



Piano Regolatore di illuminazione comunale

P.R.I.C.

Relazione illustrativa

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data
A	EMESSO	Detta	21/05/13	Rizzoli	22/05/13	Rizzoli	24/05/13

INDICE

1	PREMESSA	5
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	7
2.1	Legge provinciale n.16/2007	7
2.2	Piano provinciale d'intervento per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento luminoso	7
2.3	Gli incentivi provinciali in materia di illuminazione pubblica.....	9
3	CRITERI METODOLOGICI ED OPERATIVI.....	10
4	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	13
4.1	Evoluzione storica dell'illuminazione.....	15
4.2	Aree omogenee	16
4.3	Emergenze architettoniche	21
4.4	Valutazione dell'inquinamento luminoso	21
5	ANALISI DELLO STATO DI FATTO	27
5.1	Censimento dei punti luce	27
5.2	Classificazione degli apparecchi di illuminazione	32
5.3	Classificazione delle sorgenti luminose	41
5.4	Classificazione dei supporti	47
5.5	Quadri elettrici e apparecchi di illuminazione.....	48
6	CLASSIFICAZIONE DELLA RETE VIARIA E DEL TERRITORIO	49
6.1	Strade a traffico motorizzato	49
6.2	Altre parti del territorio	57
6.3	Requisiti illuminotecnici	59
7	ANALISI DEI CONSUMI	62
7.1	Rilievo IP-PAT	62
7.2	Tabulati di consumo	64
7.3	Quadro sintetico dei consumi	69
8	ANALISI E CRITICITÀ DEGLI IMPIANTI	72
8.1	Analisi illuminotecnica ed energetica.....	72

8.2 Criticità degli impianti	73
9 PIANO PRELIMINARE DI INTERVENTO	74
9.1 Aspetti generali	74
9.2 Soluzioni progettuali	75
9.2.1 Interventi urgenti e non differibili	75
9.2.2 Interventi a breve-termine	84
9.2.3 Interventi da programmare a medio termine.....	89
9.2.4 Interventi a lungo termine.....	100
9.2.5 Nessun intervento necessario	101
9.3 Altre azioni correttive potenziali	102
9.3.1 Riduttori di flusso-CEP centralizzati	102
9.3.2 Condizioni e potenze contrattuali.....	103
9.3.3 Orologio astronomico	105
9.3.4 Soluzione LED	105
9.4 Quadro sintetico degli interventi.....	107
9.5 Piano preliminare di gestione e di manutenzione.....	111
ALLEGATI.....	114

1 PREMESSA

Il comune di Ziano di Fiemme (TN), con determinazione del responsabile del servizio n.128/2012 del 18 aprile 2012, ha affidato al sottoscritto Ing. Lorenzo Rizzoli (studio HSG Ingegneria) l'incarico per la redazione del Piano Regolatore dell'illuminazione comunale al fine di censire la consistenza e lo stato di manutenzione degli impianti di illuminazione esterna insistenti sul territorio amministrativo di competenza, individuare tempi e modalità di adeguamento/sostituzione di quelli esistenti e di disciplinare le nuove installazioni. Il provvedimento indicato rientra nell'adesione del comune di Ziano di Fiemme al Bando del Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) 2007-2013 n.1/2010 della Provincia Autonoma di Trento.

Il Piano regolatore di illuminazione comunale (successivamente denominato P.R.I.C. per brevità) sarà redatto secondo le indicazioni della legislazione provinciale e delle normative tecniche vigenti alla data di redazione.

Il P.R.I.C. ha valenza di piano regolatore con validità pluriennale e verrà redatto e strutturato anche su supporto informatico, in modo da essere facilmente modificato e aggiornato nel tempo in base alla progressività degli interventi realizzati, agli aggiornamenti legislativi, all'esigenze del territorio e all'avanzamento tecnologico dei materiali utilizzati negli impianti di illuminazione. Il presente piano non contiene specifiche tecniche o progettuali a livello dei singoli impianti, ma fornisce delle linee guida d'indirizzo coerenti con le disposizioni contenute nella normativa provinciale.

Il presente P.R.I.C. è finalizzato a:

- fornire all'amministrazione comunale uno strumento di pianificazione e programmazione ambientale ed energetica evidenziando le priorità d'intervento;
- rispettare le norme per il conseguimento della sicurezza del traffico e dei cittadini (dal punto di vista illuminotecnico, elettrico e meccanico);
- conseguire il risparmio energetico migliorando l'efficienza degli impianti presenti;
- contenere l'inquinamento luminoso e i fenomeni di abbagliamento e di illuminazione intrusiva;
- ottimizzare i costi di servizio e di manutenzione degli impianti di illuminazione;
- migliorare la qualità della vita sociale e la fruibilità degli spazi urbani adeguando l'illuminazione alle esigenze architettoniche ed ambientali;
- tutelare l'attività di ricerca scientifica e divulgativa degli osservatori astronomici.

Il risultato dell'applicazione dei criteri indicati nel P.R.I.C. sarà un territorio comunale provvisto di un sistema d'illuminazione organico, efficiente e rispettoso dell'ambiente a tutto vantaggio dei cittadini, del Comune (gestore degli impianti) e delle attività commerciali e ricreative.

Gli interventi di miglioramento e di messa a norma degli impianti, che si protrarranno nel tempo secondo le linee programmatiche dell'amministrazione comunale, modificheranno gli impianti esistenti e porteranno indubbi vantaggi economici. I risparmi saranno possibili grazie alla combinazione di diversi fattori, quali: la riduzione del flusso luminoso su strada negli orari notturni, l'utilizzo di lampade con alta efficienza luminosa (possibile in relazione allo stato della tecnologia), la riduzione del flusso luminoso intrusivo (verso aree in cui

non era previsto) e disperso (verso l'alto). Oltre ad un'azione condotta sulle apparecchiature, per accrescere i vantaggi economici è necessario prevedere una razionalizzazione e standardizzazione degli impianti (quadri elettrici, linee, sostegni) e l'utilizzo di un'elevata tecnologia in modo da ridurre drasticamente i costi di gestione e di manutenzione.

Nel caso di Ziano, il P.R.I.C. va visto anche come uno strumento di dettaglio per il sistema di eco-gestione implementato dal comune e che ha permesso di ottenere la registrazione EMAS (Eco Management and Audit Scheme). EMAS rientra negli strumenti volontari attivati dall'Unione Europea per l'attuazione del Quinto Programma d'Azione a favore dell'ambiente. Lo scopo primario del sistema è quello di contribuire alla realizzazione di uno sviluppo sostenibile attraverso l'introduzione e l'attuazione di un sistema di gestione ambientale (basato sulla norma ISO 14001:2004) e tramite l'informazione pubblica sulle prestazioni ambientali (riassunta nella Dichiarazione ambientale che riporta dati chiari e precisi sugli indicatori chiave che riguardano l'efficienza energetica e dei materiali, l'acqua, i rifiuti, le biodiversità e le emissioni di ogni genere). La certificazione EMAS coinvolge una moltitudine di settori (pianificazione territoriale, tutela del patrimonio silvo-pastorale, verde pubblico, elettrosmog, raccolta e smaltimento dei rifiuti, depurazione, etc.) tra cui quello dell'illuminazione pubblica, oggetto specifico del presente P.R.I.C. In materia di illuminazione, l'amministrazione ha posto, tra gli obiettivi da raggiungere, la riduzione dell'inquinamento luminoso da attuare attraverso:

- l'elaborazione di un piano di razionalizzazione dell'illuminazione;
- la predisposizione e l'attuazione di un regolamento ad hoc in materia;
- un'azione di sensibilizzazione della cittadinanza.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 LEGGE PROVINCIALE N.16/2007

Il presente piano ha come base legislativa la legge provinciale n.16 del 3 ottobre 2007 "Risparmio energetico e inquinamento luminoso" che contiene una serie di disposizioni per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici dovuti agli impianti di illuminazione esterna. Gli obiettivi perseguiti dalla legge provinciale sono:

- la salvaguardia del cielo notturno e stellato;
- il miglioramento dell'efficienza luminosa degli impianti esistenti;
- la tutela dell'attività degli osservatori astronomici e scientifici;
- lo sviluppo di azioni di sensibilizzazione in materia di risparmio energetico e la protezione degli ecosistemi naturali e degli equilibri ecologici delle specie animali e vegetali.

La L.P. 16/2007 assegna alla Provincia il ruolo di coordinamento e di indirizzo e stabilisce che spetta ad essa la redazione di un Piano provinciale di intervento per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento luminoso contenente le linee guida tecniche per la progettazione e la realizzazione dei nuovi impianti di illuminazione esterna e i criteri per l'adeguamento di quelli esistenti.

All'art. 3, la legge n.16, fissa le competenze dei comuni stabilendo che a essi "competete l'adozione del piano comunale di intervento per la riduzione dell'inquinamento luminoso (denominato in seguito PRIC)". Inoltre, è compito dei comuni: l'adeguamento del regolamento edilizio (con particolare riguardo alle modalità di installazione degli impianti luminosi), il censimento dei siti e delle sorgenti di rilevante inquinamento luminoso e l'attività di vigilanza in materia.

La deliberazione della Giunta provinciale n.3265 del 30 dicembre 2009 e il decreto del Presidente della Provincia n.2-34/Leg. del 20 gennaio 2010 hanno definito il quadro normativo per l'attuazione della legge provinciale n.16/2007. Attraverso tali provvedimenti sono entrati in vigore il Regolamento di attuazione della legge provinciale e il Piano provinciale di intervento per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento luminoso.

2.2 PIANO PROVINCIALE D'INTERVENTO PER LA PREVENZIONE E LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO

Le indicazioni contenute nel piano provinciale interessano gli impianti di illuminazione esterna di qualsiasi tipologia (stradali, residenziali, proiettori, artistici, ecc.) e si ispirano ai seguenti principi:

- utilizzo di fonti luminose rivolte verso il basso per l'illuminazione stradale e di arredo;
- conformità dei livelli di luminanza/illuminamento con i limiti fissati dalle norme vigenti;
- impiego di lampade ad alta efficienza negli impianti di illuminazione pubblica esterna;

- limitazione (temporale e quantitativa) dell'illuminazione di strutture pubbliche o di interesse pubblico;
- divieto di utilizzo di fari o fasci luminosi (fissi o semoventi) rivolti verso l'alto.

Oltre ai principi generali citati, il piano provinciale specifica le competenze dei soggetti coinvolti (Provincia Autonoma di Trento, amministrazioni comunali, osservatori astronomici, progettisti e installatori), indica dei criteri di carattere organizzativo e di impostazione e contiene una serie di allegati che rappresentano un valido riferimento tecnico per la predisposizione dei P.R.I.C.

La Provincia autonoma di Trento (avvalendosi dell'Agenzia provinciale per l'energia - APE), oltre a quanto già previsto dalla L.P. n.16/2007, è tenuta ad incentivare i Comuni nella redazione dei P.R.I.C., a redigere un rapporto triennale sullo stato di attuazione del piano provinciale e a promuovere la formazione di tecnici e dipendenti pubblici in materia di inquinamento luminoso, risparmio energetico e tutela del paesaggio.

Le amministrazioni comunali:

- sono tenute a dotarsi di P.R.I.C. (in caso di inerzia vengono escluse dai contributi provinciali per la realizzazione di interventi e di misure finalizzate alla riduzione dell'inquinamento luminoso);
- rilasciano le autorizzazioni per i nuovi impianti di illuminazione esterna e per gli interventi di adeguamento di quelli esistenti, previa presentazione di idoneo progetto illuminotecnico redatto in conformità agli allegati A e B del piano provinciale;
- trasmettono alla Provincia autonoma di Trento gli indici caratteristici del proprio P.R.I.C.

I progettisti (in possesso di specifici requisiti richiamati nell'allegato E):

- redigono progetti illuminotecnici conformi alle norme di sicurezza, al P.R.I.C., al piano provinciale, alla L.P. n.16/2007 e al suo regolamento di attuazione;
- richiedono alle case costruttrici i certificati di conformità dei prodotti messi in opera e i dati fotometrici (emessi in regime di accreditamento del laboratorio di misura) degli apparecchi illuminanti;
- rilasciano la dichiarazione di conformità del progetto alla L.P. n.16/2007.

Gli installatori sono tenuti a realizzare l'impianto in modo conforme al progetto illuminotecnico e al piano provinciale e a rilasciare la dichiarazione di conformità dell'installazione.

Per quanto concerne i P.R.I.C., il piano provinciale precisa che essi devono:

- essere strutturati su supporto informatico in modo da facilitare le operazioni di aggiornamento e di modifica;
- assegnare luminanza/illuminamento di riferimento in base alle norme vigenti;
- essere redatti da professionisti abilitati;
- essere trasmessi su supporto informatico all'APE unitamente all'elaborato di sintesi (allegato F del piano provinciale).

2.3 GLI INCENTIVI PROVINCIALI IN MATERIA DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

In base all'art.5 della L.P. n.16/2007, la Provincia, attraverso l'APE, provvede alla concessione di contributi a soggetti pubblici e privati per la realizzazione di interventi e di misure finalizzati alla riduzione dell'inquinamento luminoso. I tempi e le modalità per l'accesso alle misure di incentivazione vengono fissate ogni anno dal Bando Energia.

Con la delibera della Giunta provinciale n.1096 del 1 giugno 2012 è stato approvato il Bando Energia 2012, ai sensi della L.P. n.14/1980 e s.m. e della L.P. 16/2007.

Gli interventi e le misure per i quali è possibile procedere alla richiesta di contributo sono riportati nelle schede tecniche previste dai criteri di attuazione della L.P. 14/1980 (attuale riferimento: delibera n.2943 del 30/12/2011 - criteri per la concessione di contributi per interventi di risparmio energetico e di produzione di energia da fonte rinnovabile per l'anno 2012).

Il Bando Energia 2012 (come il bando 2011) prevede contributi per interventi volti alla riduzione dell'inquinamento luminoso e al miglioramento dell'efficienza degli impianti di illuminazione esterna:

- scheda n.22 – Piani comunali/sovracomunali di intervento per la riduzione dell'inquinamento luminoso e per l'adeguamento degli impianti pubblici di illuminazione esterna ai criteri tecnici previsti dalla L.P. n.16/2007;
- scheda n.23 – Interventi e misure finalizzate alla riduzione dell'inquinamento luminoso mediante impianti ad alto rendimento energetico.

La scheda n.22 è rivolta agli Enti locali e prevede un contributo per le spese necessarie alla redazione dei P.R.I.C. (in misura pari al 70% e fino all'80% nel caso di piani sovracomunali). L'entità del contributo è fissato in base al numero dei punti luce presenti nel territorio di competenza.

La scheda n.23 è destinata a privati ed imprese e prevede un contributo per le spese relative alla sostituzione, rifacimento, adattamento dei componenti di illuminazione (lampade, corpi illuminanti, ottiche, regolatori di flusso luminoso, sistemi di accensione e spegnimento). Gli interventi devono essere conformi alle previsioni della L.P. n.16/2007, del suo regolamento di attuazione e del piano provinciale. Il calcolo del contributo considera anche i kWh di energia annua risparmiata a seguito dell'intervento.

L'assenza di contributi per le misure previste nei P.R.I.C. rappresenta un limite del Bando Energia 2012 (come per il 2011), ma per il futuro si prevedono modifiche utili a instaurare un sistema di incentivazione anche per gli interventi individuati come critici dai P.R.I.C.

3 CRITERI METODOLOGICI ED OPERATIVI

Ai fini della redazione del P.R.I.C. assume un particolare significato l'analisi del P.R.G. vigente in modo da valutare l'attuale configurazione urbanistica (dislocazione delle aree residenziali, commerciali ed industriali) e la collocazione dei servizi esistenti (parcheggi, spazi pubblici, aree a verde attrezzato e per lo sport), ma anche, per poter individuare le previsioni di sviluppo urbanistico (nuove aree di espansione, nuovi spazi pubblici, ecc.). Tale operazione risulta necessaria in modo da poter elaborare delle proposte progettuali conformi con le linee di sviluppo comunali.

Il P.R.I.C. presente, in linea con le disposizioni del piano provinciale, si articola in due fasi operative distinte:

- rilievo dello stato di fatto;
- piano di adeguamento e di risanamento.

La prima fase, analitica, si pone come obiettivo la descrizione sintetica del territorio comunale (attraverso la classificazione del tessuto urbanistico e delle strade) e la costituzione di un quadro conoscitivo esaustivo sullo stato degli impianti di illuminazione esistenti.

Questa parte iniziale prevede:

- l'analisi del territorio comunale con l'individuazione delle aree illuminotecnicamente omogenee;
- il censimento dei punti luce (sorgenti luminose, apparecchi e sostegni) e analisi della loro condizione;
- l'analisi dei consumi energetici degli impianti di illuminazione pubblica;
- l'analisi degli impianti di illuminazione attraverso la valutazione di parametri illuminotecnici (luminanza e illuminamento) ed elettrici (potenza installata, ore di funzionamento, perdite elettriche percentuali). L'analisi illuminotecnica prevede, tra l'altro, l'elaborazione di simulazioni con software specialistici (DIALUX, RELUX, ecc.) validate anche da misure notturne in sito.

Attraverso i parametri illuminotecnici ed elettrici sarà possibile valutare i parametri definiti nel piano provinciale:

- η - coefficiente di efficienza energetica normalizzato a 100lux – inteso come il rapporto tra l'energia consumata annualmente dall'impianto per produrre 100 lux di illuminamento sull'area efficace durante il periodo di funzionamento di progetto (considerando anche sistemi di regolazione) e l'area efficace (superficie da illuminare in base ai compiti visivi presenti). È espresso in $\text{kWh}_{\text{anno}}/\text{m}^2$;
- K_{ILL} - indice di illuminazione disperso (o molesto) – inteso come il rapporto tra il prodotto dell'illuminamento disperso per la superficie di riferimento (dim. 500x500 posta a 20m di altezza e centrata sull'impianto) ed il prodotto dell'illuminamento efficace per l'area efficace.

La seconda fase, progettuale e basata su quanto emerso dalla precedente fase conoscitiva, fornisce dei criteri e delle priorità d'intervento e stima i potenziali risparmi energetici/economici ottenibili. La fase progettuale prevede le seguenti attività:

- identificazione degli impianti che presentano un forte inquinamento luminoso, un'eccessiva illuminazione, una scarsa efficienza energetica (anche grazie alla valutazione degli indici η e K_{ILL});

- identificazione degli impianti che determinano condizioni di scarsa illuminazione, abbagliamento molesto, disuniformità con rischi per la salute e la sicurezza dei cittadini e degli utenti della strada;
- definizione delle azioni correttive con pianificazione degli interventi di adeguamento e risanamento;
- definizione delle priorità di intervento considerando la sicurezza (illuminotecnica, elettrica e meccanica), il consumo energetico e l'inquinamento luminoso. I parametri η e K_{ILL} , dedotti nella prima fase di elaborazione, rappresentano un utile supporto per la definizione delle priorità d'intervento dal punto di vista energetico e dell'inquinamento luminoso;
- stesura di un piano a medio o lungo termine per l'adeguamento degli impianti alla l.p. n.16/2007 e al piano provinciale;
- definizione di un piano generale di gestione e di manutenzione degli impianti;
- stima economica degli investimenti necessari per risanare, adeguare, manutene e gestire gli impianti e valutazione dei risparmi economici e ambientali e dei tempi di ritorno.

Di seguito si riportano i passaggi del P.R.I.C. nelle sue linee essenziali:

1. Inquadramento territoriale

Questa prima attività prevede lo studio delle caratteristiche generali e delle peculiarità del territorio comunale. La programmazione delle attività di rilievo e le soluzioni progettuali sono state influenzate da:

- morfologia del territorio;
- configurazione urbanistica: centri storici, zone residenziali, parchi, aree commerciali, aree industriali ed artigianali
- aspetti climatici prevalenti che possono influenzare la viabilità e la visibilità;
- presenza di aree comunali incluse nelle zone di protezione degli osservatori astronomici e di altri osservatori scientifici;
- presenza di emergenze architettoniche e di criticità (arterie di grande traffico, attrezzature di interesse generale, impianti sportivi, grandi centri commerciali, edifici di ordine pubblico, ospedali, locali notturni stazioni ferroviarie, etc.).

Elaborati grafici:

- Planimetria generale di inquadramento (con identificazione delle aree omogenee, delle emergenze architettoniche e delle zone di protezione degli osservatori)

2. Rilievo degli impianti esistenti

Questa attività prevede un'analisi dettagliata dello stato dell'illuminazione esistente.

Il censimento realizzato identifica puntualmente le seguenti caratteristiche:

- ubicazione esatta dell'impianto e dei punti luce;
- proprietario e gestore (Comuni, altri Enti Locali, aziende municipalizzate, privati, etc.);
- sistema di alimentazione, potenze elettriche impiegate;
- stato e caratteristiche dei quadri elettrici;

- tipologie di apparecchi (stradali, tecnici, artistici, proiettori, globi, residenziali, etc.) e di supporti adottati (pali dritti, pali curvi, pali con sbracci, torri-faro, sistemi a mensola, a parete, a sospensione o tesata, sottogronda, incassi);
- sorgenti luminose suddivise per tipo (fluorescenza FLU , sodio alta pressione SAP, sodio bassa pressione SBP, Ioduri Metallici JM, Vapori di Mercurio MBF, Incandescenza/Alogene INC, LED) e per potenza (20W, 35W, 50W, 70W, 100W, 150W, 250W, 400W, etc.).

Elaborati grafici:

- Planimetrie con identificazione dei punti luce (con evidenziazione della distribuzione delle tipologie di sorgenti, di apparecchio, di potenza), dei quadri e delle linee di alimentazione

3. Classificazione illuminotecnica del territorio

In questa fase è prevista la classificazione illuminotecnica dell'intero territorio comunale. Particolare attenzione è dedicata alla classificazione del tracciato viario esistente realizzata in base al tipo di strada (codice della strada, PUT se esistente) e alle norme tecniche in materia. Per i diversi tronchi stradali verranno, di conseguenza, riportati i parametri illuminotecnici di riferimento (luminanza/illuminamento, uniformità abbagliamento) reperibili dalla norma tecnica UNI 11248:2012.

Le principali aree sensibili (piste ciclabili, incroci rilevanti, rotatorie, aree pedonali, parchi, etc.) del territorio comunale sono, invece, classificate attraverso l'applicazione della norma UNI EN 13201. Anche in questo caso verranno riportati i parametri illuminotecnici di riferimento che caratterizzano le classi illuminotecniche risultanti dall'analisi.

4. Pianificazione degli interventi di adeguamento/sostituzione/manutenzione

Sulla base degli elementi emersi nei precedenti punti, si procede ad una programmazione ragionata degli interventi di adeguamento degli impianti esistenti non conformi al corpus normativo provinciale vigente e caratterizzati da evidente stato di usura e/o obsolescenza. Nella definizione degli interventi viene data priorità agli impianti ricadenti nelle zone di protezione degli osservatori astronomici e scientifici. In conclusione verranno definiti gli indirizzi progettuali ed operativi per le diverse aree omogenee e per le applicazioni particolari (emergenze storico-artistiche, grandi aree pubbliche, impianti sportivi all'aperto).

