



## PROGETTO DI FATTIBILITÀ

# illuminazione pubblica

UFFICIO  
INGEGNERIA E INNOVAZIONE

REVISIONE	DESCR. REVISIONE	APPROVATO DA	REDATTO DA	SCALA	DATA
00	EMISSIONE	A. BATTISTINI		-	11.08.2020
TITOLO PROGETTO			NOME DOCUMENTO		
AFFIDAMENTO IN CONCESSIONE DEL SERVIZIO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA, MEDIANTE FINANZA DI PROGETTO EX ART. 183 COMMA 15 DEL D. LGS 50/2016			RELAZIONE TECNICA		
PROGETTISTA			LEGALE RAPPRESENTANTE		
A. BATTISTINI 			A. BATTISTINI		
COMUNE					CIG
COMUNE DI PESCIASSEROLI (AQ)					NUMERO ELABORATO
					3.2
TIPO DOCUMENTO					NUMERO DI FOGLIO
DOCUMENTO					



## INDICE

1. <b>PREMESSA</b> .....	3
2. <b>OSSERVANZA DI LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI</b> .....	4
2.1. NORME NAZIONALI E REGIONALI .....	4
2.2. NORME TECNICHE .....	5
3. <b>CONSISTENZA DEGLI IMPIANTI</b> .....	6
3.1. INDICE PRESTAZIONALE <i>EX-ANTE</i> .....	14
4. <b>CARATTERISTICHE FUNZIONALI E TECNICHE DEI LAVORI DA REALIZZARE</b> .....	22
5. <b>DESCRIZIONE DEGLI INTEVENTI PREVISTI</b> .....	22
5.1. GENERALITÀ .....	22
5.2. L'INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE "IN NUMERI" .....	23
5.3. SOSTITUZIONE DI APPARECCHI ILLUMINANTI DI TIPO STRADALE CON ALTRI DOTATI DI TECNOLOGIA LED .....	24
5.4. SOSTITUZIONE DI APPARECCHI DI ARREDO URBANO E A SFERA CON ALTRI DOTATI DI TECNOLOGIA LED .....	24
5.5. SOSTITUZIONE DI LAMPADE IN APPARECCHI DI ARREDO URBANO CON ALTRE LED .....	25
5.6. SOSTITUZIONE DI PROIETTORI CON EQUIVALENTI DOTATI DI TECNOLOGIA LED .....	25
5.7. FORNITURA E POSA DI LINEE E CAVIDOTTI .....	26
5.8. RIFACIMENTO DI QUADRI ELETTRICI .....	26
5.9. SOSTITUZIONE DI PALI IN CONDIZIONI DI FORTE DEGRADO .....	27
5.10. VERNICIATURA DI PALI .....	27
5.11. PREDISPOSIZIONE DEGLI IMPIANTI E REALIZZAZIONE DI ALCUNI SERVIZI DI "SMART CITIES" .....	27
5.11.1. SISTEMI DI TELECONTROLLO .....	28
6. <b>CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI INTERVENTI</b> .....	31
6.1. SORGENTI LED .....	31
6.2. OTTICA .....	34
6.3. SICUREZZA FOTOBIOLOGICA DELL'APPARECCHIO .....	35
6.4. SISTEMA DI ALIMENTAZIONE .....	35
6.5. LINEE DI ALIMENTAZIONE .....	35
6.6. RIDUZIONE DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE .....	35
6.7. INSTALLAZIONE DI OROLOGI ASTRONOMICI .....	36
6.8. REGOLAZIONE DELL'IMPIANTO .....	36
6.9. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE .....	36
6.10. PROTEZIONI DA SOVRATENSIONI .....	36



6.11. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI E INDIRECTI .....	37
6.12. CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO .....	37
6.13. ILLUMINAZIONE ARCHITETTONICA E DECORATIVA .....	37
6.14. RAZIONALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI.....	38
7. CRONOPROGRAMMA .....	39
8. SOSTENIBILITA' AMBIENTALE E COMPATIBILITA' PAESAGGISTICA DELL'INTERVENTO .....	40
8.1. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI .....	40
9. ANALISI COSTI BENEFICI .....	40
9.1. I BENEFICI .....	41
9.2. IL VALORE DEI COSTI E BENEFICI ATTESI.....	41
10. ELABORATI PROGETTUALI .....	42



## 1. PREMESSA

La presente relazione illustra il progetto di fattibilità tecnica ed economica, elaborato costitutivo della proposta di project financing per le opere di miglioramento dell'efficienza energetica e di adeguamento alle prescrizioni normative dell'impianto di pubblica illuminazione nel territorio del Comune di Pescasseroli (AQ).

La proposta consiste nell'attuare e gestire un piano di efficientamento energetico per la riduzione dei consumi che parte dalla riqualificazione e prosegue con la gestione e la manutenzione. Esso ha lo scopo di minimizzare i costi di esercizio e manutenzione degli impianti di pubblica illuminazione del Comune di Pescasseroli, ridurre l'inquinamento luminoso e le emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente e migliorare la sicurezza delle persone.

L'intervento prevede in linea generale:

- installazione di sorgenti luminose di tecnologia LED, laddove ancora non previste;
- installazione di apparecchi dotati di dimmerazione per la riduzione del flusso nelle ore notturne di minor traffico;
- rifacimento di alcuni quadri elettrici e sistemazione di altri;
- sostituzione dei pali in condizioni di forte degrado qualora non siano possibili altri interventi per garantire la messa in sicurezza dell'impianto;
- fornitura e posa delle linee di alimentazione non più adeguate;
- interventi di verniciatura dei pali ove necessario;
- verifica e messa in sicurezza dell'impianto, con particolare riferimento ai quadri elettrici e alla protezione dei contatti diretti/indiretti;

mentre gli obiettivi principali sono:

- riduzione dei consumi energetici con conseguenti risparmi economici relativi all'illuminazione pubblica e calo delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalenti;
- riduzione dei costi di manutenzione dell'illuminazione pubblica ricorrendo all'utilizzo di sorgenti luminose con maggiore vita media;
- riduzione dell'inquinamento luminoso;
- aumento della sicurezza per il traffico stradale veicolare al fine di ridurre gli incidenti e migliorare la visibilità della segnaletica stradale orizzontale e verticale;
- riduzione dei rischi connessi all'utilizzo della luce artificiale con particolare riferimento al rischio di abbagliamento ed al rischio fotobiologico;
- migliorare la percezione di sicurezza fisica e psicologica delle persone, grazie ad una migliore uniformità di illuminazione ed una conseguente riduzione dei punti in ombra, che inducono sempre un certo stato di insicurezza;
- migliore fruibilità degli spazi urbani secondo i criteri di destinazione urbanistica;
- qualità della vita sociale con l'incentivazione delle attività serali;
- integrazione architettonica diurna e notturna degli impianti nel territorio comunale.

Al fine di valutare la consistenza degli interventi da effettuare, si è preso a riferimento la base-line dei consumi degli anni precedenti e il censimento della rete di illuminazione pubblica.

## 2. OSSERVANZA DI LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI

Per la stesura del presente elaborato sono state prese a riferimento le norme e le leggi vigenti relative agli impianti elettrici ed affini, in particolare:

### 2.1. NORME NAZIONALI E REGIONALI

- Legge n. 186 1 marzo 1968 – “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni, e impianti elettrici ed elettronici”;
- D.P.R. n. 462 22 ottobre 2001 – “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”;
- D.M del Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare del 27/09/2017 – “Criteri Ambientali Minimi per l’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” (di seguito indicato come CAM apparecchi);
- D.Lgs. n. 50 del 18 aprile 2016 – “Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull’aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure di appalto, degli enti erogatori nel settore dell’acqua, dell’energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture” (di seguito indicato come Codice);
- D.P.R. 207/2010 – “Regolamento appalti pubblici” per le parti ancora in vigore (si seguito indicato come Regolamento);
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008 – “Regolamento concernente l’attuazione dell’art. 11-quaterdecis, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”;
- D.Lgs. n. 81 del 09 aprile 2008 – “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;

### ABRUZZO

- L.R. 03/03/2005, n.12 - Misure urgenti per il contenimento dell’inquinamento luminoso e per il risparmio energetico;
- Deliberazione di G.R. n.719 del 30.11.2009 e successive integrazioni.

## 2.2. NORME TECNICHE

- CEI 0-2 – “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”
- CEI 17-13/1 – “Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per la bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS)”
- CEI 17-13/3 – “Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per la bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi ove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD)”
- CEI 64-8 – “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua”
- CEI 64-8/7 – “Impianti di illuminazione situati all’esterno”
- UNI 11248 – “Illuminazione stradale – selezione delle categorie illuminotecniche”;
- UNI EN 13201 – “Illuminazione stradale”
- UNI10819:1999 – “Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione delle dispersioni verso l’alto del flusso luminoso”
- UNI 11431:2001 – “Luce e illuminazione. Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso”
- UNI EN 40 – “Pali per illuminazione pubblica”.

### 3. CONSISTENZA DEGLI IMPIANTI

Lo stato di fatto della rete di illuminazione pubblica del Comune di Pescasseroli, a febbraio 2020, si basa sui dati sommari forniti dal Comune stesso e sui successivi approfondimenti di verifica effettuati direttamente dagli scriventi. Gli impianti sono alimentati in derivazione, con distribuzione elettrica prevalentemente trifase 400/230V. Essi hanno tutti un punto di fornitura dedicato con contatore per la misura della quantità di energia impiegata e quadro elettrico azionato da un interruttore crepuscolare o a orario. La classe di isolamento degli impianti è I o II.

Dall'analisi generale di tali dati si evince inoltre che:

- sul territorio è presente un solo soggetto proprietario degli impianti di illuminazione pubblica: il Comune di Pescasseroli;
- nessun impianto è provvisto di riduttore di flusso;
- una piccola parte degli impianti del centro urbano è in buone condizioni di manutenzione anche se non è in grado di fornire adeguato illuminamento delle strade e del piano pedonale;
- i pali non hanno un sistema di messa a terra coordinato con le protezioni di quadro elettrico e non sono a doppio isolamento, inoltre alcuni di essi si presentano fortemente degradati;
- i quadri sono in condizioni di non sicurezza;
- non è presente in archivio la documentazione relativa all'impianto (schemi unifilari, progetti, schemi dei sistemi di protezione, planimetrie);

Di seguito riportiamo una sintesi numerica dei dati del censimento dell'impianto di illuminazione pubblica del Comune.

