



MUNICIPIO DELLA CITTÀ DEL VASTO

L'ATENE DEGLI ABRUZZI - PROVINCIA DI CHIETI

CITTÀ DELLA VIA VERDE COSTA DEI TRABOCCHI | CITTÀ DEL PELLEGRINAGGIO A SAN NICOLA DI BARI DAL 1522

CITTÀ DEL BRODETTO DI PESCE ALLA VASTESE | CITTÀ DELLE RISERVE E DELLE SCOGLIERE

CITTÀ DEL BENESSERE | CITTÀ DELLA TRANSUMANZA

RIQUALIFICAZIONE E GESTIONE DEL SERVIZIO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA E SEMAFORICA

GARA EUROPEA A PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO IN CONCESSIONE DEL SERVIZIO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA E SEMAFORICA DEL COMUNE DI VASTO, AI SENSI DEGLI ARTT. 71 E 176 DEL D.LGS. 36/2023 E SS.MM.II.



PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA (PFTE)

CUP: I34H26000030007

GRUPPO DI LAVORO:

ARCH. LA PALOMBARA GISELLA - RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO
EQ SETTORE III - SERVIZI DI MANUTENZIONE CIVILE E STRADALE

GEOM. ZACCARDI NICOLA - SUPPORTO TECNICO AL RUP
SETTORE IV - URBANISTICA E TERRITORIO

RAG. MASSIMO PERAZZELLI - SUPPORTO AMMINISTRATIVO AL RUP
SETTORE III - SERVIZI DI MANUTENZIONE CIVILE E STRADALE

ING. MARTINO DOMENICO - SUPPORTO TECNICO AL RUP
SETTORE III - SERVIZI DI MANUTENZIONE CIVILE E STRADALE

ING. DEL BONIFRO MARCO - COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
SETTORE III - SERVIZI DI MANUTENZIONE CIVILE E STRADALE

CONSULENZA:



Piazza G. Rossetti, 46 - 66054 Vasto (CH)
P.IVA: 02146730698 | P.E.C.: floew@pec.it

Rating di
legalità



ABCert
Società di certificazione
UNI EN ISO 9001:2015
certificato n. QRC009



RELAZIONE TECNICA

NUMERO	CODICE ELABORATO	DATA	SCALA
03	RT	03/2026	-

1. PREMESSA.....	2
2. ANALISI URBANISTICA E TERRITORIALE DELL'AREA DI INTERVENTO	2
2.1 ASPETTI GEOLOGICI E IDROLOGICI.....	2
2.2 MOBILITÀ E TRAFFICO	4
2.3 ANALISI E VALUTAZIONI AMBIENTALI.....	4
2.3.1 VINCOLI.....	4
3. ASPETTI ANTINCENDIO E ACUSTICI	8
4. SICUREZZA E TUTELA SALUTE LAVORATORI.....	8
5. ESPROPRI.....	9
6. ASPETTI ARCHITETTONICI DELL'INTERVENTO	9
7. ASPETTI STRUTTURALI	9
8. ANALISI ILLUMINOTECNICA	9
8.1 TRATTI TIPO E CALCOLI ILLUMINOTECNICI	11
8.2 SOFTWARE DI CALCOLO UTILIZZATO.....	12
9. ASPETTI IMPIANTISTICI	12
9.1 MINIMIZZAZIONE DEL RISCHIO FOTOBIOLOGICO COMPATIBILE CON LA FUNZIONE DEI CORPI ILLUMINANTI	13
9.2 VANTAGGI CONNESSI ALL'IMPIEGO DEI LED	14
9.3 INDICI PARAMETRIZZATI DI EFFICIENZA: IPEI* E IPEA*	15
9.3.1 CALCOLO DELL'INDICE PARAMETRIZZATO DI EFFICIENZA DELL'IMPIANTO: IPEI*.....	16
9.3.2 VALORE IPEI* DEGLI APPARECCHI INDIVIDUATI	18
9.3.3 CALCOLO DELL'INDICE PARAMETRIZZATO DI EFFICIENZA DELL'APPARECCHIO: IPEA*	18
9.4 EFFICIENZA ENERGETICA.....	21
9.4.1 DESCRIZIONE TECNICA DI SINTESI DEGLI INTERVENTI PER L'OTTENIMENTO DEL RISPARMIO ENERGETICO	22
9.4.2 RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO.....	22
9.4.3 ORE DI FUNZIONAMENTO	23
9.4.4 CURVE DI REGOLAZIONE.....	23
9.4.5 SISTEMA DI REGOLAZIONE E TELECONTROLLO PER OGNI QUADRO ELETTRICO	23
10. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI.....	27
11. INDICI PRESTAZIONALI PRE INTERVENTO	27
12. INDICI PRESTAZIONALI POST INTERVENTO	34
12.1 CONFRONTO RISULTATI EX ANTE - EX POST	41
13. ASPETTI ANTINCENDIO E ACUSTICI.....	41
14. SICUREZZA E TUTELA SALUTE LAVORATORI.....	41
15. MANUTENZIONE E MONITORAGGIO.....	42
16. ESPROPRI.....	42

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica descrive le specifiche tecniche delle tecnologie adottate per il progetto da realizzare e contiene:

- aspetti geologici, geomorfologici ed idrologici del territorio;
- mobilità e traffico, per quanto pertinente;
- sintesi delle analisi e delle valutazioni ambientali;
- vincoli che insistono sull'area d'intervento e sull'intorno;
- sicurezza antincendio;
- misure di sicurezza finalizzate alla tutela della salute e sicurezza dei lavoratori nei cantieri;
- espropri, ove necessari.
- aspetti architettonici e funzionali dell'intervento;
- aspetti strutturali;
- aspetti impiantistici;
- analisi illuminotecnica;
- analisi dei consumi energetici.

2. ANALISI URBANISTICA E TERRITORIALE DELL'AREA DI INTERVENTO

Si riportano gli elementi tecnici relativi e le scelte progettuali riguardanti la riqualificazione degli impianti di illuminazione pubblica del comune di Vasto.

Le trattazioni di seguito riportate permetteranno di inquadrare al meglio le scelte progettuali e le caratteristiche tecniche degli elementi considerati, che riguardano l'intervento di adeguamento normativo ed efficientamento energetico degli impianti di Pubblica Illuminazione del Comune di Vasto, e successiva gestione e manutenzione degli stessi.

2.1 Aspetti geologici e idrologici

Il Comune di Vasto si estende per circa 70 kmq nel litorale sud della Provincia di Chieti di cui ne possiede circa 20 km. Per estensione è il quarto comune d'Abruzzo. Il territorio Comunale confina a Sud con il Comune di San Salvo, a Sud Ovest con il Comune di Cupello, ad Ovest con il Comune di Montedodorio, a Nord con i Comuni di Pollutri e Casalbordino e a Est con il Mare Adriatico.

Il paesaggio si presenta collinare ed intensamente coltivato. Il clima tipicamente mediterraneo favorisce la coltivazione dell'ulivo e della vite, ma anche di grano e specie foraggere fin sopra la falesia che si affaccia sul mare. Il reticolo idrografico è scarsamente sviluppato e raccoglie le acque di ruscellamento dei rilievi argillosi dando origine a diversi fossati che sfociano sul litorale e che conservano la maggior parte delle formazioni boschive residue che nel resto del territorio comunale sono state sacrificate per far posto alle colture. I corsi d'acqua principali sono: il Torrente Buonanotte, che segna il confine con il Comune di San Salvo a Sud, ed il Fiume Sinello, che segna il confine con il Comune di Casalbordino a Nord. Ambedue questi corsi d'acqua hanno il loro sbocco a mare tutelato in quanto facenti parte delle due aree protette presenti a Vasto ossia la Riserva Naturale Regionale di "Punta Aderci e Punta Penna" e quella di "Marina di Vasto".

Il territorio comunale di Vasto è ubicato all'interno della successione Plio-Pleistocenica adriatica di origine marina, che comprende una successione terrigena potente fino a 3000 m che marca il colmamento del settore centrale dell'Avanfossa periadriatica. La successione del Plio-Pleistocene si è depositata in un'area a forte subsidenza, denominata "Bacino di Pescara", avente asse orientato circa NW-SE e separato a Sud dal Bacino Molisano mediante l'alto strutturale costituito dalla linea Villalfonsina-Casoli. Dal punto di vista litologico, tali depositi sono costituiti da alternanze di argille, argille marnose, arenarie e sabbie con episodi clastici più grossolani

(conglomerati). In linea generale la successione presenta caratteristiche abbastanza omogenee, anche se a luoghi sono presenti numerose eteropie e differenti situazioni deposizionali in relazione soprattutto con l'accelerata evoluzione del bacino durante il Pliocene inferiore e medio. Si evidenziano, infatti, contatti di natura diversa con il sottostante Messiniano (in continuità o lacunoso) anche di età differenti. Il substrato della successione Plio-Pleistocenica è costituito, nella parte occidentale dal Flysch della Laga, mentre ad Est ed a Sud dalla Formazione Gessoso-solfifera. Il passaggio tra Miocene e Pliocene, pur non essendo ovunque continuo, avviene in continuità di sedimentazione presso i bordi della Maiella, ed è marcato dalla deposizione di un conglomerato di natura calcarea al di sopra del quale sono presenti marne argillose. Il Pliocene inizia con sequenze argilloso-marnose più o meno limose, di spessore compreso tra poche decine di metri ed un centinaio di metri, attribuita ad una associazione di facies emipelagica. Sopra tale facies, in continuità stratigrafica, compaiono livelli sabbioso-arenacei di origine torbiditica legati all'approfondimento del bacino. Durante la fase finale di deposizione della sequenza inferiore, il bacino si deforma e si imposta una subsidenza differenziale che causa l'ispessimento dei depositi torbiditici nella parte meridionale del bacino, ed una discordanza stratigrafica nel settore settentrionale. Con l'accentuarsi dell'azione orogenica, si ha un ulteriore spostamento verso Est e Sud dell'asse depocentrale del Bacino di Pescara; la trasgressione che segue questo periodo di deformazione differenziale non è coeva, bensì ringiovanisce spostandosi da NW a SE, passando dal Pliocene medio al Pliocene superiore.

A causa di questa crisi orogenica, la sequenza superiore ha modellato ed obliterato la morfologia precedente si depongono depositi conglomeratici che si presentano in banchi lentiformi, tipici del loro ambiente deposizionale di delta e fan-delta ed anche di ambiente continentale fluviale. Il resto della sequenza è costituito da argille limose grigio-azzurre. La sequenza deposizionale Pleistocenica presenta le medesime caratteristiche, con prevalenza di argille grigio-azzurre, a luoghi limose con saltuari episodi sabbioso-conglomeratici. La ricostruzione ai fini applicativi delle situazioni geologiche di porzioni più o meno ampie del territorio non può prescindere da una fase di inquadramento nel più ampio contesto della configurazione geologica della regione. La configurazione del territorio compreso nei confini del Comune è abbastanza articolata e varia, a luoghi relativamente semplice, a luoghi più complessa. Essa si può schematizzare come una successione di terreni sedimentari diversi dal punto di vista litostratigrafico, facenti parte della formazione argilloso-sabbioso-conglomeratica di facies adriatica, che si stendono lungo la banda costiera abruzzese, appartenenti al bacino sedimentario della fossa adriatica: ne deriva una variabilità di costituzione del terreno, in termini di situazioni di superficie e di sottosuolo, spesso notevole tra siti posti anche a breve distanza tra loro.

Parallelamente all'evoluzione sedimentologica procede, con progressione discontinua, la regressione della linea di riva, dal Pliocene al Calabriano superiore. Secondo le più recenti vedute sull'evoluzione tettonica dell'Appennino (C.N.R.), il territorio abruzzese risulta attraversato da alcune importanti linee di dislocazione tettonica, con andamento grosso modo NOSE, corrispondenti a fronti di sovrascorrimento di importanza regionale, dal Tirreno all'Adriatico.

A partire dalla fine del Pleistocene inferiore si sono verificati sollevamenti generalizzati delle aree interne preappenniniche fino alla linea di costa, tuttora in atto. Il sollevamento è accompagnato da faglie con vario rigetto, la cui esistenza è ragionevolmente confermata in superficie da indizi di tipo geologico, morfologico ed idrologico.

L'area è compresa in **Zona sismica 3**, cioè zona con pericolosità sismica bassa che può essere soggetta a scuotimenti modesti.

Vengono riepilogati di seguito i dati geografici più significativi del Comune:

Tabella 1 – Dati geografici del Comune di Vasto

DATI GEOGRAFICI E AMBIENTALI	
Superficie	71,35 km ²
Abitanti (fonte ISTAT 2023)	40.815 (DATO AGGIORNATO AL 01/01/2024)
Altitudine	144 m s.l.m.
Zona sismica	3
Zona climatica	D

2.2 Mobilità e traffico

Il Comune di Vasto è attraversato da un importante rete di comunicazione viaria e ferroviaria:

- Autostrada A14 uscite: Vasto Nord – Casal Bordino e Vasto Sud – San Salvo;
- Stazione ferroviaria di Vasto - San Salvo linea ferroviaria Adriatica in Contrada San Tommaso, al confine tra Vasto e San Salvo;
- SS 16 Adriatica;
- SP 181;
- Pista ciclabile costa teatina (ex tracciato ferroviario in concessione).

Le aree oggetto dell'intervento si trovano al centro di un contesto urbanizzato interessato da vie di traffico prettamente locale.

Durante lo svolgimento dei lavori di realizzazione degli interventi, tuttavia, non si ritiene opportuno modificare temporaneamente la viabilità esistente con interruzioni provvisorie, ma esclusivamente attraverso limitazioni della carreggiata stradale, al fine di assicurare la corretta esecuzione degli interventi in progetto in assoluta sicurezza, così come definito nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.

2.3 Analisi e valutazioni ambientali

Il progetto prevede interventi che migliorino indubbiamente gli effetti d'impatto su diverse componenti ambientali.

Il progetto mira a valutare in fase preliminare i possibili effetti sulle varie componenti ambientali impattate dagli interventi di progetto, quali **la natura e la consistenza degli effetti** che le opere a farsi avranno **sull'ambiente**, direttamente o indirettamente, e a definire i possibili interventi di mitigazione.