5. Valutazioni economiche

Le scelte progettuali delineate al punto precedente vengono analizzate, in questa fase, da un punto di vista economico attraverso veri e propri bilanci energetici/economici.

Le proposte di Energy Saving elaborate sono strutturate nei 2 elementi essenziali: stima economica parametrica degli interventi e risparmi conseguibili (energetici e/o manutentivi)

Tutto ciò permetterà all'amministrazione comunale di elaborare delle previsioni sommarie di spesa e di valutare, in via preliminare, i tempi di ritorno degli investimenti.

4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il comune di Ziano è collocato nel cuore della Val di Fiemme, una delle principali valli dolomitiche del Trentino orientale caratterizzata da un'elevata qualità dell'aria e del clima prodotta dall'orientamento est-ovest e dalla vastissima estensione di boschi (abete rosso in primo luogo). La Val di Fiemme comprende 11 comuni ed è delimitata dalla Catena del Lagorai (visibile in tutta la sua maestosità proprio da Ziano), dalle Pale di San Martino e dal gruppo del Latemar.



Figura 1: Veduta ibrida del territorio comunale di Ziano di Fiemme

Il comune rientra anche nella Magnifica Comunità di Fiemme, antica comunità agraria di origini medioevali che attualmente amministra, attraverso i suoi organi collegiali, circa 20.000 ettari di bosco e svolge un ruolo commerciale diretto nel settore del legno.

Il territorio comunale, con un'estensione di circa 36km², si estende su una piana alluvionale a cavallo del torrente Avisio e presenta una notevole variazione di altitudine: si va dai 953m s.l.m. del centro abitato di Ziano ai 2347m s.l.m. nelle vicinanze del Monte Agnello.

Il comune, è composto dall'abitato di Ziano e dalle frazioni di Zanòn, Roda, Bosin e Zanolin., tutti disposti sul fondovalle nel punto dove la valle compie un'ampia curva puntando in direzione Nord-est.

L'abitato di Ziano, disposto sulla sponda destra dell'Avisio, presenta numerose costruzioni tipiche della tradizione fiemmele caratterizzate da decorazioni (pitture e crocifissi) e da sovrastrutture lignee. La piazza centrale del centro è dominata dalla chiesa rinascimentale della Madonna di Loreto, costruita nel XVII secolo (poi ampliata nei due secoli successivi).

Zanòn è un piccolo borgo storico posto sulla destra del torrente Avisio verso cui si è espanso il nucleo abitativo storico di Ziano. Roda e Bosin sono due gruppi di case posti sul fondovalle nella parte sinistra del torrente Avisio. Zanolin, posto anch'esso sulla sponda sinistra del torrente Avisio ma di fronte all'abitato di Ziano (da cui è facilmente raggiungibile grazie al ponte sull'Avisio), è collocato sul conoide del Rio Cesolin ed è contraddistinto dalla presenza di un borgo storico con case tradizionali fiemmesie distinguibili grazie agli affreschi sacri in facciata e alle sovrastrutture lignee.

Il comune di Ziano di Fiemme conta una popolazione residente di 1679 abitanti (15° censimento ISTAT - anno 2011), ma i flussi turistici stagionali maggiorano sensibilmente il dato riportato. L'utenza effettiva (presente solo in alcuni periodi dell'anno) si può intuire dai 1356 alloggi registrati dal censimento ISTAT 2011 e dal numero cospicuo di strutture turistico-ricettive (alberghi, agritur, bed & breakfast, etc.).

L'economia locale è basata principalmente sul turismo invernale, grazie alla presenza di piste per lo sci di fondo (con il tracciato della classica gara internazionale della "Marcialonga" che attraversa una parte dell'abitato di Ziano) e alla vicinanza delle aree sciistiche del Latemar e dell'Alpe Cermis, ed estivo con una ricca alternativa di percorsi e sentieri che partono dal centro abitato. Oltre al turismo, sono presenti piccole-medie realtà imprenditoriali operanti nel settore dell'artigianato, dell'industria e della lavorazione del legno (produzione di semilavorati per l'industria del mobile e dei serramenti).

La macro-viabilità che interessa il comune è caratterizzata dalla presenza della:

- S.S. 48 "delle Dolomiti" (che collega il Trentino e l'Alto Adige al bellunese e all'Austria) che parte da Ora (provincia di Bolzano), supera il passo di San Lugano, attraversa molti abitati della Val di Fiemme (tra cui Ziano) e prosegue, parallelamente al torrente Avisio, verso la Val di Fassa.
- S.P. 232 "della Valle di Fiemme" (anche detta "Fondovalle") realizzata nel 1992 con la funzione di variante a scorrimento veloce alla S.S.48 tra il Molina di Fiemme e Predazzo. Il tracciato oltrepassa l'intero abitato di Ziano attraverso un lungo tratto in galleria (Valleaverta).

Tra gli aspetti climatici che possono influenzare la viabilità e la visibilità notturna va sicuramente segnalata la presenza cospicua di neve nel periodo invernale, mentre, non sono presenti particolari agenti artificiali o naturali in grado di aggredire gli impianti di illuminazione.

4.1 EVOLUZIONE STORICA DELL'ILLUMINAZIONE

La ricostruzione dell'evoluzione degli impianti di illuminazione pubblica presenti sul territorio di Ziano di Fiemme si basa su testimonianze raccolte e su immagini storiche recuperate.

Le tipologie che hanno caratterizzato i piccoli impianti di illuminazione pubblica, prima degli anni '40, erano basate su sorgenti luminose ad incandescenza.

Il secondo dopoguerra è stato caratterizzato dall'avvento dell'illuminazione "moderna", basata su lampade a vapori di mercurio che hanno permesso d'illuminare le arterie principali del centro abitato.

In tale periodo si collocano alcune immagini di Ziano, in cui è possibile notare la presenza di due tipologie di apparecchi che rappresentavano, per l'epoca, la tecnologia d'illuminazione più avanzata:

- apparecchi metallici a calotta aperti privi di riflettori interni sostenuti da mensole (o da tesate) ammorsate ai pali (in cls o legno) realizzati per la distribuzione, tramite linee aeree, dell'energia elettrica (Figura 3);
- apparecchi ogivali aperti privi di riflettori interni applicati su pali a frusta (o in sospensione su tesata) costituiti da una struttura metallica (spesso in alluminio). Il notevole sbraccio e la forte inclinazione che si intuiscono dalla Figura 3 avevano la funzione di compensare la difficoltà dell'ottica ad inviare la luce anche dalla parte opposta della carreggiata.

Dagli anni ottanta cominciano a comparire sul mercato le ben più efficienti lampade al sodio ad alta pressione (SAP) e apparecchi idonei ad ospitarle. La semplice sostituzione delle lampade ai vapori di mercurio con delle sorgenti SAP senza la



Figura 2: Immagine storica di Ziano (area Avisio)



Figura 3: Immagine storica del centro storico di Ziano

riduzione delle potenze installate, ha però comportato un incremento incontrollato dei flussi luminosi installati. Inoltre, l'installazione di ottiche più efficienti (caratterizzate da coppe prismatiche o curve) spesso poste inclinate di molti gradi ha provocato fenomeni di abbagliamento ottico e di inquinamento luminoso quasi assenti con la tecnologia precedente.

In sintesi, il passaggio dalle lampade al mercurio a quelle al sodio ad alta pressione e l'aumento dell'efficienza degli apparecchi hanno incrementato di molte volte i livelli di illuminamento e i fenomeni di abbagliamento, con una conseguente maggiore difficoltà dell'occhio di adattamento fra zone di luce e di ombra.

Questa corsa all'incremento della luce notturna ha fatto, quindi, emergere delle inibizioni psicologiche dei cittadini nei confronti del buio con una richiesta sempre maggiore di illuminare a causa di una falsa sensazione di sicurezza; conseguentemente si è assistito ad un'effettiva perdita di percezione dei contrasti.

Il comune di Ziano ha avviato, come già accennato nella premessa del presente PRIC, da alcuni anni un'ampia politica ambientale (certificazione EMAS) che ha coinvolto parzialmente il campo dell'illuminazione pubblica:

- l'impianto di illuminazione della S.S.48 e buona parte di quello dei nuclei storici di Ziano, Zanòn e Zanolin presentano corpi illuminanti di moderna concezione: apparecchi full-cut-off o cut-off caratterizzati da emissioni luminose inquinanti verso l'alto assenti (o ridotte) e da elevati valori di rendimento ottico;
- l'area residenziale a ridosso dell'abitato storico di Ziano, una parte della frazione di Roda e l'area produttiva posta sulla sponda sinistra dell'Avisio, sono caratterizzati dalla presenza di corpi illuminanti tipici degli anni '80 e '90: ottiche semi cut-off distinguibili dalle coppe prismatiche o curve (di dimensioni differenti) utilizzate come sistema di protezione e di diffusione del flusso luminoso prodotto dalla sorgente luminosa;
- la frazione di Bosin caratterizzata da apparecchi illuminanti obsoleti: si tratta, nel dettaglio, di corpi metallici ogivali aperti (cioè privi di sistema di protezione) caratterizzati da una pessima distribuzione del flusso luminoso prodotto dalle sorgenti sulle aree funzionali, da un basso rendimento ottico frutto dell'assenza di un'efficiente riflettore interno e da una non trascurabile emissione luminosa verso l'alto generata dall'installazione inclinata dell'ottica.

4.2 AREE OMOGENEE

In questa fase si è proceduto all'analisi degli aspetti più significativi degli altri strumenti di pianificazione del territorio con particolare riguardo al piano regolatore generale. L'analisi e la zonizzazione ai fini illuminotecnici prende avvio dalle sole indicazioni del PRG vigente vista l'assenza del Piano Urbano del Traffico (PUT).

Il PRG di riferimento del comune di Ziano di Fiemme risale al 2008, data di approvazione della Variante di adeguamento-armonizzazione (con piccole modifiche cartografiche) dello strumento urbanistico originario ad una serie di nuove disposizioni in materia di residenza ordinaria, per il tempo libero e per le vacanze (L.P. 16/2005), programmazione del settore commerciale (L.P. 4/2004) e di distanze tra edifici (delibera Giunta Provinciale n.2879/08).

Le aree omogenee individuate ai fini illuminotecnici risultano semplificate rispetto alle indicazioni del PRG; in particolare sono state individuate le seguenti zone omogenee:

- Insediamenti storici (A);
- aree residenziali (C);
- aree per attività produttive (D);
- aree agricole (E);
- aree per attrezzature e servizi (F).

Tali aree omogenee sono ovviamente aree limitate di specifica destinazione e non obbligatoriamente localizzate in un solo specifico ambito del territorio comunale. Ai fini di una migliore redistribuzione della luce sul territorio comunale si riportano alcune considerazioni e osservazioni sulle diverse aree omogenee.

Il PRG vigente individua anche aree soggette a strumenti subordinati al PRG:

- Piano attuativo per attività di stoccaggio in località "Ischia";
- Progetto di settore di iniziativa pubblica per la riqualificazione urbanistico-ambientale dei centri storici che riguarda alcune porzioni del tessuto storico di Roda, Zanòn, Zanolin e Bosin.
- Piano attuativo per l'edilizia economico-popolare ad uso delle cooperative in località "Al Molin" e nella frazione di Roda;
- Piano attuativo per insediamenti produttivi in località "Ischia";
- Piano attuativo per il recupero a residenza dell'area "Ex colonia";
- Piano attuativo per l'edilizia abitativa;
- Piano attuativo generale a ridosso della frazione di Roda;
- Progetto di settore di iniziativa pubblica per la riqualificazione urbanistico-ambientale della zona "Ponte nuovo sull'Avisio";
- Piano attuativo per l'insediamento di impianti di stoccaggio e trattamento di materiali inerti in località Partel di Ziano.

Da un punto di vista illuminotecnico, tali aree sono state associate alle aree omogenee funzionalmente simili.

Insediamenti storici (A)

Gli insediamenti storici, in cui rientrano i manufatti di interesse storico e gli edifici di interesse storico, artistico e documentario, rappresentano una parte non trascurabile del territorio comunale urbanizzato; si tratta, in particolare:

- dell'abitato storico di Ziano che si articola tra la S.S.48, il torrente Avisio, via Roma e Via Vanzetta;
- dei nuclei storici delle frazioni di Zanòn, Roda, Bosin e Zanolin.

I tessuti storici presentano una discreta valorizzazione illuminotecnica raggiunta attraverso l'installazione di corpi artistici (come ad esempio le lanterne stilizzate su mensola o su palo installate nelle frazioni di Zanòn e Zanolin) ad eccezione del nucleo abitativo di Bosin e la parte "alta" di Roda caratterizzati dalla presenza di apparecchiature stradali obsolete o usurate su pali zincati che non si integrano con il contesto circostante. L'analisi della qualità dell'illuminazione, delle proprietà e delle prestazioni delle ottiche installate verrà riportata in seguito.

Aree residenziali (C)

Le aree residenziali comprendono le zone edificate saturate, di completamento, di espansione e di riqualificazione urbanistica finalizzate al soddisfacimento del fabbisogno abitativo passato e futuro e che rappresentano una parte cospicua del territorio comunale. Nelle aree residenziali sono incluse anche le zone per attrezzature ricettive e turistiche, i parcheggi privati e gli spazi verdi pertinenziali alle residenze. Tali aree, pur presentando caratteristiche urbanistiche differenti (differente indice di utilizzazione fondiario, possibilità o meno di ampliamenti, etc.) possono essere incluse, dal punto di vista illuminotecnico, all'interno di un'unica zona omogenea viste le caratteristiche insediative simili e la loro dislocazione sul territorio (sono spesso contigue ai tessuti residenziali consolidati o alle aree di completamento). In tale area rientrano:

- gli spazi dell'ex Colonia situati tra Via Verdi e Via Molin e posti a ridosso del tessuto storico di Ziano;
- l'area di espansione recente che si sviluppa lungo Via Molin e soggetta a specifico piano attuativo;
- il nucleo residenziale consolidato (saturato o quasi) posto ad est del nucleo storico e a cavallo della S.S.48 "Delle Dolomiti". L'ambito è compreso tra via Verdi e via Vanzetta nella parte a sud della S.S.48 e tra via Nazionale e il cimitero di via Coronella nella parte settentrionale della strada statale;
- gli spazi residenziali consolidati posti a ridosso del nucleo originario della frazione di Roda;
- il nucleo abitativo che si articola nella parte "alta" di Ziano lungo via Parti del Cioto;
- gli edifici sorti a ridosso del tessuto storico di Zanon tra la S.S.48 e via Casa Bianca e tra Prenner e via Casoni;

Nelle aree citate esiste una discreta varietà nelle soluzioni illuminotecniche adottate:

- apparecchi full-cut-off o cut-off di moderna (o recente) concezione su pali stilizzati in acciaio inossidabile o zincati a caldo e trattati in superficie che si integrano con il tessuto residenziale tipico della tradizione fiemmele;
- corpi obsoleti e usurati (ogivali senza vetro di protezione o con coppe prismatiche) su pali semplicemente zincati (e spesso non verniciati) che non si inseriscono in modo ottimale nel contesto oltre a non garantire prestazioni illuminotecniche idonee.

Aree produttive (D)

Nelle aree a vocazione produttiva rientrano le attività:

- industriali e artigianali di produzione di beni e servizi;
- di lavorazione, stoccaggio e trasformazione industriale di prodotti agricoli e forestali (segherie);
- di lavorazione-trattamento, stoccaggio e confezionamento di materiali energetici e per l'edilizia;
- di vendita di materiali, macchine e componenti del settore delle costruzioni
- commercio all'ingrosso.

Gli ambiti richiamati sono collocati, principalmente, in due aree:

- località "Ischia", area posta nella parte occidentale del territorio comunale lungo la sponda sinistra del torrente Avisio e facilmente accessibile sia dal centro abitato di Ziano che dall'esterno grazie allo svincolo ovest della S.P.232;

- località Partel (zona collocata all'estremità orientale del comune tra lo svincolo est della galleria Valleaverta della S.P. 232 e il torrente Avisio) dove il PRG individua una zona destinata all'insediamento di impianti per lo stoccaggio e il trattamento di materiali inerti;

Le due aree presentano caratteristiche illuminotecniche molto differenti:

- la rete stradale interna e di collegamento con l'esterno (via Stazione) dell'area produttiva di località Ischia presenta un'alternanza di apparecchi stradali con coppe prismatiche e curve commercializzati negli anni '80 e '90 e che non rispondono completamente ai principi dell'efficienza energetica e della riduzione dell'inquinamento luminoso;
- località Partel è, giustamente, sprovvista di impianti di illuminazione pubblica vista la tipologia di attività produttiva presente e la notevole distanza dall'abitato di Ziano.

Un'analisi rapida verrà svolta anche sugli impianti di illuminazione privati presenti nell'area (ma anche nelle restanti parti del territorio) in modo da identificare quelli caratterizzati, da notevoli potenze installate e/o da corpi in grado di produrre notevoli emissioni verso l'alto (inquinamento luminoso).

Aree per attrezzature e servizi (F)

Nelle aree per attrezzature e servizi rientrano:

- le attrezzature per attività amministrative e scolastiche. Si tratta, nel dettaglio, della sede comunale e delle due strutture didattiche (scuola materna ed elementare) collocate nel tessuto storico di Ziano e quindi integrabili, da un punto di vista illuminotecnico, nell'area "A - Centro storico";
- le aree di interesse comune e generale: porzioni più o meno estese collocate in diverse parti del territorio comunale. L'area di maggiore estensione si trova sulla sponda sinistra del torrente Avisio in prossimità del ponte che collega Ziano all'area produttiva di località "Ischia".
- i parcheggi pubblici (fuori terra e interrati);
- le attrezzature sportive collocate in località "Ischia" a tergo di Via Stazione. Gli impianti sportivi necessitano di una forte attenzione dal punto di vista illuminotecnico in quanto rappresentano una delle principali fonti di inquinamento luminoso e di illuminazione intrusiva (se collocati, come in questo caso, in prossimità del centro abitato);
- l'area cimiteriale collocata a ridosso del centro storico di Ziano tra la S.S.48 e il tratto iniziale di via Coronella;
- le aree per attrezzature religiose. Si tratta, in particolare, delle chiese delle Madonna di Loreto e di Sant'Anna collocate rispettivamente nel centro storico di Ziano e della frazione Roda e quindi, da un punto di vista illuminotecnico, integrabili nell'area "A - Centro Storico";
- il verde pubblico collocato a ridosso del torrente Avisio caratterizzato dalle due passeggiate (via Polveristi sulla sponda destra e il percorso ciclo-pedonale utilizzato, nel periodo invernale, come tracciato per lo sci nordico sulla sponda destra) e dal parco attrezzato collocato tra via Polveristi e via G. Verdi. Un'altra area destinata a verde pubblico attrezzato è collocata a ridosso del centro storico di Ziano tra via Coronella e la S.S.48.

Alla varietà dei contesti inglobati in questa area omogenea si associa una pluralità di apparecchi e sistemi di illuminazione; molti risultano conformi alle prescrizioni normative provinciali, altri, invece, sono presentano dispersioni di flusso luminoso verso l'alto e scarsa efficienza energetica (apparecchi obsoleti, ottiche installate con forti inclinazioni, etc.).

Aree agricole (E)

Le aree agricole rappresentano la parte più estesa del territorio comunale. Nella dizione di area agricole vengono incluse:

- le aree produttive destinate al settore primario;
- le aree agricole primarie, secondarie.
- le aree a bosco e a pascolo;
- le aree improduttive.

Dal punto di vista dell'illuminazione, tali aree non mostrano particolari rilevanze da riportare. La salvaguardia di tale territorio e delle specie animali e vegetali che lo popolano si consegue anche contenendo e riducendo al minimo le emissioni che possono essere dannose, per cui, l'illuminazione in tali aree deve essere per quanto possibile evitata o eventualmente resa poco invasiva e limitata alle effettive necessità.

Viabilità (G)

In quest'area rientrano le parti del territorio comunale occupate dalle principali arterie di comunicazione stradale:

- S.P.232 "della Valle di Fiemme" che funge da variante alla S.S.48 e che permette, attraverso un lungo tracciato in galleria, di oltrepassare il Ziano senza attraversare il centro abitato;
- via Stazione che permette l'accesso immediato all'area produttiva (commerciale ed industriale) e sportiva di località "Ischia" dalla S.P.232 "della Valle di Fiemme";
- via Cavelonte-via Zanolin che collega la frazione di Zanolin con la rotonda di via Stazione (punto nodale della viabilità interna al comune, che permette di raggiungere l'abitato di Ziano, le frazioni di Roda e Bosin, l'area produttiva e sportiva di località "Ischia" e la S.P.223;
- via Bosin che parte dalla rotonda di Via Stazione e raggiunge la frazione di Bosin;
- via Cauriol che collega la frazione di Roda con il tratto centrale di via Bosin;
- via G. Verdi che permette l'accesso al tessuto storico di Ziano dalla parte orientale del comune (S.S.48 direzione Predazzo, Roda);
- via Zanon e via Coronella che collegano la frazione di Zanon al centro storico di Ziano.

Tali zone non possono essere inglobate all'interno delle altre zone omogenee (in quanto non rientrano in unico ambito territoriale funzionale) ma fungono da collegamento tra le diverse parti del territorio comunale e della valle.

L'identificazione delle aree omogenee dell'intero territorio comunale è riportata negli elaborati allegati.

4.3 EMERGENZE ARCHITETTONICHE

Oltre alla definizione delle aree omogenee, risulta necessario individuare le “particolarità territoriali” ovvero tutti quei siti che rivestono interesse storico, artistico ed architettonico e quindi meritevoli di attenzione anche con specifico riferimento all'illuminazione. Si possono considerare emergenze architettoniche:

- la chiesa parrocchiale della Madonna di Loreto collocata nel pieno centro storico di Ziano costruita tra il 1660-1666. L'edificio, ampliato nel 1741 e nel 1821, presenta un interessante portale ligneo scolpito sull'accesso principale, un elegante pronao rinascimentale che protegge l'accesso laterale e gradevoli affreschi in facciata opera di Antonio Longo; all'interno sono presenti numerose tele del 1700 e del 1800 (Figura 4);
- la chiesa di Sant'Anna edificata nel XVIII secolo nella frazione di Roda.



Figura 4: Chiesa della Madonna di Loreto

4.4 VALUTAZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO

L'illuminazione esterna è, in ogni caso, fonte di inquinamento luminoso (definito come alterazione della quantità di luce presente nell'ambiente notturno). L'effetto negativo più evidente è l'aumento della luminosità del cielo notturno con la perdita, da parte della popolazione, della possibilità di ammirare, anche nelle notti più serene il cielo notturno e la via Lattea. L'inquinamento luminoso crea dei danni di tipo ambientale (alterazione del ciclo biologico giorno-notte che ha effetti negativi su flora e fauna e sulla salute umana) e incide sulla sicurezza stradale e dei cittadini.