**Tabella 1**

<b>DATI GENERALI DELLA RETE</b>	<b>TOTALE</b>
Quadri elettrici	11
Totale punti luce da rilievo	936

Nella seguente tabella si riporta uno schema riassuntivo dei consumi per i punti luce attualmente in gestione.

**Tabella 2**

<b>DATI RIEPILOGATIVI</b>	<b>TOTALE</b>
Punti luce Stato di Fatto	936
Potenza nominale [kW]	108,17
Ore medie funzionamento PL (h/a)	4.200
Stima Energia consumata annua [kWh]	454.309

Nei successivi paragrafi sarà trattato lo stato di fatto in maniera dettagliata. Si sottolinea tuttavia che l'analisi è stata condotta sulla base di un'analisi generale dello stato dell'impianto e che, in caso di progettazione definitiva, dovrà essere approfondita.

Di seguito si riporta la **Scheda 1 – Censimento di livello 1**, in conformità a quanto previsto all'interno del Decreto Ministeriale del 28 marzo 2018 “Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di illuminazione pubblica”.

All'interno della scheda sono riportate le informazioni minime necessarie a fare una prima valutazione dello stato di fatto dell'impianto al fine di realizzare lo studio di fattibilità tecnico-economica.

**Tabella 3**

<b>ANAGRAFICA PUNTI LUCE</b>		
Comune	Pescasseroli	
Numero di abitanti (Istat 31-12-2019)	3.623	
Superficie [km <sup>2</sup> ]	91,17 km <sup>2</sup>	
Gestore	Gestione in house	
Punti luce totali	936	
<b>TIPOLOGIA SORGENTI LUMINOSE</b>		
Tipo di sorgente e relativa potenza	N.	Potenza (W)
Iodina	1	150
Iodina	4	100
Iodina	7	250
Ioduri Metallici	5	125
Ioduri Metallici	3	250
Ioduri Metallici	27	70
Ioduri Metallici	8	150
Lampadina led	1	10
Led	10	45
Vapori di mercurio	16	100
Vapori di mercurio	90	70
Vapori di mercurio	95	125
Sodio alta pressione	66	150
Sodio alta pressione	52	100
Sodio alta pressione	5	50
Sodio alta pressione	440	70
Sodio alta pressione	106	125

**Tabella 4**

<b>TIPOLOGIA APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE</b>	
Tipo di apparecchio	N.
Armatura stradale	344
Arredo urbano	208
Lanterna artistica	260
Proiettori	25
Globi	99

Tabella 5

<b>STATO DELL'IMPIANTO ELETTRICO</b>				
	Sostegni da riqualificare (in unità sul totale)		Linee da riqualificare (in metri lineari sul totale)	
Pessimo	Oltre 35%	1	Oltre 8%	1
Insufficiente	Fino a 35%	2	Fino a 8%	2
Sufficiente	Fino a 20%	3	Fino a 5%	3
Buono	Fino a 10%	4	Fino a 3%	4
Ottimo	Fino a 5%	5	Fino a 1%	5
Linee aeree				
Percentuale di linee aeree sul totale			0%	

Tabella 6

<b>NUMERO DEI SOSTEGNI</b>	
Numero sostegni	881
Di cui fino a 6m (altezza fuori terra)	671
Di cui oltre 6m (altezza fuori terra)	210
<b>CONSISTENZA DEI QUADRI DI ALIMENTAZIONE</b>	
Numero quadri di alimentazione	11
Numero quadri da sostituire	11
Numero quadri da ricondizionare	0

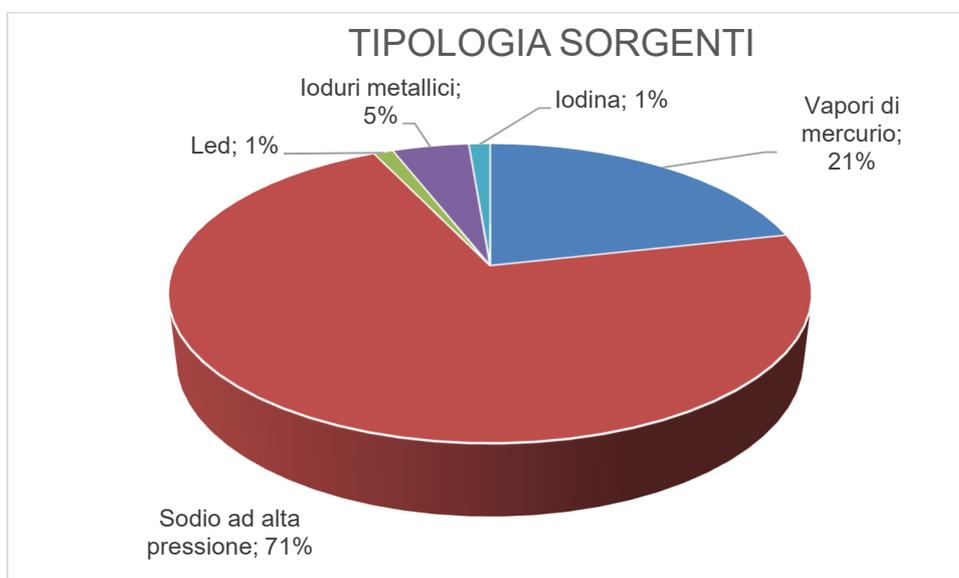
Tabella 7

<b>ENERGIA ASSORBITA E COSTI ANNUI</b>	
Consumo (anno precedente) [kWh]	454.309,02
Costo energia (anno precedente) €	€ 79.504,08

Analizzando le sorgenti luminose installate negli impianti dislocati sul territorio, si osserva che la maggior parte è rappresentata da lampade ai vapori di mercurio e al sodio ad alta pressione.

**Tabella 8**

SUDDIVISIONE PER TIPOLOGIA DI LAMPADA	TOTALE
Vapori di mercurio	201
Sodio ad alta pressione	669
Led	11
Ioduri metallici	43
Iodina	12
<b>Totale</b>	<b>936</b>

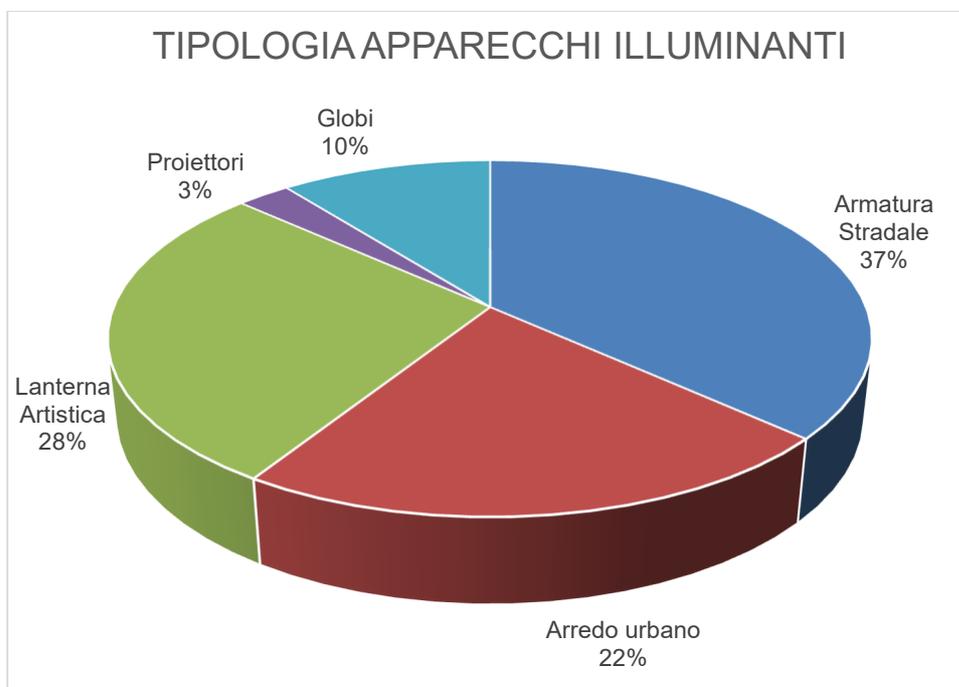


**Figura 1**

Inoltre, la tipologia degli apparecchi presenti sul territorio è così suddivisibile:

**Tabella 9**

TIPOLOGIA APPARECCHI	TOTALE
Armatura Stradale	344
Arredo urbano	208
Lanterna Artistica	260
Proiettori	25
Globi	99
<b>Totale</b>	<b>936</b>



**Figura 2**

Di seguito si presenta un report fotografico rappresentativo degli apparecchi attualmente installati.

**Tabella 10**

<b>TIPOLOGIE PRINCIPALI DI APPARECCHI ILLUMINANTI NELLA SITUAZIONE ATTUALE</b>	
apparecchio illuminante stradale	
apparecchio illuminante per arredo urbano	
apparecchio illuminante (sfera) per arredo urbano	
proiettori	

Criticità dei quadri elettrici:

- vetustà dei componenti
- pericoli di cedimenti per danni strutturali imputabili a incidenti stradali, atti vandalici, cattiva manutenzione, elevata vita
- presenza di interruttore crepuscolare, meno preciso dell'orologio astronomico sugli orari di accensione e spegnimento. Possibilità di accensione e spegnimento fuori orario, con possibile incremento del consumo energetico
- impatto antiestetico dell'involucro dovuto ad usura.

Per quanto riguarda i quadri elettrici si rivelano condizioni di forti criticità dovute principalmente all'incompletezza dell'involucro (che lascia completamente

scoperti gli interruttori di comando e protezione, i morsetti e i collegamenti), come si può osservare dagli esempi nella tabella sottostante.



Tabella 11

Infine, per quanto concerne i pali e pozzetti, si presentano alcune condizioni di forte degrado.

I pali sono costituiti principalmente da pali in Acciaio (47%), un'altra parte cospicua in Ferro verniciato (44%), da una piccola parte di pali in Ghisa (7%), ed i restanti in Cemento e Mensole a muro.