La tecnologia LED risulta indubbiamente efficiente, consentendo un risparmio energetico e una riduzione delle emissioni di anidride carbonica in atmosfera. L'abbattimento dell'inquinamento luminoso che si ottiene dal suo utilizzo, inoltre, garantirà una migliore fruibilità degli spazi illuminati ed un miglioramento del livello qualitativo della percezione visiva, sia in termini di comfort che di dettaglio dell'immagine.

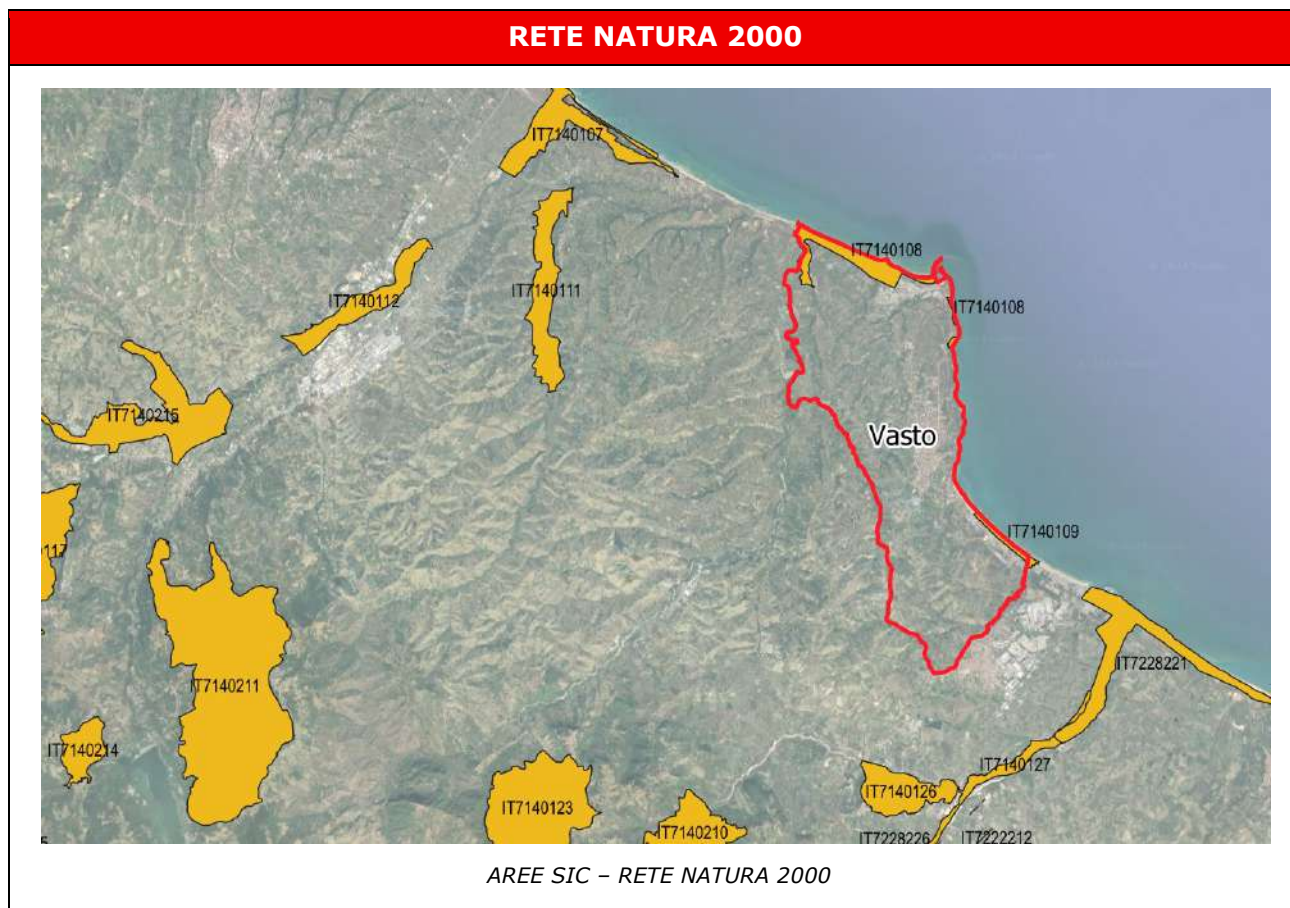
Pertanto il soggetto beneficiario principale dell'intervento è il Comune di Vasto in primo luogo. Beneficiari indiretti sono inoltre i cittadini del Comune, nonché tutte quelle attività connesse a un miglioramento della qualità della vita nel senso più ampio.

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato "REA Relazione Energetica Ambientale".

2.3.1 Vincoli

Rete Natura 2000

Per quanto riguarda le zone protezione Rete Natura 2000, principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità, nel territorio del Comune di Vasto sono presenti due aree SIC: *Punta Aderci – Punta della Penna* (IT7140108) e *Marina di Vasto* (IT7140109).



Zone di particolare tutela del flusso luminoso

Per inquinamento luminoso si intende ogni alterazione dei livelli di illuminazione naturale ed in particolare ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata, in particolar modo se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte. Ciò significa che tracciando (all'altezza della sorgente luminosa) una linea parallela al terreno (e perpendicolare al lampione) la luce emessa non deve irradiarsi al di sopra della linea stessa; in altre parole il fascio di luce, dal punto di emissione, non può superare i 90°.

La Regione Abruzzo promuove la riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici da esso derivanti, al fine di conservare e proteggere l'ambiente naturale, inteso anche come territorio, i ritmi naturali delle specie animali e vegetali, nonché gli equilibri ecologici, dall'inquinamento luminoso sia all'interno, sia all'esterno delle aree naturali protette (parchi naturali nazionali, regionali, provinciali, comunali, oasi naturalistiche), ai sensi della legge 6 dicembre 1991 n. 394, legge-quadro sulle aree protette.

La Regione tende inoltre a salvaguardare il cielo notturno, considerato patrimonio naturale della Regione da conservare e valorizzare, la salute del cittadino, e le attività di ricerca e divulgazione scientifica degli osservatori astronomici di rilevanza nazionale e locale.

La Giunta Regionale con l'adozione della deliberazione 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*", ha avviato l'iter per affrontare in modo sistematico il problema dell'inquinamento luminoso.

Con la deliberazione n.719 del 30-11-2009, è stata approvata, infatti, la cartografia di cui all'art.7 delle *zone di particolare protezione e tutela relative agli osservatori, ai parchi nazionali e regionali, alle riserve naturali regionali e statali*, corredata dall'elenco dei comuni interessati. Le zone di particolare protezione sono state definite considerando un'estensione di raggio minimo pari a:

- 20 km per gli osservatori professionali e non professionali di rilevanza regionale e provinciale;
- 5 km dai confini delle aree protette.

Si riporta, di seguito, uno stralcio dell'elenco dei comuni ricadenti (totalmente o parzialmente) all'interno delle zone di particolare protezione e tutela degli osservatori astronomici e astrofisica statali, pubblici e privati, dei Parchi Nazionali e Regionali, delle Riserve naturali regionali e statali.

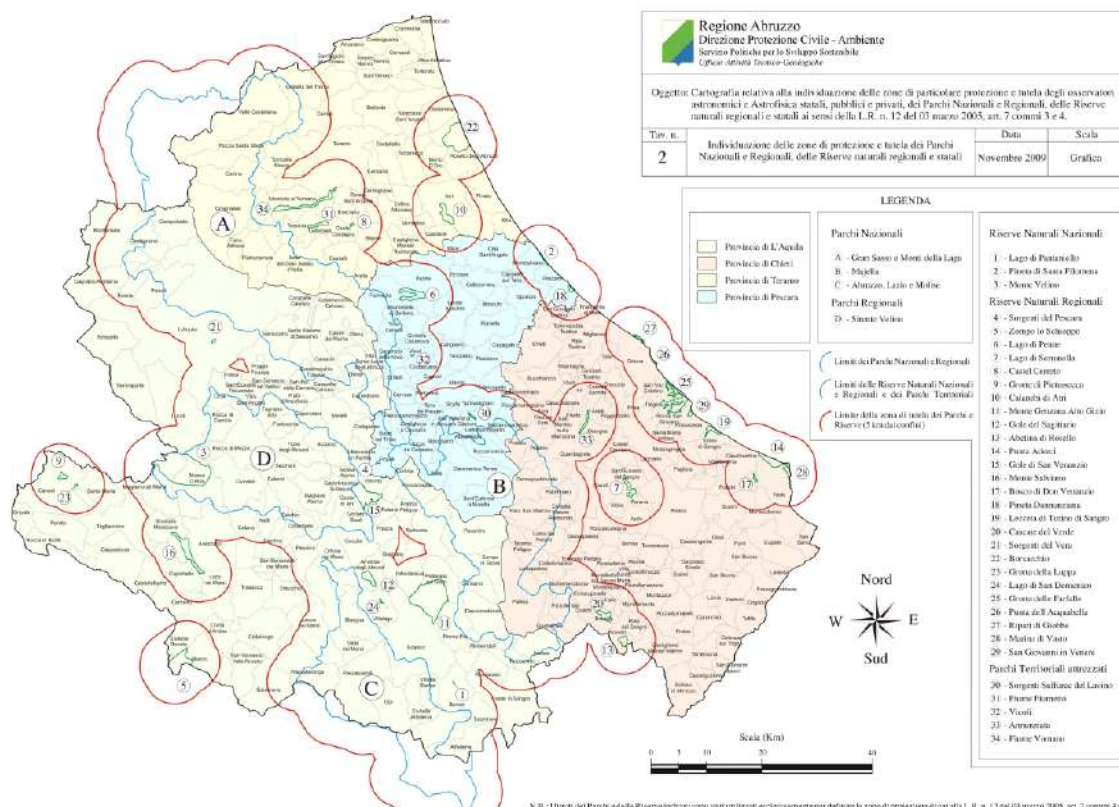


N°	Comuni	Area Protezione Osservatori	% superficie	Area Protezione Parchi e Riserve Naturali	% superficie	TOTALE SUPERFICIE soggetta a protezione %
60	San Martino sulla Marrucina	NO	-	SI	100	100
61	San Vito Chietino	NO	-	SI	100	100
62	Santa Maria Imbaro	NO	-	SI	100	100
63	Sant'Eusanio del Sangro	NO	-	SI	100	100
64	Scerni	NO	-	SI	25	25
65	Taranta Peligna	NO	-	SI	100	100
66	Tollo	NO	-	SI	25	25
67	Torino di Sangro	NO	-	SI	100	100
68	Torrevecchia Teatina	NO	-	SI	25	25
69	Torricella Peligna	NO	-	SI	50	50
70	Treglio	NO	-	SI	100	100
71	Vacri	NO	-	SI	50	50
72	Vasto	NO	-	SI	50	50

Dall'elenco risulta che il Comune di Vasto rientra per il 50% della superficie nelle zone di protezione dei parchi e riserve naturali, ma non è interessato dalla perimetrazione delle aree di protezione degli osservatori così come è possibile evincere dalla tavola riportata di seguito.

CARTOGRAFIA RELATIVA ALLA INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI PARTICOLARE PROTEZIONE E TUTELA DEGLI OSSERVATORI ASTRONOMICI E ASTROFISICA STATALI, PUBBLICI E PRIVATI, DEI PARCHI NAZIONALI E REGIONALI, DELLE RISERVE NATURALI REGIONALI E STATALI AI SENSI DELLA L.R. N.12 DEL 03 MARZO 2005, ART. 7 COMMI 3-4

Allegato 2

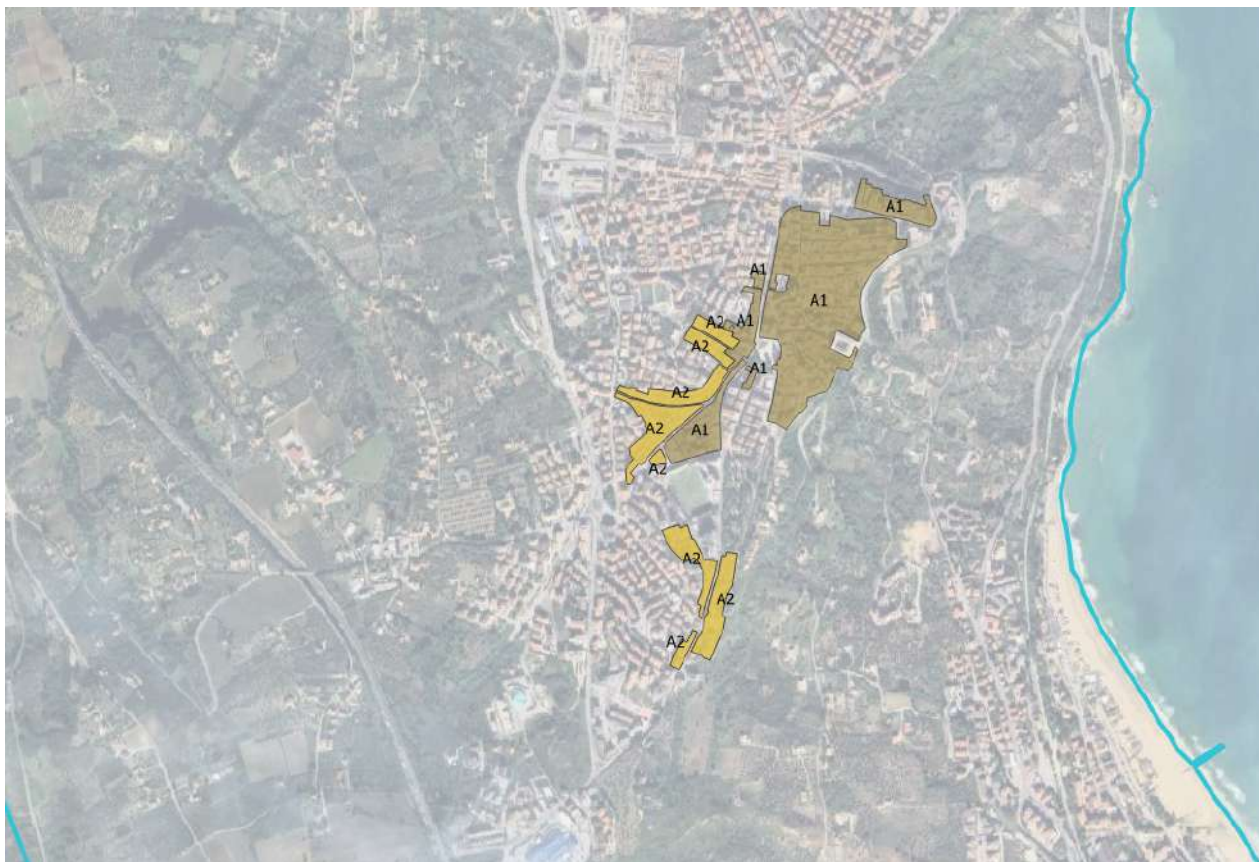


TAV.2 - INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI PROTEZIONE E TUTELA DEI PARCHI NAZIONALI E REGIONALI, DELLE RISERVE NATURALI REGIONALI E STATALI

Dall'analisi vincolistica effettuata, ne deriva che il progetto non altera le componenti ambientali e paesaggistiche.