Il Trentino Alto Adige, secondo il rapporto ISTIL 2001, rappresenta, nel panorama italiano, una delle poche realtà in cui è ancora possibile apprezzare il cielo notturno almeno nelle notti più serene. Lo stesso rapporto sottolinea, però, come in tale territorio la visione non sia da ritenere accettabile o facile per ben circa un terzo della popolazione. È chiaro che tale dato non dipende solo dallo stato del cielo ma anche dalla distribuzione della popolazione nel territorio.

È comunque utile sottolineare, come il Trentino, pur non ritrovandosi nelle condizioni di altre parti del territorio nazionale (Lombardia, Campania e Lazio) ha subito negli ultimi 30-40 anni un incremento esponenziale della brillantezza artificiale. La notevole quantità di inquinamento luminoso prodotto negli ultimi decenni è

riconducibile all'assenza di veri e propri progetti illuminotecnici, ad installazioni poco qualificate e ad un utilizzo smisurato dell'illuminazione pubblica. L'applicazione puntuale della L.P. 16/2007 (con le successive integrazioni e specifiche) permetterà sicuramente di limitare questo tipo di inquinamento.

Per avere un'immagine dell'inquinamento luminoso prodotto dagli impianti pubblici e privati del Trentino, è possibile osservare le immagini ad alta risoluzione prodotte dalla NASA nell'ambito del progetto Black Marble: si tratta di istantanee acquisite dalla coppia di satelliti Suomi e Grail in 24 giorni di riprese nell'aprile e nell'ottobre 2012 e successivamente rielaborate e mappate.

Le aree del mondo caratterizzate da un elevato livello di inquinamento luminoso sono quell'East Coast americana, i siti urbani del Giappone e di Shangai e buona parte del continente europeo dove il Belgio e la pianura Padana si evidenziano per l'estensione e l'intensità delle emissioni luminose verso l'alto.

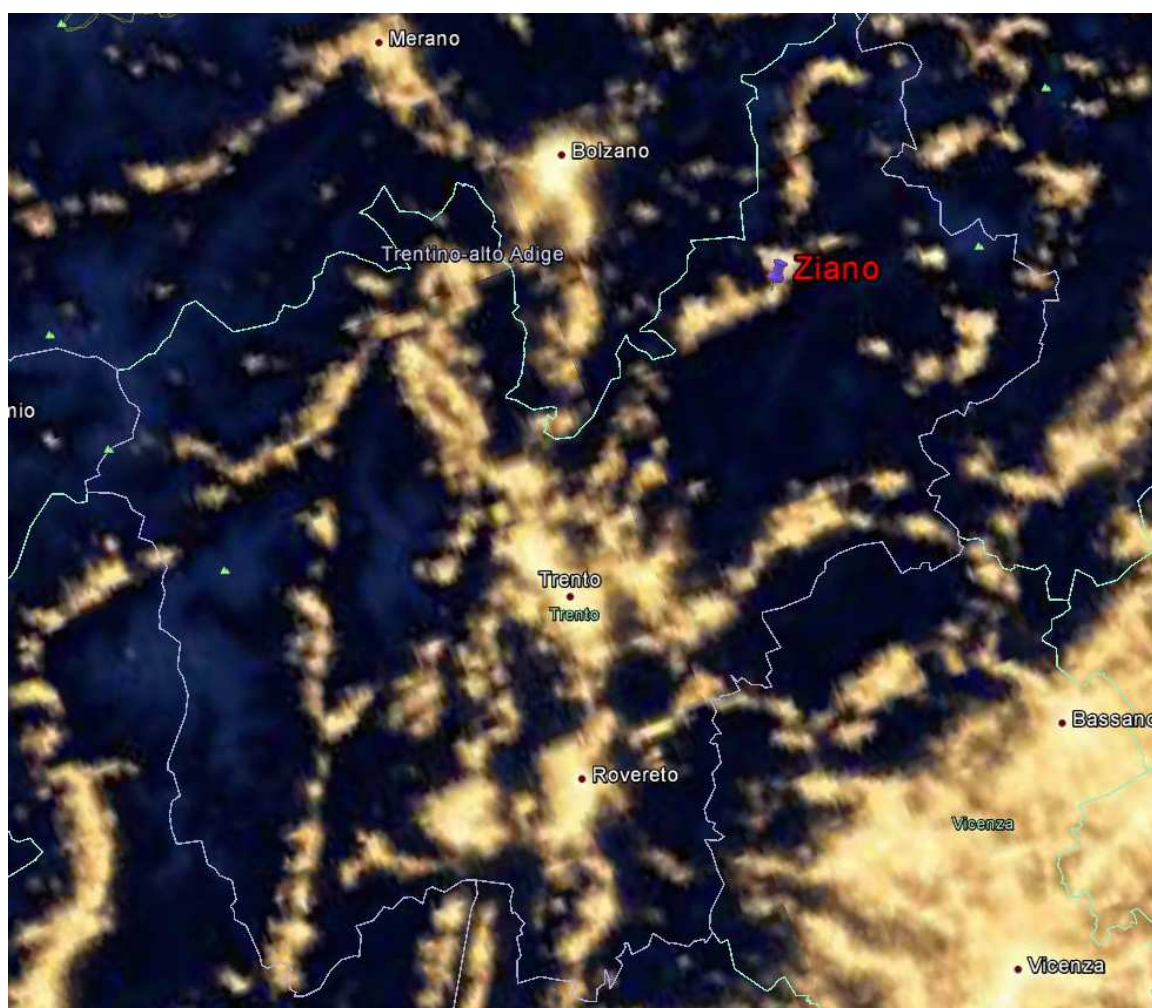


Figura 5: Aerofotogrammetria tematica del Trentino con evidenza dell'inquinamento luminoso prodotto (NASA - Progetto "Black Marble" 2012)

Dalle immagini relative alla provincia di Trento (Figura 5) si nota, in primo luogo, il forte livello di inquinamento luminoso generato dagli impianti di illuminazione pubblica (e privati) di Trento e Rovereto, ma è possibile

rilevare anche il contributo (non sempre trascurabile) di emissioni luminose inquinanti prodotto dalle diverse valli del Trentino. La visione delle mappe evidenzia anche che un intervento massiccio a livello locale per il contenimento dell'inquinamento luminoso avrebbe un'influenza piuttosto trascurabile a livello globale. Ciò non toglie, però, che tale intervento può decisamente migliorare la qualità dell'illuminazione locale, riducendo in modo significativo tutti i fenomeni di luce intrusiva, abbagliamento molesto e situazioni di elevato contrasto luminoso.

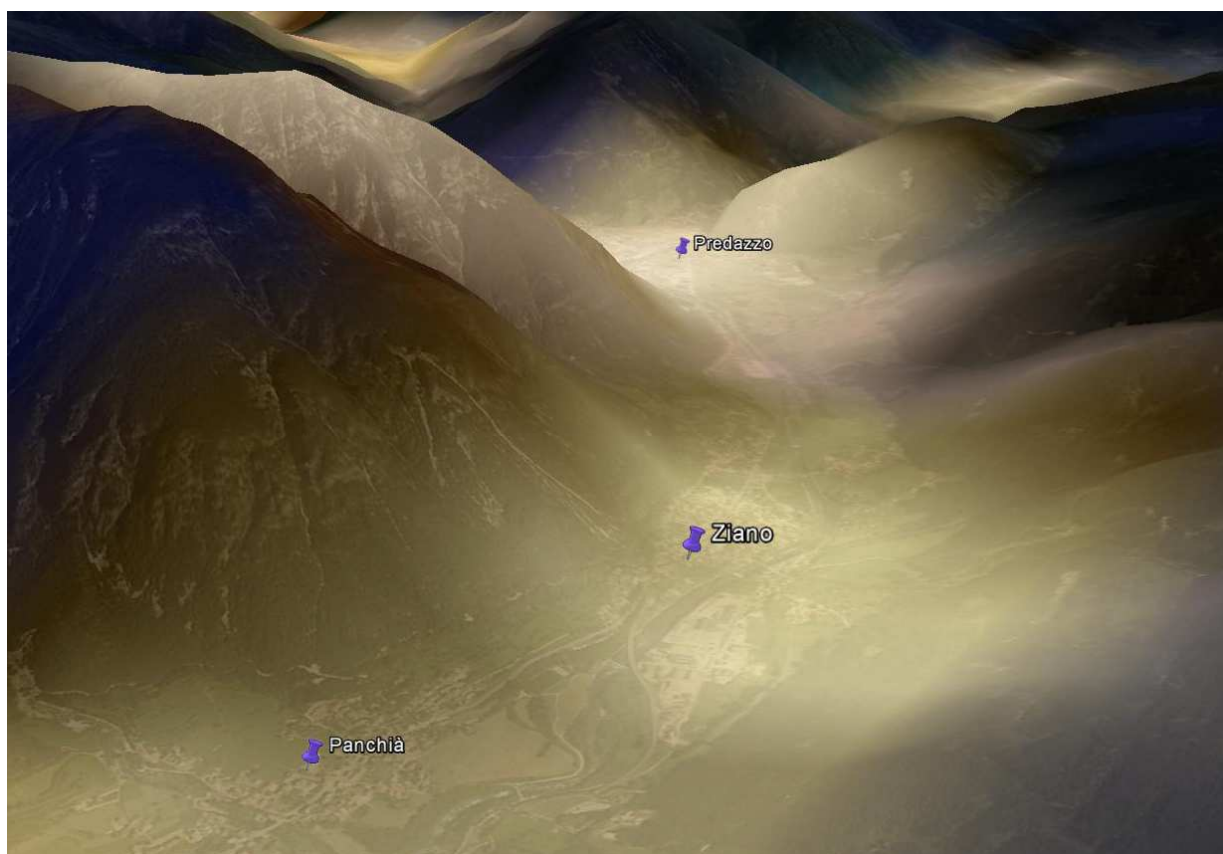


Figura 6: Dettaglio 3D dell'inquinamento luminoso Val di Fiemme (NASA - Progetto "Black Marble" 2012)

La Figura 6 rappresenta un dettaglio tridimensionale dell'inquinamento luminoso presente nel settore centrale del Val di Fiemme. L'immagine evidenzia come le emissioni luminose prodotte dagli impianti collocati nelle aree urbanizzate di Ziano (e dei comuni vicini) si ripercuotano sulle aree naturali contigue creando, come già espresso in precedenza, degli squilibri sulla flora e sulla fauna presente.

Un altro riferimento indispensabile per la comprensione della distribuzione dell'inquinamento luminoso in Italia è rappresentato dalle elaborazioni del prof. Pierantonio Cinzano nel 2001 (la situazione complessiva negli ultimi dieci anni è peggiorata in senso assoluto a causa dei fenomeni descritti nell'evoluzione dell'illuminazione pubblica, ma le mappe rappresentano comunque un valido indicatore per lo svolgimento di analisi qualitative).

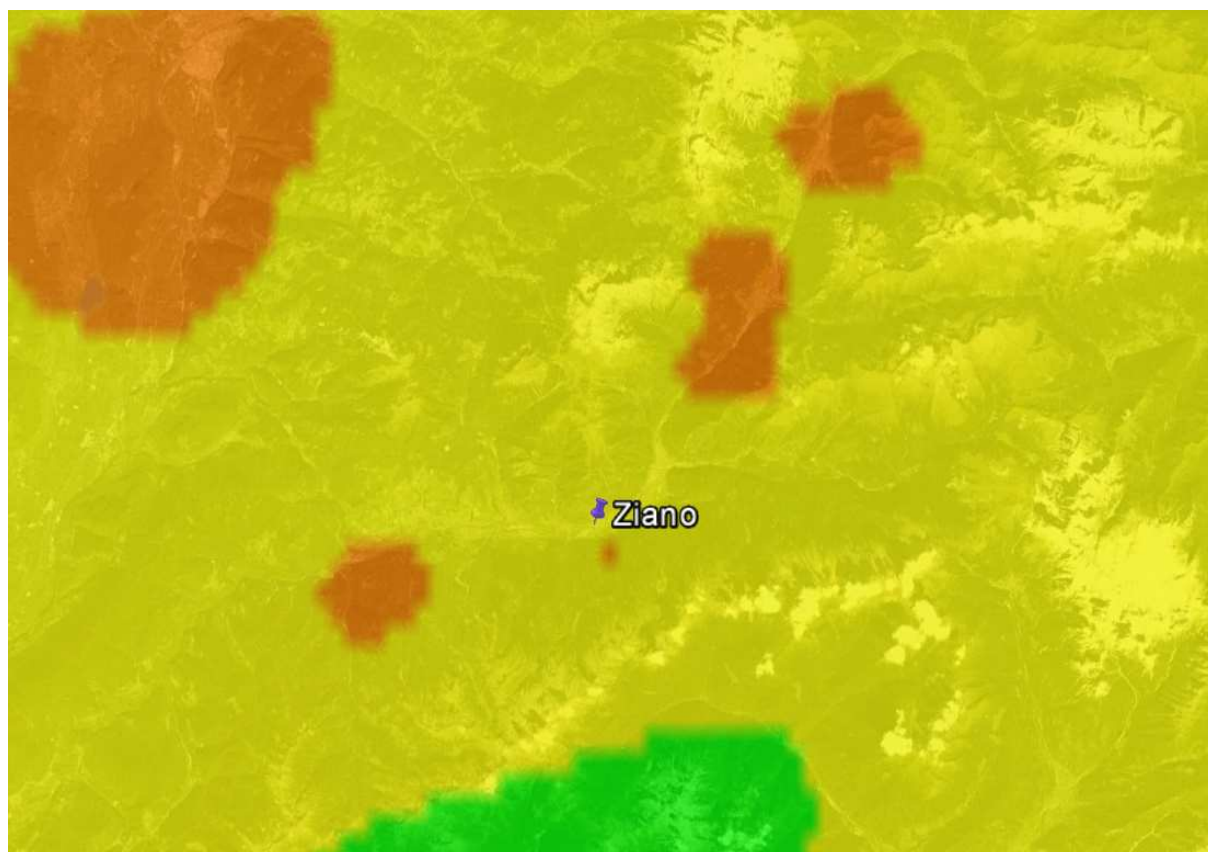


Figura 7: Mappa della brillantezza artificiale del cielo notturno. Il giallo indica brillantezza artificiale da 1 a 3 volte maggiore di quella naturale; (<http://www.lightpollution.it> – Prof. P.Cinzano)

La mappa della brillantezza artificiale del cielo consente la visione immediata dell'inquinamento luminoso in atmosfera. Essa riporta la brillantezza artificiale del cielo notturno rapportandola a quella naturale di riferimento. La scala cromatica funzionale applicata va così interpretata: Il nero rappresenta i siti nei quali allo zenit il cielo ha una luminanza artificiale inferiore all'11% di quella naturale; Il blu dall'11 al 33%; Il verde dal 33 al 100%; Il giallo dal 100 al 300%; l'arancio tra 300 e 900% volte e il rosso oltre il 900%.

Il territorio del comune di Ziano di Fiemme è compreso nella fascia gialla con una la luminanza artificiale è tra 1 e 3 volte superiore rispetto a quella naturale di riferimento. La Figura 7 evidenzia anche l'inquinamento luminoso cospicuo prodotto dagli impianti di illuminazione di Moena e Pera-Vigo di Fassa (a nord-est), di Cavalese (ad ovest) e dell'area urbana di Bolzano (a nord-ovest).

La mappa della visibilità delle stelle ad occhio nudo indica, invece, la possibilità dell'osservatore medio di vedere stelle aventi una luminosità di riferimento (magnitudine). Va precisato che un cielo ben fruibile che non penalizzi troppo l'osservatore è quello con magnitudine limite superiore a 5.5mag. In considerazione di tale riferimento va interpretata la scala cromatica della mappa riportata: le tonalità grigio-nero indicano un cielo fruibile e visibile come ampiamente stellato (>5,75mag), colorazioni da azzurro (5mag) a blu scuro (5.75) rappresentano un cielo da moderatamente a molto stellato, tonalità tra l'arancio (4.25mag) e il giallo (4.5-5) individuano un cielo poco o moderatamente stellato, colorazioni tra il rosso (4mag) e il violetto (<3,75mag) definisco aree in cui il cielo viene percepito come appena o poco stellato.

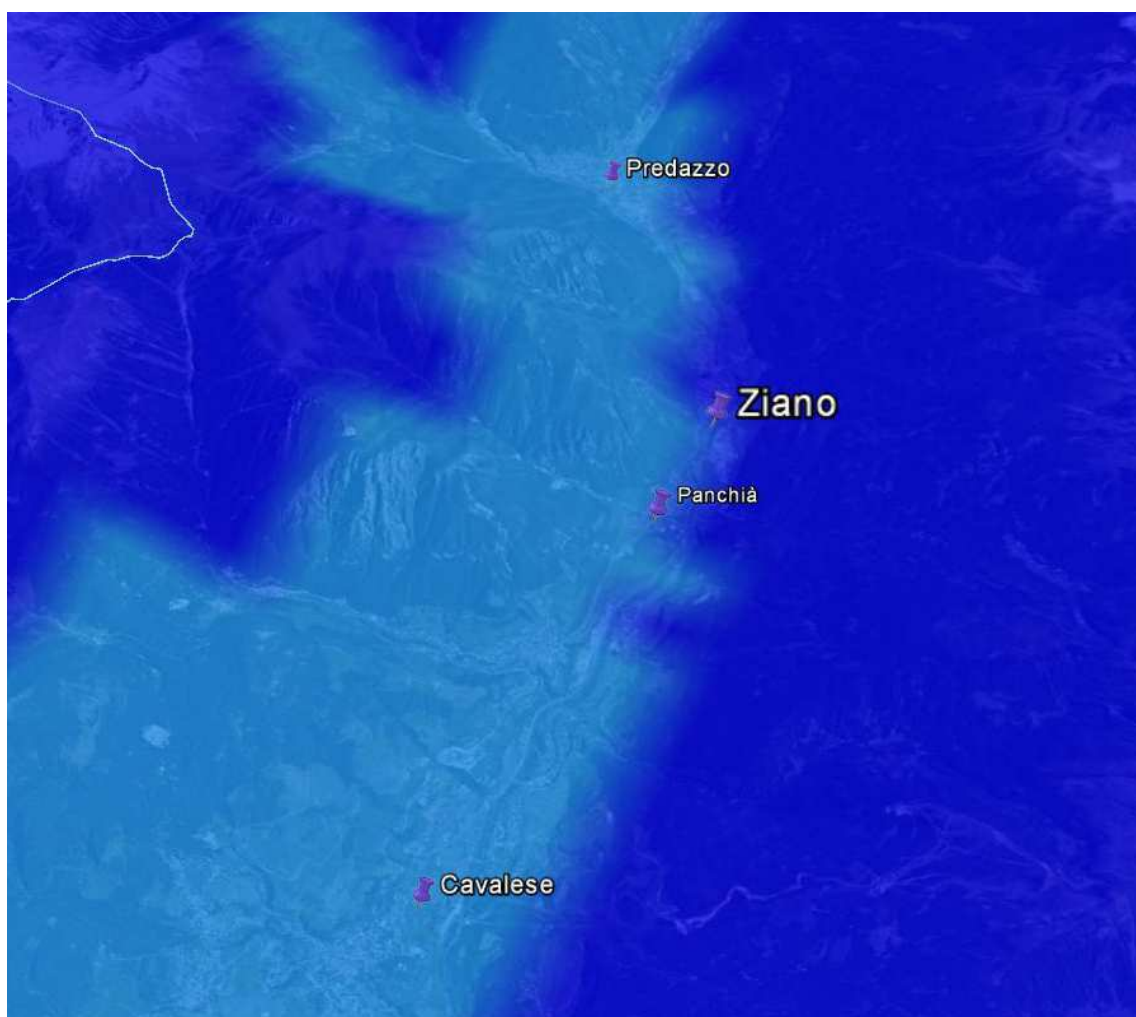


Figura 8: Visibilità delle stelle a occhio nudo (<http://www.lightpollution.it> – Prof. P.Cinzano)

Il comune di Ziano, come buona parte della Val di Fiemme, rientra nelle tonalità dell'azzurro-blu chiaro con magnitudine compresa tra 5,00 e 5,50 e quindi una penalizzazione dell'osservazione astronomica non eccessiva.

Riguardo al tema dell'inquinamento luminoso, si segnala la presenza sul territorio del "Gruppo Astrofili Fiemme" attivo nell'ambito dell'osservazione astronomica ma in grado di fornire un valido contributo anche nel campo dell'inquinamento luminoso.

Nell'ambito delle analisi preliminari sull'inquinamento luminoso, bisogna valutare se il comune oggetto di studio (o parte di esso) ricade all'interno delle fasce di rispetto di osservatori astronomici di rilevanza nazionale o provinciale. Gli osservatori astronomici, infatti, sono particolarmente sensibili al problema dell'inquinamento luminoso. Per tale motivo il piano provinciale della Provincia Autonoma di Trento, all'allegato G, riporta:

- l'elenco degli osservatori di rilevanza nazionale e provinciale;
- estratti cartografici che evidenziano le fasce di rispetto (25km per gli osservatori di rilevanza nazionale e 5km per quelli di rilevanza provinciale);
- i comuni ricadenti nelle aree di rispetto.

Il comune di Ziano non risulta compreso nelle fasce di rispetto individuate dalle normative provinciali e nazionali vigenti per cui non sarà necessario predisporre interventi specifici ed urgenti in alcune parti del territorio comunale. Va però precisata la distanza ridotta (6km circa - Figura 9) dell'abitato di Ziano dal nuovo osservatorio astronomico di Tesero collocato in località Guagiola secondo le indicazioni del Piano provinciale (in realtà, è in fase di approvazione una variante alla localizzazione dell'osservatorio che dovrebbe sorgere in località Zanon). In ogni caso, secondo l'allegato G della L.P.16/07, rientrano esplicitamente nell'area di rispetto del nuovo osservatorio i comuni di Tesero, Cavalese e Varena; è anche chiaro, però, che un'azione di contenimento dell'inquinamento luminoso risulta necessaria anche a Ziano, comune posto nelle immediate vicinanze del perimetro di rispetto individuata dalle disposizioni normative.