Tabella 12

SUDDIVISIONE PER MATERIALE DI SOSTEGNO	TOTALE
Ferro verniciato	386
Acciaio	416
Ghisa	63
Cemento	1
Mensole a muro	15
<b>Totale</b>	<b>881</b>

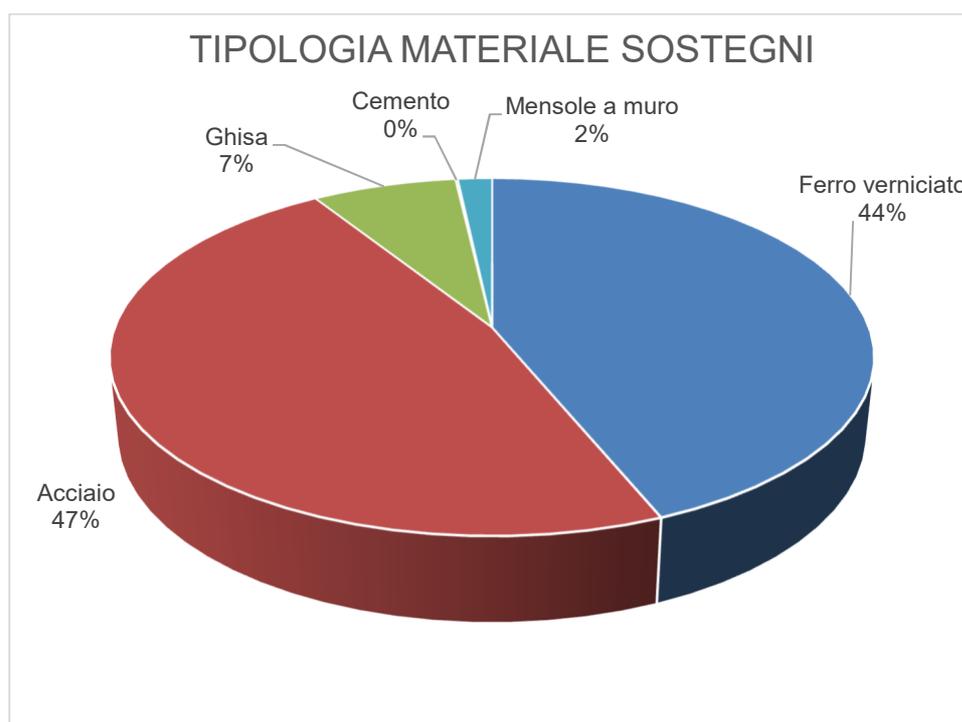


Figura 3

### 3.1. INDICE PRESTAZIONALE EX-ANTE

In applicazione del DM 28 marzo 2018 lo stato attuale dell'impianto ed i suoi punti critici possono essere valutati utilizzando degli indici prestazionali che prendono in considerazione gli aspetti salienti dell'impianto:

- censimento dell'impianto;
- conformità normativa;
- riqualificazione energetica;
- riqualificazione urbana;
- sistemi intelligenti;
- gestione.
- 

Di seguito si riportano le tabelle riepilogative delle singole valutazioni:

#### A. Censimento dell'impianto

**3**

punteggio su base 5

	Tipologia	Descrizione	Punteggi o	Valutazion e
1.	rilievo dei punti luce	nessun rilievo	0	
		censimento livello 1 parziale	1	
		censimento livello 1 completo	2	
		censimento livello 2 parziale	4	
		censimento livello 2 completo	6	X
		censimento livello 3 parziale	7	
		censimento livello 3 completo	8	
2.	rilievo dei quadri di alimentazione	nessun rilievo	0	
		censimento livello 1 parziale	1	
		censimento livello 1 completo	2	X
		censimento livello 2 parziale	4	
		censimento livello 2 completo	6	
		censimento livello 3 parziale	7	
		censimento livello 3 completo	8	
3.	rilievo delle linee di alimentazione (censimento livello 3)	nessun rilievo	0	
		rilievo parziale	1	X
		rilievo completo	2	
4.	rilievo degli ambiti illuminati (censimento livello 3)	nessun rilievo	0	
		rilievo parziale	1	
		rilievo completo	2	X

**B. Conformità normativa**

**1**

**punteggio su base 5**

	<b>Tipologia</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Punteggio</b>	<b>Valutazione</b>
1.	Apparecchi illuminanti	a norma meno del 20%	0	X
	(integrità e funzionalità)	a norma 20% ÷ 45%	1	
		a norma 45% ÷ 65%	2	
		a norma 65% ÷ 80%	3	
		a norma 80% ÷ 90%	4	
		a norma 90% ÷ 95%	5	
		a norma più del 95%	6	
2.	Apparecchi illuminanti	a norma meno del 45%	0	X
	(Leggi Regionali)	a norma 45% ÷ 80%	1	
		a norma più del 80%	2	
3.	Sostegni	a norma meno del 45%	0	
	(integrità e sicurezza statica)	a norma 45% ÷ 65%	1	
		a norma 65% ÷ 80%	2	
		a norma 80% ÷ 90%	3	
		a norma 90% ÷ 95%	4	X
	a norma più del 95%	5		
4.	Quadri di alimentazione	a norma meno del 50%	0	X
	(integrità e sicurezza elettrica)	a norma 50% ÷ 65%	1	
		a norma 65% ÷ 80%	2	
		a norma 80% ÷ 95%	3	
		a norma più del 95%	4	
5.	Alimentazione	a norma meno del 50%	0	
	(promiscuità e carichi esogeni)	a norma 50% ÷ 75%	1	X
		a norma 75% ÷ 90%	2	
		a norma più del 90%	3	
6.	Cavidotti	a norma meno del 75%	0	X
	(integrità e agibilità)	a norma più 75%	1	
7.	Linee di alimentazione e giunzioni	a norma meno del 90%	0	X
		a norma 90% ÷ 95%	1	
		a norma 95% ÷ 97%	2	
		a norma 97% ÷ 99%	3	
		a norma più del 99%	4	

**C. Riqualficazione energetica**

**0,5**

**punteggio su base 5**

	<b>Tipologia</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Punteggio</b>	<b>Valutazione</b>
1.	Indice IPEA medio	Indice IPEA G o NC	0	
		Indice IPEA F	0	
		Indice IPEA E	0	
		Indice IPEA D	0	X
		Indice IPEA C	1	
		Indice IPEA B	2	
		Indice IPEA A	3	
		Indice IPEA A+	4	
		Indice IPEA A+ +	6	
2.	Indice IPEI medio	Indice IPEI G o NC	0	
		Indice IPEI F	0	
		Indice IPEI E	0	
		Indice IPEI D	0	X
		Indice IPEI C	0	
		Indice IPEI B	1	
		Indice IPEI A	3	
		Indice IPEI A+	4	
		Indice IPEI A+ +	6	
3.	Sistemi di riduzione di flusso	su meno del 5% dei PL	0	
		su 5% ÷ 50% dei PL	1	
		su 50% ÷ 75% dei PL	3	X
		su più del 75% dei PL	4	
4.	Analisi della corretta illuminazione	su meno del 40% dei PL	0	X
		su 40% ÷ 80% dei PL	1	
		su più del 80% dei PL	2	
5.	kWh medio / anno / abitante	superiore a 120 kWh/yr/ab	0	X
		fra 100 ÷ 120 kWh/yr/ab	1	
		fra 85 ÷ 100 kWh/yr/ab	2	
		fra 70 ÷ 85 kWh/yr/ab	3	
		fra 60 ÷ 70 kWh/yr/ab	4	
		fra 50 ÷ 60 kWh/yr/ab	5	
		fra 40 ÷ 50 kWh/yr/ab	6	
		inferiore a 40 kWh/yr/ab	7	

**D. Riqualificazione urbana**

**0**

punteggio su base 5

	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
1.	Integrazione con strumenti di pianificazione	No	0	X
		Piano della Luce parziale	2	
		Piano della Luce completo	3	
2.	Predisposizione di abaco degli elementi	No	0	X
		Si	2	
3.	Adozione all'interno del Regolamento Edilizio	No	0	X
	o Urbanistico di norme riguardanti l'illuminazione	Si	2	
4.	Analisi e mitigazione degli effetti di abbagliamento	No	0	X
	molesto o illuminazione intrusiva	Si	2	
5.	Analisi impatto sociale illuminazione	No	0	X
		Si	2	
6.	Caratterizzazione delle aree a valenza architettonica	su meno del 5% delle aree	0	X
	ed urbana con progetti ad hoc	su 5% ÷ 50% delle aree	1	
		su 50% ÷ 75% delle aree	2	
		su più del 75% delle aree	3	
7.	Adozione di parametri di qualità per la progettazione	su meno del 5% dei PL	0	X
	dell'impianto, come colore della luce, resa cromatica,	su 5% ÷ 50% dei PL	1	
	diffusione luminosa, ecc.	su 50% ÷ 75% dei PL	2	
		su più del 75% dei PL	3	
8.	Utilizzo professionisti illuminotecnici	No	0	X
	urbanistici, ambientali, ecc. coordinati fra loro	Si	3	

**E. Sistemi intelligenti**

**0** punteggio su base 5

	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
1.	Implementazione telecontrollo	nessun quadro o nessun punto luce	0	X
	(controllo da remoto dei quadri o dei punti luce)	su almeno il 25% dei PL o su almeno il 50% dei quadri di alimentazione	1	
		su almeno il 50% dei PL o su almeno il 75% dei quadri di alimentazione	2	
		su almeno il 75% dei PL	3	
		su oltre il 90% dei PL	4	
2.	Implementazione telegestione	nessun quadro o nessun punto luce	0	X
	(gestione da remoto dei quadri o dei punti luce)	gestione di almeno il 50% dei quadri di alimentazione	1	
		gestione di almeno il 50% dei PL ed almeno il 75% dei quadri di alimentazione	2	
		gestione di almeno il 75% dei PL ed almeno il 100% dei quadri di alimentazione	3	
3.	Servizi a valore aggiunto	nessuna possibilità di aggiungere servizi a valore aggiunto su impianto IP	0	X
		possibilità di aggiungere servizi a valore aggiunto su impianto IP ma ancora nessun servizio	1	
		implementazione di servizi a valore aggiunto in alcune parti del territorio	2	
		implementazione di servizi a valore aggiunto diffusi su tutto il territorio	3	

4.	Integrazione dei servizi a valore aggiunto	nessuna integrazione	0	X
		utilizzo del sistema di alimentazione degli impianti di IP	1	
		utilizzo di sistema di alimentazione autonomo	3	
5.	Scalabilità	nessuna scalabilità dei servizi	0	X
		utilizzo di protocollo di comunicazione proprietario	1	
		utilizzo di protocollo di comunicazione aperto e mappe di memoria aperte per i dispositivi IP	3	
6.	Interoperabilità	nessuna possibilità di integrazione	0	X
		possibilità di integrazione con sensoristica ad hoc, ma ancora nessuna realizzazione	1	
		integrazione con sensoristica ad hoc in alcune parti del territorio	2	
		possibilità di integrazione con qualsiasi tipo di dispositivo e/o sensore, anche già presente sul territorio ma ancora nessuna realizzazione	2	
		integrazione con sensoristica ad hoc diffusa in tutto il territorio	3	
		integrazione con dispositivi e/o sensori già presenti in alcune parti del territorio	3	
		integrazione con dispositivi e/o sensori già presenti in tutto il territorio	4	