Per quanto riguarda la riduzione e la prevenzione dall'inquinamento luminoso, il progetto seguirà il Regolamento Comunale per l'applicazione della **Legge Regione Abruzzo n.12 del 3 marzo 2005 "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso"** che all'art.16 dispone che "l'illuminazione dei centri storici deve essere realizzata con apparecchi consoni al contesto architettonico purché si rispetti il rapporto 3,7" (rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose).

ZONIZZAZIONE PRG - PERIMETRAZIONE ZONA OMOGENEA A



PERIMETRAZIONE DEL NUCLEO ANTICO (A1) E DEI NUCLEI DI VALORE STORICO AMBIENTALE (A2)

Il Regolamento Edilizio del Comune di Vasto specifica, nel paragrafo relativo all'illuminazione pubblica, che *"nel centro storico e nella zona B1a di PRGC, l'illuminazione deve essere realizzata come stabilito nel Piano di Recupero del Centro Storico"*.

Il Piano di Recupero del Centro Storico, a sua volta, stabilisce che *"per l'illuminazione pubblica deve essere prevista la disposizione di corpi illuminanti da armonizzarsi con l'ambiente ed essere posti a sbalzo dai muri degli edifici"*.

Nel progetto si prevede di utilizzare la temperatura di colore di 3000 K per gli apparecchi da installare, in tutto il territorio comunale.

3. ASPETTI ANTINCENDIO E ACUSTICI

Dal punto di vista antincendio e acustico gli interventi non risultano tra le attività soggette a prevenzione incendi e a valutazione di impatto acustico.

4. SICUREZZA E TUTELA SALUTE LAVORATORI

Per quanto riguarda la sicurezza e tutela della salute dei lavoratori durante il cantiere si rimanda all'apposito elaborato descrittivo *"PSC – Piano di Sicurezza e Coordinamento"*, che prende in considerazione le diverse fasi del cantiere ed i relativi rischi, nonché i tempi ed i costi della manodopera.

5. ESPROPRI

Trattandosi di interventi di riqualificazione energetica gli interventi previsti sono circoscritti alle zone servite dall'illuminazione pubblica e, pertanto, essendo aree pubbliche non sono previsti interventi di esproprio.

6. ASPETTI ARCHITETTONICI DELL'INTERVENTO

Il presente progetto prevede interventi di illuminazione monumentale, al fine di mettere in evidenza i dettagli costruttivi degli edifici storici presenti, esaltandone l'importanza e la valenza artistica.

Si tratta di interventi volti a valorizzare i beni monumentali, non solo con lo scopo di evidenziare i particolari architettonici, ma di incrementare anche la fruibilità e la percezione di sicurezza nelle aree antistante gli edifici stessi.

Sono state elaborate soluzioni progettuali tali da conciliare la valorizzazione dell'edificio illuminato, attraverso l'utilizzo di luci scenografiche, evitando di snaturare l'immagine dell'oggetto e delle proprie caratteristiche storiche e artistiche. Si è data particolare importanza ai contrasti di luci e ombre e a far risaltare le tinte dell'edificio.

Il fine di questi interventi non è solo quello di garantire la valorizzazione storico-monumentale degli edifici, ma altresì quello di realizzare un'illuminazione razionale ed efficiente, senza sprechi di luce e di energia.

Si rimanda all'elaborato descrittivo "*RG - Relazione generale*" ed agli elaborati grafici "*MON*" per ulteriori dettagli.

7. ASPETTI STRUTTURALI

Gli unici interventi strutturali che riguardano l'intervento in oggetto sono la sostituzione/installazione dei sostegni che prevede il rifacimento del plinto di fondazione.

Per quanto riguarda la sostituzione dei sostegni, il processo prevede in primo luogo la rimozione del palo dal plinto esistente e, successivamente, la realizzazione del nuovo plinto gettato in opera dopo aver proceduto allo scavo di sezione idonea. Dopodiché si procede con il posizionamento del letto di sabbia per la preparazione della posa del plinto di fondazione e successivo getto in opera o posizionamento di plinto prefabbricato per conseguente alloggiamento del palo di illuminazione pubblica. Una volta posizionato il palo all'interno del plinto precedentemente posato si procede con la realizzazione del getto di completamento alla base del palo e collegamento alla dorsale di alimentazione elettrica.

Per ulteriori dettagli si rimanda al documento "*DDP - Disciplinare Descrittivo e Prestazionale*".

8. ANALISI ILLUMINOTECNICA

Dal punto di vista illuminotecnico, un buon impianto deve assicurare il giusto equilibrio tra **due esigenze** contrapposte: **garantire prestazioni adeguate** all'ambito considerato (per mantenere la sicurezza degli utenti della strada) e **contenere al minimo i costi di gestione, di installazione e i consumi energetici**.

Si rende pertanto necessario effettuare sul territorio un'analisi dei rischi "illuminotecnica", che consenta di classificare gli ambiti illuminati e individuare per ognuno di essi il livello di illuminazione necessario alla sicurezza dell'utente della strada, sulla base del quale costruire gli interventi.

L'analisi dei rischi e la classificazione illuminotecnica sono state elaborate quindi anche per il Comune di Vasto, nel pieno rispetto delle prescrizioni contenute nelle norme, leggi e regolamenti di riferimento e di seguito riportate:

- Codice della Strada D.Lgs. 285/1992, DPR 495/92 aggiornato con D.Lgs. 150/2011 e Legge 183/2011;
- UNI 11248:2016 "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche"
- UNI EN 13201-2:2016 "Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali";
- UNI EN 13201-3:2016 "Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo Prestazioni";
- UNI EN 13201-4:2016 "Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di Misurazione delle Prestazioni Fotometriche".

Nel dettaglio, il Codice della Strada suddivide tutte le strade in macro-categorie dalla A alla F-bis in relazione alle caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali. A queste la Norma UNI 11248, considerando anche i limiti di velocità, associa le categorie illuminotecniche **di ingresso** per la classificazione.

Tabella 2 – Classificazione della viabilità in relazione a vari requisiti

Classificazione strada	Carreggiate Indipendenti (min)	Senso di marcia (min)	Altri requisiti minimi
A - autostrade urbane	2	2+2	Spartitraffico invalicabile
B - extraurbana principale	2	2+2	Spartitraffico invalicabile (tipo tangenziali e superstrade)
C - extraurbana secondaria	1	1+1	con banchine laterali transitabili - S.P. oppure S. S
D - urbana a scorrimento	2	2+2	limite velocità da 50 Km/h a 70 km/h – con spartitraffico
E - urbana di quartiere	1	1+1 o 2 nello stesso senso di marcia	- proseguimento strade C - con corsie di manovra e parcheggi esterni alla carreggiata - con marciapiedi e banchine
F - urbana locale	1	1+1 o 1	strada locale, urbana, extraurbana o vicinale, destinata prevalentemente alla percorrenza pedonale e ciclabile.

Si riporta uno schema esemplificativo del flusso di lavoro definito dalla norma UNI 11248 per la progettazione illuminotecnica, seguito per il progetto.



Nel dettaglio, il Codice della Strada suddivide tutte le strade in macro-categorie dalla A alla F-bis in relazione alle caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali.

A queste la Norma UNI 11248, considerando anche i limiti di velocità, associa **le categorie illuminotecniche di ingresso per la classificazione**. Su queste viene effettuata **un'analisi dei rischi**, con i criteri dettati nella succitata norma, che tiene conto del traffico stradale, della complessità del campo visivo (es. presenza di eventuali sorgenti luminose diverse da quelle derivanti dall'illuminazione pubblica come negozi o cartelloni pubblicitari, dalla presenza di alberi, ecc.), delle zone di conflitto (es. attraversamenti pedonali, zone pedonali, ecc.), del pericolo di aggressione e in generale di tutti i fattori che possono influenzare l'illuminazione della strada, definendo la categoria illuminotecnica di progetto. Alla categoria illuminotecnica di progetto corrispondono i valori minimi o massimi di alcuni parametri che definiscono il livello di illuminazione, come la luminanza o l'illuminamento, l'uniformità, l'abbagliamento. La norma UNI 11248 stabilisce poi che la **categoria di progetto** possa essere ulteriormente modificata in alcuni periodi giornalieri di accensione dell'impianto, in funzione di parametri variabili nel tempo che influiscono sull'illuminazione necessaria (come ad es. il livello di traffico).

La classificazione illuminotecnica che deriva da queste valutazioni viene definita di esercizio. Il rispetto dei valori minimi e massimi dei parametri di illuminazione indicati dalla normativa da parte degli impianti di illuminazione progettati viene accertato dall'esecuzione dei calcoli illuminotecnici.

8.1 Tratti tipo e calcoli illuminotecnici

calcoli illuminotecnici vengono svolti sulla base dell'individuazione del tratto tipo, unione di zona omogenea e tipologia di apparecchiatura da installare, allo scopo di verificare il rispetto dei parametri minimi richiesti dalla Norma UNI EN 13201-2 per le categorie illuminotecniche di progetto dell'ambito considerato. I tratti tipo sono tipologie omogenee di ambito stradale, che vengono individuate suddividendo il territorio comunale a seconda:

- della destinazione d'uso dell'ambito: se stradale, ciclabile/pedonale, incrocio/rotonda o parcheggio;
- della geometria dell'ambito: definendo la larghezza, rispettivamente, di strade, piste ciclabili, banchine transitabili o non, parcheggi, marciapiedi, aree verdi;
- del tipo di apparecchi illuminanti presenti nell'ambito: se stradali, arredi urbani, arredi artistici, sfere;
- della posizione della sorgente rispetto al bordo della carreggiata: considerando l'altezza fuori terra del sostegno e la distanza tra baricentro dell'apparecchio e bordo dell'ambito considerato;
- della posizione relativa tra i vari punti luce: considerando l'inter-distanza e la disposizione nell'ambito (unilineare, bilineare, quinconce, doppio centro, ...);
- della classificazione illuminotecnica di progetto o di esercizio, a seconda della tipologia di calcoli illuminotecnici che si stanno eseguendo.

I calcoli illuminotecnici permettono di individuare la potenza minima necessaria al rispetto dei parametri stabiliti dalla normativa nel tratto tipo considerato, permettendo la massimizzazione delle prestazioni energetiche. Al fine di effettuare tali calcoli, come da normativa, è necessario stabilire il **tipo di pavimentazione** di ogni tratto tipo (a cui corrisponderanno diversi coefficienti medi di luminanza Q_0) e il coefficiente di manutenzione. I calcoli illuminotecnici effettuati per tipologia di tratto tipo sono raccolti nel documento *CAL*. Ogni singolo calcolo illuminotecnico riporta l'indice IPEI e si allegano inoltre gli indici IPEA per ogni singolo apparecchio. Per una rapida consultazione dei risultati ottenuti, si rimanda ai documenti tabellari *CAL* e *TAB.PLU*.

Tutte le zone omogenee, sia per quanto riguarda le carreggiate che le zone attigue, raggiungono durante il regime di riduzione requisiti di illuminamento minimo richiesto dalla Norma UNI EN 13201-2.

Inoltre i valori di illuminamento e luminanza **non superano di 1,20 volte il limite per la categoria illuminotecnica prevista dall'analisi dei rischi, evitando sovradimensionamenti e minimizzando i consumi energetici.**

8.2 Software di calcolo utilizzato

L'impiego di adeguati strumenti informatici è stato fondamentale nella messa a punto della soluzione progettuale: gli interventi sono stati ideati, dimensionati e verificati con il supporto di un software di calcolo dedicato, specifico e certificato. **L'adeguatezza degli apparecchi di illuminazione rispetto agli effetti luminosi desiderati è stata pertanto verificata attraverso calcoli illuminotecnici.**

La complessità del compito visivo è stata valutata tramite il controllo delle luminanze prodotte dalle sorgenti primarie di luce, dalle superfici presenti in ambiente e dei loro contrasti. Una non corretta distribuzione delle luminanze o eccessivi contrasti determinerebbero disturbi visivi che, in illuminotecnica, vengono definiti **abbagliamenti, che per la sicurezza degli utenti devono essere evitati.**

9. ASPETTI IMPIANTISTICI

I nuovi apparecchi dotati di tecnologia LED consentono:

- il rispetto della norma regionale sull'inquinamento luminoso e i dettami dei CAM per gli apparecchi con tecnologia LED;
- l'impiego di una minore potenza installata e un conseguente risparmio sui consumi energetici;
- riduzione di emissioni di CO₂ in atmosfera;
- minore consumo di TEP (Tonnellate di petrolio equivalente) legata al minor impiego di energia elettrica.

I dispositivi connessi alla tecnologia LED consentono inoltre la gestione puntuale dei consumi tramite la regolazione del flusso luminoso rispetto ai classici sistemi centralizzati o tutta notte/mezzanotte, garantendo ulteriori risparmi energetici nelle ore notturne dove il traffico veicolare è ridotto.

Gli apparecchi individuati completano il quadro positivo legato a questa nuova tecnologia, in quanto dotati di ottiche modulabili, che consentono una regolazione ad hoc della direzione del flusso, in relazione ai parametri illuminotecnici da rispettare. Essi saranno inoltre altamente resistenti agli urti e alle sollecitazioni elevate, e potranno garantire ottima dissipazione del calore. Per quanto riguarda la rispondenza alle normative, si sottolinea che i nuovi apparecchi installati avranno tutti le seguenti caratteristiche minime:

- saranno dotati di sorgenti luminose LED, con temperatura massima di colore pari a 3000K che, a parità di luminanza, comportano impieghi ridotti di potenza, rispetto alle altre sorgenti in commercio;
- saranno dotati di apparecchi illuminanti che, nella loro posizione di installazione, presenteranno una distribuzione dell'intensità luminosa massima per gamma $\geq 90^\circ$ inferiore a 0,49 cd/km;
- avranno resa cromatica CRI ≥ 70 ;
- saranno dotati di dispositivi di regolazione di flusso integrati in grado di ridurre la potenza impiegata dall'impianto, per una porzione consistente delle ore di accensione dell'impianto;
- su tutte le superfici illuminate saranno garantiti livelli di luminanza omogenei idonei per la classe illuminotecnica di progetto secondo norma UNI 11248;
- dal punto di vista della sicurezza fotobiologica, tutti gli apparecchi scelti per la riqualifica dell'impianto di illuminazione rientrano nella categoria exempt group (assenza di rischio fotobiologico), secondo la classificazione imposta dalla normativa di riferimento.