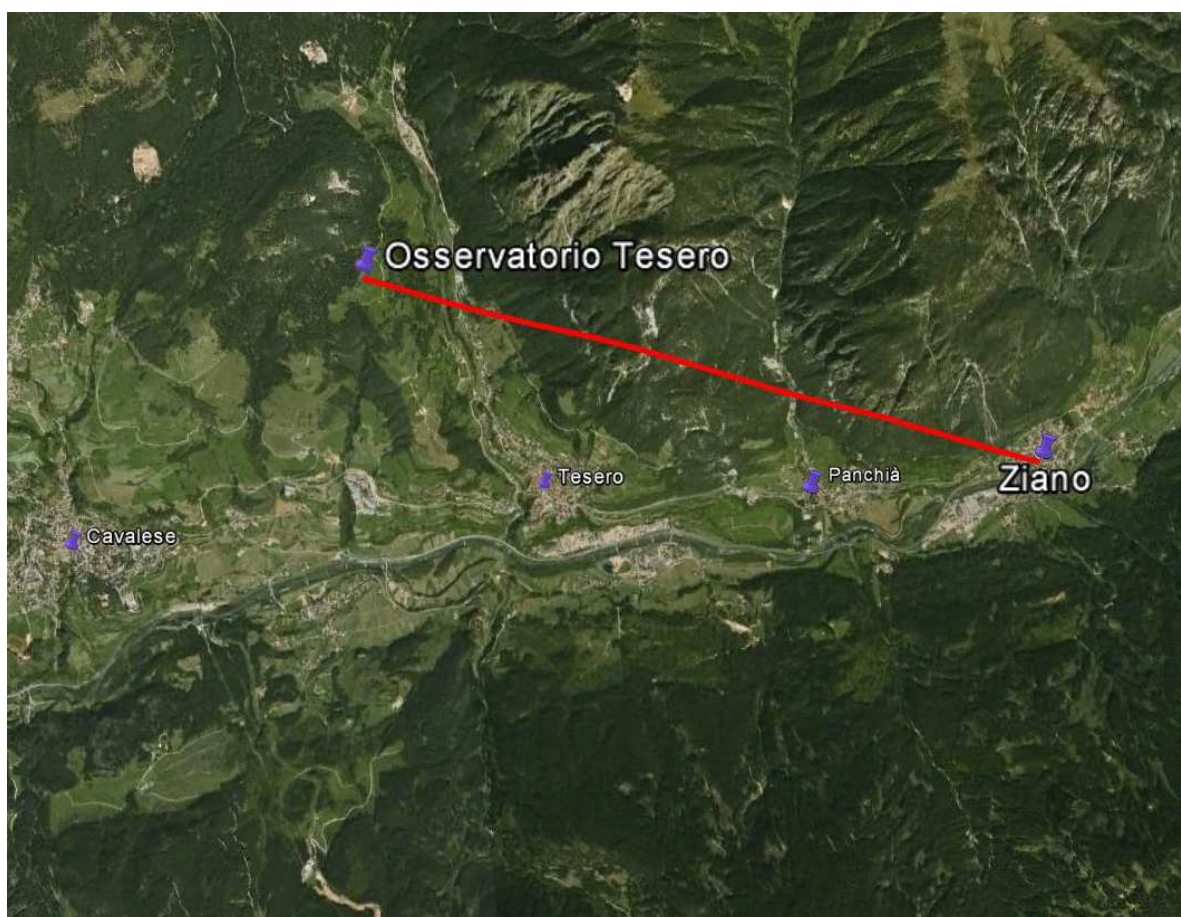


Figura 9: Osservatorio astronomico di Tesero

5 ANALISI DELLO STATO DI FATTO

5.1 CENSIMENTO DEI PUNTI LUCE

Il piano provinciale di intervento per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento luminoso prevede che i P.R.I.C., nel rilievo della situazione esistente, effettuino un censimento dei punti luce (sorgenti luminose, apparecchi e sostegni) e valutino le loro condizioni.

L'indagine conoscitiva effettuata nei mesi di febbraio e marzo 2012, ha considerato tutti gli impianti di illuminazione esterna riconducibili a soggetti pubblici, con particolare riguardo a quelli a carico del comune. Una valutazione attenta, ma meno puntuale, è stata fatta sugli impianti privati particolarmente inquinanti, a cui verrà dedicato una parte specifica del P.R.I.C.

Dall'indagine condotta emerge che l'attuale impianto di illuminazione pubblica del comune di Ziano di Fiemme è costituito da 637 punti luce (associati a 613 supporti-sostegni) installati in epoche diverse e quindi aventi caratteristiche costruttive, elettriche ed illuminotecniche diversificate.

Un parametro interessante che permette di stimare l'entità degli impianti di illuminazione pubblici è il rapporto abitanti/punti luce installati. Nel caso specifico di Ziano questo indicatore è pari a 2,7 (ovvero circa 3 abitanti per punto luce). Il valore ottenuto può essere confrontato con un dato medio nazionale elaborato dall'ASSIL nel 2005 (circa 6 abitanti per punto luce) e con risultati di diverse campagne di diagnosi energetica sull'illuminazione pubblica condotte su comuni aventi una popolazione inferiore ai 50.000 abitanti (Tabella 1).

Tabella 1: Rapporto abitanti/punti luce

Classe di ampiezza demografica	Abitanti/Punti luce							
	Provincia di Bergamo	Provincia di Brescia	Provincia di Como	Provincia di Varese	Provincia di Sondrio	Provincia di Pavia	Provincia di Cremona	Provincia di Rimini
fino a 999 abitanti	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	3,7	4,0	-
1000-4999 abitanti	5,8	5,2	4,1	4,1	5,5	4,7	4,4	3,0
5000-19999 abitanti	7,0	7,0	5,1	4,9	7,0	5,8	4,9	-

Il comune di Ziano presenta un rapporto abitanti/punti luce minore sia rispetto alla media nazionale che ai dati registrati in alcune province della Lombardia.

Il confronto dei dati fa emergere una condizione abbastanza critica che deve sicuramente indurre ad una limitazione delle nuove installazioni. Va però detto che il dato "preoccupante" che si rileva è riconducibile (solo in parte) a tre aspetti:

- il comune di Ziano di Fiemme ha una discreta vocazione turistica, per cui, l'utenza effettiva delle infrastrutture comunali risulta superiore rispetto agli abitanti residenti calcolati ai fini ISTAT e utilizzati per il calcolo dell'indicatore;

- il rilievo dei punti luce effettuato su Ziano risulta particolarmente approfondito rispetto agli altri dati reperiti e nel computo comprende anche sistemi di illuminazione a bassa potenza (circa 60 apparecchi residenziali con potenza assorbita inferiore a 30W) e punti luce non attivi o utilizzati in modo molto ridotto durante l'anno (circa 15 attivi in caso di manifestazioni o di particolari attività). Se si escludono queste tipologie di corpi illuminanti si giunge ad un rapporto abitanti/punti luce pari a 3,5 molto più prossimo a quelli registrati nelle analisi svolte dalle province lombarde;
- il comune di Ziano presenta una configurazione urbanistica molto diversa rispetto ai comuni medi lombardi caratterizzati da un'elevata densità abitativa. Nel caso di Ziano, la presenza di frazioni e dell'area sportiva e produttiva poste a distanza non elevata (ma neppure ridottissima) dal "capoluogo", ha indotto all'illuminazione completa delle strade di collegamento (via Bosin, Via Stazione, Via Cauriol, parte di Via Verdi, Via Zanon) incrementando notevolmente il numero dei punti luce presenti.

L'attività di rilievo è stata eseguita in modo attento e scrupoloso ed è stata validata dai molteplici incontri con gli operai comunali addetti alla gestione della rete e con il responsabile della manutenzione degli impianti (B.L. Sistemi); per cui si può ipotizzare un errore percentuale nell'ordine del 1-1,5% (max 10 punti luce).

A tal fine bisogna precisare che alcuni punti luce non sono stati rilevati in modo completo a causa della rimozione provvisoria effettuata per lo svolgimento di attività edilizie (ad esempio su via Molini è stato rimosso un punto luce - composizione K) o perché in fase di installazione, di sostituzione o di rimozione.

Il censimento dei punti luce è stato realizzato in conformità con la struttura elaborata dall'Agenzia provinciale per l'energia (APE) e riportata sul supporto informatico "RILIEVO IP-PAT", software utile per l'attività di rilievo in campo e per l'elaborazione in ufficio del P.R.I.C. Le aree tematiche analizzate, sono:

a. Tipologia di sostegno:

1. PD Palo dritto;
2. PC Palo incurvato;
3. PS Palo + sbraccio;
4. PM Palo + n. sbracci;
5. PR Paletto ($h < 1,5m$);
6. EG Esterno generico;
7. EP Esterno a parete;
8. ES Esterno sottogronda;
9. TF Torre faro;
10. MP Mensola a parete;
11. TS Tesata;
12. IP Incasso a parete;
13. IT Incasso a terra;

b. Tipo di apparecchio:

1. ST Stradale;
2. TC Tecnico;
3. AR Artistico;
4. PRA Proiettore asimmetrico;
5. PRG Proiettore simmetrico generico;
6. IND Incasso a terreno/pavimento;
7. GL Globo;
8. RES Apparecchio ad uso residenziale;

c. Tipo di sorgente luminosa (lampada):

1. SBP Sodio bassa pressione;
2. SAP Sodio alta pressione;
3. JM Alogenuri metallici;
4. LED;
5. IND Induzione;
6. FLU Fluorescenti (lineari o compatte);
7. MBF Vapori di mercurio;
8. INC Incandescenza/alogene.

Oltre all'analisi illuminotecnica dei punti luce sono state effettuate dalle valutazioni, con esame a vista, del sostegno e del sistema di infissione da un punto di vista strutturale. Ogni punto luce rilevato è stato fotografato con l'utilizzo di una macchina digitale ad alta definizione in modo da poter visualizzare chiaramente le caratteristiche costruttive e tecniche degli apparecchi, dei sostegni e, nel limite del possibile, delle sorgenti luminose.

Dal censimento realizzato su tutto il territorio comunale sono stati elaborati alcuni aerogrammi che sintetizzano la situazione esistente e permettono, grazie alla facilità di lettura, una piena comprensione dello stato di fatto dell'illuminazione pubblica.

d. Tipologia di applicazione

La tabella e il grafico riportati mostrano la distribuzione dei punti luce in funzione dell'applicazione:

- gli apparecchi destinati all'illuminazione dei tratti carrabili costituiscono il 67% dell'intero parco illuminante comunale. A questa percentuale vanno aggiunti i corpi illuminanti dedicati all'illuminazione delle aree di parcheggio (che possono considerarsi a tutti gli effetti spazi veicolari), i quali indirettamente illuminano porzioni della rete stradale. Sommando le due aliquote, si rileva che l'illuminazione funzionale di tipo stradale rappresenta quasi i 3/4 dell'illuminazione pubblica di Ziano. L'entità rilevante di tali impianti (453 punti luce)

Tabella 2: Campi di applicazione dell'illuminazione pubblica

Tipo di applicazione	Quantità	% su totale
Strada	429	67,3%
Edifici e monumenti	21	3,3%
Impianti sportivi	27	4,2%
Piazze, parchi e aree pedonali	136	21,4%
Parcheggi	24	3,8%
TOTALE	637	

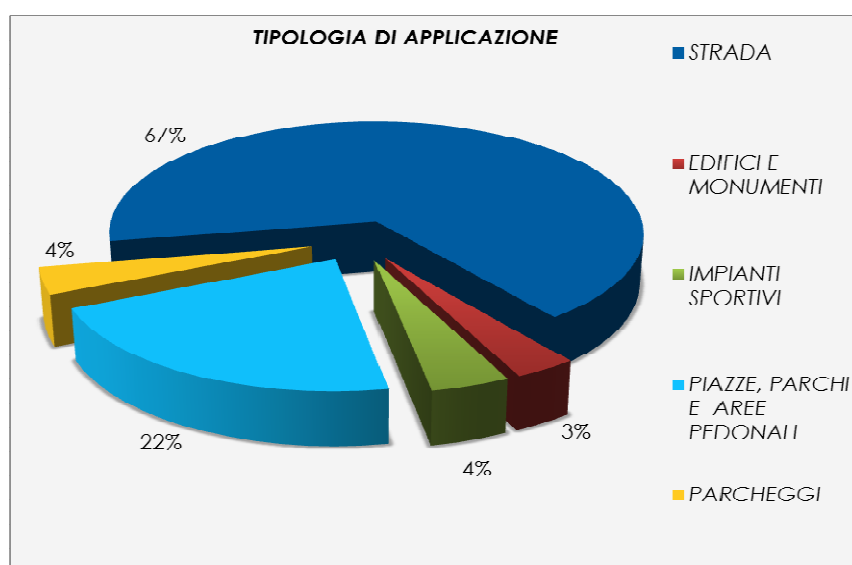


Figura 10: Campi di applicazione dell'illuminazione pubblica

è legata, alla particolare distribuzione delle aree antropizzate (centro di Ziano, frazioni e area produttiva-sportiva) come già rilevato in precedenza;

- una percentuale significativa (22%) delle ottiche sono dedicate all'illuminazione di percorsi pedonali, sentieri naturalistici, aree a verde attrezzato e di piazze. Il dato evidenzia l'attenzione comunale non solo rivolta all'illuminazione di tipo stradale, ma anche quella necessaria a rendere potenzialmente fruibili, anche nelle ore notturne, gli spazi attrezzati di aggregazione (aree a verde), le aree pedonali interne ai centri storici e i sentieri pedonali (si pensi, ad esempio, al percorso vita Lungo Avisio);
- gli apparecchi per l'illuminazione di impianti sportivi rappresentano il 4% del totale, mentre quelli destinati all'illuminazione d'accentuo il 3%. Su queste due tipologie di impianti va posta una particolare attenzione viste le potenze installate, le ore di funzionamento e i rischi di inquinamento luminoso (vista la contiguità con le aree residenziali)

e. Tipologia di composizione

I dati riportati (in forma analitica e grafica) permettono di effettuare le seguenti considerazioni:

- le ottiche stradali rappresentano la tipologia più diffusa (67,7%); sono impiegate principalmente per l'illuminazione dei tratti veicolari e dei parcheggi ma sono impiegate anche per l'illuminazione di percorsi ciclo-pedonali (percorso vita) e di aree a verde attrezzato (su via Verdi e su via Coronella);
- gli apparecchi artistici (lanterne su palo e a mensola) costituiscono una parte cospicua delle installazioni (9%) e sono utilizzati, correttamente, per l'illuminazione dei centri storici, generando una gradevole integrazione tra l'illuminazione pubblica e l'intorno;
- i corpi residenziali sono destinati all'illuminazione di

Tabella 3: Classificazione dei punti luce in base alla tipologia di composizione

Tipo di composizione	Quantità	% su totale
Stradale	431	67,7%
Tecnico	14	2,2%
Artistico	59	9,3%
Incasso	24	3,8%
Residenziale	55	8,6%
Proiettore	54	8,5%
TOTALE	637	

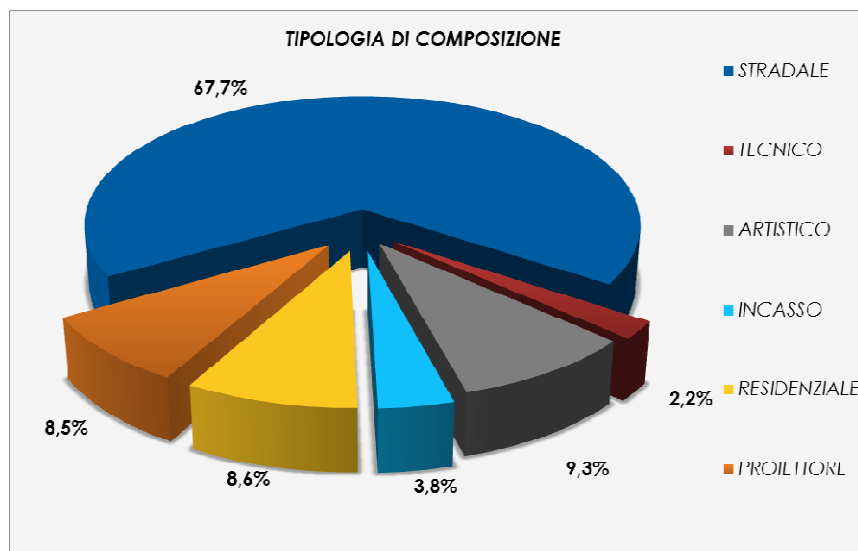


Figura 11: Tipi di composizione

- spazi pedonali (porticati, aree a verde e parchi). Va sottolineato che seppur rilevanti da un punto di vista numerico (55), presentano, nella maggior parte dei casi, potenze installate ridotte (<30W) e sorgenti luminose caratterizzate da una buona efficienza luminosa (fluorescenti);
- i proiettori costituiscono l'8,5% delle tipologie di apparecchi installati; sono utilizzati per l'illuminazione degli impianti sportivi, di aree esterne poste a ridosso strutture pubbliche (VV.FF. e magazzino comunale), di aree pedonali (P.za Italia). Si ricorda che su tali apparecchi va posta particolare attenzione viste le potenze installate e i rischi di inquinamento luminoso indotti da scorrette installazioni;
- gli incassi e gli apparecchi tecnici rappresentano complessivamente circa il 6% del parco dei punti luce installati e sono utilizzati principalmente per l'illuminazione di spazi pedonali e di facciate di edifici storici (chiesa madre della Madonna di Loreto).

A questo punto, è interessante suddividere ulteriormente le categorie principali presenti in modo da caratterizzarle con maggiore dettaglio da un punto di vista illuminotecnico.

5.2 CLASSIFICAZIONE DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

Premessa necessaria ai fini di tale suddivisione è il richiamo all'allegato C del Piano provinciale per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento di cui alla L.P. 16/2007 che classifica gli apparecchi di illuminazione sulla base di parametri illuminotecnici.

Gli apparecchi di illuminazione sono suddivisi in 5 classi a seconda del flusso luminoso disperso sopra il piano orizzontale; le classi sono così definite:

- *classe A*: comprende gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno una distribuzione dell'intensità luminosa massima per angoli gamma maggiori o uguali a 90° , compresa tra 0,00 e 0,49 candele per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso. In tale classe rientrano tipicamente le armature stradali con lampada recessa nel vano ottico e i proiettori asimmetrici;
- *classe B*: comprende gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno una distribuzione dell'intensità luminosa massima per angoli gamma maggiori o uguali a 90° , maggiore di 0,49 candele per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso e flusso luminoso disperso verso l'alto inferiore al 1%. In tale classe rientrano tipicamente le armature stradali con vetro ricurvo e coppa prismatica;
- *classe C*: comprende gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione hanno, per angoli gamma maggiori o uguali a 90° , un flusso luminoso disperso verso l'alto compreso tra l'1% e il 30%. In tale classe rientrano tipicamente le armature da arredo urbano con schermatura superiore, ottiche secondarie e frangiluce;
- *classe D*: comprende gli apparecchi destinati a produrre illuminazione d'accentuo o effetti localizzati decorativi (incassi da terra, applique);
- *classe E*: comprende gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno, per angoli gamma maggiori o uguali a 90° , un flusso luminoso disperso verso l'alto superiore al 30%.

Lo strumento per l'attribuzione degli apparecchi alle 5 classi è quindi utile a valutarne l'efficienza energetica e luminosa è la misura fotometrica del corpo illuminante (lampada, ottica, riflettore interno, etc.). La misura fotometrica è rappresentata graficamente dal solido fotometrico che rappresenta la "carta d'identità" dell'apparecchio indicando la distribuzione delle intensità luminose nello spazio (solitamente riferite ad un flusso normalizzato di 1000lumen). Le curve fotometriche, invece, sono delle semplici sezioni del solido fotometrico e permettono di valutare rapidamente se l'apparecchio risponde adeguatamente all'esigenze progettuali e se risponde ai criteri di riduzione dell'inquinamento luminoso.

Osservando semplicemente le curve fotometriche si intuisce il comportamento dell'apparecchio ed è facile verificare l'emissione in ogni direzione.

Nel caso specifico della Provincia Autonoma di Trento, basta porsi lungo l'orizzontale della curva fotometrica e valutare l'intensità luminosa emessa con riferimento ad un angolo gamma pari a 90° . Se l'intensità luminosa rilevata è non nulla, allora l'apparecchio considerato non apparterrà alla classe A di cui sopra. In seguito sarà possibile attribuire l'apparecchio alle classi B, C, E in base alla quantità di flusso emesso nel semipiano superiore (rispettivamente inferiore all'1%, compreso tra l'1 e il 30% e superiore al 30%).

Le valutazioni precedentemente esposte possono essere evinte ancora più comodamente e in maniera più precisa attraverso le tabelle fotometriche C-γ (C indica il piano di sezionamento: 0°-180° piano parallelo all'asse stradale, 90°-270° piano ortogonale all'asse stradale, γ indica l'angolo nel piano verticale: 90°-180° direzione orizzontale) che i produttori dovrebbero associare alle rappresentazioni grafiche. La tabella delle misure fotometriche sono uno strumento necessario, in quanto livelli bassi di intensità potrebbero non essere rilevabili sulla rappresentazione grafica della curva fotometrica. Anche le tabelle non danno la veridicità assoluta dei dati; una maggiore sicurezza si può avere richiedendo certificazioni da enti terzi (pratica ad oggi poco diffusa).

Le aziende del settore forniscono (solo da qualche anno) dati fotometrici completi sugli apparecchi commercializzati. La progettazione di nuovi impianti di illuminazione esterna deve assumere come punto essenziale di partenza tali dati (meglio se certificati da enti terzi).

Risulta evidente la complessità di applicare in modo rigoroso e analitico la classificazione riportata nel piano provinciale vista la difficoltà di reperimento di dati fotometrici certificati di apparecchi commercializzati in periodi in cui le problematiche dell'inquinamento luminoso e dell'efficienza energetica dell'illuminazione pubblica non venivano considerate.

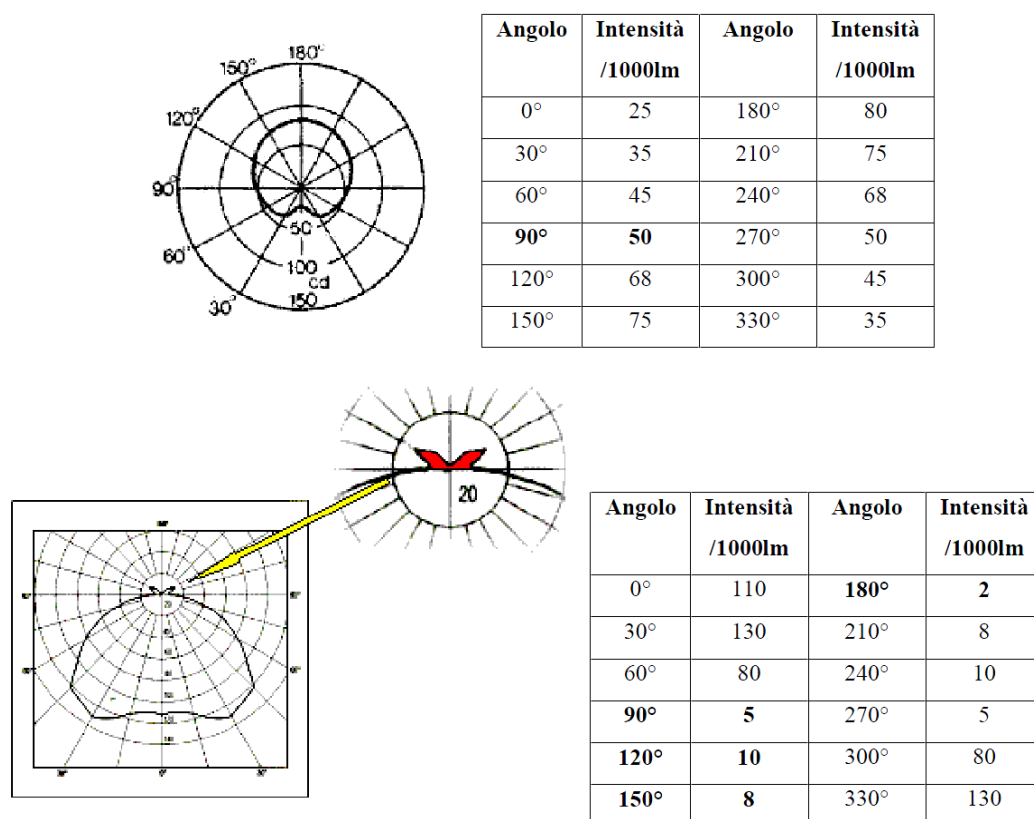


Figura 12: Curva e dati fotometrici di apparecchi illuminanti

La classificazione gli apparecchi illuminanti installati nel territorio comunale di Ziano di Fiemme è stata realizzata assumendo le seguenti ipotesi:

- per gli apparecchi su cui è stato possibile risalire alla marca e al modello e reperire, quindi, dati fotometrici certi (quasi mai certificati da enti terzi) è stata applicata in modo rigoroso la classificazione del piano provinciale;
- per le ottiche su cui non è stato possibile risalire agli specifici dati fotometrici è stata realizzata un'associazione a modelli molto simili oppure, la classe è stata attribuita considerando le indicazioni qualitative riportate nel piano provinciale e associate alle singole classi (vetro piano, coppa prismatica, proiettore asimmetrico, etc.);
- gli apparecchi illuminanti particolarmente obsoleti sono stati inseriti nella classe E.