**F. Gestione**

**0,5**

punteggio su base 5

	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
1.	Livello di gestione	Al di sotto del Livello 1	0	
		Livello 1 o comparabile	2	X
		Livello 2 o comparabile	5	
		Livello 3 o comparabile	9	
2.	Manutenzione	Man. str. cons. assente	0	
		Man. str. cons. parziale	1	X
		Man. str. cons. completa	3	
3.	Call center	nessuno	0	X
		call center 12h	1	
		call center 24h	2	
4.	Gestione sinistri	nessuna	0	X
		gestione completa	2	
5.	Reperibilità e pronto intervento	nessuno	0	X
		reperibilità e pronto intervento	2	
6.	Sistema informativo	nessuno	0	X
		livello base	1	
		livello avanzato	2	
7.	Energy managment	nessuno	0	X
		audit energetico annuale sull'andamento dei consumi	1	
		audit energetico annuale sull'andamento dei consumi e proposte di riqualificazione energetica	3	
8.	Database e sistema cartografico	nessuno	0	X
		aggiornamento delle informazioni del database	1	
		aggiornamento delle informazioni del database e georeferenziazione dei componenti	2	

La rappresentazione delle analisi prestazionali viene effettuata attraverso il diagramma di Kiviati, che fornisce un'indicazione sintetica della situazione complessiva attuale dell'impianto:

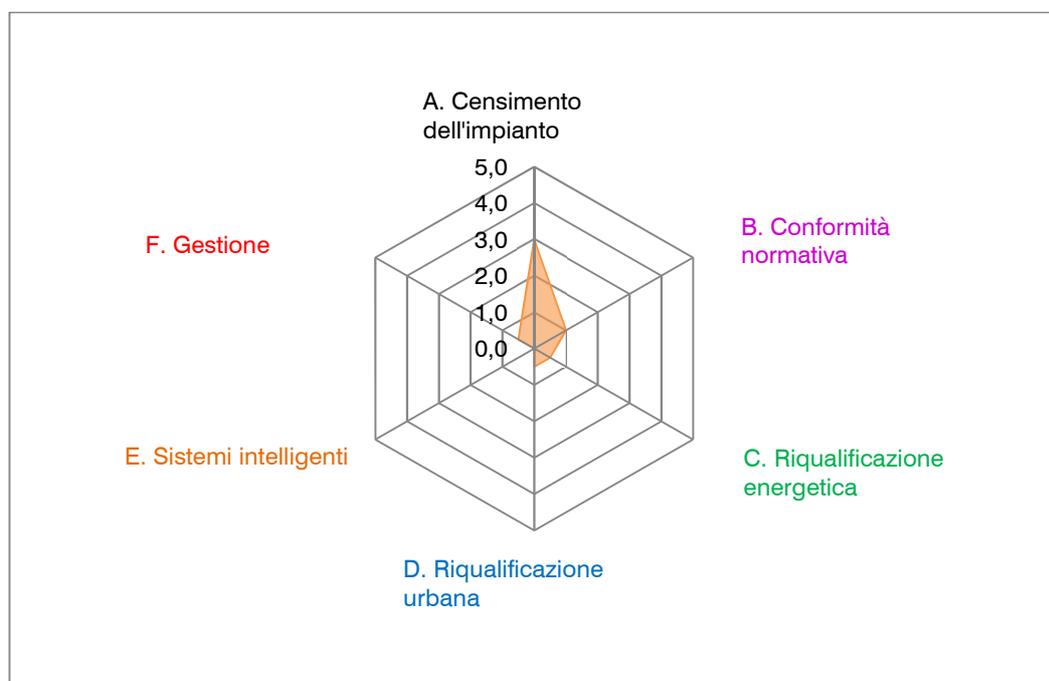


Figura 4

Sulla base dell'analisi del diagramma è possibile determinare gli aspetti che necessitano maggiormente di indagini più approfondite e di interventi migliorativi.

## 4. CARATTERISTICHE FUNZIONALI E TECNICHE DEI LAVORI DA REALIZZARE

Tutte le scelte relative all'illuminazione pubblica devono essere effettuate secondo le indicazioni delle norme tecniche e delle leggi nazionali e regionali di settore vigenti, in particolare la L.R. n. 12/2005 "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico" e la D.G.R. n. n.719 del 30.11.2009 recante "L.R. 3 marzo 2005, n. 12 "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico" art.7: individuazione aree di particolare protezione e tutela degli osservatori, dei Parchi nazionali e regionali e delle Riserve naturali regionali e statali", mentre gli obiettivi sono principalmente il risparmio energetico, e conseguentemente economico, dovuto ai minori consumi, il contenimento dei costi di manutenzione, la sicurezza dei cittadini.

Tenendo in considerazione quanto sopra esposto, la proposta progettuale prevede la sostituzione della quasi totalità degli apparecchi illuminanti presenti sul territorio comunale con nuove sorgenti luminose a tecnologia LED ed interventi di parziale o completo rifacimento di alcune parti di impianto di illuminazione pubblica poiché non all'avanguardia o parzialmente danneggiate. Oltre al raggiungimento degli obiettivi principali sopra esposti, i vantaggi conseguibili attraverso la proposta progettuale sono anche:

- maggiore efficienza in termini di lumen/watt rispetto alle altre sorgenti tradizionali;
- possibilità di regolazione del flusso luminoso punto a punto, riducendone l'emissione nelle ore notturne (periodo con minor esigenze illuminotecniche) pur mantenendo l'uniformità dell'illuminazione del tratto stradale;
- unificazione delle tipologie di lampade installate sul territorio comunale ottimizzando l'illuminazione della carreggiata e garantendo un miglioramento del comfort visivo;
- riduzione dell'inquinamento luminoso mediante l'impiego di apparecchi illuminanti di tipo Cut – Off;
- riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> immesse nell'atmosfera grazie a minori consumi energetici.

## 5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI

### 5.1. GENERALITÀ

Stante queste premesse il progetto prevede, nella sostanza, i seguenti interventi:

- a) sostituzione degli attuali apparecchi illuminanti di tipo stradale con altri di caratteristiche analoghe dotati di tecnologia LED;
- b) sostituzione degli attuali apparecchi di arredo urbano con altri dotati di tecnologia LED;
- c) sostituzione di alcuni proiettori con equivalenti dotati di tecnologia LED;
- d) fornitura e posa di linee e cavidotti non più adeguati;
- e) rifacimento dei quadri elettrici non più adeguati;
- f) sostituzione dei pali in condizioni di forte degrado qualora non siano possibili altri interventi per garantire la messa in sicurezza dell'impianto;
- g) interventi di verniciatura dei pali che ne necessitano;
- h) predisposizione degli impianti e realizzazione di alcuni servizi di "smart cities";
- i) realizzazione di nuovi punti luce aggiuntivi da allacciare in impianti già in esercizio, come ampliamento della rete esistente.

## 5.2. L'INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE "IN NUMERI"

Di seguito riportiamo la sintesi dei dati descrittivi dell'intervento di riqualificazione energetica degli impianti di illuminazione pubblica del Comune.

Tabella 13

TIPO DI INTERVENTO	N.
Numero punti luce installati sul territorio comunale	936
Numero sorgenti luminose da sostituire con nuove sorgenti a LED	936
Numero apparecchi sui quali non si interviene	0

L'analisi energetica degli interventi proposti può essere inoltre riassunta dalla tabella sottostante.

Tabella 15

ANALISI ENERGETICA				
Descrizione	Ex-ante	Ex-post	Risparmio [kWh]	Risparmio [%]
N. punti luce	936	936		
Potenza tot [kW]	108,17	65,52		
energia consumata annua [kWh]	454.309	178.870	275.439	60,63 %

### 5.3. SOSTITUZIONE DI APPARECCHI ILLUMINANTI DI TIPO STRADALE CON ALTRI DOTATI DI TECNOLOGIA LED

L'intervento propone la sostituzione di tutti gli apparecchi stradali esistenti con apparecchi equivalenti ma equipaggiati con tecnologia led.

Il progetto prevede inoltre che su ogni apparecchio sia impostato un profilo di dimmerazione per la riduzione notturna del flusso nei momenti caratterizzati da un minor flusso veicolare.

Tabella 16

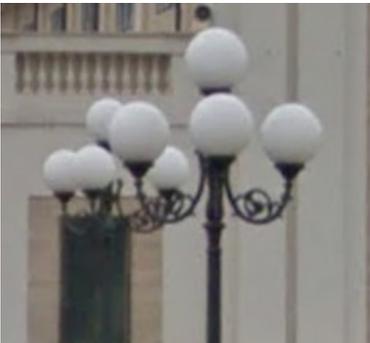
STATO ATTUALE	STATO FUTURO
	

### 5.4. SOSTITUZIONE DI APPARECCHI DI ARREDO URBANO E A SFERA CON ALTRI DOTATI DI TECNOLOGIA LED

L'intervento propone la sostituzione della maggior parte degli apparecchi di arredo urbano e a sfera esistenti con apparecchi equivalenti ma equipaggiati con tecnologia led.

Il progetto prevede inoltre che su ogni apparecchio sia impostato un profilo di dimmerazione per la riduzione notturna del flusso nei momenti caratterizzati da un minor flusso veicolare.

Tabella 17

STATO ATTUALE	STATO FUTURO
	

### 5.5. SOSTITUZIONE DI LAMPADE IN APPARECCHI DI ARREDO URBANO CON ALTRE LED

L'intervento propone la riqualificazione degli apparecchi di arredo urbano con sostituzione delle lampade presenti con altre a LED.

Il progetto prevede inoltre che su ogni apparecchio sia impostato un profilo di dimmerazione per la riduzione notturna del flusso nei momenti caratterizzati da un minor flusso veicolare.

Tabella 18

STATO ATTUALE	STATO FUTURO
	

### 5.6. SOSTITUZIONE DI PROIETTORI CON EQUIVALENTI DOTATI DI TECNOLOGIA LED

L'intervento prevede la sostituzione di molti proiettori con equivalenti proiettori LED.

Il progetto prevede inoltre che su ogni apparecchio sia impostato un profilo di dimmerazione per la riduzione notturna del flusso nei momenti caratterizzati da un minor flusso veicolare.