9.1 Minimizzazione del rischio fotobiologico compatibile con la funzione dei corpi illuminanti

La norma **EN 62471** mette in relazione i livelli di esposizione con i tempi di esposizione alla luce prodotta dalle lampade al fine di determinare la sicurezza ottica. Sulla base dei tempi di esposizione sono poi definiti dei gruppi di rischio. Più il tempo limite di esposizione è basso (quindi con livelli di esposizione elevati) e maggiore è il rischio. Va precisato che, per il rischio da luce blu, per tempo di esposizione si intende il tempo in cui una persona mantiene lo sguardo fisso verso la sorgente di luce tenendola a fuoco. Il fenomeno da luce blu infatti, interessa la retina che è particolarmente sensibile a tali lunghezze d'onda.

In accordo al par 6.1 della EN 62471 i gruppi di rischio (per luce blu) sono definiti come segue:

- **RG 0 (Rischio Esente):** Il concetto di base per la classificazione del gruppo Esente è che la lampada non provoca nessun rischio fotobiologico. Tale requisito è soddisfatto da qualsiasi lampada che non provochi un rischio retinico da luce blu (LB) entro 10.000 s (circa 2,8 h) di esposizione.
- **RG1 (Rischio Basso):** Il concetto di base per tale classificazione è che la lampada non provoca rischio dovuto a normali limitazioni di funzionamento sull'esposizione. Tale requisito è soddisfatto da qualsiasi lampada che eccede i limiti del Gruppo Esente ma non provochi un rischio retinico da luce blu (LB) entro 100 s di esposizione.
- **RG 2 (Rischio Moderato):** Il concetto di base per la classificazione del Gruppo di Rischio 2 (Rischio Moderato) è che la lampada non provoca un rischio in seguito ad una reazione istintiva guardando sorgenti di luce molto luminose (o in seguito ad una sensazione di disagio termico). Tale requisito è soddisfatto da qualsiasi lampada che eccede i limiti del Gruppo di Rischio 1 (Rischio Basso) ma non provochi un rischio retinico da luce blu (LB) entro 0,25 s di esposizione (risposta avversiva).
- **RG 3 (Rischio Elevato):** Il concetto di base per tale classificazione è che la lampada può costituire un rischio anche in seguito a un'esposizione momentanea o breve. Le lampade che superano i limiti del Gruppo di Rischio 2 (Rischio Moderato) sono comprese nel Gruppo di Rischio 3 (Rischio Elevato).

Sorgenti LED per illuminazione a luce bianca sono anch'esse posizionate tra i gruppi di rischio RG 1 e RG 2 (*).

(*) Nota: per sorgente LED si intende l'elemento LED che genera la luce (cosiddetto chip contenuto all'interno del componente discreto o LED package) da non confondere con la lampada e/o il tubo LED i quali normalmente sono classificati con RG0 o RG1 grazie alla presenza di diffusore frontale opale.

Con la pubblicazione della **IEC/TR 62471-2** e successivamente della **IEC/TR 62778** i limiti di esposizione sono stati messi in relazione anche alla distanza di visione. Anche se i fenomeni che intercorrono sono particolarmente complessi, dipendenti anche dalla dimensione della sorgente, di massima, maggiore è la distanza di visione, minore è il livello di esposizione e di conseguenza il gruppo di rischio.

Con la pubblicazione della norma **EN 60598-1:2015** si è definitivamente chiarito quale livello di esposizione si intende accettabile ai fini della sicurezza. Al par 4.24.2 (**Rischio retinico da luce blu**) è indicato: *"Per gli apparecchi che utilizzano sorgenti luminose di gruppo di rischio RG0 illimitato o RG1 illimitato, in accordo con la IEC/TR 62778, o che sono stati valutati come prodotti finiti pronti per l'uso e aventi gruppo di rischio RG 0 illimitato o RG 1 illimitato, non si applicano le prescrizioni per il rischio retinico da luce blu."*

Per gli apparecchi che hanno un illuminamento di soglia E_{thr} , valutato in accordo con la **IEC/TR 62778**, si applicano prescrizioni aggiuntive che permettono di valutare a quale distanza dal

prodotto c'è la soglia tra RG 2 e RG1. In questo caso, pur non considerando l'apparecchio pericoloso, sono previste avvertenze di utilizzo e marcature per avvisare l'installatore o l'utilizzatore di un possibile rischio legato alla visione diretta e prolungata della sorgente.

Dalle valutazioni sopra esposte si può quindi affermare che:

- l'unico Gruppo di Rischio realmente pericoloso è RG3.
- sorgenti che presentano livelli di esposizione corrispondenti a RG2 non sono considerate pericolose anche se necessitano di avvertenze in quanto i livelli di radiazione sono tali da poter provocare possibili avversioni visive.
- sorgenti che presentano un livello di esposizione RG1 sono da considerarsi assolutamente non pericolose nell'impiego ordinario. La visione di una sorgente di illuminazione con questi livelli di esposizione per un tempo superiore ai 100s è infatti considerata improbabile in quanto l'occhio inizia a percepire un senso di abbagliamento e fastidio in tempi inferiori.
- sorgenti con livelli di esposizione RG0 sono da considerarsi sicure. I livelli di esposizione delle sorgenti RG0 sono stati calcolati per tempi molto elevati (superiori alle 2,8 h). Questo livello di esposizione non è comunque pertinente con l'illuminazione generale in quanto non è mai necessario guardare la sorgente di luce, ma la parte illuminata da essa.

9.2 Vantaggi connessi all'impiego dei led

I principali obiettivi, oltre a quelli di carattere economico ed energetico, che questo intervento si propone di conseguire a seguito della realizzazione delle opere descritte nei vari elaborati, sono i seguenti:

- **razionalizzare la distribuzione**, individuando macro-aree ed ottimizzando i punti di fornitura e semplificando la contabilità in carico al Comune;
- **adeguare** (ove possibile) il livello di illuminazione delle strade e delle aree agli attuali parametri di illuminazione previsti dalla serie di norme UNI EN 13201 (attuale riferimento normativo in tema di risparmio energetico), **aumentando in questo modo anche la sicurezza del cittadino**;
- **ridurre** l'inquinamento luminoso dovuto a sistemi d'illuminazione di vecchia generazione e **non conformi alla normativa regionale e nazionale vigente**;
- programmare in **modo razionale** l'impianto puntando al risparmio energetico e all'ottimizzazione della gestione energetica della pubblica illuminazione;
- **ridurre** le emissioni di gas serra ed inquinanti atmosferici e migliorare la qualità dell'aria;
- **migliorare** l'arredo urbano attraverso apparecchi adatti al contesto e di valore estetico in armonia con la configurazione attuale;
- **fornire** un sistema in grado di modulare l'illuminazione locale in funzione della effettiva necessità, legata ai diversi flussi di traffico nelle diverse ore della giornata.

L'intervento ha quindi, oltre alle positive ricadute economiche, innumerevoli ulteriori vantaggi su territorio, ambiente, qualità della luce, comfort visivo, valorizzazione del contesto e percezione di un miglioramento della sicurezza.



9.3 Indici parametrizzati di efficienza: IPEI* e IPEA*

Gli indici di prestazione IPEI* e IPEA* sono normati dal Decreto del Ministro dell'Ambiente del 27 settembre 2017 recante "Criteri ambientali minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica e per l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica". Gli studi di impatto sul ciclo di vita (LCA) condotti in ambito europeo dimostrano che il maggior impatto ambientale di sorgenti luminose ed apparecchi illuminanti deriva dalla fase d'uso, ovvero dal consumo di energia degli stessi ed in misura minore dalla produzione (gli altri contributi sono pressoché nulli). I criteri sulla prestazione energetica di apparecchi ed impianti di illuminazione tengono conto di questo aspetto attraverso la definizione di indici specifici IPEA* (per gli apparecchi) ed IPEI* (per gli impianti), aggiornati sulla base dell'evoluzione normativa e tecnologica.

Gli **interventi di risparmio energetico** consistono soprattutto nell'installazione prevalente di apparecchi illuminanti a LED dotati di alimentatori con profilo di riduzione pre-programmato. Le sorgenti LED previste richiedono infatti, a parità di livello di illuminazione fornito, un minor consumo di energia che si riduce ulteriormente grazie alla possibilità di realizzare una dimmerazione più spinta rispetto alle altre sorgenti in commercio. La possibilità di controllare in modo più preciso ed affidabile l'accensione e lo spegnimento dell'impianto, permette di ridurre ulteriormente gli sprechi. Più dettagliatamente la scelta delle tecnologie da impiegare viene effettuata dal Proponente considerando anche gli aspetti di qualità, durabilità e robustezza dei materiali previsti, oltre che le migliori prestazioni in termini costi/benefici.

Il progetto risponde puntualmente alle prescrizioni presenti nei Criteri Ambientali Minimi e raggiunge anche i criteri premianti indicati nel D.M. n.244 del 27 Settembre 2017.

Grazie a questi parametri è possibile comparare in maniera diretta diverse tipologie di apparecchi ed impianti fra loro ed avere un riscontro diretto della loro qualità.



Il secondo strumento a disposizione è l'analisi del **Costo Totale di Possesso** (o TCO – Total Cost of Ownership), che considera le principali voci di costo riguardanti un prodotto (costo di acquisto, costo di manutenzione ordinaria, costo di manutenzione straordinaria e costi relativi al consumo di energia elettrica).

Grazie a questa analisi è possibile stabilire quali siano le tecnologie che, a parità di prestazioni, consentono di ottenere costi di gestione e manutenzione inferiori nel lungo periodo. L'ultimo strumento è dato infine **dall'integrazione delle analisi di sostenibilità ambientale e circolarità materica all'interno della selezione dei migliori prodotti disponibili sul mercato.**

Grazie agli strumenti sopra indicati è possibile definire quali siano le migliori tecnologie oggi disponibili sul mercato (o Bat – acronimo di Best Available Technology) che, come definite nella direttiva 2008/1/CE, sono *"la più efficiente e avanzata fase di sviluppo di attività e relativi metodi di esercizio indicanti l'idoneità pratica di determinate tecniche a costruire, in linea di massima, la base dei valori limite di emissione intesi ad evitare, oppure a ridurre in modo generale, le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso"*.



La **valutazione del ciclo di vita** rappresenta lo strumento che consente di attuare misurazioni affidabili sull'impatto ambientale di beni e servizi.

9.3.1 Calcolo dell'indice parametrizzato di efficienza dell'impianto: IPEI*

L'indice IPEI* che viene utilizzato per la valutazione delle prestazioni energetiche degli impianti di illuminazione è definito come:

$$IPEI^* = \frac{D_p}{D_{p,R}}$$

- D_p = densità di potenza di progetto, calcolato come:

$$D_p = \frac{\sum P_{app}}{\sum_{i=1}^n \left(\bar{E}_i \frac{0.80}{MF_i} A_i \right)}$$

- P_{app} = [W] potenza attiva totale assorbita dagli apparecchi di illuminazione, intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);
- E_i = [lx] (lx) illuminamento orizzontale medio mantenuto di progetto dell'area i-esima, calcolato secondo le direttive UNI EN 13201. L'illuminamento medio mantenuto di progetto non può essere superiore del 20% rispetto al valore minimo indicato dalla norma UNI EN 13201-2;
- MF_i = coefficiente di manutenzione adottato per il calcolo dell'area i-esima;
- A_i = area i-esima illuminata;
- n = numero delle aree i-esime considerate. Le aree lungo una carreggiata che devono essere illuminate per rispettare il parametro REI 24 non vanno considerate come aree i-esime (ovvero: per tratti stradali che non hanno aree i-esime adiacenti classificate tramite una propria categoria, va considerata unicamente la carreggiata);
- $D_{p,R}$ = Densità di Potenza di riferimento, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nelle tabelle seguenti.

Per le categorie illuminotecniche basate sulla luminanza (M), l'illuminamento orizzontale medio mantenuto (E_i) da utilizzare per il calcolo della densità di potenza (D_p) deve essere la media dei valori di illuminamento calcolati sulla stessa griglia dei punti utilizzati per il calcolo della luminanza in conformità alla UNI EN 13201-3. In alternativa, se risulta impossibile effettuare il calcolo dell'illuminamento orizzontale medio mantenuto secondo la modalità sopra descritta, qualora sia stato utilizzato un manto stradale di classe C2 per il calcolo della luminanza media mantenuta, si può utilizzare la formula semplificata:

$$\bar{E}_i = \frac{L_i}{0.07}$$

Nel caso in cui il medesimo ambito presenti più aree, di cui una o più aventi categorie illuminotecniche di progetto differenti, va utilizzata come Densità di Potenza di riferimento quella relativa alla classe illuminotecnica più gravosa fra gli ambiti considerati (ovvero quella con Densità di Potenza di riferimento minore).

Nelle tabelle che seguono sono riportati i valori di Densità di Potenza di riferimento riferiti alle categorie illuminotecniche di progetto secondo la norma UNI EN 13201-2:

Illuminazione stradale Categoria illuminotecnica M	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m ²]
M1	0,035
M2	0,037
M3	0,040
M4	0,042
M5	0,043
M6	0,044

Illuminazione di grandi aree, incroci o rotatorie, parcheggi Categoria illuminotecnica C (o P)	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m ²]
C0	0,030
C1	0,032
C2	0,034
C3 (P1)	0,037
C4 (P2)	0,039
C5 (P3)	0,041
(P4)	0,043
(P5)	0,045
(P6)	0,047
(P7)	0,049

Illuminazione di aree pedonali o ciclabili Categoria illuminotecnica P (o C)	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di potenza di riferimento [W/lux/m ²]
(C0)	0,039
(C1)	0,042
(C2)	0,044
P1 (C3)	0,048
P2 (C4)	0,051
P3 (C5)	0,053
P4	0,056
P5	0,059
P6	0,061
P7	0,064

Si riporta in seguito tabella con i valori di indice IPEI associato ad ogni classe:

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

L'indice IPEI* è definito in modo diverso dall'indice IPEI, di cui al D.M. 23/12/2013, per tener conto dell'evoluzione normativa e tecnologica.