La ricostruzione dei modelli installati di recente è stata effettuata anche grazie alla ricerca di dati presso alcune aziende che hanno effettuato interventi rilevanti nel comune di Ziano negli ultimi anni; ad esempio, tramite la società Ewo, è stato possibile ricavare dati precisi sulle numerose ottiche (circa 100) fornite al comune a partire dall'anno 2005.

L'attribuzione delle classi illuminotecniche previste dal piano provinciale agli apparecchi installati è stata realizzata considerando la reale modalità di installazione dei corpi illuminanti corretta. Bisogna considerare che i dati e le curve fotometriche si riferiscono ad installazioni dell'apparecchio orizzontali. L'installazione inclinata dei corpi (spesso realizzata, in passato, su sede stradale per permettere di ridurre lo sbraccio ma garantire l'illuminazione adeguata della corsia di marcia opposta all'installazione) determina una rotazione rigida della curva fotometrica con un incremento dell'entità di flusso emesso oltre il piano orizzontale dell'apparecchio. Risulta chiaro quindi che in tal caso, ad esempio, un apparecchio di tipo full-cut-off (attribuibile per le sue caratteristiche costruttive alla classe A) andrebbe collocato nelle classi B,C o E (a seconda dell'entità dell'inclinazione e quindi del flusso effettivamente disperso verso l'alto).

In allegato è riportato un abaco degli apparecchi illuminanti in cui verranno riportate molte informazioni sugli apparecchi installati nel comune di Ziano di Fiemme.

Sulla base di quanto esposto, è stata realizzata la classificazione illuminotecnica degli apparecchi illuminanti installati nel territorio di Ziano, riportata in seguito in forma analitica e grafica.

Tabella 4: Classificazione illuminotecnica degli apparecchi

Classe degli apparecchi	Quantità	% su totale
A	318	49,9%
B	182	28,6%
C	8	1,3%
D	99	15,5%
E	30	4,7%
TOTALE	637	

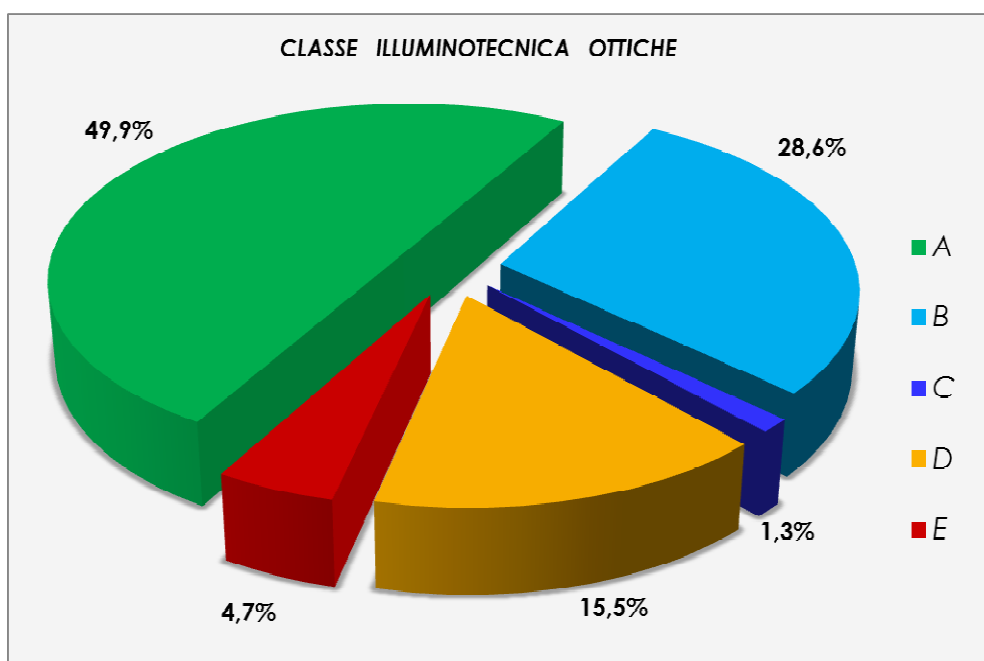


Figura 13: Classi illuminotecniche dei corpi installati nel comune di Ziano di Fiemme

I dati elaborati permettono di effettuare le seguenti considerazioni:

- gli apparecchi conformi ed ammessi dal corpo normativo provinciale (ovvero quelli appartenenti alla classe A) rappresentano la metà del parco illuminante installato nel comune di Ziano di Fiemme;
- le applicazioni ammesse solo previa verifica di conformità (eseguita secondo l'allegato B del piano provinciale) costituiscono una quota rilevante dei punti luce (28,6% - classe B). Va precisato che la maggior parte degli apparecchi inseriti in questa fascia sono corpi stradali con coppe prismatiche o curve che presentano, in realtà, caratteristiche "ibride" tra la classe B e la classe C. Se si considerano i solidi fotometrici di tali ottiche si rileva che, oltre ad avere un'intensità luminosa massima per $\gamma \geq 90^\circ$ maggiore di 0,49 candele per 1000 lumen di flusso luminoso emesso, presentano un flusso emesso verso l'alto maggiore dell'1%: a rigore, quindi, andrebbero inseriti in classe C. D'altra parte, però, va precisato che il piano provinciale indica come tipici apparecchi appartenenti alla classe B proprio le armature stradali con coppe curve/prismatiche. Inoltre va considerato che il flusso emesso verso l'alto da questi corpi illuminanti risulta sempre inferiore al 3% (prossimo al limite inferiore della classe C) e che, nei numerosi incontri organizzati dall'Agenzia provinciale è stato espresso l'orientamento ad ampliare il

valore massimo di flusso massimo emesso verso l'alto per la classe B (dall'1% attuale ad un valore del 3%). Sulla base di tali considerazioni, si è deciso di inserire tali apparecchi in classe B precisando la condizione "ibrida" attraverso il pedice "C" riportato negli elaborati grafici.

- una parte trascurabile degli apparecchi installati (1,3%) rientrano in classe C e sono, quindi, sconsigliati dalla normativa ed ammessi solo in particolari casi previa verifica di conformità;
- un'aliquota delle ottiche (12,6%) è collocabile in classe D è ammessa solo per:
 - a. impianti di dimensioni ridotte (emissione luminosa inferiore a 5000lm o impianti fino a 10000lm ma destinati a impianti per festività temporanee, luminarie natalizie, sistemi di allarme, illuminazione vie di fuga, regolazione del traffico);
 - b. impianti destinati all'illuminazione di edifici storici e monumenti;
 - c. impianti utilizzati in zone coperte (portici, sottopassi, gallerie stradali)
- una quota ridotta, ma non trascurabile, dei punti luce (4,7%) presenta notevoli problematiche di inquinamento luminoso e ridotta efficienza energetica (classe E). Su questi apparecchi dovrà focalizzare l'attenzione il piano di adeguamento/riassetto illuminotecnico.

È possibile analizzare, a questo, punto nel dettaglio le 3 categorie principali di apparecchi installati nel territorio comunale: armature stradali, ottiche artistiche e proiettori.

a. Armature stradali

Le armature stradali rappresentano, con 431 punti luce, i 2/3 delle installazioni luminose comunali. Da una prima analisi delle composizioni stradali, si evidenzia un'elevata varietà di ottiche soprattutto nelle ottiche meno recenti mentre, gli interventi effettuati negli ultimi anni, si contraddistinguono dall'utilizzo di ottiche omogenee. Dalla Figura 14 si rileva che:

- la maggior parte degli corpi illuminanti (289) rientra nella classe A. In tale classe rientrano tutti gli

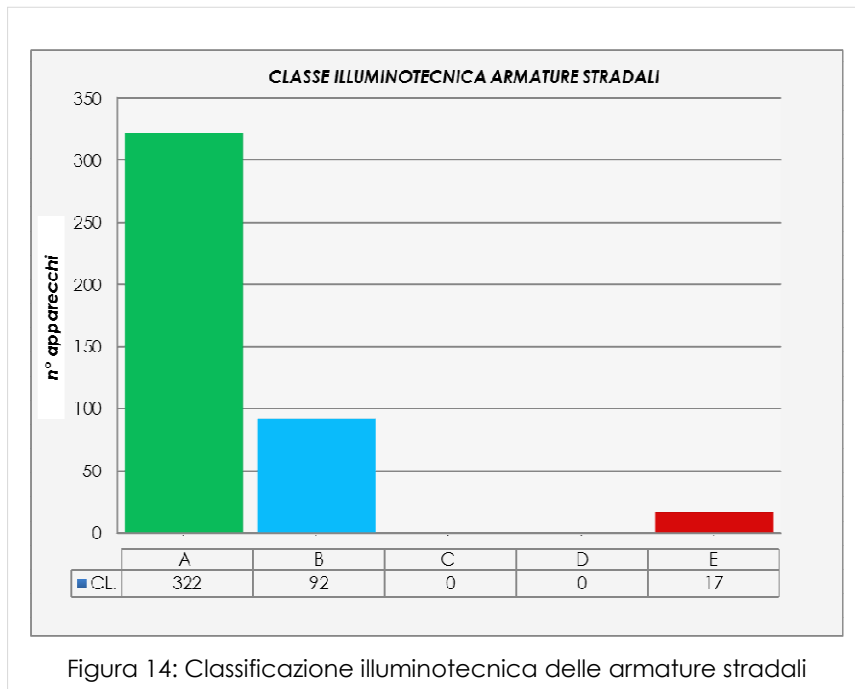


Figura 14: Classificazione illuminotecnica delle armature stradali

apparecchi dell'azienda Ewo (installati di recente) concepiti considerando la tematica dell'inquinamento luminoso: presentano, infatti, uno schermo diffusore in metacrilato trasparente ribassato (in modo da contenere l'intensità luminosa emessa per $\gamma=90^\circ$ nel limite di 0,49 candele per 1000 lumen di flusso totale emesso), un riflettore interno ad elevate prestazioni e una lampada

completamente recessa nel vano ottico. Tali corpi presentano un aspetto esteriore pressoché identico (piccole variazioni nelle dimensioni del corpo) garantendo una gradevole uniformità estetica lungo la rete stradale; si differenziano solo per la tipologia di riflettore, di sostegno (sbraccio singolo o doppio) e di potenza installata (composizioni A, B, C, D, I, O, R). Gli impianti in questione rappresentano una soluzione conforme e ammessa in ogni caso dalle disposizioni provinciali; su di essi andranno effettuate solo delle valutazioni (in campo e attraverso simulazioni al software) sui livelli di luminanza/illuminamento prodotti sulla sede stradale in modo da verificare la conformità ai requisiti illuminotecnici dettati dalla UNI EN 13201 e dalla UNI 11248. In pratica, andrà valutata la correttezza della posizione d'installazione, della lampada e della potenza installata. Gli apparecchi stradali rientranti in classe A sono installati ad esempio sulla S.S.48-Via Nazionale, via Zanon, Via Coronella, Via G. Verdi (tratto esterno all'abitato), Lungo Avisio, Via Zanolin, etc.

- una quota significativa delle ottiche stradali (30%) rientra nella classe B (in realtà presentano, come già precisato in precedenza, proprietà intermedie tra la classe B e la classe C): si tratta di armature con coppe curve o prismatiche di materiale, forma, dimensione e stato di conservazione differenti. Alcune composizioni (AA, AB, AJ, AO, AV, G e K) mostrano evidenti segni di obsolescenza e di vetustà (che spesso riguardano anche i sostegni) e non garantiscono prestazioni illuminotecniche efficienti, mentre altre (P, S, AI) possono ritenersi discretamente efficienti. Va precisato che le ottiche prismatiche, concepite negli anni '80 per garantire una buona uniformità di illuminamento, danno luogo a fenomeni di dispersione del flusso verso zone non funzionali e abbagliamento molesto, tutto a causa dei fenomeni di rifrazione e riflessione del flusso luminoso sulla coppa di protezione che emerge rispetto al vano ottico. I corpi in esame sono installati principalmente lungo Via Stazione, Via Roda, Via G. Verdi (tratto urbano), parte di Via Bosin, Via Caduti.
- una parte minoritaria, ma non trascurabile soprattutto in virtù della potenza installata (125W), dei corpi stradali rientra nella classe E: soluzione vietata in ogni caso dalle disposizioni provinciali vigenti. Nello specifico, si tratta di ottiche concepite negli anni '50 e '60 e caratterizzate da un corpo ogivale aperto e privo di riflettore interno. Tali apparecchi sono installati, in alcuni casi, con angoli di inclinazione non trascurabili (10-15°) al fine di garantire l'illuminazione della corsia opposta all'allineamento di installazione (vista l'assenza di un riflettore e di uno schermo diffusore in grado di indirizzare il flusso emesso dalla sorgente luminosa). L'installazione inclinata dell'ottica genera, però, una rotazione rigida nel piano verticale del solido fotometrico procurando una rilevante quantità di flusso luminoso emesso nell'emisfero superiore. Le composizioni stradali appartenenti alla classe E sono collocate nella parte alta di Via Bosin in prossimità della frazione omonima.

Da dati raccolti risulta che una delle tipologie di installazione maggiormente diffuse nel comune di Ziano di Fiemme risponde ai principi di limitazione dell'inquinamento luminoso (classe A); è evidente, d'altra parte, la necessità di sostituire i vecchi apparecchi stradali (parte di quelli appartenenti alla classe B e tutti quelli rientranti nella classe E) con ottiche conformi e possibilmente simili a quelle già installate in modo da garantire un assetto illuminotecnico omogeneo.

b. Armature artistiche

Le ottiche artistiche costituiscono circa il 10% del parco illuminante di Ziano di Fiemme: si tratta di lanterne (su palo o su mensola) utilizzate per l'illuminazione delle parti storiche di Zanon, Zanolin, Ziano e Roda. Dalla classificazione riportata in Figura 15 si rileva che:

- la maggior parte delle lanterne (90%) risultano schermate: la lampada è completamente incassata all'interno del vano ottico. L'ottica, concepita tenendo conto del

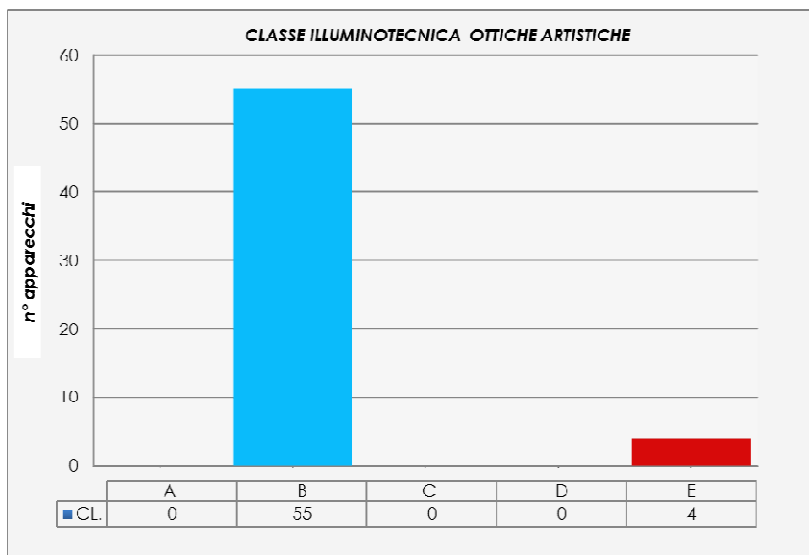


Figura 15: Classificazione illuminotecnica delle ottiche artistiche

problema dell'inquinamento luminoso, non rientra nella classe A ma si colloca nella classe B in quanto l'intensità luminosa massima normalizzata emessa per $\gamma=90^\circ$ risulta, lungo alcune direzioni, di gran lunga superiore al limite di 0,49 candele fissato dalle disposizioni provinciali (l'effetto è indotto soprattutto dalla presenza del vetro di protezione inclinato).. Va comunque precisato che questi corpi rappresentano comunque una buona soluzione tecnica in grado di conciliare la questione ambientale-architettonica con quella dell'inquinamento e dell'efficienza luminosa;

- una parte delle lanterne, installate nella parte storica collocata tra P.za Italia e la S.S.48, non risultano, invece, schermate: presentano la lampada a vista che, oltre a determinare una scarsa efficienza luminosa dell'impianto verso il piano orizzontale funzionale, determina un fastidioso abbagliamento.

c. Proiettori

I proiettori costituiscono l'8,5% dei punti luce installati nel territorio comunale di Ziano. La struttura di classificazione degli apparecchi elaborata dall'APE (e riportata sul software RILIEVO IP-PAT) prevede una distinzione di tali ottiche in due categorie:

- proiettori simmetrici;
- proiettori asimmetrici.

La differenza tra le due tipologie di proiettori è nelle proprietà geometriche del riflettore interno, componente realizzato spesso in lamiera di alluminio, satinata o martellata, che riflette i raggi provenienti dalla lampada secondo precise direzioni.

I proiettori simmetrici presentano un riflettore ottenuto dall'intersezione di una parabola (o di una serie di facce) simmetrica rispetto alla posizione della lampada e di due setti divergenti laterali. I proiettori simmetrici vengono inseriti convenzionalmente dal piano provinciale nella classe D, ovvero negli apparecchi destinati a

produrre illuminazione d'accentuo o effetti localizzati decorativi. È utile ricordare che l'installazione di apparecchi di classe D è consentita solo per impianti di modeste dimensioni, per quelli destinati ad illuminare edifici storici e monumenti e per l'illuminazione di spazi coperti (portici, etc.). L'attribuzione dei proiettori simmetrici alla classe D è motivata dalla notevole dispersione di luce al fuori dell'area da illuminare. Risulta percepibile la ridotta efficienza energetica dell'ottica e forte rischio di abbagliamento e di illuminazione intrusiva. L'applicazione di schermi, mascherine, alette direzionali è una soluzione parziale che porta benefici in termini di riduzione dell'inquinamento luminoso ma non risponde pienamente ai criteri di efficienza energetica.

I proiettori asimmetrici hanno un riflettore caratterizzato da una parabola allungata. Nella struttura del software RILIEVO IP-PAT dell'APE i proiettori asimmetrici vengono collocati nella classe A. La collocazione in classe A è dovuta al fatto che, se ben installata, l'ottica asimmetrica consente di orientare sull'area di interesse la maggior parte del flusso luminoso. Rispetto ai proiettori simmetrici, visto il maggiore fattore di utilizzazione, permettono di ridurre le potenze installate a parità di illuminamento prodotto sull'area funzionale (risparmio energetico ed economico) e l'inquinamento luminoso.

La maggior parte dei proiettori installati nel comune di Ziano di Fiemme (circa il 75%) ha un'ottica simmetrica e quindi rientra nella classe D, mentre il restante 25% risponde ai criteri costruttivi definiti dalla L.P. n.16/2007 rientrando in classe A. Aspetto da considerare con attenzione, oltre alle caratteristiche costruttive dell'ottica, è la modalità d'installazione dell'apparecchio di illuminazione e in particolare la loro inclinazione rispetto al piano orizzontale da illuminare.

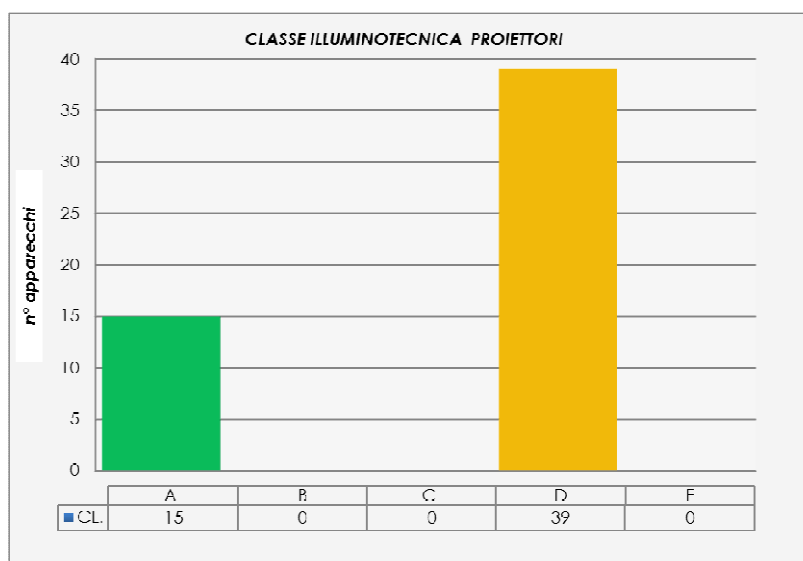


Figura 16: Classificazione illuminotecnica dei proiettori

Una buona parte dei proiettori simmetrici presenti nel comune di Ziano sono posizionati con inclinazioni evidenti (30-50°) disperdendo percentuali consistenti del flusso emesso (20-40%) verso l'alto e provocando fenomeni di abbagliamento e di inquinamento ottico e luminoso.