Tabella 19

STATO ATTUALE	STATO FUTURO
	

### 5.7. FORNITURA E POSA DI LINEE E CAVIDOTTI

La sostituzione delle attuali lampade tradizionali con nuove lampade a sorgente LED riduce notevolmente la potenza impegnata complessiva e di conseguenza, la potenza necessaria su ogni linea di alimentazione dei corpi illuminanti cosicché tutti i parametri di attenzione per le linee elettriche (temperatura del cavo e dell'isolante, dissipazione dell'energia, perdite di carico, ecc.) migliorano sensibilmente con la sola sostituzione della sorgente luminosa.

Si ritengono tuttavia necessari alcuni interventi di ripristino delle linee più usurate, procedendo a:

- rimozione delle attuali porzioni di impianto usurate;
- realizzazione di nuovi cavidotti;
- realizzazione di nuova linea elettrica;
- fornitura e posa di pozzetti di derivazione.

### 5.8. RIFACIMENTO DI QUADRI ELETTRICI

Dato lo stato di fatto dei quadri, si ritiene di dover procedere al rifacimento della maggior parte di essi.

Su alcuni tuttavia potranno essere effettuati interventi di sistemazione che prevedranno le seguenti fasi:

- sostituzione di parti di centralini elettrici atti a contenere apparecchiature elettriche;
- sostituzione di interruttori di protezione per alimentazione e sezionamento linee in partenza per i corpi illuminanti.

Le opere di rifacimento consistono invece in:

- installazione di armadio in vetroresina atto a contenere apparecchiature elettriche;
- installazione di apparecchiature elettriche per alimentazione e sezionamento linee in partenza per i corpi illuminanti;
- allacciamento del quadro alle linee esistenti in partenza per i corpi illuminanti;
- rimozione e smaltimento dei quadri esistenti.

I quadri elettrici rimanenti risultano in stato accettabile di conservazione. Per essi ci si limiterà ad una verifica generale della funzionalità. Verranno altresì effettuati limitati interventi di ricablaggio, regolazione e modifica per adattare gli attuali quadri con il funzionamento delle nuove lampade a LED e ogni quadro verrà provvisto di orologio astronomico per risparmiare sui consumi ottimizzando il flusso luminoso.

Tabella 20

STATO ATTUALE	STATO FUTURO
	

## 5.9. SOSTITUZIONE DI PALI IN CONDIZIONI DI FORTE DEGRADO

Alcuni pali, specialmente nel centro urbano, risultano non strutturalmente adeguati a sopportare i carichi e molto degradati. Si procederà quindi alla loro sostituzione seguendo i seguenti step:

- rimozione dei pali esistenti;
- esecuzione di blocco di fondazione;
- fornitura e posa in opera di palo.

Tabella 21

STATO ATTUALE	STATO FUTURO
	

## 5.10. VERNICIATURA DI PALI

Per i pali meno degradati e giudicati strutturalmente idonei a garantire il funzionamento in sicurezza dell'impianto si procederà alla verniciatura con pittura antiruggine.

## 5.11. PREDISPOSIZIONE DEGLI IMPIANTI E REALIZZAZIONE DI ALCUNI SERVIZI DI "SMART CITIES"

Le molte definizioni di "smart city" sottintendono un insieme coordinato di interventi che mirano a rendere la città più sostenibile innanzitutto da un punto di vista energetico ambientale, attraverso scelte e tecnologie che permettono di risparmiare energia e di utilizzare energia rinnovabile nelle nostre case e nelle strade, ma anche da un punto di vista funzionale, assicurando qualità dei servizi urbani grazie alla capacità di adattamento dei sistemi. Per realizzare questa situazione si fa ampio utilizzo di tecnologie ICT (informazione e telecomunicazione) e soprattutto di "intelligenza" e di capacità di progettazione sistemica, da cui il suffisso "smart". Lo sviluppo di questi sistemi e l'adozione degli stessi su scala sempre più ampia mira a costruire "modelli di business" che possono auto-sostenersi economicamente combinando risparmi energetici e nuovi servizi, e condividendo infrastrutture ICT fra molte applicazioni.

La definizione "smart city" è una delle sette misure prioritarie identificate dalla Commissione Europea per superare le problematiche energetico-ambientali e presentate nello Strategic Energy Technology Plan (SET Plan) nel 2009, il Piano che definisce le strategie della Commissione in tema di energia e ambiente.

### 5.11.1. SISTEMI DI TELECONTROLLO

Il sistema di telegestione e telecontrollo degli impianti di illuminazione proposto per il Comune di Pescasseroli è il Minos System di UMPI o sistema equivalente: esso è in grado di controllare le grandezze più importanti dei carichi elettrici e lo stato del corpo illuminante grazie ad una comunicazione dati via PLC (Power Line Communication) con un centro remoto di raccolta. Le apparecchiature di telegestione forniscono un sistema completamente automatizzato di sorveglianza dell'illuminazione, che monitora continuamente e controlla a distanza ogni punto luce.

Il sistema di telegestione è composto da:

- un insieme di apparecchiature elettroniche, installate all'interno o nei pressi del quadro di comando, in grado di raccogliere dati relativi al funzionamento dell'impianto (valori elettrici, allarmi, ecc.), collezionare e registrare gli eventuali dati relativi ai singoli punti luce e trasmetterli al centro di controllo;
- moduli elettronici installati nei pressi della lampada, per comandare e raccogliere gli stati relativi ai punti luce e trasmetterli ai dispositivi installati nei quadri di comando;
- un server dotato di uno o più canali di comunicazione, in grado di ricevere i dati dalle apparecchiature installate nei quadri di comando, di fare analisi, presentare dati e inoltrare messaggi (e-mail, sms) ai tecnici reperibili.

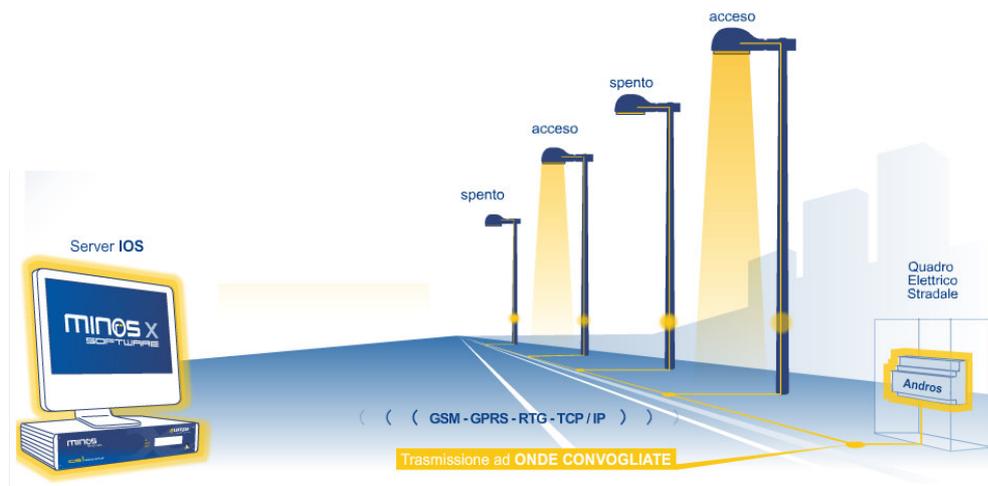


Figura 5

Le tecnologie attuali permettono di avere a disposizione strumenti efficaci per una gestione degli impianti, e non più per una semplice supervisione. Per questo motivo è opportuno che la struttura del sistema sia pensata in funzione dell'impianto e delle reali esigenze di chi ne deve assicurare l'efficienza.

L'utilizzo di un sistema elettronico di controllo punto-punto, in alternativa ai tradizionali regolatori di flusso centralizzati posati nelle cabine, permette di raggiungere un'elevata affidabilità e quindi contenuti costi d'esercizio.

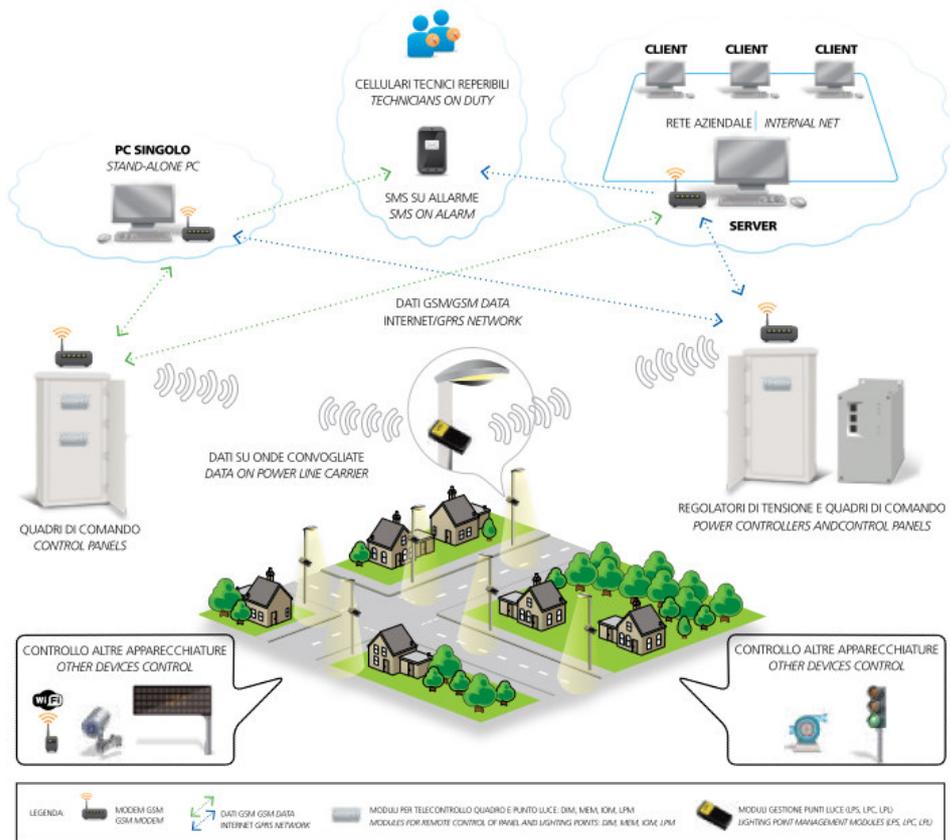
I vantaggi principali sono i seguenti:

- controllare da remoto l'accensione, spegnimento e riduzione di flusso dei singoli punti luce;
- disponibilità dei parametri di funzionamento di ogni punto luce;
- individuazione puntuale delle anomalie e dei guasti.

Le funzionalità del sistema proposto consentono inoltre di integrare soluzioni smart all'interno del territorio comunale, sfruttando le linee di alimentazione dell'illuminazione pubblica.