Per rispondere ai CAM del 27/09/2017, tutti gli impianti, per rientrare nei criteri base indicati al paragrafo 4.3.3.3 (di cui sopra è riportata la tabella), dovranno **avere indice IPEI***:

- $\geq$ classe B, fino all'anno 2020 compreso;
- $\geq$ classe A, fino all'anno 2025 compreso;
- $\geq$ classe A+, a partire dall'anno 2026.

Il progetto risponde puntualmente alle prescrizioni presenti nei Criteri Ambientali Minimi, raggiungendo anche criteri premianti.

9.3.2 Valore IPEI* con gli apparecchi individuati

Per ogni zona omogenea è stato calcolato l'indice IPEI*. Ne risulta che tutte le zone omogenee sono caratterizzate da un Indice parametrizzato di Efficienza dell'Impianto IPEI* $\geq$ alla classe A, in conformità a quanto prescritto dai CAM.

9.3.3 Calcolo dell'indice parametrizzato di efficienza dell'apparecchio: IPEA*

L'indice IPEA* che viene utilizzato per indicare la prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione è definito come segue:

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

- η_a = efficienza globale dell'apparecchio di illuminazione, che si calcola come segue

$$\eta_a = \frac{\Phi_{app} \cdot Dff}{P_{app}} \quad [lm/W]$$

- Φ_{app} = (lm) flusso luminoso nominale iniziale emesso dall'apparecchio di illuminazione nelle condizioni di utilizzo di progetto e a piena potenza;
- P_{app} = [W] potenza attiva totale assorbita dagli apparecchi di illuminazione, intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);
- D_{ff} = frazione del flusso emesso dall'apparecchio di illuminazione rivolta verso la semisfera inferiore dell'orizzonte (calcolata come rapporto fra flusso luminoso diretto verso la semisfera inferiore e flusso luminoso totale emesso), cioè al di sotto dell'angolo di 90°;
- η_r = efficienza globale di riferimento, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nelle tabelle che seguono:

Illuminazione stradale	
Potenza nominale dell'apparecchio $P[W]$	Efficienza globale di riferimento $\eta_r [lm/W]$
$P \leq 65$	73
$65 < P \leq 85$	75
$85 < P \leq 115$	83
$115 < P \leq 175$	90
$175 < P \leq 285$	98
$285 < P \leq 450$	100
$450 < P$	100

Illuminazione di grandi aree, rotatorie, parcheggi	
Potenza nominale dell'apparecchio $P[W]$	Efficienza globale di riferimento $\eta_r [lm/W]$
$P \leq 65$	70
$65 < P \leq 85$	70
$85 < P \leq 115$	70
$115 < P \leq 175$	72
$175 < P \leq 285$	75
$285 < P \leq 450$	80
$450 < P$	83

Illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclo-pedonali	
Potenza nominale dell'apparecchio $P[W]$	Efficienza globale di riferimento $\eta_r [lm/W]$
$P \leq 65$	75
$65 < P \leq 85$	80
$85 < P \leq 115$	85
$115 < P \leq 175$	88
$175 < P \leq 285$	90
$285 < P \leq 450$	92
$450 < P$	92

Illuminazione di aree verdi	
Potenza nominale dell'apparecchio P [W]	Efficienza globale di riferimento η_r [lm/W]
$P \leq 65$	75
$65 < P \leq 85$	80
$85 < P \leq 115$	85
$115 < P \leq 175$	88
$175 < P \leq 285$	90
$285 < P \leq 450$	92
$450 < P$	92

Illuminazione di centro storico con apparecchi di illuminazione artistici ¹³ :	
Potenza nominale dell'apparecchio P [W]	Efficienza globale di riferimento η_r [lm/W]
$P \leq 65$	60
$65 < P \leq 85$	60
$85 < P \leq 115$	65
$115 < P \leq 175$	65
$175 < P \leq 285$	70
$285 < P \leq 450$	70
$450 < P$	75

Si riporta in seguito tabella con i valori di indice IPEA associato ad ogni classe:

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

Come descritto nei CAM, l'indice IPEA* degli apparecchi di illuminazione doveva essere maggiore o uguale a quello della classe C fino al 2019 compreso, a quello della classe B fino al 2025 compreso e a quello della classe A a partire dall'anno 2026. Gli apparecchi impiegati nell'illuminazione stradale, di grandi aree, rotonde e parcheggi debbono avere l'indice IPEA* maggiore o uguale a quello della classe B fino all'anno 2019 compreso, a quello della classe A+ fino all'anno 2021 compreso, a quello della classe A++ fino all'anno 2023 compreso, a quello della classe A+++ a partire dall'anno 2024.

VALORE IPEA* CON SCADENZE FUTURE PER APPARECCHI STRADALI, DI GRANDI AREE, ROTATORIE E PARCHEGGI	CRITERI BASE	CRITERI PREMIANTI	VALORI DI PROGETTO
IPEA* fino al 2019 compreso	≥B	>B	 A7+ IPEA*=1.90 A++ IPEA*=1.80 A+ IPEA*=1.70 A IPEA*=1.60 B IPEA*=1.50 C IPEA*=1.40 D IPEA*=1.30 E IPEA*=1.20 F IPEA*=1.10 G IPEA*=1.00
IPEA* fino al 2021 compreso	≥A+	>A+	
IPEA* fino al 2023 compreso	≥A++	>A++	
IPEA* a partire dal 2024	≥A+++	>A+++	

Tutti gli apparecchi per gli apparecchi stradali, di grandi aree, rotatorie e parcheggi hanno un indice calcolato IPEA* ≥ A+++, in conformità con quanto descritto dai CAM e addirittura superiore ai criteri premianti legati all'annualità 2024. I valori minimi di IPEA potrebbero avere delle eccezioni solo nei casi di apparecchi installati in contesti di particolare pregio architettonico e di valenza storica.

9.4 EFFICIENZA ENERGETICA

Le opere di **riqualificazione, efficientamento e messa a norma** previste riguardano prevalentemente aspetti impiantistici e sono di fatto finalizzati a **ridurre il consumo energetico e l'inquinamento luminoso**, in virtù dei **maggiori rendimenti illuminotecnici** degli apparecchi d'illuminazione dotati di tecnologia a Led rispetto alle sorgenti tradizionali ed alla **migliore direzionalità della sorgente luminosa** sulle aree effettivamente da illuminare. Dal punto di vista **dell'impatto ambientale** delle suddette opere, si mettono in evidenza gli aspetti migliorativi di seguito descritti:

- l'utilizzo della **tecnologia a Led** rispetto alle fonti tradizionali produce **consistenti risparmi energetici**;
- la riduzione dei consumi elettrici comporta una conseguente riduzione delle emissioni dei gas serra connessi alla produzione di energia;
- **l'introduzione di queste apparecchiature riduce fortemente l'inquinamento luminoso** degli attuali punti luce in quanto la luce direzionale del Led, nonché l'utilizzo dell'ottica più adeguata al contesto, permettono di evitare dispersioni di flusso luminoso oltre l'orizzonte;
- il miglioramento del livello tecnologico dei quadri elettrici e di altre apparecchiature dei circuiti permetterà una migliore gestione degli impianti stessi, un maggior controllo dei disservizi ed un più attento monitoraggio del livello di servizio offerto.

La valutazione dei consumi energetici si basa sulla individuazione delle potenze nominali degli apparecchi, sull'applicazione delle perdite e sulle ore di funzionamento dell'impianto.

9.4.1 Descrizione tecnica di sintesi degli interventi per l'ottenimento del risparmio energetico

Al fine di individuare le caratteristiche tecniche ed energetiche dei singoli apparecchi si sono svolti dei calcoli illuminotecnici. Le simulazioni vengono svolte sulla base dell'individuazione del tratto tipo e al fine di individuare la corretta apparecchiatura da installare e il relativo posizionamento, allo scopo di verificare il rispetto dei parametri minimi richiesti dalla Norma **UNI EN 13201-2** per le categorie illuminotecniche di progetto dell'ambito considerato.

Attraverso il progetto presentato è possibile conseguire un miglioramento dell'efficienza e della qualità del servizio di illuminazione pubblica, attraverso l'ottenimento di un notevole risparmio energetico e di conseguenza anche economico, il tutto nel rispetto dei requisiti tecnici di sicurezza degli impianti.

Gli interventi, tuttavia, non saranno solamente finalizzati alla riduzione dei consumi poichè gli apparecchi sono stati scelti considerando anche i seguenti criteri:

- scelta di prodotti adatti e conformi al contesto urbano e di impiego;
- rispondenza ai Criteri Ambientali Minimi;
- scelta dei prodotti ad **alte performances** sia in termini di **prestazione energetica** (maggior IPEA) che in termini di **qualità, durabilità e robustezza dei materiali individuati** (alta vita utile, certificati apparecchi, etc.);

Oltre ai criteri guida sopra elencati, punto di partenza per ogni progetto di riqualificazione illuminotecnica ed efficientamento energetico, la redazione della soluzione progettuale si basa su solide fondamenta tecniche individuate sviluppate dal team di progettazione in numerosi anni di esperienza nel settore. I nuovi apparecchi dotati di tecnologia LED consentono da un lato di risparmiare sui consumi e dall'altro di rispettare le norme sull'inquinamento luminoso regionali e i dettami dei CAM apparecchi. La **tecnologia LED**, infatti, a parità di prestazioni illuminotecniche, **impiega minore potenza** rispetto alle altre sorgenti in commercio con conseguente risparmio sui consumi.

Questo comporta da un lato una convenienza economica legata alla minor spesa energetica e dall'altro un risparmio in termini di emissioni di CO₂ equivalente e TEP, con conseguente abbassamento dell'impatto ambientale legato all'esercizio dell'impianto. La **tecnologia LED** ha inoltre una possibilità di dimmerazione più spinta del flusso luminoso, rispetto alle altre sorgenti in commercio, consentendo **una regolazione più accurata** e permettendo **un'illuminazione più uniforme** rispetto ai classici sistemi tutta notte/mezzanotte, senza rinunciare al **risparmio sui consumi**. Gli apparecchi individuati, infine, saranno dotati di **ottiche modulabili**, che consentono una regolazione ad hoc della direzione del flusso in relazione ai parametri illuminotecnici da rispettare, e costruiti per la maggior parte di materiali riciclabili.

9.4.2 Riduzione del flusso luminoso

La sostituzione delle sorgenti luminose e l'installazione di apparecchi di ultima generazione con ottiche regolabili diverse consentono, a parità di risultati illuminotecnici, di utilizzare sorgenti a minore potenza con conseguente notevole efficientamento delle prestazioni dell'impianto.

Così come stabilito dalla **Norma UNI 11431:2021**, la variazione del flusso luminoso emesso dagli apparecchi di illuminazione di un impianto stradale è una soluzione tecnica adottata dai progettisti per ottenere le **categorie illuminotecniche di esercizio previste dalla UNI 11248**.

I dispositivi per la regolazione del flusso luminoso hanno la finalità di variare, in modo controllato, il flusso luminoso emesso dagli apparecchi di illuminazione.

Il corretto impiego di questi dispositivi richiede all'utilizzatore la dettagliata conoscenza di **parametri prestazionali del regolatore di flusso luminoso**:

- per determinare le **condizioni operative del regolatore di flusso luminoso**, ai fini del raggiungimento delle prestazioni della categoria illuminotecnica desiderata;
- per **stimare il risparmio energetico conseguibile** applicando un dato dispositivo in definite condizioni operative;
- per valutare, qualitativamente, le caratteristiche del prodotto più confacente per ogni specifica applicazione.

9.4.3 Ore di funzionamento

L'utilizzo di orologi astronomici a comando degli impianti di accensione permette un'accensione puntuale senza interferenze causate dalla tipologia di posa e di regolazione, per ottimizzare i valori di consumo di energia.

L'orologio astronomico, diversamente dai classici relè crepuscolari, permette di gestire in maniera precisa l'orario di accensione e spegnimento dell'impianto sulla base dell'orario del crepuscolo e dell'alba, riducendo lo scarto di tolleranza ed evitando quindi maggiori ore di funzionamento degli impianti senza reale necessità e di conseguenza riducendo le ore di funzionamento.

In caso di particolari necessità, è comunque possibile programmare l'accensione e lo spegnimento dell'impianto in orari diversi.

9.4.4 Curve di regolazione

La tecnologia LED permette una facile ed affidabile regolazione del flusso luminoso. Gli apparecchi sono equipaggiati con un alimentatore elettronico in grado di regolare l'emissione luminosa agendo direttamente sulla corrente che alimenta i LED del gruppo ottico.

9.4.5 Sistema di regolazione e telecontrollo per ogni quadro elettrico

Il progetto prevede l'installazione su tutti i quadri elettrici di un **sistema di telecontrollo del tipo "ad isola evoluto"**, il quale implementerà le seguenti funzioni principali:

- **controllo e gestione** dell'impianto, con possibilità di modifica a distanza (ed in forma centralizzata) di alcuni parametri tra i quali gli orari dei cicli di accensione e spegnimento dell'impianto;
- controllo e gestione degli **allarmi** e dei messaggi provenienti dai dispositivi in campo;
- verifica dei **dati energetici** dell'impianto;
- modifica dei profili di riduzione.

Nello specifico, si prevede l'installazione di un sistema di telecontrollo con le seguenti peculiarità:

- lettura dei consumi energetici dal gruppo di misura (energia attiva e reattiva);
- presenza di interruttore astronomico con gestione offset da remoto;
- presenza di interruttore crepuscolare con soglia controllabile da remoto;
- riconoscimento dell'assenza di tensione del distributore locale di energia elettrica;
- possibilità di accensione dell'impianto da remoto, anche tramite telefono cellulare;
- possibilità di monitoraggio delle accensioni e degli spegnimenti dell'impianto di illuminazione;
- generazione di report dei consumi energetici con possibilità di trasmissione via e-mail in formato .xls;
- invio di avviso automatico a personale reperibile in caso di guasti permanenti.