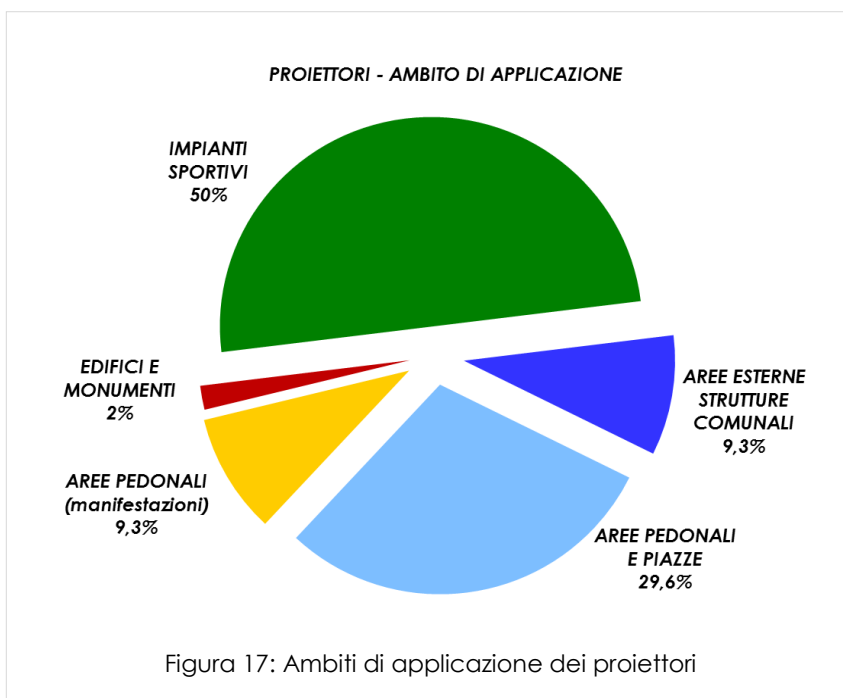
Per contenere, ma non eliminare del tutto tali fenomeni, sarebbe necessario installare le ottiche simmetriche con inclinazioni non superiori ai 30° rispetto all'orizzontale. Bisogna precisare, però, che per azzerare l'inquinamento luminoso e quindi poter "portare" un proiettore simmetrico in classe A è necessario che esso venga installato in posizione perfettamente orizzontale.

Bisogna sottolineare, invece, che anche i proiettori asimmetrici (15) presenti sono installati in modo corretto: posizione quasi perfettamente orizzontale. Tali proiettori sono stati concepiti al fine di raggiungere due obiettivi: migliorare l'efficienza energetica (tematica trattata in precedenza) e ridurre l'inquinamento luminoso rispetto a quelli simmetrici. I proiettori asimmetrici presentano un fascio luminoso uscente con un angolazione che va dai 45 ai 65 gradi rispetto all'asse, ciò fa sì che essi possano essere installati in posizione orizzontale annullando le emissioni luminose per angoli gamma superiori ai 90° e riducendo i fenomeni di abbagliamento.

Va sottolineato che l'analisi energetica e dell'inquinamento luminoso dei proiettori deve considerare sia le potenze in gioco (spesso rilevanti - superiori ai 400W), ma anche le ore di funzionamento degli impianti (che, in alcuni casi, risultano particolarmente ridotte).

Nella Figura 17 vengono riportate i campi di applicazione dei proiettori nel comune di Ziano; si rileva che:

- la metà dei proiettori sono dedicati all'illuminazione degli impianti sportivi (campo da calcio a 11, da calcio a 5 e da basket) collocati in località Ischia in prossimità di Via Stazione. Le notevoli potenze in gioco (da 400 a 2000W a punto luce), l'inclinazione e l'altezza di installazione delle ottiche e la collocazione contigua alla rete stradale richiedono una valutazione attenta dei fenomeni di inquinamento luminoso. Un'analisi, altrettanto approfondita, merita la problematica dell'abbagliamento molesto e dell'effetto di distrazione indotto dagli impianti sportivi sugli utenti della strada in transito lungo Via Stazione. Allo stato attuale, le proprietà ottiche dei proiettori e i loro puntamenti determinano una cospicua emissione del flusso luminoso al di fuori dell'area funzionale. Va, d'altro canto detto, che l'utilizzo degli impianti sportivi risulta, attualmente, abbastanza limitato;
- circa 1/3 dei proiettori sono impiegati per l'illuminazione di aree pedonali (P.za Italia - composizione J). In questo caso i proiettori, collocati sotto la gronda della sede comunale, sono installati in posizione quasi perfettamente orizzontale, riducendo notevolmente il flusso emesso verso l'alto.



- una parte dei proiettori installati (9,3%) vengono utilizzati solo in caso di manifestazioni o eventi cittadini; si tratta, in particolare, dei proiettori installati nell'area centrale di Ziano di Fiemme: sulla casa parrocchiale (composizione AH), sulla sede comunale (AP) e sull'istituto scolastico (AP);
- alcuni proiettori (5) sono destinati all'illuminazione di spazi esterni di strutture pubbliche (Vigili del Fuoco, Magazzino comunale e C.R.M.) e vengono utilizzati solo in caso di specifiche necessità (operazioni di soccorso dei VV.FF, attività lavorative all'esterno del C.R.M. e del magazzino comunale in condizioni di scarsa visibilità);

5.3 CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI LUMINOSE

a. Tipo di sorgente

Il 99% delle lampade installate negli impianti di illuminazione pubblica di Ziano di Fiemme appartengono alla famiglia delle lampade a scarica che, vista la produzione di luce basata sulle collisioni di elettroni e ioni in un gas o in un vapore, presentano, rispetto alle lampade ad incandescenza, efficienza energetica notevolmente superiore.

Le lampade a scarica di gas funzionano grazie alla presenza di vapore di mercurio o di argon ad alta pressione che, una volta innescata la scarica elettrica, trasforma le radiazioni ultraviolette in radiazioni luminose visibili. A seguito dell'accensione c'è una fase transitoria di attivazione: la luminosità ottimale si raggiunge comunque dopo pochi minuti.

Tabella 5: Classificazione dei punti luce in base alla tipologia di sorgente installata

Sorgenti luminose	Quantità	% su totale
Sodio Alta Pressione (SAP)	49	7,7%
Alogenuri metallici (JM)	393	61,7%
Vapori di mercurio (MBF)	110	17,3%
Fluorescenti (FLU)	78	12,2%
LED	2	0,3%
Incandescenti/alogene	5	0,8%
TOTALE	637	

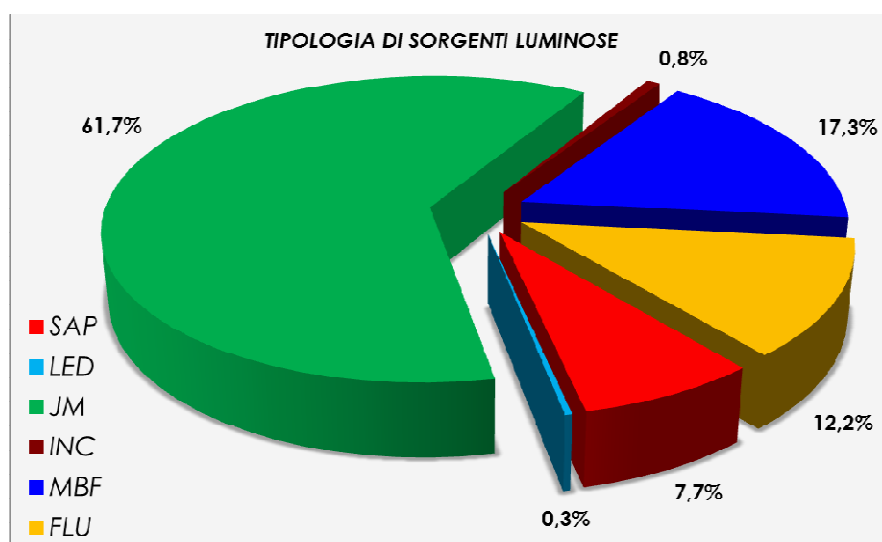


Figura 18: Tipologie di sorgenti installate

Inoltre, risulta utile precisare che le lampade a scarica non possono essere collegate direttamente alla rete di alimentazione ma richiedono l'impiego di un'apparecchiatura di alimentazione avente il compito di limitare la corrente di scarica e, spesso, di un elemento accessorio che facilita l'innesco della scarica.

La tipologia di lampada a scarica più diffusa (393pl - 61,7%) negli impianti di Ziano è quella ad alogenuri metallici (JM) evoluzione delle lampade a vapori di mercurio (MBF): hanno in comune il principio di funzionamento mentre si differenziano per il gas contenuto nel tubo di scarica e per la forma e la finitura dell'ampolla. In particolare, all'interno del bulbo di scarica vengono inseriti oltre a ridottissimi quantitativi di mercurio degli alogenuri metallici (cioè combinazioni di metalli ed elementi alogeni: ioduri di tallio, sodio, indio, etc.).

La famiglia delle lampade agli alogenuri metallici comprende sorgenti realizzate con tecniche (tecnologia al quarzo, ceramica, etc.), forme, dimensioni e attacchi differenti per cui le proprietà e le prestazioni fotometriche risultano variabili a seconda della lampada.

Le principali proprietà comuni di tali sorgenti sono:

- efficienza luminosa medio-alta: 75-110lm/W. L'efficienza luminosa rappresenta il parametro che più di tutti esprime le caratteristiche energetiche di una sorgente: rappresenta infatti il rapporto tra il flusso emesso (espresso in lumen e pesato sulla curva di sensibilità dell'occhio umano) e la potenza complessivamente assorbita. Il valore di efficienza luminosa assunto dalle lampade JM (funzione della forma e della tipologia di additivo) risponde ai criteri di efficienza energetica: è leggermente inferiore solo rispetto alle lampade SAP (confrontabile con le lampade fluorescenti);
- vita economica nominale discreta: 9000-13000ore. È utile ricordare che il periodo di accensione dell'illuminazione pubblica, a meno di spegnimenti notturni, oscilla nell'Italia settentrionale tra le 3900 e le 4300 ore all'anno. L'installazione delle sorgenti JM attuata nel comune in esame risponde, quindi, in parte ai criteri di contenimento delle spese di gestione delle lampade (sostituzioni ridotte). In particolare, per garantire, le prestazioni certificate dai produttori (mai inferiori alle 10000 ore) è necessaria una rete di alimentazione stabile (assenza di sbalzi di tensione) ed efficiente che, in alcuni aree, il comune non possiede.
- indice di resa cromatica molto alto: 65-90. L'indice Ra indica l'alterazione del colore della superficie ricevente provocata dalla sorgente luminosa (Ra=100 rappresenta una sorgente con uno spettro completo su tutte le lunghezze d'onda del visibile – es. luce diurna). Le lampade JM presentano uno spettro di emissione continuo nel visibile che garantisce l'elevata resa cromatica. Per tale motivo sono spesso utilizzate per l'illuminazione di spazi in cui è richiesta un'elevata qualità della luce (impianti sportivi, negozi, illuminazione d'accentuato, etc.);
- temperatura di colore nella fascia 3000-5000K. La luce prodotta va dal bianco-giallastro (bianco caldo secondo le norme UNI) al bianco neutro a seconda degli alogenuri presenti.

Le principali tipologie di lampade agli alogenuri metallici installate nel comune di Ziano sono:

- CDO-TT (da 70 e 100W) realizzata con bruciatore ceramico e caratterizzata da luce bianca calda (2800K) e dimmerabile solo con specifico alimentatore elettronico;
- CDM-T (da 70W) con tonalità di luce bianca calda (3000K) e ottima resa cromatica (90);

- HCL-T (da 35W) con tecnologia ceramica e luce bianco calda
- HQL-E (da 100W) idonea per apparecchi aperti e chiuse, con temperatura di colore pari a 3200K e indice di resa cromatica pari a 75.

Un'aliquota non trascurabile delle sorgenti luminose installate (322pl - 17,3%) è del tipo a vapori di mercurio ad alta pressione (tipologia HQL/MBF-U) con rivestimento interno al vanadio d'ittrio. Le caratteristiche principali delle lampade HQL-MBF sono:

- efficienza luminosa bassa: 40-50 lm/W: il valore non risponde ai criteri di efficienza energetica e risulta, a parità di potenza installata, di gran lunga inferiore a quello assunto dalle lampade al sodio ad alta pressione (SAP) o agli alogenuri metallici (JM);
- vita nominale pari a 12000-15000ore ma va subito precisato che le lampade MBF presentano una forte riduzione del flusso luminoso prodotto (-20 -30%) dopo sole 8000 ore di funzionamento. Risulta chiaro che una riduzione del flusso emesso dalla sorgente possa incidere in modo drastico sui requisiti illuminotecnici richiesti dalle norme tecniche per garantire la sicurezza degli utenti della strada. Per cui due sono le modalità operative che si verificano: si opta per l'installazione di sorgenti MBF con potenze notevoli (125W) in modo da contrastare, parzialmente, l'effetto del decadimento prestazionale, oppure si effettuano interventi di sostituzione delle lampade molto ravvicinati (al massimo ogni 2 anni);
- l'indice di resa cromatica è medio 50-60 e temperatura di colore di circa 4000K: la presenza dei fosfori (a base di vanadio d'ittrio) sul bulbo della lampada (versione HQL) migliora la luce prodotta dall'arco di scarica nella gamma del giallo e del rosso, incrementando la resa cromatica e rendendo la luce bianco-azzurra (luce fredda neutra).

L'utilizzo delle lampade MBF va assolutamente ridotto progressivamente fino a giungere alla completa eliminazione, vista la ridotta efficienza luminosa (<50lm/W), il forte decadimento prestazionale e le problematiche ambientali connesse all'uso: presenza notevole di mercurio e forte inquinamento luminoso nella regione blu dello spettro che causa problemi rilevanti agli osservatori astronomici.

La direttiva EuP 2005/32/CE, recepita dal Regolamento (CE) n.245/2009 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea nel marzo 2009, fissa dei requisiti minimi di efficienza energetica che le diverse tipologie di lampada devono rispettare per essere immesse sul mercato (la norma si applica in modo graduale su 3 scaglioni temporali: 2012, 2015, 2017). Con riferimento alle lampade ai vapori di mercurio (MBF o HQL) stabilisce che dal 1°gennaio 2015 perderanno la marcatura CE e quindi, già da qualche anno, sono in fase di ritiro dal mercato.

Le lampade fluorescenti (78 - 12,2%) presentano prestazioni molto variabili in funzione della tipologia di lampada; in termini generali, le principali proprietà sono:

- una buona efficienza luminosa: 60-85lm/W superiore rispetto alle sorgenti tradizionali ma inferiore rispetto alle sorgenti SAP, JM e alle nuove tipologie di LED;
- vita economica nominale variabile tra 6000 e 15000ore (molto condizionata dalle modalità e condizioni di funzionamento);
- temperatura di colore variabile tra 2500-3500K.

Il 90% delle sorgenti fluorescenti installate sono della tipologia compatta (*CFL Compact Fluorescent Lamp*) caratterizzato da un tubo di dimensioni contenute, un'elettronica di alimentazione integrata e potenze ridotte (sempre inferiori ai 30W), mentre, il restante 10% presenta un tubo lineare (singolo o doppio) di lunghezza non trascurabile con potenze comprese tra i 40 e i 60W.

Le sorgenti al Sodio Alta Pressione (SAP) rappresentano il 7,7% del parco lampade installato nei punti luce di Ziano; si trovano principalmente nell'area produttiva-sportiva di località "Ischia" (Via Stazione, area industriale dell'azienda "La Sportiva", Via Marcialonga). Le sorgenti SAP installate (tipologia NAV-T a prestazioni migliorate) presentano prestazioni confrontabili con quelle agli alogenuri metallici con alcune differenze non trascurabili:

- una temperatura di colore di gran lunga inferiore: 2000K: l'effetto prodotto è quello di una luce particolarmente calda (giallo-arancio);
- una vita economica superiore; le sorgenti SAP garantiscono presentano tra 5000 e 8000ore di funzionamento in più rispetto alle ordinarie sorgenti JM; questo determina una riduzione cospicua degli interventi di manutenzione ordinaria legati alla sola sostituzione delle sorgenti;
- indice di resa cromatica pari a 25-30 con una marcata alterazione dei colori e dell'intorno rispetto alla visione campione diurna. Questo effetto distorsivo è molto inferiore nel caso delle sorgenti JM (che presentano un indice di resa cromatica sempre maggiore di 60);
- un'efficienza luminosa leggermente superiore; nel caso specifico di Ziano, le sorgenti SAP installate (tipologia NAV-T Super4Y) presentano prestazioni energetiche ($\eta_{lum}=100lm/W$) leggermente superiori rispetto a quelle agli alogenuri metallici ($\eta_{lum}=80-85lm/W$);
- il costo delle sorgenti SAP è tipicamente inferiore rispetto alle sorgenti JM di eguale potenza.

Una quota ridotta delle lampade presenti (5) sono del tipo ad incandescenza non tradizionali cioè alogene. Rispetto alle lampade ad incandescenza tradizionali, nelle lampade alogene viene aggiunto dello iodo e del kripton nel bulbo che permette il riscaldamento del filamento di tungsteno fino a 3000K in modo da garantire una maggiore efficienza luminosa e una più alta resa cromatica. Va detto, però, che l'efficienza luminosa delle lampade alogene oscilla tra 20 e 30 lm/W (valori nettamente inferiori rispetto alle ordinarie lampade a scarica) e la durata media varia dalle 2500 alle 4000 ore. Le sorgenti alogene, nel comune di Ziano, sono installate all'interno dei 2 proiettori simmetrici posti sulla casa parrocchiale in Piazza Italia e utilizzati solo in caso di eventi e nell'area antistante la sede dei Vigili del Fuoco e utilizzati in caso di operazioni serali.

Le sorgenti LED (2) sono state installate nell'ambito di un progetto sperimentale di retrofit degli apparecchi Ewo già diffusi nel comune realizzato nel 2010; l'intervento ha previsto la rimozione dell'intero vano ottico e dello schermo diffusore e l'installazione dei moduli LED della stessa azienda. I due interventi sperimentali hanno previsto l'installazione di moduli LED aventi uguale potenza assorbita (circa 50W), corrente di amperaggio di 500mA ma differente temperatura di colore: 4500K (luce fredda-neutra) e 3000K (luce calda-neutra).

b. Potenze installate

Per quanto riguarda le potenze installate, è utile precisare che i dati riportati si riferiscono alla potenza della sola sorgente luminosa senza considerare la potenza assorbita dagli apparecchi elettrici ausiliari presenti nelle lampade a scarica e che incidono sul carico assorbito con percentuali oscillanti tra il 5 e il 15% (a seconda della tipologia di sorgente e della potenza installata).

I dati raccolti (rappresentati nella Figura 19) permettono di fare le seguenti considerazioni:

- innanzitutto si evidenzia un'evidente eterogeneità delle potenze installate che rispecchia anche la presenza di diverse tipologie di corpi illuminanti.
- quasi il 40% delle sorgenti presenta una potenza di 70W: si tratta di lampade (quasi totalmente agli alogenuri

Tabella 6: Classificazione dei punti luce in base alla potenza installata

Potenza delle sorgenti installate	Quantità	% su totale
7-10W	14	2,2%
18-20W	44	6,9%
22-30W	7	1,1%
35W	33	5,2%
40-50W	6	0,9%
70W	250	39,2%
100W	123	19,3%
125W	110	17,3%
150W	13	2,0%
400W	14	2,2%
500W	4	0,6%
1000W	3	0,5%
2000W	16	2,5%
TOTALE	637	

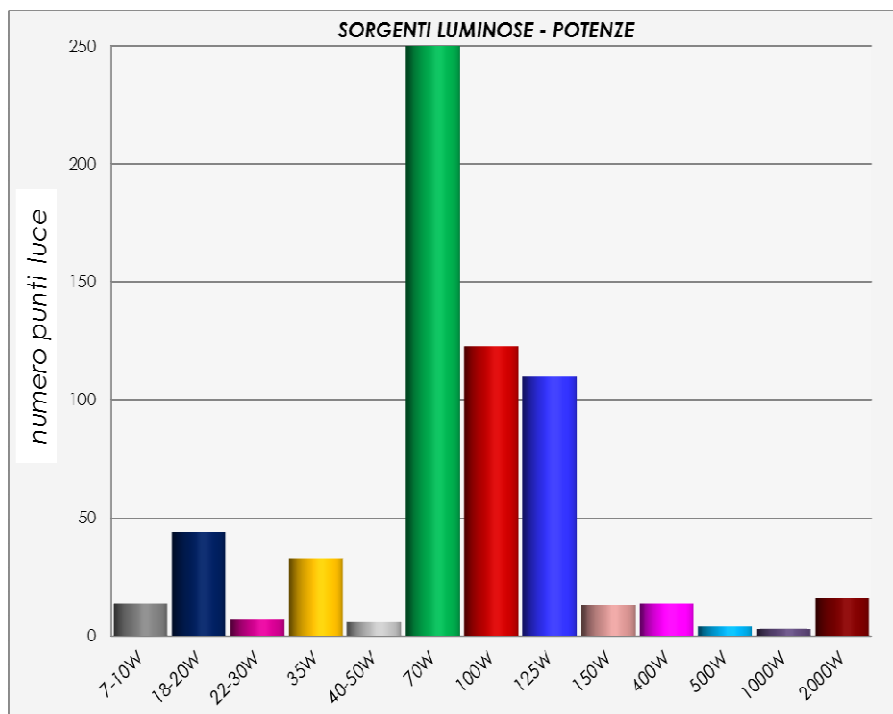


Figura 19: Potenze installate

metallici) poste nelle armature stradali dell'azienda Ewo installate negli ultimi anni e nelle lanterne su palo e a mensola collocate nei centri storici.

- quasi il 20% delle sorgenti ha una potenza di 100W. La maggior parte di esse (circa i 2/3) sono agli alogenuri metallici e sono collocate nei nuovi apparecchi Ewo installati nelle aree a maggiore richiesta illuminotecnica (Via Nazionale-S.S.48, Via Pontolaia e nei pressi della rotonda Via Roma-Bosin-Zanolin-Via Stazione), nelle lanterne classiche del centro storico di Zanolin e sulla ciclopedonale Ziano-Panchià. La parte restante è rappresentata da sorgenti SAP installate su Via Stazione e nella contigua area produttiva;
- 110 punti luce sono equipaggiati con sorgenti da 125W: si tratta esclusivamente di sorgenti ai vapori di mercurio (MBF) installate in molte armature obsolete stradali (con o senza coppa prismatica) e da arredo urbano. L'associazione di sorgenti a bassa efficienza ad apparecchi aventi un basso rendimento luminoso verso piano funzionale ha determinato la necessità di installare potenze notevoli per cercare di garantire dei livelli di illuminamento minimi (senza riuscirci in molti casi);
- circa il 9% delle sorgenti installate presentano potenze particolarmente ridotte (inferiori ai 20W): sorgenti fluorescenti compatte (CFL) utilizzate in apparecchi residenziali o incassi;
- 33 punti luce (5% circa del totale) sono dotati di sorgenti con potenza di 35W: si tratta, nel dettaglio, degli apparecchi di classe A prodotti dalla Ewo installati lungo il percorso vita (destra e sinistra Avisio) e nella salita che dalla S.S.48 conduce in località "Parti del Cioto".
- Il 6% dei punti luce presenta potenze particolarmente elevate (uguali o maggiori di 400W): sono sorgenti installate nei proiettori dell'area sportiva (JM 400 e 2000W) e in quelli ad incandescenza utilizzati solo in casi particolari (manifestazioni in P.za Italia o attività nell'area di pertinenza dei VV.FF.)

