Inoltre va evidenziato che la stima dei costi di manutenzione post-intervento, riportata nel prospetto precedente, possa essere considerata cautelativa, in quanto le moderne tecnologie implementate sulle sorgenti luminose a LED consentono di prevedere una vita media di funzionamento (e quindi non necessità di interventi manutentivi) non minore di 60.000 ore alle condizioni nominali di lavoro (quindi anche maggiore in caso di utilizzo di sistemi di riduzione del flusso luminoso nelle ore notturne di minor fruizione delle strade cittadine).

Gli interventi di riqualificazione dell'illuminazione pubblica rientrano nella tipologia I di Titoli di Efficienza Energetica comportando una riduzione dei consumi di energia elettrica per il futuro gestore.

Tra gli interventi che l'A.E.E.G. ha definito inerenti quello in oggetto, si individuano i seguenti, descritti in apposite schede standardizzate:

- Scheda 29Ta - Realizzazione di nuovi sistemi di illuminazione ad alta efficienza per strade destinate al traffico motorizzato);
- Scheda 29Tb - Installazione di corpi illuminanti ad alta efficienza in sistemi di illuminazione esistenti per strade destinate al traffico motorizzato;
- Scheda n. 46E - Pubblica illuminazione a led in zone pedonali: sistemi basati su tecnologia a led in luogo di sistemi preesistenti con lampade a vapori di mercurio.