Di seguito un elenco di alcuni servizi abilitabili attraverso il sistema di telegestione UMPI, a seguito di accordo successivo con l'Amministrazione Comunale e non oggetto della presente proposta:

- videosorveglianza: è possibile installare lungo la linea di illuminazione pubblica in varchi da concordare con l'Amministrazione Comunale. Alimentate anche durante il giorno, possono comunicare tramite modem OC (Onde Convogliate) a banda larga oppure tramite rete WiFi. I dati potranno essere visualizzati e registrati sia in loco che in remoto su un "video web server", con applicativo dedicato;
- diffusione servizio di connettività internet in aree pubbliche: la disponibilità di una linea di alimentazione h 24 rende possibile installare i ripetitori sui pali della pubblica illuminazione ed alimentarli con la stessa linea. In questo modo è possibile installare un numero elevato di "access-point", senza essere costretti a derivare alimentazioni "volanti" o ad ottenere permessi di installazione su oggetti non pubblici (ad esempio edifici);
- pannelli a messaggio variabile: un modem OC a banda larga o una rete WiFi possono diventare il vettore per trasmettere informazioni sulle attività del Comune, sulle limitazioni al traffico, sulle farmacie di turno e così via. Il server che gestisce i contenuti dovrà essere nella disponibilità del Comune;
- ricarica veicoli elettrici: per essere installate in luoghi pubblici, le colonnine di ricarica di biciclette elettriche ed in genere dei veicoli elettrici richiedono un'alimentazione e una rete di trasmissione dati per tenere traccia dei dati del veicolo caricato e dell'energia erogata e per addebitare i relativi costi, eventualmente con l'utilizzo di carte ricaricabili. Per questo tipo di applicazioni la soluzione tramite router GPRS consente di ridurre i costi delle infrastrutture di rete e di rendere flessibile e rapida la fase di installazione;
- stazioni di rilevazione dei dati ambientali e meteo: decisa l'installazione nei pressi di un impianto di illuminazione pubblica, è sufficiente acquisire uno dei tanti prodotti IP (Internet Protocol) in commercio e collegarlo ad una coppia di modem ad Onde Convogliate banda larga o alla rete WiFi;
- terminali interattivi, centri SOS, ecc.: un telecomando o un totem interattivo possono essere facilmente collegati in rete utilizzando le tecniche già descritte.



**Figura 6**

## 6. CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI INTERVENTI

Il progetto di fattibilità tecnica ed economica deve poter assicurare i seguenti requisiti:

- il risparmio energetico e la valutazione del ciclo di vita e manutenibilità delle opere;
- il rispetto di quanto previsto in materia di salute e sicurezza dei lavoratori e degli utenti;
- la conformità alle norme impiantistiche, ambientali ed energetiche;
- il soddisfacimento delle necessità della collettività;
- la qualità tecnica e funzionale in relazione al contesto di installazione.

Gli interventi proposti sono stati scelti al fine di ottemperare ad essi, seguendo le valutazioni specificate nei paragrafi seguenti.

### 6.1. SORGENTI LED

Una delle scelte principali e prioritarie nella riqualifica degli impianti di illuminazione è quella legata alla tipologia di sorgente luminosa da utilizzare in quanto essa contribuisce in modo sostanziale e immediato al risparmio energetico ed economico della gestione dell'impianto stesso.

Le alternative di maggior rilievo in termini di efficienza energetica sono quelle a LED e quelle al Sodio Alta Pressione; a questo proposito occorre puntualizzare subito che in questi anni la tecnologia LED ha gradualmente preso piede nell'illuminazione pubblica, superando in termini di efficienza teorica le classiche sorgenti al Sodio Alta Pressione. Nella valutazione delle soluzioni alternative si devono però considerare tutti gli aspetti caratteristici di un apparecchio di illuminazione a LED rispetto ad un apparecchio tradizionale al Sodio Alta Pressione (SAP). Non basta infatti comparare la sola efficienza teorica della sorgente (lampadina SAP o piastra LED), ma devono essere valutati tutti gli aspetti, quali:

- costo di acquisto dell'apparecchio nuovo;
- durata della sorgente luminosa nell'arco della vita utile dell'apparecchio;
- costo di acquisto della sorgente luminosa di ricambio;
- costo di manutenzione dell'apparecchio nel corso della gestione;
- costo energetico dell'apparecchio nel corso della gestione.

Tutti questi aspetti trovano applicazione nel metodo di valutazione denominato TCO (Total Cost Ownership), introdotto in sede europea nel documento MEEuP Product Cases Report, che considera le principali voci di costo riguardanti un prodotto, ovvero l'analisi di tutti i costi derivanti dalla proprietà, per l'esercizio e la manutenzione dell'opera.

Nella tabella seguente vengono riassunti i valori tipici delle due sorgenti luminose.

	APPARECCHIO SAP	APPARECCHIO LED	NOTE
<b>Sorgente luminosa</b>	SAP 150W	LED 69W	
Potenza consumata lampada [W]	150	69	
Risparmio di potenza con riduzione del flusso	20%	35%	
Potenza consumata con riduzione del flusso [W]	120	55,2	
Consumo reattore/alimentatore [W]	30	5	
Perdite medie per caduta di tensione [W]	8	2	
Potenza totale consumata in piena potenza [W]	188	76	
Potenza totale consumata in riduzione del flusso [W]	158	62	
Consumo giornaliero medio annuo a piena potenza [KW/h]	752	302	Calcolato considerando una media annua di 4 ore al giorno a piena potenza
Consumo giornaliero medio annuo in riduzione del flusso [KW/h]	1.264	494	Calcolato considerando una media annua di 8 ore al giorno a potenza ridotta
Consumo totale giornaliero medio annuo di un punto luce [KW/h]	2.016	796	
Costo energetico annuo di un punto luce [€]	343	135	Considerando un costo dell'energia di 0,17€/kWh
Costo energetico di un punto luce [€] in 20 anni di gestione	6.854	2.705	
Durata della sorgente luminosa [anni]	3	18	
Costo della sorgente luminosa [€]	10	150	
Costo della sostituzione della sorgente luminosa [€]	20	20	
Costo totale della manutenzione in 20 anni di gestione [€]	180	170	

**Tabella 22**

La progettazione accurata dell'impianto di illuminazione permette di attenuare gli svantaggi derivati dalle soluzioni a LED. Il maggior costo della sorgente può essere compensato da un minor consumo elettrico e una minore necessità di ricambio della stessa negli anni, dovuta alla maggiore durata del LED; la sensibilità alle sovratensioni, difetto che contraddistingue questo tipo di sorgente, può essere contenuta con un'adeguata scelta dei componenti e con soluzioni impiantistiche nella protezione dai contatti indiretti che permettono il funzionamento corretto degli apparecchi di protezione contro le sovratensioni. Per il contenimento della manutenzione straordinaria è necessario agire sulla scelta degli apparecchi da installare, privilegiando prodotti di costruttori noti ed affermati e scegliendo armature non sigillate in fabbrica, ma che diano la possibilità di sostituire i singoli gruppi LED, ottiche e componenti di alimentazione. Nella tabella seguente viene ricostruito il TCO tipico delle due sorgenti luminose, calcolato su un periodo di valutazione di 20 anni.

	Costo iniziale sostituzione apparecchio [€]	Costo energia [€]	Costo manutenzione [€]	TCO [€]	Costo iniziale sostituzione apparecchio [€]	costo energia [€]	costo manutenzione [€]	TCO [€]
anno di gestione	180			180	450			450
anno di gestione 1		343	0	523		135	0	585
anno di gestione 2		343	0	865		135	0	721
anno di gestione 3		343	30	1.238		135	0	856
anno di gestione 4		343	0	1.581		135	0	991
anno di gestione 5		343	0	1.924		135	0	1.126
anno di gestione 6		343	30	2.296		135	0	1.262
anno di gestione 7		343	0	2.639		135	0	1.397
anno di gestione 8		343	0	2.982		135	0	1.532
anno di gestione 9		343	30	3.354		135	0	1.667
anno di gestione 10		343	0	3.697		135	0	1.803
anno di gestione 11		343	0	4.040		135	0	1.938
anno di gestione 12		343	30	4.413		135	0	2.073
anno di gestione 13		343	0	4.755		135	0	2.208
anno di gestione 14		343	0	5.098		135	0	2.344
anno di gestione 15		343	30	5.471		135	0	2.479
anno di gestione 16		343	0	5.814		135	0	2.614
anno di gestione 17		343	0	6.156		135	0	2.749
anno di gestione 18		343	30	6.529		135	170	3.055
anno di gestione 19		343	0	6.872		135	0	3.190
anno di gestione 20		343	0	7.214		135	0	3.325

**Tabella 23**

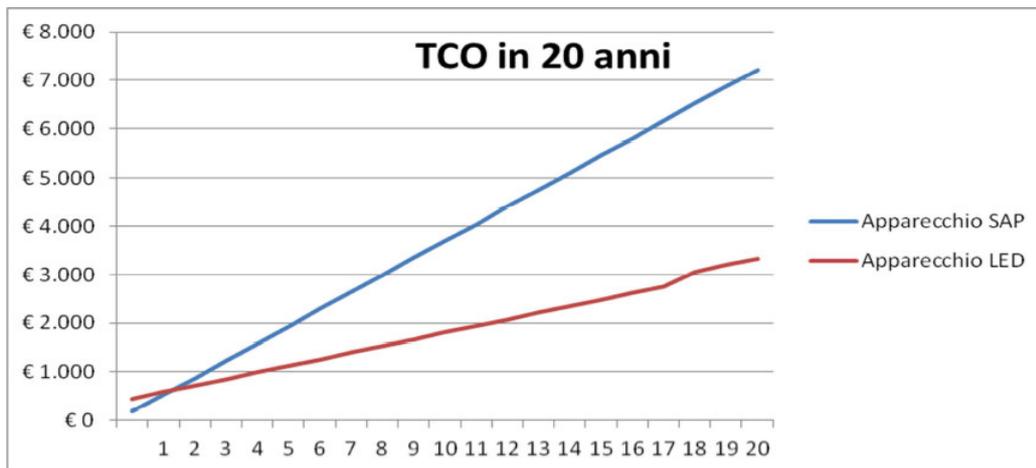


Figura 7

Confronto tra soluzione LED e SAP	
Consumo	-60,5%
Manutenzione	-5,6%
TCO	-53,9%

Tabella 24

Nel primo caso, a fronte di costi ridotti per l'acquisto della sorgente, si utilizzerebbe una tecnologia superata, con durata limitata di vita e alto decadimento che, a lungo andare, comporterebbe maggiori oneri economici legati al mantenimento, mentre nel secondo caso la tecnologia LED permetterebbe un risparmio a lungo termine legato fondamentalmente ad una durata di vita molto elevata; si sottolinea tuttavia che, al fine di ottenere questo vantaggio, le apparecchiature utilizzate dovrebbero di altissima qualità per evitare fenomeni legati a rotture improvvise.