Una valutazione critica delle potenze installate verrà fatta a seguito delle analisi illuminotecniche, le quali permetteranno di valutare possibili riduzioni delle potenze in gioco associate o meno all'installazione di apparecchi di illuminazione con rendimenti ottici maggiori.

5.4 CLASSIFICAZIONE DEI SUPPORTI

Per concludere l'analisi dello stato di fatto dei punti luce è utile capire la situazione dei sostegni (tipologia e condizioni); in primo luogo si ricorda che i 637 punti luce censiti sono installati su 613 supporti/sostegni.

La tipologia di supporto prevalente (279 - circa il 46% dei sostegni) è quella del palo con sbraccio singolo: si tratta essenzialmente dei pali in acciaio zincato a caldo (aventi un'altezza fuori terra di circa 6m) con sbraccio in acciaio inossidabile associati ai corpi dell'azienda Ewo installati negli ultimi anni.

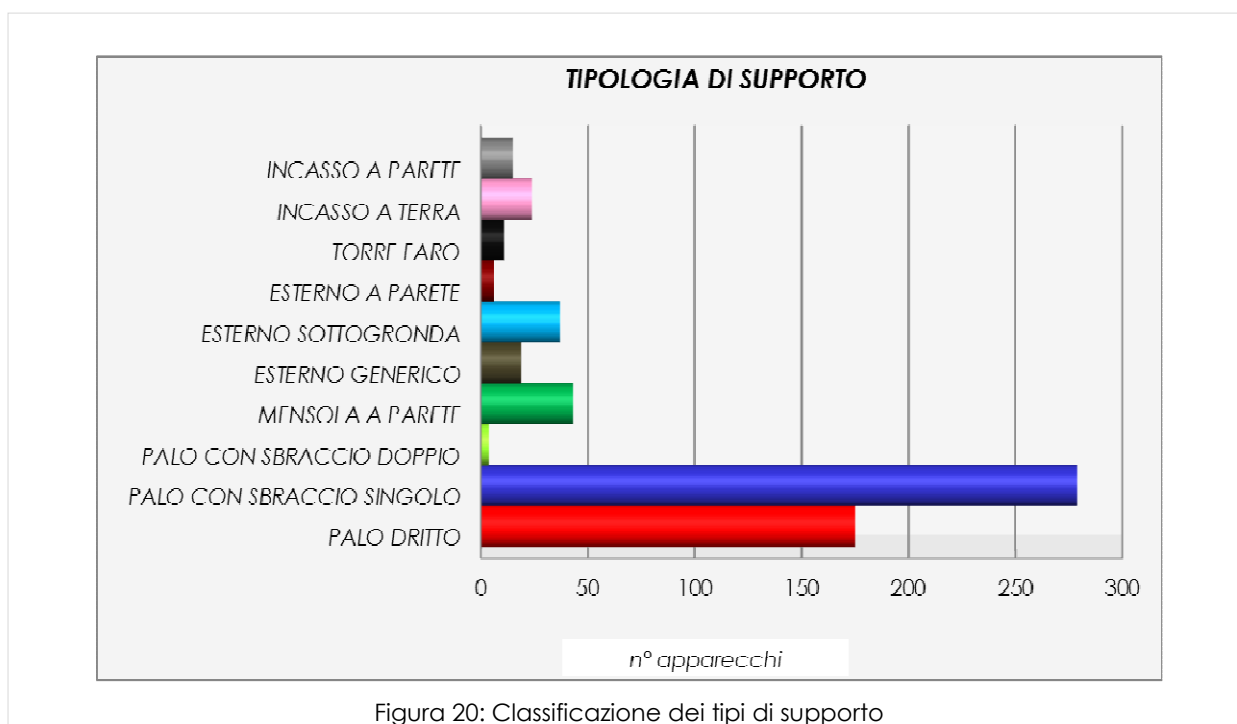


Figura 20: Classificazione dei tipi di supporto

Altra tipo di supporto particolarmente diffuso (175) è il palo dritto utilizzato nelle armature stradali (a coppa prismatica e curva), nelle ottiche artistiche (lanterne su palo) e nelle applicazioni da arredo urbano.

Una diffusione non trascurabile (43 - 7% dei sostegni) hanno anche le mensole a parete utilizzate nei contesti storici ad elevata densità edilizia in cui non è possibile effettuare installazioni al suolo date le dimensioni contenute della carreggiata. Alle mensole a parete (di forme, dimensioni e stili differenti) sono associati sia apparecchi artistici (lanterne), ottiche stradali (a coppa prismatica) e proiettori.

Per i singoli punti luce è stato verificato, con esame a vista, il sostegno da un punto di vista strutturale e le condizioni del plinto di infissione. Analisi più approfondite e controlli periodici dello stato dei supporti potrebbero essere utili per costruire un quadro conoscitivo ed evolutivo più preciso e dettagliato.

Per quanto riguarda lo stato di conservazione è possibile notare che:

- una parte cospicua dei pali presenta un sistema di protezione dalla corrosione ottimale (acciaio zincato a caldo con trattamento di superficie previa passivazione) e risulta infisso in modo stabile ai plinti realizzati di recente. In tale categoria rientrano di tutti gli apparecchi Ewo installati negli ultimi anni, gli apparecchi tecnici da arredo installati sulla ciclopedonale Ziano-Panchià, le lanterne su palo collocate nel centro storico di Zanolin e di Ziano;

- un'altra parte dei supporti, anch'essa rilevante, presenta una discreta protezione dagli agenti aggressivi esterni e garantisce, nella maggior parte dei casi, una buona stabilità strutturale; si tratta di pali in acciaio solo zincati utilizzati per l'illuminazione stradale (apparecchi ogivali aperti, con coppe prismatiche obsolete o curve) e di arredo urbano (apparecchi vetusti installati, ad esempio, su Sentiero degli Alpini).
- le torri-faro installate nell'area sportiva presentano una zincatura che garantisce una buona protezione dagli agenti aggressivi esterni;
- alcuni apparecchi obsoleti presenti su Via Roda, Via Bosin (parte alta), via Baster e via Molini pur presentando una zincatura di protezione presentano evidenti carenze di manutenzione.

5.5 QUADRI ELETTRICI E APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

I quadri elettrici di proprietà del comune di Ziano di Fiemme che alimentano punti luce destinati all'illuminazione di spazi esterni sono complessivamente 11 di cui uno (Q02* contrassegnato con l'asterisco), configurato in modo completo di recente ma mai divenuto attivo a causa dell'assenza del collegamento con i punti di luce di pertinenza (l'idea era collegare su di esso gli apparecchi posti sulla S.S.48-Via Nazionale).

I 10 quadri alimentanti i 637 punti luce sono così ripartiti in termini territoriali e funzionali:

- 6 sono a totale servizio della pubblica illuminazione del centro abitato di Ziano: 3 alimentano la parte residenziale e storica (Q01, Q03, Q04), 2 sono funzionali a specifiche strutture pubbliche (CRM-VV.FF. e area sportiva) e un altro è posto a servizio di Via Stazione e dell'area commerciale-produttiva contigua;
- il quadro n.5, collocato a ridosso della vecchia cabina di trasformazione dell'ente di distribuzione dell'energia elettrica, è destinato all'illuminazione dell'intera frazione di Zanon e della parte settentrionale dell'abitato di Ziano (S.S.48-Via Nazionale e traverse poste a nord, Via Coronella);
- Q06, posto in prossimità del ponte Avisio di Via Roma, alimenta l'intera frazione di Zanolin, la parte "bassa" di Via Bosin e l'area contigua alla rotonda che collega Zanolin, Ziano, Bosin e località Ischia;
- 2 quadri sono posti nella frazione di Roda: uno collocato a ridosso di Via Roda (in prossimità del ponte Avisio) che alimenta il percorso vita Destra e Sinistra Avisio e un altro, posto all'incrocio tra via Cauriol e via Roda alimenta interamente le frazioni di Bosin e Roda e la rete viaria che le connette;

Nel comune di Ziano di Fiemme risultano installate 57 composizioni illuminanti differenti. Si ricorda che la composizione, secondo le indicazioni dell'Agenzia provinciale, è data dall'assemblaggio del sostegno, dell'ottica e della lampada (di conseguenza, ad esempio, due corpi perfettamente uguali che presentano però altezza d'installazione o dimensioni dello sbraccio di supporto o tipo di sostegno o tipologia o potenza di lampada differente rappresentano due differenti composizioni).

Un quadro completo sui quadri (collocazione, sistema di alimentazione, stato di conservazione, potenza contrattuale, n° utenza, sistemi di protezione elettrica, modalità di gestione dei flussi luminosi notturni, numero e tipologia di punti luce connessi e parametri elettrici delle linee connesse) e sulle ottiche (posizione, potenza, classe illuminotecnica, numero, tipo di sorgente e potenza e tipologia di supporto) presenti nel comune di Ziano di Fiemme è riportata nell'abaco allegato al presente piano.

6 CLASSIFICAZIONE DELLA RETE VIARIA E DEL TERRITORIO

Uno dei principali obiettivi del P.R.I.C. è la classificazione dell'intero territorio al fine di dare degli indirizzi alla futura progettazione illuminotecnica di strade, piazze, piste ciclabili, incroci, etc.

In particolare, ai sensi del piano provinciale il P.R.I.C. deve assegnare i valori di luminanza/illuminamento di riferimento in base alle norme vigenti. Spetterà, poi, alle fasi di progettazione definitiva/esecutiva degli interventi l'esecuzione degli obblighi approfondimenti (analisi rischio e valutazioni connesse) al fine di adempiere alle indicazioni della norma tecnica vigente.

6.1 STRADE A TRAFFICO MOTORIZZATO

La classificazione delle strade risulta fondamentale sia per verificare lo stato di fatto (condizioni di sovra/sotto-illuminazione) che per pianificare al meglio gli impianti di illuminazione stradali derivanti dal riassetto illuminotecnico predisposto nel piano di adeguamento.

Tale classificazione deve essere realizzata in linea con quanto riportato nel:

- D.lgs. n.285/1992 - "Nuovo codice della strada" e successive modifiche ed integrazioni;
- Comunicato Ministeriale LL.PP. 12 aprile 1995 - "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico";
- D.M. 5 novembre 2001 - "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e successive modificazioni (DM 22 aprile 2004);
- D.M. 19 aprile 2006 - "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

Ai fini dell'applicazione delle norme previste dal Nuovo Codice della Strada, con il termine "strada" si intende l'area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali.

Il Nuovo codice della strada divide le strade in sei grandi categorie:

- A. Autostrade (extraurbane ed urbane);
- B. Extraurbane principali;
- C. Extraurbane secondarie;
- D. Urbane di scorrimento;
- E. Urbane di quartiere;
- F. Strade locali (urbane ed extraurbane).

Per ogni tipo di strada, le disposizioni normative vigenti, riportano dei parametri che devono essere rispettati. Ad esempio, le strade D (urbane di scorrimento) devono avere due o più corsie per senso di marcia, un limite di 70 km/h, ammettono i ciclomotori mentre le biciclette possono circolare solo esternamente alla carreggiata (piste ciclabili in sede separata).

	TIP. SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE	DENOMINAZIONE	CATEGORIE DI TRAFFICO													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	○	○	□	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	□	□	si
		URBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	○	○	□	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	□	□	si
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	○	○	◆	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	◆	□	si
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO		□	□	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	◆	□	si
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	◆	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	◆	□	si
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		○	◆	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	◆◆	□	si
LOCALE	F	EXTRAURBANO		□	◆	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	□	□	si
		URBANO		○	◆	◆	◆	◆	◆	◆ (2)	◆	○	◆	□◆ (2)	□	□	si

Onon ammessa in piattaforma (3)

◆ in carreggiata

NOTE:

(1) vale se è presente una pista ciclabile.

(2) qualora le categorie 7 e 11 debbano essere ammesse, le dimensioni delle corsie e la geometria dell'asse vanno commisurate con le esigenze dei veicoli appartenenti a tali categorie.

(3) quando è presente una strada di servizio complanare, caso in cui la piattaforma delle due strade (principale e servizio) è unica, la non ammissibilità sulla strada principale è da intendersi limitata alla sola parte di piattaforma che la riguarda.

Desterno alla carreggiata (in piattaforma)
◆parzialmente in carreggiata

Figura 21: Classificazione strade e flussi ammessi

La classificazione funzionale e geometrica delle strade risulta fondamentale per l'identificazione delle classi illuminotecniche. Infatti, le norme tecniche di settore ad applicazione volontaria (UNI) hanno sempre correlato le classi e i parametri illuminotecnici di riferimento alla classificazione stradale contenuta nel corpo normativo nazionale. La normativa tecnica in materia di illuminazione stradale ha subito negli ultimi anni una serie di variazioni: nell'ottobre 2007 è stata pubblicata la UNI 11248 (in sostituzione la UNI 10349:2001) che, però, nell'ottobre 2012, è stato oggetto di modifiche, anche sostanziali.

Le norme tecniche di settore, vigenti alla data di redazione del presente piano e assunte ai fini della classificazione illuminotecnica delle strade sono:

- UNI 11248:2012 "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche";
- EN 13201-2 "Road Lighting - Requisiti prestazionali"

L'obiettivo delle normative di settore è quello di definire delle prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione utili a garantire la sicurezza di tutti gli utenti della strada.

La classificazione illuminotecnica delle aree destinate a traffico (non solo veicolare, ma anche misto o ciclo-pedonale) è stata sviluppata secondo le indicazioni della UNI 11248:2012:

1. Individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi del rischio;
2. Definizione della categoria illuminotecnica di progetto (connessa all'analisi del rischio);
3. Individuazione (eventuale) della/e categoria/e illuminotecniche di esercizio.

L'approccio metodologico seguito e le modalità con cui è stata realizzata la classificazione della rete stradale, aventi espliciti riferimenti nelle norme tecniche di settore vigenti, sono riportate in seguito.

Categoria illuminotecnica d'ingresso per l'analisi del rischio

La prima operazione da effettuare per seguire l'iter indicato dalle norme tecniche consiste nell'identificazione delle zone che presentano condizioni di omogeneità dei parametri di influenza (classe e geometria della strada, limiti di velocità, flussi di traffico, complessità del compito visivo, modalità di gestione del flusso luminoso notturno, zone di conflitto, etc.).

Individuate le diverse aree omogenee, la categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi rischio si ottiene attraverso semplici correlazioni tra la normativa nazionale vigente e le norme tecniche di settore.

La classificazione geometrica e funzionale delle strade del comune di Ziano di Fiemme è stata realizzata utilizzando come riferimento il Nuovo Codice della Strada e il DM 5/11/2001, vista l'assenza di un Piano Urbano del Traffico (PUT).

Strada	indipendenti (min)	senso di marcia (min)	minimi
A- autostrada	2	2+2	
B- extraurbana principale	2	2+2	tipo tangenziali e superstrade
C- extraurbana secondaria	1	1+1	- con banchine laterali transitabili - S.P. oppure S.S
D- urbana a scorrimento veloce	2	2+2	limite velocità >50Km/h
D- urbana a scorrimento	2	2+2	limite velocità <50 Km/h
E- urbana di quartiere	1	1+1 o 2 nello stesso senso di marcia	-solo proseguimento strade C -con corsie di manovra e parcheggi esterni alla carreggiata
F- extraurbana locale	1	1+1 o 1	Se diverse strade C
F- urbana interzonale	1	1+1 o 1	Urbane locali di rilievo che attraversano il centro abitato
F- urbana locale	1	1+1 o 1	Tutte le altre strade del centro abitato

Figura 22: Tabella esemplificativa per la classificazione delle strade ai sensi del Nuovo codice della strada

Per classificare in modo rapido la rete viaria è possibile utilizzare il prospetto riportato in Figura 22; va precisato però che è necessaria comunque una verifica di massima delle caratteristiche geometriche e funzionali (DM 5/11/2001) e che vanno escluse da tale classificazione le strade urbane su cui si svolgono regolari servizi di trasporto pubblico: queste non possono essere considerate strade urbane locali (F).

Definito, quindi, il tipo di strada è possibile individuare (attraverso un ulteriore livello di approfondimento) la categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi del rischio utilizzando, in modo piuttosto rapido, il prospetto n.1 riportata nella norma UNI 11248:2012 (Figura 23).

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi
A ₁	Autostrade extraurbane	130 - 150	ME1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70 - 90	ME2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	ME2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	ME3b
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 ¹⁾)	70 - 90	ME2
	Strade extraurbane secondarie	50	ME3b
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	ME2
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	ME2
		50	
E	Strade urbane interquartiere	50	ME2
	Strade urbane di quartiere	50	ME3b
F ³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 ¹⁾)	70 - 90	ME2
	Strade locali extraurbane	50	ME3b
		30	S2
	Strade locali urbane	50	ME3b
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE3
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE4/S2
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE4/S2
		50	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	S2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

1) Secondo il Decreto ministeriale 5 novembre 2001, n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e successive integrazioni e modifiche.
2) Per strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile a questa (prospetto 5).
3) Vedere le osservazioni del punto 6.3.
4) Secondo la Legge 1 agosto 2003 numero 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003, n 151, recante modifiche ed integrazioni al codice della strada".

Figura 23: Corrispondenza tra classificazione geometrica e funzionale e la categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi (prospetto n.1 UNI 11248:2012)

Dall'analisi della Figura 23 è possibile notare come siano presenti diverse tipologie di categorie illuminotecniche:

- ME - Strade con traffico motorizzato (manto stradale asciutto); tale categoria riguarda i conducenti dei veicoli motorizzati su strade che consentono velocità di marcia medio-alte. Il parametro illuminotecnico principale è la luminanza del manto stradale. Le sottocategorie da ME6 fino a ME1 presentano man mano requisiti illuminotecnici più stringenti;

- CE - Strade conflittuali con traffico misto: riguardano ancora i conducenti dei veicoli motorizzati ma si riferiscono a zone di potenziale conflitto con altri utenti della strada come zone commerciali, incroci complessi, aree con rischio di presenza di coda. Questa categoria si applica anche a pedoni e ciclisti; il parametro illuminotecnico di riferimento più importante è l'illuminamento orizzontale;
- S - Strade pedonali e ciclabili: riguarda pedoni e ciclisti su zone pedonali, piste ciclabili, corsie di emergenza e altre zone della strada separate o lungo la carreggiata di una via di traffico, strade urbane, strade pedonali, aree di parcheggio, marciapiedi, cortili, etc. Il parametro di riferimento è ancora una volta l'illuminamento orizzontale.

In realtà esistono anche altre categorie illuminotecniche riferite a condizioni particolari:

- MEW - Strade con traffico motorizzato (manto stradale asciutto/umido)
- A - Strade pedonali (categoria opzionale alternativa alla "S", è molto utilizzata nel nord Europa in cui si è soliti considerare come parametro illuminotecnico di riferimento l'illuminamento semisferico);
- ES - Categoria aggiuntiva utilizzata per aumentare il senso di sicurezza per gli utenti e ridurre la propensione al crimine (utilizzata in particolari contesti);
- EV - Categoria aggiuntiva utilizzata per facilitare la percezione dei piani verticali dalla strada (caselli autostradali, zone di intersezione, particolari passaggi pedonali, etc.).

Il prospetto n.5 della UNI11248:2012 permette, di identificare le categorie illuminotecniche che presentano livelli luminosi comparabili.

Categoria illuminotecnica								
	ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6		
CE0	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5			
			S1	S2	S3	S4	S5	S6

Figura 24: Comparazione di categorie illuminotecniche

Lo schema riportato risulta utile per:

- valutare, seppur in modo approssimato, le categorie illuminotecniche ME partendo da misure di illuminamento vista la difficoltà di esecuzione dei rilievi di luminanza;
- evitare un'eccessiva diversità di categoria illuminotecnica tra zone contigue o adiacenti.

La classificazione geometrico-funzionale (Nuovo codice della Strada) e l'individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento (UNI 11248) della rete stradale di Ziano di Fiemme è riportata, in sintesi, nei prospetti seguenti.

Tabella 7: Categorie illuminotecniche di ingresso per l'analisi dei rischi: *Ziano di Fiemme*

 P.R.I.C. COMUNE DI ZIANO DI FIEMME CLASSIFICAZIONE RETE STRADALE - CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO			
Via/Strada	Tipo di strada (Nuovo Codice della Strada)	Limite velocità km/h	Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi (UNI11248:2012)
<u>Ziano di Fiemme</u>			
S.S. 48 - Via Nazionale	C - Extraurbana secondaria	50	ME3b
Via Roma	F - Strada locale urbana: centro storico	30	CE3
Via Scopoli	F - Strada locale urbana: centro storico	30	CE3
Via Parti del Cioto	F - Strada locale urbana: altre situazioni	30	CE4
Via Zanon	F - Strada locale urbana: altre situazioni	30	CE4
Vicolo Anzolon	F - Strada locale urbana: centro storico	30	CE3
Vicolo Toneo	F - Strada locale urbana: centro storico	30	CE3
Via Molini	F - Strada locale urbana: altre situazioni	30	CE4
Via Prof. Vanzetta	F - Strada locale urbana: centro storico	30	CE3
Via Coronella	F - Strada locale urbana: altre situazioni	30	CE4
Via Caduti	F - Strada locale urbana: altre situazioni	30	CE4
Via Stazione	F - Strada locale interzonale	50	CE4
Via G.Verdi	F - Strada locale interzonale	50	CE4
Via Belvedere	F - Strada locale interzonale	30	CE4
Via Pontolaia	F - Strada locale interzonale	50	CE4
Traverse S.S.48	F - Strada locale urbana: altre situazioni	30	CE4
Via Bosin	F - Strada locale interzonale	50	CE4
Area produttiva "La Sportiva"	F - Strada locale: altre situazioni	30	CE4
P.za IV Novembre	F - Strada locale urbana: centro storico	30	CE3

Tabella 8: Categorie illuminotecniche di ingresso per l'analisi dei rischi: Zanon, Zanolin, Roda e Bosin

 P.R.I.C. COMUNE DI ZIANO DI FIEMME CLASSIFICAZIONE RETE STRADALE - CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO			
Via/Strada	Tipo di strada (Nuovo Codice della Strada)	Limite velocità km/h	Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi (UNI11248:2012)
<u>Zanon</u>			
Via Zanon (centro storico)	F - Strada locale urbana: centro storico	30	CE3
Via Zanon	F - Strada locale interzonale	30	CE4
Via del Prenner	F - Strada locale urbana: altre situazioni	30	CE4
Via Casoni	F - Strada locale urbana: centro storico	30	CE3
Via Casa Bianca	F - Strada locale urbana: altre situazioni	30	CE4
Via Mosene	F - Strada locale urbana: altre situazioni	30	CE4
<u>Zanolin</u>			
Via Zanolin	F - Strada locale interzonale	50	CE4
Via Zanolin (centro storico)	F - Strada locale urbana: centro storico	30	CE3
Via Cavelonte	F - Strada locale urbana: altre situazioni	30	CE4
Via Gazzolin	F - Strada locale urbana: altre situazioni	30	CE4
<u>Roda</u>			
Via Cauriol	F - Strada locale interzonale	50	CE4
Via Roda	F - Strada locale urbana: centro storico	30	CE3
Via Cascatelle	F - Strada locale urbana: centro storico	30	CE3
Via Baster	F - Strada locale interzonale	50	CE4
Via Imana	F - Strada locale interzonale	50	CE4
<u>Bosin</u>			
Via Bosin	F - Strada locale interzonale	50	CE4
Via Braoni	F - Strada locale urbana: altre situazioni	30	CE4

Definita la categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi è possibile passare alla definizione della categoria illuminotecnica di progetto e poi a quella/e di esercizio.