ARCHITETTURA DEL SISTEMA E VANTAGGI

Il sistema previsto utilizza la tecnologia delle reti internet e di telefonia mobile, con hardware e software dedicati, interconnessi al *World Wide Web*. Questo consente la gestione completa degli impianti attraverso un applicativo web, accessibile dagli utenti via browser da ogni piattaforma hardware: personal computer, tablet, smartphone.

I vantaggi previsti sono i seguenti:

- nessun costo extra di installazione;
- accesso agli impianti da qualsiasi luogo via internet;
- aggiornamenti delle funzionalità automatici e immediati;
- tecnologie in grado di garantire simultaneamente efficacia, convenienza e sicurezza:
 - TCP/IP: protocollo fondamentale che costituisce la base della maggior parte delle comunicazioni su Internet, assicurando connettività e interoperabilità tra i vari dispositivi;
 - Comunicazione su reti mobili: l'uso di standard evoluti come il GSM, il 4G e, dove disponibile, il 5G, consente una mobilità ottimale e l'accesso a connessioni veloci, aumentando la flessibilità del sistema;
 - Protocollo di comunicazione GPRS/SMS: questa tecnologia permette lo scambio di informazioni in tempo reale tra i quadri elettrici e il software del sistema, garantendo anche la notifica di emergenze o stato di allerta;

La combinazione di queste tecnologie, insieme all'implementazione di robusti protocolli di sicurezza (HTTPS, firewall in data center e sicurezza end-to-end nel GSM), assicura un alto livello di affidabilità e protezione dei dati. Tutte le informazioni raccolte dai sensori, le interrogazioni sullo stato delle varie componenti degli impianti e le operazioni eseguite dagli utenti sono archiviate su un server dedicato, costituendo un database funzionale del Controller. Questo approccio integrato permette non solo la gestione efficace degli impianti, ma anche un monitoraggio e un'analisi approfondita delle performance.

SOFTWARE

L'applicativo web (previsto con la modalità SaaS: *Software as a Service*) consente di **visualizzare sul monitor degli utenti la virtualizzazione grafica del quadro elettrico selezionato**, contestualmente all'indicazione degli stati dell'impianto in tempo reale. Inoltre, l'applicativo consente la visualizzazione dei parametri di accensione, dei parametri elettrici, compresi il valore della corrente di dispersione, consumi, sfasamento, assorbimenti, tensioni. L'ottimizzazione delle tecnologie indicate, dei moduli hardware di telecontrollo, unitamente alla programmazione evoluta, contribuiscono a mantenere una bassissima generazione di traffico dati.

L'applicativo web consente anche la **visualizzazione geolocalizzata su mappe degli impianti gestiti**. Questa funzionalità è molto importante poiché consente, tramite codici colore, di localizzare immediatamente gli impianti con problemi o stati diversi dalla normalità, e pone in evidenza il problema rilevato.

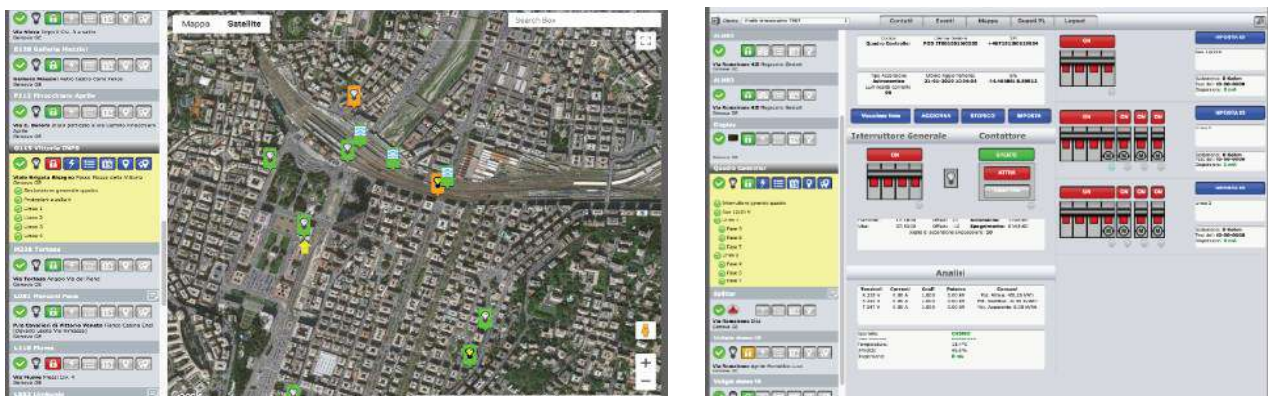


Figura 1

Tali funzioni diagnostiche unite alla possibilità di intervento a distanza riducono i tempi di inattività del servizio di manutenzione, consentendo un abbattimento del 70-80% dei disservizi generati sull'illuminazione pubblica e un conseguente e consistente contenimento dei costi manutentivi, a fronte di una erogazione più efficiente del servizio. L'affidabilità complessiva è notevolmente aumentata anche grazie alla capillare raccolta di dati operativi, indispensabile per un'efficace manutenzione preventiva.

Il sistema consente anche di **ottimizzare le accensioni e/o gli spegnimenti** degli impianti di illuminazione pubblica in relazione alla posizione georeferenziata dei quadri, con possibilità, comunque, di personalizzare i tempi di accensione e spegnimento da remoto tramite pianificazione gestita da web dall'utente.

Il controllo dei cicli di funzionamento, unitamente all'utilizzo dell'orologio astronomico e all'eliminazione dell'accensione diurna per la ricerca dei guasti, consente un risparmio energetico che può arrivare fino al 10%.

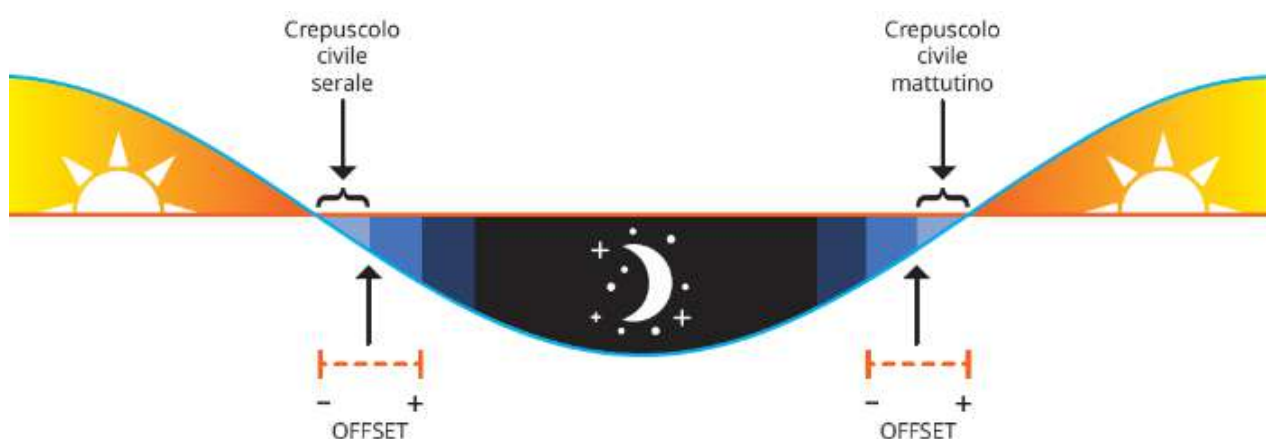


Figura 6

Infine, il sistema consente di modificare anche i **profili di riduzione** del flusso degli apparecchi di illuminazione; questo notevole vantaggio permetterà - in base alle stagionalità e ai cambiamenti di flusso di traffico veicolare e/o pedonale - di adeguare l'illuminazione delle zone interessate.

I dati provenienti dal database sono molteplici e per ogni singolo apparato installato in campo e telegestito è possibile effettuare **valutazioni approfondite** riferite alle condizioni elettriche e di funzionamento del sistema unitamente ad un riscontro puntuale sugli orari effettivi di accensione/spegnimento degli impianti e relativi consumi.

In forma tabellare il gestore potrà monitorare:

- orari effettivi di accensione e spegnimento degli impianti;
- eventuali assenze di rete elettrica non dipendenti dal quadro stesso (mancanza rete del distributore);
- orari teorici ed effettivi di accensione impianti;
- riduzione/aumento dei tempi di funzionamento;
- storico dei parametri elettrici;
- anomalie nei consumi.

La **web-application** è accessibile con un semplice browser (Chrome, Safari, Explorer ecc.) e consente l'accesso via internet con protocollo TCP-IP e HTTPS. Si possono usare tutte le funzionalità della piattaforma di telecontrollo anche da smartphone o tablet con collegamento 2G/ 4G.

HARDWARE

Si prevede di installare un kit direttamente all'interno dei quadri esistenti al fine di aggiornare con una nuova tecnologia i quadri elettrici di illuminazione pubblica già installati.

Grazie all'accessibilità l'integrazione con il software, il modulo presenta:

- orologio astronomico e/o interruttore crepuscolare nelle modalità: individuale, combinata e duale;
- lettura consumi elettrici: energia attiva e reattiva (dati rilevati direttamente dal gruppo di misura);
- attuatore di potenza a 230VCA incorporato;
- modem 4-band integrato con orologio astronomico-crepuscolare;
- alimentatore 230VCA – 12VCC.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche:

- dimensioni: sistema modulare per barra DIN, 3 moduli;
- materiali: poliossido di fenilene (PPO) autoestinguente;
- connettività: GSM/GPRS;
- alimentazione 12VCC;
- batteria tampone agli ioni di litio incorporata;
- modem: EGSM 850-900, 1800-1900 MHz, standard SIM;
- uscita: 1 con relè di potenza a 230VCA incorporato;
- sensore luminosità: doppio canale 0,1 ... 40.000 lux.

Il modulo di telecontrollo installato è dotato di **orologio astronomico integrato**, che consente di realizzare risparmi energetici grazie a puntuali accensioni/spegnimenti degli impianti; l'orologio astronomico viene sincronizzato ai server NTP (Network Time Protocol) quotidianamente. Sono inoltre programmabili ritardi ed anticipi sull'orario tabellare in combinazione con le soglie di luminosità rilevate dalla sonda digitale. Questo si concretizza in risparmi energetici ed evita la possibilità di avere impianti spenti in giornate con scarsa luminosità esterna.

L'analizzatore di rete elettrica impiegato nel sistema rende possibile il confronto fra quanto viene addebitato al Gestore degli impianti dal fornitore dell'energia e quanto gli analizzatori del quadro telecontrollato rilevano, ciò è fondamentale per un corretto controllo di gestione. La sonda a fotodiodi applicata sul gruppo misura riporta al sistema il dato istantaneo del consumo, consentendo un raffronto in tempo reale fra le due misure (quadro elettrico vs. fornitore energia), è caratterizzata inoltre da una precisione superiore rispetto agli apparecchi impiegati nei gruppi di misura dei fornitori di energia.

Il sistema sopra descritto svolge inoltre il ruolo della "sentinella" sugli impianti: in caso di guasti permanenti che si generano dal quadro elettrico vengono inviati gli allarmi al personale dedicato. La qualità della fornitura di energia può compromettere gli impianti di illuminazione a LED; pertanto, conoscere i valori di tensioni, correnti, $\cos\varphi$ e dell'energia assorbita, consente di tenere sotto controllo i costi, la qualità, così come di individuare da remoto l'evento di punti luce fuori servizio o furti di energia (allacci abusivi) lungo le linee.

10. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

La sostituzione delle sorgenti luminose e l'installazione di apparecchi di ultima generazione con ottiche regolabili diverse consentono, a parità di risultati illuminotecnici, di utilizzare sorgenti a minore potenza con conseguente notevole efficientamento delle prestazioni dell'impianto.

Si riporta di seguito un dettaglio tabellare di quanto previsto, confrontando i dati ante e post intervento:

Tabella 3 – Confronto dei consumi ante e post intervento – esclusi ampliamenti

DESCRIZIONE	ANTE	POST	RISPARMIO
Consumo impianto [KWh/anno]	3.276.434	1.079.572	2.196.862
Consumo di T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) [ton/anno]	613,00	201,88	410,81
Consumo di CO ₂ equivalenti [ton/anno]	1.311,88	432,26	879,62

Il calcolo¹ è stato effettuato tenendo conto dei seguenti parametri:

- 5% perdite² per sorgenti a led (alimentatore e rete);
- per il calcolo dei TEP equivalenti si fa riferimento al dato indicato dal FIRE (La Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia - FIRE - associazione tecnico - scientifica incaricata dal Ministero dello Sviluppo Economico) 1 TEP = 5.347,59kWh ~ 5348 kWh
- per il calcolo della CO₂ si fa riferimento al rapporto ISPRA R343/2021

Al termine delle opere di Efficientamento Energetico, gli impianti del Comune di Vasto raggiungeranno un consumo pari a 1.079.572 kWh/anno, con un risparmio del 67,05 % rispetto ai consumi attuali.

11. INDICI PRESTAZIONALI PRE INTERVENTO

Il **DM 28 Marzo 2018 "Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento del servizio di pubblica illuminazione"** (CAM servizi) ha introdotto sei indici prestazionali sul servizio di pubblica illuminazione, al fine di identificare, in modo sintetico e comprensibile, lo stato dell'impianto e quello del servizio. Questi sono:

- A – censimento dell'impianto;
- B – conformità normativa;
- C – riqualificazione energetica;
- D – riqualificazione urbana;
- E – sistemi intelligenti;
- F – gestione.

Ad ognuno di essi è associato un valore compreso da 1 a 5 sulla base di elementi oggettivi rilevati e misurati rispetto lo standard qualitativo richiesto dai CAM, come si evince dalle tabelle sottostanti.

Gli indici prestazionali possono essere utilizzati anche per definire gli obiettivi degli interventi da realizzare.

¹ Non tiene conto dell'intervento di ampliamento, ma della consistenza di apparecchi allo SDP (7.553 punti luce).

² Potenza dissipata sotto forma di calore o altra forma di energia dal sistema di alimentazione, regolazione o di linea, partendo dal punto di consegna dell'energia elettrica. Tale perdita è pari al 5% per apparecchi con tecnologia LED.

Infine, la valorizzazione dell'analisi, oltre che numericamente, può essere visualizzata anche attraverso un diagramma di Kiviat, che fornisce un'indicazione sintetica comprensibile della situazione complessiva dell'impianto.