Ulteriori caratteristiche favorevoli delle sorgenti LED sono inoltre l'elevata resa cromatica (IRC LED $\geq$ 80) che le contraddistingue rispetto alle sorgenti SAP (IRC SAP $\geq$ 25) permettendo una visione notturna più vicina alla realtà, nonché l'accensione istantanea (si ricorda infatti che, per tecnologia di funzionamento intrinseca, l'accensione delle lampade SAP è lenta).

Ultimi punti di forza di questa tecnologia che si intende sottolineare, infine, sono la possibilità di regolare il flusso luminoso punto a punto a diversi regimi di alimentazione, a fronte di una dimmerazione plausibile più limitata con l'utilizzo di lampade SAP, nonché la riduzione del dimensionamento delle linee dorsali, a fronte di una minore potenza richiesta.

Nell'ottica delle presenti considerazioni si predilige una soluzione a LED in quanto essa, visti i maggiori risparmi ottenuti, e gli ulteriori vantaggi, permette un maggior rientro economico, una migliore qualità e una più efficiente ottimizzazione dell'illuminazione, rispetto a una tecnologia tradizionale a scarica.

Si adottano quindi soltanto sorgenti a LED di ultima generazione (prodotti sviluppati negli ultimi mesi) caratterizzate da altissima efficienza, abbattimento dell'abbagliamento ed elevata qualità della luce.

## 6.2. OTTICA

Nel dimensionamento di un impianto di illuminazione pubblica, la migliore resa energetica si ottiene ottimizzando tutti gli aspetti legati alla produzione e alla distribuzione del flusso luminoso.

Il vero vantaggio competitivo nella resa energetica degli apparecchi di illuminazione stradale a LED, si ottiene con l'utilizzo di ottiche performanti, che permettano di indirizzare correttamente il fascio luminoso su ciò che occorre effettivamente illuminare, minimizzando l'inquinamento luminoso ma anche gli sprechi di energia. L'emissione di un LED, infatti, è Lambertiana a 180° mentre le strade da illuminare hanno superfici geometriche paragonabili a rettangoli molto lunghi e poco larghi (mediamente la distanza tra due pali di illuminazione, 25 - 30 metri, è circa 3, 4 volte la larghezza della strada); è necessario quindi dotare il Led di un sistema di controllo di distribuzione della luce generata (ottica) in modo da ottimizzare i fasci emessi, distribuendoli sulla superficie senza sprechi. L'utilizzo di un apparecchio per il controllo dell'ottica, tuttavia, rende inutilizzabile ai fini dell'illuminazione una parte del flusso luminoso che viene assorbita dall'apparecchio; è importante perciò che parallelamente ad una buona distribuzione del flusso un apparecchio garantisca anche un buon rendimento ottico, definito come il rapporto tra il flusso luminoso emesso dall'apparecchio e quello emesso dalla sorgente "nuda" (cioè senza nessun componente che ne indirizzi la luce), in modo da evitare un'eccessiva dispersione di potenza.

Nelle riqualifiche, con la distribuzione esistente dei sostegni e non modificabile se non a scapito di elevati e inutili investimenti, il fatto di non poter disporre di ottiche ottimizzate per la geometria della strada, comporta uno spreco di luce. Se la via da riqualificare non ha dimensioni simili a quelle utilizzate dal produttore nel dimensionamento dell'ottica dell'apparecchio, si avrà una dispersione di flusso luminoso con conseguente spreco di energia. Il fatto di non poter regolare l'ottica comporta di modificare i sostegni (eliminare o modificare gli sbracci esistenti, avere diverse altezze dei pali, mensole a parete) o di sprecare inutilmente energia per arrivare sulla strada ai valori di illuminamento richiesti dalla norma. Come sopra esposto risulta evidente che avere a disposizione geometrie ottiche diverse nell'illuminazione stradale comporta notevoli benefici sia sotto il punto di vista dei consumi, che nella riduzione degli investimenti per adattare la rete o i sostegni esistenti e inoltre mitiga gli illuminamenti molesti o non richiesti all'interno di altre proprietà. A parità di efficienza energetica della sorgente (LED), il poter disporre di ottiche idonee alle geometrie di installazione permette risparmi, a parità di livello di luce sulla strada, che possono arrivare al 30/40%.

Il corpo illuminante scelto per la riqualifica dell'impianto di illuminazione del Comune di Pescasseroli (negli ambiti stradali esterni al centro storico) ha la possibilità di avere di serie decine di ottiche diverse e combinazioni di potenza LED con possibilità di esecuzioni speciali a richiesta.

### **6.3. SICUREZZA FOTOBIOLOGICA DELL'APPARECCHIO**

La normativa di riferimento prescrive una classificazione redatta allo scopo di preservare l'osservatore da potenziali danni fotochimici e fotobiologici. La determinazione della classe di sicurezza è requisito obbligatorio per la marcatura CE. La determinazione della classe di sicurezza è redatta secondo la norma EN 62471. Gli apparecchi scelti per la riqualifica dell'impianto di illuminazione rientrano nella categoria EXEMPT GROUP (assenza di rischio fotobiologico).

### **6.4. SISTEMA DI ALIMENTAZIONE**

Gli alimentatori tipici delle lampade a scarica, come quelle a Sodio Alta Pressione sono ferromagnetici e hanno rendimento minore di quelli elettronici, tipicamente utilizzati negli apparecchi LED; per di più questi ultimi racchiudono in un solo componente tutti gli ausiliari e sono pressoché insensibili alle cadute di tensione. Gli alimentatori scelti sono quindi elettronici con ottime specifiche caratteristiche di sicurezza ed efficienza, provvisti di tutte le necessarie certificazioni europee per quello che riguarda la performance, la sicurezza elettrica e la compatibilità elettromagnetica.

Il power factor, per ridurre le perdite ed aumentare l'efficienza dell'apparecchio, mantiene un valore elevato anche a carico ridotto e in dimmerazione ed inoltre l'alimentatore elettronico è in grado di adattare la corrente di alimentazione in modo da tenere il flusso luminoso costante col passare degli anni.

### **6.5. LINEE DI ALIMENTAZIONE**

Le linee devono essere adeguatamente dimensionate al fine di contenere le cadute di tensione e sopportare contemporaneamente il carico. La scelta di apparecchiature a LED permette di ridurre le sezioni dei cavi necessarie, a fronte della minore potenza impegnata.

### **6.6. RIDUZIONE DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE**

Alla base del dimensionamento dell'impianto di pubblica illuminazione vi dev'essere sicuramente l'individuazione del grado di luminanza (per le strade ricadenti in categorie M) o di illuminamento (per le zone ricadenti in categorie C o P) nonché di uniformità e abbagliamento richiesti per le varie aree stradali, in base ai criteri individuati nella norma UNI EN 13201-2. Tali livelli costituiscono quelli adeguati a garantire la corretta illuminazione in base ad alcuni fattori quali, a titolo esemplificativo, la geometria della strada, il traffico a cui è soggetta, la destinazione (strada veicolare, pista ciclabile, parcheggio...), la presenza di altri segnali luminosi oltre a quelli di pubblica illuminazione, e così via. Un impianto sottodimensionato, oltre ad essere contrario alla norma UNI sopra citata, è causa di varie problematiche, prima fra tutte la sicurezza fisica e psicologica del cittadino; un impianto sovradimensionato, viceversa, è fonte di un inutile dissipazione di energia nonché dispendio economico.

Una valutazione di questo tipo è alla base di un progetto illuminotecnico e consente di valutare correttamente non soltanto la potenza equivalente di una sorgente di nuova tecnologia con la quale si intende riqualificare, rispetto ad una esistente, ma anche di decidere di eliminare eventuali punti luce esistenti perché non più necessari.

## 6.7. INSTALLAZIONE DI OROLOGI ASTRONOMICI

Gli orologi astronomici sono dispositivi che permettono di regolare l'orario di accensione e spegnimento degli impianti sulla base del calcolo effettivo degli orari di alba e tramonto, effettuato da un componente in relazione al periodo dell'anno e alle coordinate geografiche. L'utilizzo di tale dispositivo serve ad ottimizzare il periodo di accensione dell'impianto evitando che vi sia spreco di energia nel caso in cui i punti luce si accendano prima del previsto, o sottoilluminazione nel caso in cui essi non si accendano quando devono. Sfruttando la precisione di questo dispositivo per l'accensione e spegnimento, rispetto ad esempio agli interruttori crepuscolari, si possono risparmiare un 2-3% delle ore di funzionamento in un anno, rispetto a quanto si rileva in letteratura.

## 6.8. REGOLAZIONE DELL'IMPIANTO

Si potrebbe prevedere l'uso di sistemi di regolazione del flusso da quadro, generalmente utilizzato solo sui quadri di maggiore consistenza, oppure utilizzare un sistema puntuale in grado di gestire il singolo apparecchio di illuminazione. La Proponente prevede l'uso del sistema di regolazione stand-alone, in cui cioè il profilo di illuminazione è tarato sul singolo punto luminoso, in quanto dotato di alimentatore dimmerabile. Questo sistema permette una regolazione definita per ogni zona, ricercando il livello massimo di riduzione compatibile con le geometrie della strada, la consistenza dell'impianto e la circolazione del traffico stradale nonché una riduzione dei costi operativi e di installazione, essendo la funzione stand-alone con mezzanotte virtuale già compresa normalmente negli alimentatori per sistemi a LED.

## 6.9. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

Sarebbe possibile prevedere un intervento massivo di riqualificazione della maggior parte degli apparecchi di illuminazione oppure limitarsi all'adeguamento dei soli apparecchi che necessitano una messa a norma; in questo caso si otterrebbe un parco apparecchi con un'età media comunque elevata, a fronte di una disomogeneità in fatto di distribuzione e qualità della luce con un impatto negativo in termini di percezione e sicurezza.