Si riportano di seguito le tabelle che valorizzano l'attribuzione dei punteggi relativi a ciascun indice.

Si ricorda che, ai fini di questo documento, un valore dell'indice inferiore a 3 indica che l'aspetto cui è attribuito non raggiunge un livello di sufficienza e necessita di indagini più approfondite e di interventi migliorativi.

TABELLA A INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO				
CONOSCENZA DELL'IMPIANTO				
	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
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
2.	rilievo dei quadri di alimentazione	nessun rilievo	0	
		censimento livello 1 parziale	1	
		censimento livello 1 completo	2	
		censimento livello 2 parziale	4	
		censimento livello 2 completo	6	X
3.	rilievo delle linee di alimentazione	nessun rilievo	0	
		rilievo parziale	1	X
		rilievo completo	2	
4.	rilievo degli ambiti illuminati	nessun rilievo	0	
		rilievo parziale	1	X
		rilievo completo	2	0
TOTALE PUNTEGGIO E VALUTAZIONE ATTUALE				4,38

TABELLA B INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO CONFORMITA' NORMATIVA				
	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
1.	Apparecchi illuminanti (integrità e funzionalità)	a norma meno del 20%	0	
		a norma 20% ÷ 45%	1	
		a norma 45% ÷ 65%	2	X
		a norma 65% ÷ 80%	3	
		a norma 80% ÷ 90%	4	
		a norma 90% ÷ 95%	5	
		a norma più del 95%	6	
2.	Apparecchi illuminanti (Leggi Regionali)	a norma meno del 45%	0	
		a norma 45% ÷ 80%	1	X
		a norma più del 80%	2	
3.	Sostegni (integrità e sicurezza statica)	a norma meno del 45%	0	
		a norma 45% ÷ 65%	1	

**TABELLA B INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO
CONFORMITA' NORMATIVA**

	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
		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 (integrità e sicurezza elettrica)	a norma meno del 50%	0	
		a norma 50% ÷ 65%	1	X
		a norma 65% ÷ 80%	2	
		a norma 80% ÷ 95%	3	
		a norma più del 95%	4	
5.	Alimentazione (promiscuità e carichi esogeni)	a norma meno del 50%	0	0
		a norma 50% ÷ 75%	1	
		a norma 75% ÷ 90%	2	X
		a norma più del 90%	3	
6.	Cavidotti (integrità e agibilità)	a norma meno del 75%	0	
		a norma più 75%	1	X
7.	Linee di alimentazione e giunzioni	a norma meno del 90%	0	
		a norma 90% ÷ 95%	1	X
		a norma 95% ÷ 97%	2	
		a norma 97% ÷ 99%	3	
		a norma più del 99%	4	
TOTALE PUNTEGGIO E VALUTAZIONE ATTUALE				2,4

**TABELLA C INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO
RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA**

	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
1.	Indice IPEA medio	Indice IPEA G o NC	0	
		Indice IPEA F	0	
		Indice IPEA E	0	
		Indice IPEA D	0	
		Indice IPEA C	1	
		Indice IPEA B	2	X
		Indice IPEA A	3	
		Indice IPEA A+	4	
		Indice IPEA A++	5	
		Indice IPEA A3+	6	
2.	Indice IPEI medio	Indice IPEI G o NC	0	
		Indice IPEI F	0	
		Indice IPEI E	0	
		Indice IPEI D	0	
		Indice IPEI C	0	
		Indice IPEI B	1	X
		Indice IPEI A	3	
		Indice IPEI A+	4	

**TABELLA C INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO
RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA**

	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
		Indice IPEI A++	5	
		Indice IPEI A3+	6	
3.	Sistemi di riduzione di flusso	su meno del 5% dei PL	0	
		su 5% ÷ 50% dei PL	1	X
		su 50% ÷ 75% dei PL	3	
		su più del 75% dei PL	4	
4.	Analisi della corretta illuminazione	su meno del 40% dei PL	0	
		su 40% ÷ 80% dei PL	1	X
		su più del 80% dei PL	2	
5.	kWh medio / anno / abitante	superiore a 120 kWh/yr/ab	0	
		fra 100 ÷ 120 kWh/yr/ab	1	
		fra 85 ÷ 100 kWh/yr/ab	2	
		fra 70 ÷ 85 kWh/yr/ab	3	X
		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	
TOTALE PUNTEGGIO E VALUTAZIONE ATTUALE				1,6

**TABELLA D INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO
RIQUALIFICAZIONE URBANA**

	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
1.	Integrazione con strumenti di pianificazione	no	0	X
		Piano della Luce parziale	2	
		Piano della Luce completo	3	
2.	Adozione all'interno del Regolamento Edilizio	no	0	X
	o Urbanistico di norme riguardanti l'illuminazione	sì	2	
3.	Analisi e mitigazione degli effetti di abbagliamento	no	0	X
	molesto o illuminazione intrusiva	sì	2	
4.	Analisi impatto sociale illuminazione	no	0	X
		sì	2	
5.	Caratterizzazione delle aree a valenza architettonica	su meno del 5% delle aree	0	

**TABELLA D INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO
RIQUALIFICAZIONE URBANA**

	Tipologia	Descrizione	Punteggi o	Valutazio ne
	ed urbana con progetti ad hoc	su 5% ÷ 50% delle aree	1	X
		su 50% ÷ 75% delle aree	2	
		su più del 75% delle aree	3	
6	Adozione di parametri di qualità per la progettazione	su meno del 5% dei PL	0	
	dell'impianto, come colore della luce, resa cromatica,	su 5% ÷ 50% dei PL	1	X
	diffusione luminosa, ecc.	su 50% ÷ 75% dei PL	2	
		su più del 75% dei PL	3	
7	Utilizzo professionisti illuminotecnici	no	0	X
	urbanistici, ambientali, ecc. coordinati fra loro	sì	3	
TOTALE PUNTEGGIO E VALUTAZIONE ATTUALE				0,56

**TABELLA E INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO
SISTEMI INTELLIGENTI**

	Tipologia	Descrizione	Punt eggio	Valuta zione
1	Implementazione telecontrollo	nessun quadro o nessun punto luce		X
	(monitoraggio da remoto dei quadri o dei punti luce)	su almeno il 25% dei PL o su almeno il 50% dei quadri di alimentazione		
		su almeno il 50% dei PL o su almeno il 75% dei quadri di alimentazione		
		su almeno il 75% dei PL		
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	4	
3	Regolazione dei punti luce	nessuna regolazione	0	
		regolazione stand - alone attraverso profili preimpostati	1	X
		regolazione attraverso profili riprogrammabili da quadro o per singolo punto luce	2	
		regolazione TAI o FAI adattiva	4	

TABELLA E INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO SISTEMI INTELLIGENTI				
	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
4.	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	
5.	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	
6.	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	
7.	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	
		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	
TOTALE PUNTEGGIO E VALUTAZIONE ATTUALE				0,24

TABELLA F INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO GESTIONE				
	Tipologia	Descrizione	Punte ggio	Valuta zione
1	Livello di gestione	Al di sotto del Livello 1	0	
.		Livello 1 o comparabile	2	
		Livello 2 o comparabile	5	X
		Livello 3 o comparabile	9	
2	Manutenzione	Man. str. cons. assente	0	
.		Man. str. cons. parziale	1	X
		Man. str. cons. completa	3	

TABELLA F INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO GESTIONE				
	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
3.	Call center	nessuno	0	
		call center 12h	1	X
		call center 24h	2	
4.	Gestione sinistri	nessuna	0	0
		gestione completa	2	
5.	Reperibilità e pronto intervento	nessuno	0	
		reperibilità e pronto intervento	2	X
6.	Sistema informativo	nessuno	0	
		livello base	1	X
		livello avanzato	2	
7.	Energy management	nessuno	0	
		audit energetico annuale sull'andamento dei consumi	1	X
		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	
TOTALE PUNTEGGIO E VALUTAZIONE ATTUALE				2,20

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

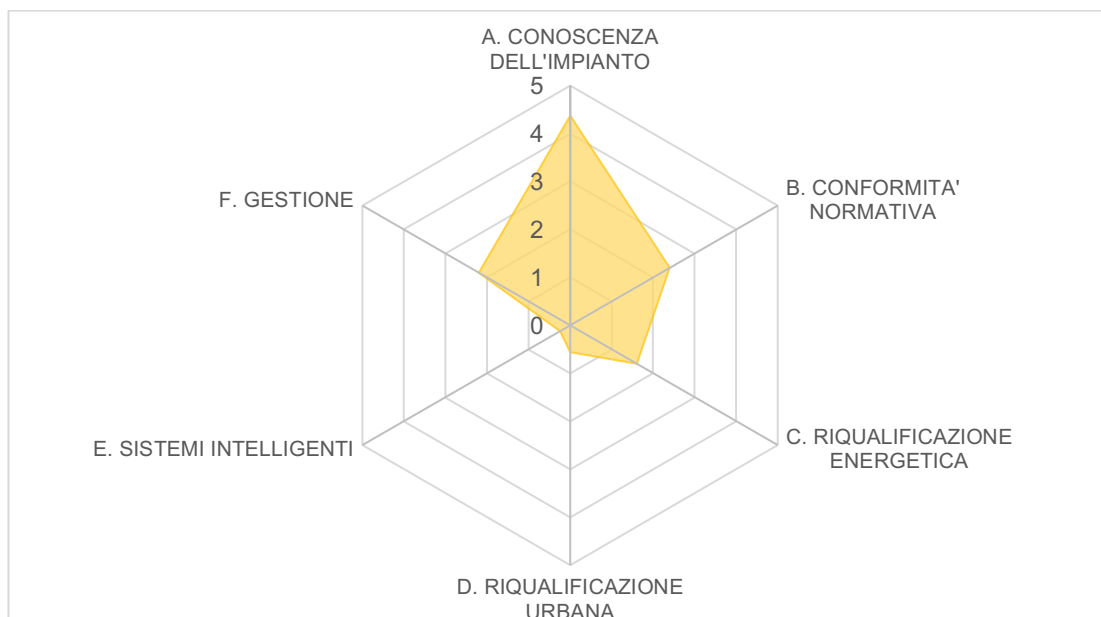


Figura 2 – Diagramma di Kiviati ante intervento

12. INDICI PRESTAZIONALI POST INTERVENTO

Il **DM 28 Marzo 2018 “Criteri Ambientali Minimi per l’affidamento del servizio di pubblica illuminazione”** (CAM servizi) ha introdotto sei indici prestazionali sul servizio di pubblica illuminazione, al fine di identificare, in modo sintetico e comprensibile, lo stato dell’impianto e quello del servizio. Questi sono:

- A – censimento dell’impianto;
- B – conformità normativa;
- C – riqualificazione energetica;
- D – riqualificazione urbana;
- E – sistemi intelligenti;
- F – gestione.

Ad ognuno di essi è associato un valore compreso da 1 a 5 sulla base di elementi oggettivi rilevati e misurati rispetto lo standard qualitativo richiesto dai CAM, come si evince dalle tabelle sottostanti.

Gli indici prestazionali possono essere utilizzati anche per definire gli obiettivi degli interventi da realizzare.

Infine, la valorizzazione dell’analisi, oltre che numericamente, può essere visualizzata anche attraverso un diagramma di Kiviati, che fornisce un’indicazione sintetica comprensibile della situazione complessiva dell’impianto.

Si riportano di seguito le tabelle che valorizzano l’attribuzione dei punteggi relativi a ciascun indice.

Si ricorda che, ai fini di questo documento, un valore dell’indice inferiore a 3 indica che l’aspetto cui è attribuito non raggiunge un livello di sufficienza e necessita di indagini più approfondite e di interventi migliorativi.

TABELLA A INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO CONOSCENZA DELL'IMPIANTO				
	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
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
2.	rilievo dei quadri di alimentazione	nessun rilievo	0	
		censimento livello 1 parziale	1	
		censimento livello 1 completo	2	
		censimento livello 2 parziale	4	
		censimento livello 2 completo	6	X
3.	rilievo delle linee di alimentazione	nessun rilievo	0	
		rilievo parziale	1	
		rilievo completo	2	X
4.	rilievo degli ambiti illuminati	nessun rilievo	0	
		rilievo parziale	1	
		rilievo completo	2	X
TOTALE PUNTEGGIO E VALUTAZIONE ATTUALE				5

TABELLA B INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO CONFORMITA' NORMATIVA				
	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
1.	Apparecchi illuminanti (integrità e funzionalità)	a norma meno del 20%	0	
		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	X
2.	Apparecchi illuminanti (Leggi Regionali)	a norma meno del 45%	0	
		a norma 45% ÷ 80%	1	
		a norma più del 80%	2	X
3.	Sostegni (integrità e sicurezza statica)	a norma meno del 45%	0	
		a norma 45% ÷ 65%	1	
		a norma 65% ÷ 80%	2	
		a norma 80% ÷ 90%	3	
		a norma 90% ÷ 95%	4	
		a norma più del 95%	5	X
4.	Quadri di alimentazione (integrità e sicurezza elettrica)	a norma meno del 50%	0	
		a norma 50% ÷ 65%	1	
		a norma 65% ÷ 80%	2	
		a norma 80% ÷ 95%	3	

**TABELLA B INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO
CONFORMITA' NORMATIVA**

	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
		a norma più del 95%	4	X
5.	Alimentazione (promiscuità e carichi esogeni)	a norma meno del 50%	0	
		a norma 50% ÷ 75%	1	
		a norma 75% ÷ 90%	2	
		a norma più del 90%	3	X
6.	Cavidotti (integrità e agibilità)	a norma meno del 75%	0	
		a norma più 75%	1	X
7.	Linee di alimentazione e giunzioni	a norma meno del 90%	0	
		a norma 90% ÷ 95%	1	
		a norma 95% ÷ 97%	2	
		a norma 97% ÷ 99%	3	X
		a norma più del 99%	4	
TOTALE PUNTEGGIO E VALUTAZIONE ATTUALE				5

**TABELLA C INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO
RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA**