La scelta della Proponente è quella di sostituire la quasi totalità degli apparecchi. Per quanto riguarda le tecnologie degli apparecchi di illuminazione, sarebbe possibile utilizzare elementi di ultima generazione in grado di garantire elevati risparmi energetici parimenti alla qualità dell'illuminazione a lungo termine oppure, a fronte di una spesa inferiore, utilizzare apparecchi di media o scarsa qualità che, pur possedendo schede tecniche e dati fotometrici "adeguati", non siano realmente in grado di garantire la qualità descritta o di resistere alle intemperie a lungo termine. In base all'esperienza, e come già previsto nel paragrafo inerente la scelta delle sorgenti luminose, la Proponente vuole garantire un elevato livello di qualità del servizio di pubblica illuminazione, selezionando sul mercato gli elementi tecnici di ultima generazione contraddistinti da una elevata qualità ed affidabilità.

## 6.10. PROTEZIONI DA SOVRATENSIONI

I corpi illuminanti a LED, come tutte le apparecchiature costituite da circuiti elettronici sono esposti in modo particolare alle sovratensioni, siano esse di origine atmosferica o introdotte dalla linea di alimentazione. I corpi illuminanti scelti adottano un dispositivo contro le scariche atmosferiche per la protezione di

sovratensioni di valore da 5kV fino a 9 kV con possibilità di esecuzione in doppio isolamento e assenza di impianto di terra.

### **6.11. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI E INDIRECTI**

La verifica della protezione contro i contatti diretti può essere condotta valutando lo stato di integrità delle barriere poste a protezione delle parti attive. Dai rilievi in campo per la protezione contro i contatti diretti è possibile definire interventi di priorità che possono riguardare: la sostituzione delle linee aeree in cavo fascettato più ammalorate, l'eliminazione di giunzioni a nastro o con morsetti a perforazione non in doppio isolamento, il rifacimento di quadri elettrici di alimentazione se molto ammalorati, la sostituzione di componenti con grado di protezione inadeguato, il sezionamento dei circuiti di alimentazione degli impianti tramite appositi interruttori a quadro, l'adeguamento degli impianti alla classe II di isolamento o il controllo del coordinamento tra l'attivazione automatica dell'isolamento di una sezione del circuito e l'impianto di terra, con eventuale adeguamento dell'impianto di terra.

### **6.12. CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO**

Nella scelta degli interventi da effettuare occorre tenere in considerazione le disposizioni di legge sull'inquinamento luminoso. Nel caso specifico il Comune interessato è soggetto alla già citata L.R. n. 12/2005 recante "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico". Nel rispetto di tale normativa, gli apparecchi a sfera, che disperdono notevole quantità di flusso verso l'alto saranno interamente sostituiti da apparecchi con ottiche più performanti.

### **6.13. ILLUMINAZIONE ARCHITETTONICA E DECORATIVA**

Un altro aspetto da tenere in considerazione nella progettazione degli interventi è quello relativo all'illuminazione delle evidenze architettoniche, delle zone verdi e delle piazze.

Le sorgenti luminose possono infatti essere utilizzate per porre in risalto facciate di edifici, sculture, fontane o anche per creare percorsi di luce e un'orientazione notturna in parchi e zone pedonali.

Gli apparecchi utilizzati potranno ricreare una luce uniforme, atta al riconoscimento delle forme (ad esempio per illuminare ingressi, percorsi, piazze) oppure diffusa, per rendere visibili le proporzioni dell'oggetto illuminato (ad es. per illuminare pareti, facciate di edifici), ma anche un'illuminazione d'accento per evidenziare un particolare architettonico o un singolo oggetto (ad es. un monumento) o di orientamento, per cui sono sufficienti apparecchi a bassa intensità luminosa ad indicare un percorso.

Nei parchi può essere valutata la possibilità di illuminare i percorsi pedonali, mantenendo una buona uniformità.

## 6.14. RAZIONALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI

Una valutazione che si rende opportuna durante la progettazione, al fine di migliorare la qualità dell'illuminazione, è quella relativa alla razionalizzazione degli impianti che passa attraverso due punti: l'eventuale riduzione di apparecchi per l'illuminazione (in virtù dell'utilizzo di apparecchi più efficienti dal punto di vista energetico e con ottiche migliori ma anche valutando la classificazione di progetto della strada ai sensi della norma UNI EN 13201) e la scelta di uniformare il più possibile gli apparecchi illuminanti utilizzati. Nel primo caso si ottengono chiari risparmi energetici senza inficiare la qualità dell'illuminazione, con conseguente guadagno in termini ambientali ed economici. Nel secondo caso invece si garantirà una migliore omogeneità di illuminazione e si avrà più facilità di progettazione, di manutenzione, di approvvigionamento dei ricambi e di immagazzinamento delle scorte, dal momento in cui ogni apparecchio ha le sue esigenze di manutenzione e gestione.



## **8. SOSTENIBILITA' AMBIENTALE E COMPATIBILITA' PAESAGGISTICA DELL'INTERVENTO**

Il territorio di Pescasseroli risulta essere compreso nelle fasce di rispetto degli osservatori astronomici che risultano essere zone di particolare protezione dall'inquinamento luminoso.

L'illuminazione esterna dovrà quindi rispettare le prescrizioni tecniche di emissione, le previsioni particolari e i divieti previsti dalla L.R. n. 12/2005, oltre che quelli previsti dalla Deliberazione di G.R. n.719 del 30.11.2009 e successive integrazioni.

### **8.1. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

Tutti i materiali saranno della migliore qualità, lavorati a regola d'arte e risponderanno alle norme CEI-UNEL ove queste esistano. Inoltre i materiali e gli apparecchi saranno in possesso del marchio CE e, per quelli ove è prevista la concessione, del marchio Italiano di qualità (IMQ).

L'azienda da cui ci rifornirà per gli apparecchi illuminanti è certificata ISO 14001:2015 ed è in corso l'asseverazione per acquisire anche la certificazione ai sensi della norma UNI EN ISO 14040:2006.

## **9. ANALISI COSTI BENEFICI**

All'interno del presente capitolo viene illustrata l'analisi costi-benefici del progetto di fattibilità qui presentato. L'analisi costi-benefici costituisce uno strumento per l'analisi della convenienza economica dei progetti di investimento, il cui scopo consiste nell'individuare e, ove possibile, quantificare i costi e i benefici direttamente o indirettamente associati alla realizzazione di un progetto. Esso si configura come uno strumento di supporto alla decisione pubblica ed è in grado di evidenziare la proposta migliore tra più alternative progettuali.

I costi ed i benefici attesi possono essere:

- finanziari, cioè riconducibili ai costi per la realizzazione e gestione del progetto e ai ricavi attesi generati dallo stesso;
- di carattere sociale o ambientale, e quindi riconducibili alle ricadute di tipo socio-economico o all'impatto ambientale delle soluzioni progettuali adottate.

L'effetto finale inoltre può riguardare direttamente il soggetto interessato dalla realizzazione del progetto (costi e benefici interni) oppure soggetti terzi non direttamente coinvolti nel processo decisionale inerente la realizzazione del progetto, come ad esempio, gli effetti di tipo ambientale (costi o benefici esterni o esternalità).

I costi e benefici individuati, per risultare significativi ai fini dell'analisi, devono essere differenziali, cioè determinati sulla base del confronto tra la soluzione in assenza del progetto e la soluzione con il progetto attuato e tra il ricorso alla finanza di progetto ed altri strumenti di contratto.

Qualora un progetto possa essere realizzato con diverse configurazioni o modalità operative che comportino variazioni in termini di costi e benefici attesi, l'analisi costi-benefici può essere utilizzata anche al fine di porre a

confronto i possibili scenari ai fini di selezionare la soluzione che offre i benefici maggiori.

Nel caso in esame, l'analisi-costi-benefici è condotta dal punto di vista del concedente e permette di determinare e, ove possibile, quantificare, i costi e benefici attesi derivanti dalla realizzazione del progetto rispetto alla situazione attuale. La parte economica della presente analisi verrà approfondita nell'elaborato "Relazione ai sensi dell'art. 181 terzo comma D.Lgs. 50/2016 Verifica convenienza del ricorso a forme di partenariato pubblico privato in alternativa alla realizzazione diretta tramite normali procedure di appalto".

### 9.1. I BENEFICI

I benefici attesi generati dal progetto comprendono sia i benefici interni che le esternalità, poiché l'intervento qui proposto produce un miglioramento a livello ambientale e per la cittadinanza. Di seguito verranno approfonditi quest'ultima tipologia di benefici, poiché la parte economica viene trattata nello specifico elaborato sopra richiamato.

Le esternalità positive hanno prevalentemente ricadute ambientali e legate al comfort e alla sicurezza:

- l'attuazione del progetto consente una riduzione dei consumi energetici, a cui è associata una diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>;
- miglioramento delle condizioni di sicurezza degli impianti grazie all'intervento di riqualifica e di adeguamento normativo;
- miglioramento delle condizioni di illuminazione e maggiore percezione di sicurezza da parte della cittadinanza per effetto di riduzione di possibile criminalità;
- riduzione dell'inquinamento luminoso, miglioramento del comfort visivo e valorizzazione del patrimonio architettonico con miglioramento del livello di decoro urbano.

### 9.2. IL VALORE DEI COSTI E BENEFICI ATTESI

La presente sezione ha lo scopo di quantificare, ove possibile, il valore dei costi e dei benefici attesi descritti nei paragrafi precedenti.

In riferimento ai costi e benefici di tipo ambientale, occorre rilevare che essi si configurano come "beni pubblici", per i quali cioè l'utente finale non paga un prezzo di mercato legato al consumo del bene stesso. In questi casi la quantificazione del valore del beneficio o del costo risulta difficoltosa e richiede di individuare appositi parametri in grado di determinare una possibile quantificazione approssimata del valore. Si sceglie perciò di quantificare questi benefici attraverso l'utilizzo di indici facilmente comprensibili che trasformano il risparmio energetico in due indici di prestazione di tipo ambientale: riduzione TEP e la mancata emissione di CO<sub>2</sub> correlati ai minori consumi.

Di seguito si riporta una tabella in cui sono presentati gli indici pre e post intervento e per il risparmio ottenuto:

<b>ANALISI ENERGETICA</b>			
Descrizione	Ex-ante	Ex-post	Risparmio
Potenza complessiva [KW]	108,17	65,52	42,65
Totale annuo energia [kWh]	454.309	178.870	275.439
TEP [TEP/anno]	84,95	33,45	51,50
CO <sub>2</sub> [t/anno]	183,09	72,08	111,01

**Tabella 25**

## **10. ELABORATI PROGETTUALI**

In allegato al documento “Progetto di Fattibilità – Relazione tecnica” sono compresi i seguenti documenti tecnici:

- 3.7.1 – Classificazione illuminotecnica stradale di Progetto
- 3.8.1 – 3.8.5 – Stato di Fatto
- 3.9.1 – 3.9.5 – Stato di Progetto