	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
1.	Indice IPEA medio	Indice IPEA G o NC	0	
		Indice IPEA F	0	
		Indice IPEA E	0	
		Indice IPEA D	0	
		Indice IPEA C	1	
		Indice IPEA B	2	
		Indice IPEA A	3	
		Indice IPEA A+	4	
		Indice IPEA A++	5	
		Indice IPEA A3+	6	X
2.	Indice IPEI medio	Indice IPEI G o NC	0	
		Indice IPEI F	0	
		Indice IPEI E	0	
		Indice IPEI D	0	
		Indice IPEI C	0	
		Indice IPEI B	1	
		Indice IPEI A	3	
		Indice IPEI A+	4	
		Indice IPEI A++	5	
		Indice IPEI A3+	6	X
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	
		su più del 75% dei PL	4	X
4.	Analisi della corretta illuminazione	su meno del 40% dei PL	0	
		su 40% ÷ 80% dei PL	1	

**TABELLA C INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO
RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA**

	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
		su più del 80% dei PL	2	X
5.	kWh medio / anno / abitante	superiore a 120 kWh/yr/ab	0	
		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	X
		fra 40 ÷ 50 kWh/yr/ab	6	
		inferiore a 40 kWh/yr/ab	7	
TOTALE PUNTEGGIO E VALUTAZIONE ATTUALE				4,6

**TABELLA D INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO
RIQUALIFICAZIONE URBANA**

	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
1.	Integrazione con strumenti di pianificazione	no	0	
		Piano della Luce parziale	2	X
		Piano della Luce completo	3	
2.	Adozione all'interno del Regolamento Edilizio	no	0	X
	o Urbanistico di norme riguardanti l'illuminazione	sì	2	
3.	Analisi e mitigazione degli effetti di abbagliamento	no	0	
	molesto o illuminazione intrusiva	sì	2	X
4.	Analisi impatto sociale illuminazione	no	0	
		sì	2	X
5.	Caratterizzazione delle aree a valenza architettonica	su meno del 5% delle aree	0	
	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	X
6.	Adozione di parametri di qualità per la progettazione	su meno del 5% dei PL	0	
	dell'impianto, come colore della luce, resa cromatica,	su 5% ÷ 50% dei PL	1	

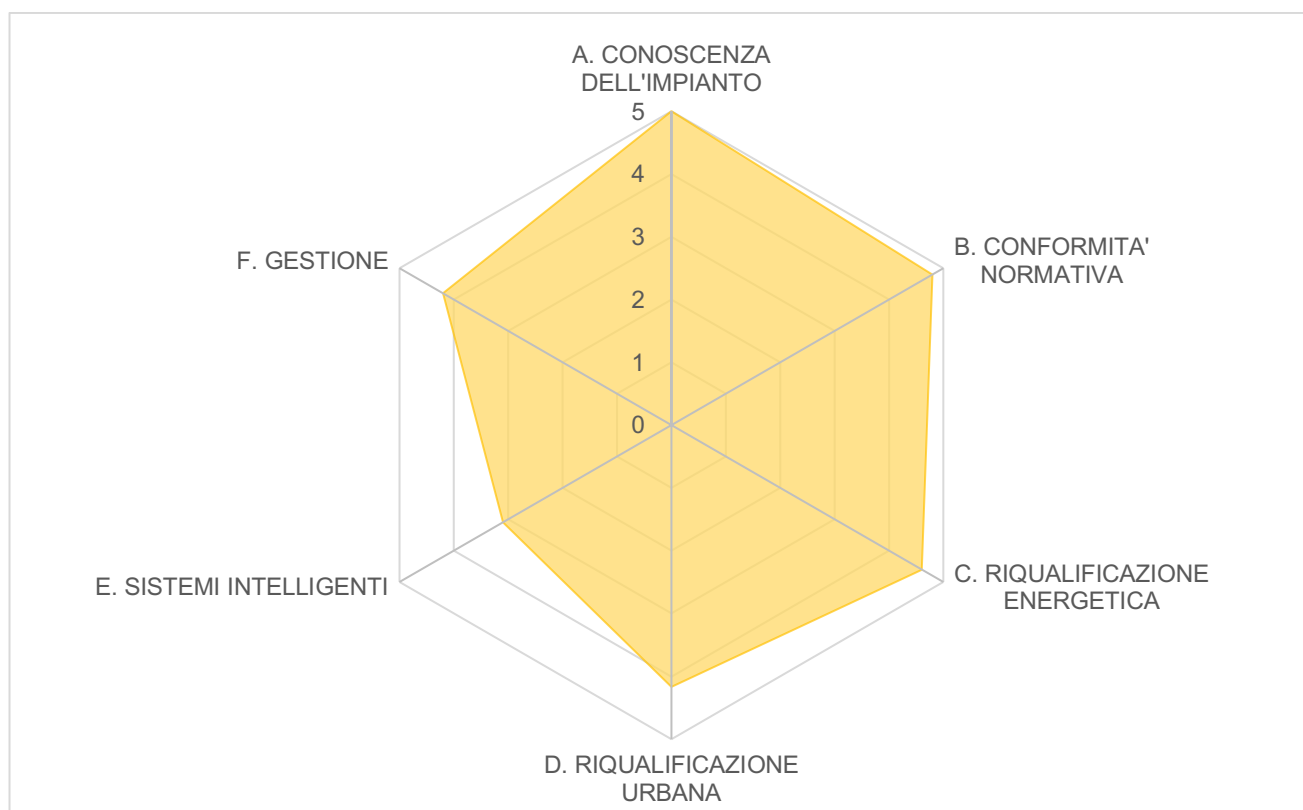
TABELLA D INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO RIQUALIFICAZIONE URBANA				
	Tipologia	Descrizione	Punteggi o	Valutazio ne
	diffusione luminosa, ecc.	su 50% ÷ 75% dei PL	2	
		su più del 75% dei PL	3	X
7	Utilizzo professionisti illuminotecnici	no	0	
.	urbanistici, ambientali, ecc. coordinati fra loro	sì	3	X
TOTALE PUNTEGGIO E VALUTAZIONE ATTUALE				4,17

TABELLA E INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO SISTEMI INTELLIGENTI				
	Tipologia	Descrizione	Punt eggio	Valuta zione
1	Implementazione telecontrollo	nessun quadro o nessun punto luce		
.	(monitoraggio da remoto dei quadri o dei punti luce)	su almeno il 25% dei PL o su almeno il 50% dei quadri di alimentazione		
		su almeno il 50% dei PL o su almeno il 75% dei quadri di alimentazione		
		su almeno il 75% dei PL		X
2	Implementazione telegestione	nessun quadro o nessun punto luce	0	
.	(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	X
		gestione di almeno il 75% dei PL ed almeno il 100% dei quadri di alimentazione	4	
3	Regolazione dei punti luce	nessuna regolazione	0	
.		regolazione stand - alone attraverso profili preimpostati	1	
		regolazione attraverso profili riprogrammabili da quadro o per singolo punto luce	2	X
		regolazione TAI o FAI adattiva	4	
4	Servizi a valore aggiunto	nessuna possibilità di aggiungere servizi a valore aggiunto su impianto IP	0	
.		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	X
		implementazione di servizi a valore aggiunto diffusi su tutto il territorio	3	
5	Integrazione dei servizi a valore aggiunto	nessuna integrazione	0	
.				

TABELLA E INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO SISTEMI INTELLIGENTI				
	Tipologia	Descrizione	Punt eggio	Valuta zione
6	Scalabilità	utilizzo del sistema di alimentazione degli impianti di IP	1	X
		utilizzo di sistema di alimentazione autonomo	3	
		nessuna scalabilità dei servizi	0	
		utilizzo di protocollo di comunicazione proprietario	1	X
7	Interoperabilità	utilizzo di protocollo di comunicazione aperto e mappe di memoria aperte per i dispositivi IP	3	
		nessuna possibilità di integrazione	0	
		possibilità di integrazione con sensoristica ad hoc, ma ancora nessuna realizzazione	1	X
		integrazione con sensoristica ad hoc in alcune parti del territorio	2	
		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	
TOTALE PUNTEGGIO E VALUTAZIONE ATTUALE				3,10

TABELLA F INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO GESTIONE				
	Tipologia	Descrizione	Punte ggio	Valuta zione
1	Livello di gestione	Al di sotto del Livello 1	0	
		Livello 1 o comparabile	2	
		Livello 2 o comparabile	5	X
		Livello 3 o comparabile	9	
2	Manutenzione	Man. str. cons. assente	0	
		Man. str. cons. parziale	1	
		Man. str. cons. completa	3	X
3	Call center	nessuno	0	
		call center 12h	1	
		call center 24h	2	X
4	Gestione sinistri	nessuna	0	
		gestione completa	2	X
5	Reperibilità e pronto intervento	nessuno	0	

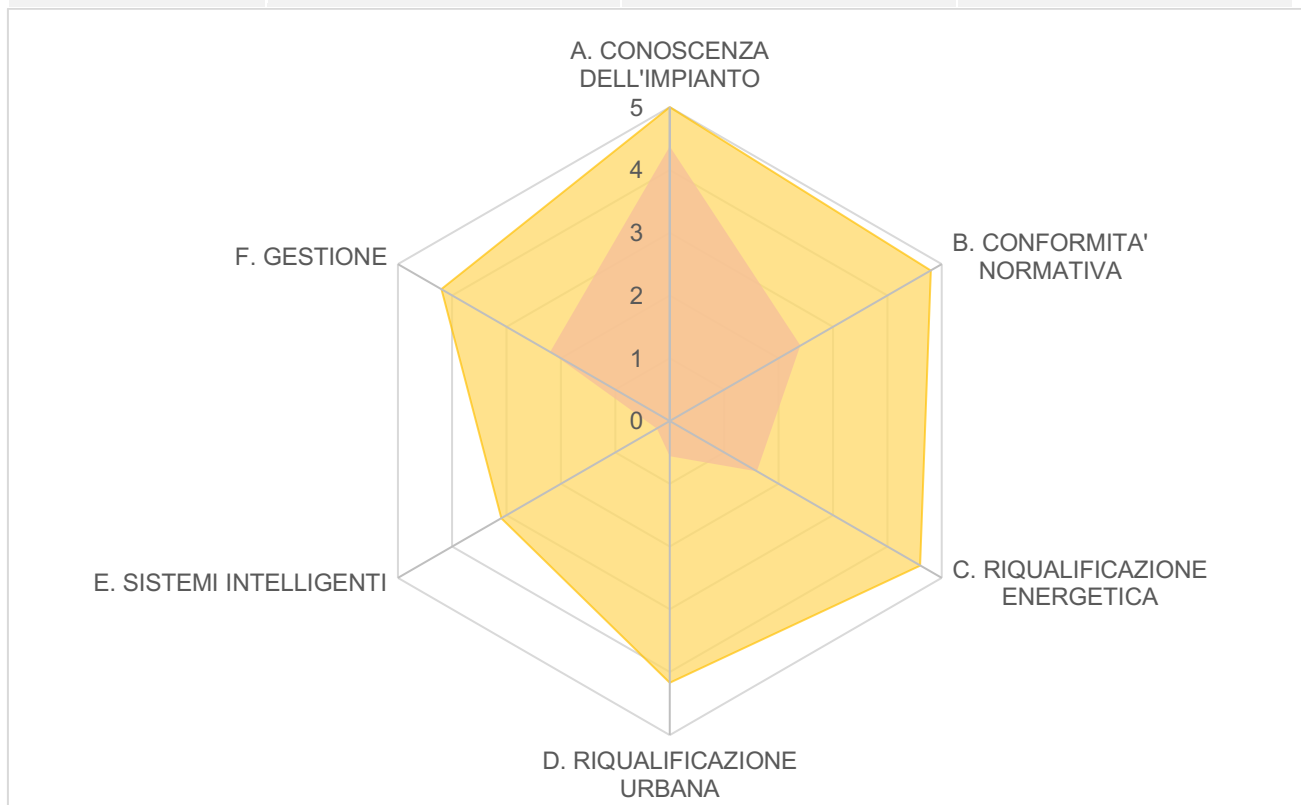
TABELLA F INDICE PRESTAZIONALE IMPIANTO GESTIONE				
	Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
6 .	Sistema informativo	reperibilità e pronto intervento	2	X
		nessuno	0	
		livello base	1	
		livello avanzato	2	X
7 .	Energy management	nessuno	0	
		audit energetico annuale sull'andamento dei consumi	1	
		audit energetico annuale sull'andamento dei consumi e proposte di riqualificazione energetica	3	X
8 .	Database e sistema cartografico	nessuno	0	
		aggiornamento delle informazioni del database	1	
		aggiornamento delle informazioni del database e georeferenziazione dei componenti	2	X
TOTALE PUNTEGGIO E VALUTAZIONE ATTUALE				4,20



12.1 Confronto risultati ex ante – ex post

Di seguito si raffigura un raffronto di facile lettura che permette di paragonare lo stato attuale con quello futuro, sottolineando nuovamente la validità tecnica-gestionale del progetto ed il salto di qualità a livello tecnico e manutentivo.

INDICE PRESTAZIONALE	TIPOLOGIA DI PRESTAZIONI	PUNTEGGIO RIPARAMETRATO ANTE	PUNTEGGIO RIPARAMETRATO POST
A	Censimento dell'impianto	4,4	5,0
B	Conformità normativa	2,4	4,8
C	Riqualificazione energetica	1,6	4,6
D	Riqualificazione urbana	0,6	4,2
E	Sistemi intelligenti	0,2	3,1
F	Gestione	2,2	4,2



13. ASPETTI ANTINCENDIO E ACUSTICI

Dal punto di vista antincendio e acustico gli interventi non risultano tra le attività soggette a prevenzione incendi e a valutazione di impatto acustico.

14. SICUREZZA E TUTELA SALUTE LAVORATORI

Per quanto riguarda la sicurezza e tutela della salute dei lavoratori durante il cantiere si rimanda all'apposito elaborato descrittivo "Piano di Sicurezza e Coordinamento", che prende in

considerazione le diverse fasi del cantiere ed i relativi rischi, nonché i tempi ed i costi della manodopera.

15. MANUTENZIONE E MONITORAGGIO

Per quanto riguarda le fasi successive all'attività di cantiere, e cioè le fasi di gestione dell'impianto stesso si fa riferimento alle indicazioni riportate nell'elaborato descrittivo "Modalità di gestione del servizio di illuminazione pubblica".

16. ESPROPRI

Trattandosi di interventi di riqualificazione energetica gli interventi previsti sono circoscritti alle zone servite dall'illuminazione pubblica e, pertanto, essendo aree pubbliche non sono previsti interventi di esproprio.