Per lo svolgimento di tale procedura, risulta utile chiarire alcuni punti della UNI 11248-2012:

- la categoria d'ingresso per l'analisi rischi rappresenta la classe massima attribuibile alla strada individuata; si fa riferimento, in sintesi, alla condizione più gravosa in termini di parametri di influenza (flussi di traffico prossimi alla portata di servizio della strada, complessità del compito visivo, pluralità di zone di conflittuali, pericolo di aggressione, etc.). Di conseguenza l'analisi dei rischi porterà al mantenimento della categoria prefissata o ad una sua riduzione (entro i limiti di declassamento riportati nella norma);
- l'analisi rischio, che permette il passaggio dalla categoria di illuminotecnica di ingresso a quella di progetto e a quella/e di esercizio, è obbligatoria e deve essere svolta dal progettista degli interventi secondo i punti essenziali riportati nella norma;

L'analisi rischi e la definizione delle categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio sono tematiche che non vengono affrontate in modo esaustivo dal presente piano ma, dovranno essere eseguite obbligatoriamente dai progettisti degli interventi di riqualificazione degli impianti.

Categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio

L'analisi dei rischi consiste nell'identificazione e nella valutazione dei parametri di influenza al fine di garantire il massimo contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada, minimizzando, al contempo, i consumi energetici, i costi di installazione e gestione e l'impatto ambientale.

Il primo passo dell'analisi rischi consiste nell'individuazione dei parametri di influenza; fermo restando la necessaria valutazione discrezionale dei parametri, la UNI 11248 evidenzia alcuni indicatori che il progettista illuminotecnico potrebbe considerare nell'analisi:

- flusso di traffico rapportato alla portata di servizio del tipo di strada (Codice della Strada);
- complessità del campo visivo;
- presenza di zone di conflitto e di attraversamenti pedonali;
- presenza di dispositivi rallentatori;
- presenza di svincoli e intersezioni;
- rischio di aggressione
- pendenza media, presenza di pedoni e luminosità dell'ambiente (solo per piste ciclabili).

L'elaborazione dell'analisi rischi si svolge attraverso:

- l'esecuzione di sopralluoghi diurni e notturni utili ad individuare e valutare i parametri di influenza;
- l'individuazione delle esigenze del proprietario/gestore della rete stradale;
- uno studio preliminare del rischio (valutazione incidenti pregressi sia notturni che diurni, etc.);
- l'analisi di possibili interventi correttivi eseguibili (dette misure di intervento).

Per i casi ordinari, l'analisi del rischio può essere svolta solo sui parametri più significativi riportati nel prospetto n.2 (Figura 25) della UNI11248:2012 nella quale i valori sottrattivi sono indicati solo a titolo di indirizzo informativo.

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Condizioni non conflittuali	1
Flusso di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	
Flusso di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
Assenza di svincoli e/o intersezioni a raso	1
Assenza di attraversamenti pedonali	1

Figura 25: Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica in relazione ai parametri d'influenza

Una o più categorie di esercizio possono essere individuate nel caso in cui nell'analisi dei rischi si individui la variabilità temporale di uno o più parametri di influenza.

Il caso emblematico è rappresentato dai flussi di traffico, un'analisi statistica della portata oraria della strada può condurre all'individuazione di una o più categorie di esercizio: durante la notte i flussi risultano spesso inferiori al 25-50% rispetto alla portata di servizio della strada.

Il prospetto n.2 della UNI11248:2012 permette rispettivamente una riduzione di una/due categorie illuminotecniche in caso di flusso inferiore al 50/25% della portata di servizio (si ricorda che il prospetto ha valenza indicativa). Un utile riferimento per l'analisi può essere reperito dai dati del Servizio Gestione Strade della Provincia Autonoma di Trento.

Classificazione illuminotecnica semplificata della rete stradale di Ziano di Fiemme

All'interno del presente piano viene effettuata un'analisi dei rischi semplificata al solo fine di verificare la compatibilità dei livelli di illuminamento/luminanza presenti allo stato di fatto. Ai progettisti illuminotecnici incaricati dei futuri interventi di riqualificazione dell'illuminazione pubblica spetterà un'analisi del rischio molto più approfondita e in grado di valutare in modo completo tutti i parametri di influenza (attraverso analisi statistiche, misure strumentali, valutazioni dei flussi di traffico, valutazione analitica della complessità del campo visivo, etc.). L'identificazione semplificata delle classi illuminotecniche di progetto della rete stradale (e degli eventuali compiti visivi contigui: marciapiedi, ciclabili, parcheggi) del territorio di Ziano di Fiemme è riportata in allegato al piano.

6.2 ALTRE PARTI DEL TERRITORIO

La classificazione del resto del territorio può essere eseguita mediante le norme tecniche UNI EN 13201-2 che permettono di assegnare delle classi illuminotecniche ad ambiti territoriali diversi da quelli stradali.

Nell'ambito del presente P.R.I.C. verranno classificati solo particolari ambiti territoriali, si ci asterrà da una completa e capillare classificazione in quanto:

- non tutti gli elementi del territorio hanno effettiva esigenza di essere classificati;
- solo alcuni ambiti necessitano effettivamente di un'illuminazione dedicata;

Per questi motivi verranno classificati alcuni ambiti territoriali e saranno forniti dei principi guida per la classificazione del territorio (utili qualora un tecnico fosse incaricato di progettare l'illuminazione di un particolare ambito di nuova concezione o avente una nuova destinazione).

Gli ambiti del territorio analizzati e classificati sono:

- sentiero degli alpini;
- rotatoria Bosin-Zanolin-Ischia-Ziano;
- P.za Italia (area a traffico limitato-corso);
- Ciclopedonale Panchià-Via Pontolaia;
- Via Polveristi-Destra Avisio;
- Percorso vita Sinistra Avisio;
- Area a verde attrezzato Asilo (via Coronella);
- Centro storico Ziano (area a nord di P.za Italia);
- Parcheggio Via Bosin.

Le classi illuminotecniche di ingresso per l'analisi dei rischi sono riportate nella tabella seguente mentre, le categorie di progetto, elaborate attraverso un'analisi del rischio semplificata al solo fine di valutare la conformità degli impianti attuali, sono riportate in allegato al piano.

La scelta delle classi illuminotecniche è stata realizzata considerando anche la compatibilità tra le categorie illuminotecniche contigue in modo da avere comunque un livello luminoso comparabile (Figura 24).

Tale disposizione non è stata applicata nel caso delle intersezioni stradali a raso e della rotatoria: in tal caso, la norma tecnica propone una maggiorazione dell'area di intersezione seguendo il seguente criterio: se i bracci di accesso sono illuminati, la classe di riferimento CE da utilizzare deve essere di uno step superiore rispetto alla classe più severa fra le strade che vi confluiscono.

Tabella 9 Categorie illuminotecniche di ingresso per l'analisi dei rischi: *Ziano di Fiemme*

 P.R.I.C. COMUNE DI ZIANO DI FIEMME CLASSIFICAZIONE RETE STRADALE - CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO			
Via/Strada	Tipo di strada (Nuovo Codice della Strada)	Limite velocità km/h	Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi (UNI11248:2012)
<u>Ziano di Fiemme</u>			
Sentiero degli alpini	F - Strada locale pedonale	5	S2
Rotatoria Ziano-Bosin-Zanolin	Rotatoria con ME3b (Via Stazione)	-	CE3
P.za Italia	F - Strada locale urbana:	30	CE3
Cicloped. Ziano-Panchià	Itinerari ciclo-pedonali	-	S2
Via Polveristi-Destra Avisio	F - Strada locale pedonale	5	S2
Sinistra Avisio	Itinerari ciclo-pedonali	-	S2
Area a verde Coronella	F - Strada locale pedonale	5	S2
Centro storico Ziano	F - Strada locale: centri storici con pedoni come utente principale	5	CE4/S2
Parcheggio Via Bosin	F - Strada locale: altre situazioni	30	CE4

6.3 REQUISITI ILLUMINOTECNICI

Individuate le classi illuminotecniche di riferimento e definiti i principi per la definizione delle classi di progetto e di esercizio, è necessario definire i parametri illuminotecnici a cui riferirsi sia nell'attuale analisi dello stato di fatto che nell'iter progettuale che verrà affrontato, in futuro, dai progettisti che interverranno sugli impianti del comune di Ziano di Fiemme.

La norma UNI EN 13201-2 definisce dei requisiti fotometrici (termini qualitativi e quantitativi) associati alle classi illuminotecniche in modo da soddisfare le esigenze degli utenti della strada, siano essi motorizzati o ciclopeditoni.

I parametri illuminotecnici da garantire (variabili a seconda della categoria illuminotecnica) sono:

- **Lm** - *Luminanza media mantenuta (min.)* - è il limite minimo del valore medio di luminanza rilevato. Rappresenta l'entità del flusso luminoso riflesso dalla superficie stradale verso l'osservatore. Dipende dalle caratteristiche tecniche dell'installazione, dalle proprietà riflettenti della pavimentazione, dalla manutenzione e dalla posizione dell'osservazione (standardizzata dalla norma UNI EN 13201);
- **Uo** - *Uniformità generale di luminanza* - è il rapporto tra la luminanza minima e quella media della strada. È necessaria per consentire la percezione di ostacoli sulla strada e assicurare il comfort visivo del conducente;
- **UI** - *Uniformità longitudinale di luminanza* - è il rapporto tra la luminanza minima e quella massima, entrambe valutate lungo la mezzzeria di ciascuna corsia di cui è composta la carreggiata (si prende il valore minore tra i due che si ottengono);
- **TI** - *Indice di abbagliamento debilitante* - indica la misura con cui gli apparecchi di illuminazione presenti nel campo visivo del guidatore provocano la formazione di un velo di luminanza che annebbia i contorni e riduce i contrasti di luminanza tra sfondo ed eventuali ostacoli. Se si definisce contrasto di soglia il contrasto minimo per la visibilità, l'indice TI esprime l'incremento in percentuale di cui aumenta tale contrasto per effetto del velo di luminanza provocato dai punti luce. Più semplicemente può essere definito come l'incremento percentuale della luminanza stradale necessario a compensare la riduzione di visibilità derivante dall'abbagliamento.
- **SR** - *Rapporto di contiguità* - indica l'illuminamento medio sulle fasce appena fuori dei bordi della carreggiata in rapporto all'illuminamento medio sulle fasce appena dentro ai bordi;
- **E** - *Illuminamento orizzontale (medio e minimo)* - indica il rapporto tra quantità di luce (lumen) che colpisce la superficie orizzontale e l'area della superficie stessa.

Si riportano alcuni prospetti estratti dalla norma tecnica e riferiti alle categorie illuminotecniche ME, CE ed S.

Categoria illuminotecnica ME - Strade a traffico motorizzato (fondo asciutto)

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	L in cd/m ² [minima mantenuta]	U _o [minima]	U _I [minima]	TI in %a) [massimo]	SR 2b) [minima]
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	nessun requisito

a) Un aumento del 5% del TI può essere ammesso quando si utilizzano sorgenti luminose a bassa luminanza (vedere nota 6).
b) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata.

Figura 26: Requisiti illuminotecnici - Categoria ME

Categoria illuminotecnica CE - Strade conflittuali con traffico misto

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	E in lx [minimo mantenuto]	U_o [minima]
CE0	50	0,4
CE1	30	0,4
CE2	20	0,4
CE3	15	0,4
CE4	10	0,4
CE5	7,5	0,4

Figura 27: Requisiti illuminotecnici - Categoria CE

La categoria CE si applica anche su incroci, rotonde, svincoli, strade commerciali, corsie di decelerazione e sottopassi e come classe aggiuntiva per situazioni in cui siano presenti più utenti della strada.

Categoria illuminotecnica S – Strade pedonali e ciclabili

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	E in lx _a [minimo mantenuto]	E_{min} in lx [mantenuto]
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1
S5	3	0,6
S6	2	0,6
S7	prestazione non determinata	prestazione non determinata
a) Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non può essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo E indicato per la categoria.		

Figura 28: Requisiti illuminotecnici - Categoria S

La classe S si applica anche nei parcheggi, marciapiedi, piste ciclabili a raso o laterali alle strade principali dei centri urbani.

7 ANALISI DEI CONSUMI

La valutazione dei consumi rappresenta la fase finale delle analisi dello stato di fatto e risulterà un utile supporto per la redazione di un piano di riassetto o di uno studio di fattibilità.

I consumi riportati in seguito sono frutto di elaborazioni svolte sulla base:

1. delle analisi del software RILIEVO-IP PAT (redatto dall'APE). In base alla configurazione elettrica degli impianti (collegamenti punti luce ai quadri) il database definisce la potenza massima assorbibile da ciascun quadro. Effettuando il prodotto tra la potenza massima assorbibile dall'insieme dei punti luce connessi al singolo quadro e il relativo numero di ore di funzionamento in un anno è possibile ottenere una stima dell'energia assorbita da ciascun quadro;
2. dei dati relativi ai consumi e alle fatturazioni forniti dall'ufficio Misure e Telegestione della società Trenta S.p.A. (anche grazie al supporto dell'ufficio tecnico comunale) che si occupa, tra l'altro, della vendita di energia elettrica. Nel caso in esame, trattandosi di illuminazione pubblica, si rientra nell'ambito del "Servizio di Maggiore Tutela" per il quale le condizioni economiche e contrattuali applicate sono fissate, su base trimestrale, dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG).

Nei successivi due paragrafi verranno illustrati i punti essenziali dei due approcci utilizzati mettendo in evidenza le carenze e i limiti degli stessi mentre, nel paragrafo conclusivo verrà riportato un quadro sintetico sui consumi degli impianti di pubblica illuminazione di Ziano.

7.1 RILIEVO IP-PAT

I limiti del primo approccio, descritto in precedenza, sono rappresentati dai seguenti aspetti:

- mancata valutazione del carico degli ausiliari elettrici (presenti nelle lampade a scarica e nei LED che hanno assorbimenti nell'ordine del 7-15% della potenza della lampada a seconda della fase di funzionamento della sorgente connessa);
- non considera i consumi aggiuntivi legati alle prestazioni elettriche del quadro (presenza di squilibri soprattutto nei sistemi trifase), della rete di alimentazione (condutture obsolete o dimensionate in modo scorretto con conseguenti cadute di tensione rilevanti) e delle ottiche (presenza di ausiliari vetusti e poco performanti);
- riferimento ad un funzionamento standard dei punti luce (derivato dalle informazioni fornite dal responsabile dell'illuminazione pubblica e dai sopralluoghi notturni svolti) che potrebbe essere in parte diverso da quello effettivamente si verifica costantemente durante l'anno (accensioni anomale a causa di malfunzionamenti delle sonde crepuscolari, modifiche sugli orologi di avviamento del sistema TN-MN o dello spegnimento completo dei punti luce, etc.). Le ore di funzionamento annue in condizioni "standard" degli impianti di illuminazione pubblica di Ziano di Fiemme sono stati ricavati dai dati medi forniti dalla deliberazione dell'AEEG (n.52/04) dell'aprile 2004 relativi alla fascia geografica centrale

(tabella A) in cui rientra anche il Trentino Alto Adige (Tabella 10). Dai dati si ricava che il fattore di riduzione dei consumi garantito dal sistema tutta-notte-mezzanotte (TN-MN) è pari a circa 0,7 (bisogna considerare, cioè che per circa 1750 ore l'impianto funziona a regime - 1 - mentre per le restanti 2450 sono attivi solo la metà dei punti luce presenti - 0,5), ovvero un risparmio rispetto all'ipotesi di funzionamento a regime del 30% circa. Va chiarito, però, che il sistema TN-MN non risulta assolutamente conforme alle indicazioni normative (UNI1248 ed EN13201) in quanto non è in grado di garantire un adeguato livello di uniformità longitudinale e globale (e spesso nemmeno un livello medio luminoso) sul compito visivo.

L'energia assorbita da ciascun quadro (j) è ottenuta come prodotto della potenza assorbita dagli

Tabella 10: Ore di funzionamento degli impianti d'illuminazione pubblica (zona pre-alpina)

Mese	Dati giornalieri				Dati mensili	
	Orario medio di accensione	Orario medio di spegnimento	Ore di funzionamento a regime	Ore di funzionamento a regime ridotto sistema TN-MN ore 24:00	Ore di funzionamento a regime	Ore di funzionamento a regime ridotto sistema TN-MN attivazione ore 24:00
Gennaio	17:15	7:45	6:45	7:45	209,25	240,25
Febbraio	17:45	7:30	6:15	7:30	175,00	210,00
Marzo	18:30	6:30	5:30	6:30	170,50	195,00
Aprile	20:15	6:30	3:45	6:30	112,50	195,00
Maggio	21:00	5:45	3:00	6:00	93,00	178,25
Giugno	21:15	5:15	2:45	5:30	82,50	157,50
Luglio	21:15	5:30	2:45	5:30	85,25	170,50
Agosto	20:30	6:30	3:30	6:30	108,50	201,50
Settembre	19:45	7:00	4:15	7:00	127,50	210,00
Ottobre	18:45	7:30	5:15	7:30	162,75	232,50
Novembre	17:00	7:15	7:00	7:00	210,00	217,50
Dicembre	17:00	7:45	7:00	7:30	217,00	240,25
TOTALE					1754	2448
					4202	

apparecchi ad esso connessi (i) per il loro monte ore di funzionamento (ni).

$$kWh_j = \sum_i P_i \cdot n_i$$

Il costo economico conseguente è ottenuto attraverso il prodotto dell'energia assorbita (kWh) per il costo energetico unitario (reperito dalle analisi svolte nel secondo approccio riportato nel paragrafo successivo).

7.2 TABULATI DI CONSUMO

Il secondo approccio è basato sui tabulati forniti dalla società Trenta. Grazie ai numerosi contatti intercorsi con gli uffici della qualità commerciale è stato possibile reperire alcuni dati interessanti (su tutti i quadri - 11 - del comune di Ziano di Fiemme e destinati all'illuminazione pubblica di spazi esterni):

- data di allacciamento dell'utenza;
- tipologia di tariffa praticata dal 2007 al 2012;
- data di allacciamento;
- energia consumata e importo fatturato dal 2007 al 2012;
- potenza massima assorbita nell'anno 2012.

I limiti del secondo metodo si basano essenzialmente sulla presenza di carichi aggiuntivi (luminarie natalizie, installazioni per manifestazioni o eventi cittadini) che non sono considerate nell'illuminazione pubblica "standard" e di utenze "promiscue" (si pensi ad esempio al quadro n.2 - Sede comunale - che, oltre ad alimentare una parte cospicua dell'illuminazione pubblica del centro storico di Ziano, è anche a servizio dell'utenza "civile ad ufficio" della sede comunale).

Dai tabulati è possibile ricavare una serie di informazioni particolarmente interessanti.

In primo luogo è utile valutare la variazione del costo unitario totale dell'energia fornita al comune di Ziano nel periodo 2007-2012. Il costo unitario annuo è stato ricavato come media aritmetica rapporti tra l'importo (€) delle diverse fatture associate a ciascuna utenza nell'anno e il consumo rilevato (kWh).

Dal luglio 2007 il mercato dell'energia è totalmente liberalizzato (L.125/2007 di conversione del D.L. n.73/07) ma sono stati predisposti alcuni strumenti per la salvaguardia di alcune tipologie di utenze dette "di Maggior Tutela": si tratta di utenze in bassa tensione di illuminazione pubblica, domestiche e non domestiche (solo se associate a piccole imprese) su cui i servizi di approvvigionamento all'ingrosso e di dispacciamento sono svolti dall'Acquirente Unico (AU), mentre, la vendita è svolta dalle società di vendita (nel caso in esame da Trenta). Dall'analisi del costo unitario dell'energia (Tabella 11) sulle diverse utenze appartenenti al comune di Ziano, si evince:

- una variazione del costo unitario in funzione dell'utenza;
- una crescita costante del costo unitario dell'energia.

Tabella 11: Costo unitario dell'energia elettrica sulle varie utenze nel periodo 2007-2012

Quadro	Costo unitario dell'energia (€/kWh)					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Q01 - IT221E00639783	0,111	0,118	0,149	0,126	0,133	0,171
Q03 - IT221E00639702	0,161	0,164	0,177	0,139	0,148	0,173
Q04 - IT221E00639860	0,117	0,130	0,130	0,126	0,133	0,170
Q05 - IT221E00639686	0,118	0,127	0,129	0,125	0,134	0,175
Q06 - IT221E00639887	0,122	0,131	0,131	0,125	0,133	0,171
Q07 - IT221E00639654	0,176	0,182	0,175	0,159	0,172	0,201
Q08 - IT221E00639824	0,220	0,259	0,217	0,233	0,227	0,283
Q09 - IT221E00639826	0,108	0,119	0,131	0,138	0,135	0,174
Q10 - IT221E00639802	-	-	0,131	0,126	0,133	0,171
Q11 - IT221E00639800	0,118	0,116	0,131	0,125	0,136	0,172
MEDIA	0,139	0,149	0,150	0,142	0,149	0,186

Il differente valore del costo energetico unitario in funzione dell'utenza è riconducibile a diversi aspetti:

- il prezzo dell'energia elettrica presenta diverse componenti tariffarie. Alcune sono associate ai consumi (aliquota di trasmissione, tariffa di misura, "A - ricerca e fonti rinnovabili", "MCT - Misure di Compensazione Territoriale", "UC - altri elementi di costo", "Tariffe obbligatorie per il servizio di distribuzione", "PCV - Costo di commercializzazione", "PPE - Prezzo perequazione energia", "UC1 - Perequazione Vincolato") e quindi non inducono differenze nel costo unitario dell'energia sulle diverse utenze. Altre componenti tariffarie sono invece legate alla potenza disponibile (al di sopra dei 16,5kW, ad esempio, sono presenti degli aggravi legati all'energia reattiva a causa del maggiore impegno sulle linee di distribuzione indotta da alcuni particolari apparecchi tra cui le lampade fluorescenti);
- una quota rilevante del costo energetico è costituito dal corrispettivo PED (Prezzo Energia e Dispacciamento) funzione della tipologia di tariffa stipulata: monoraria, multioraria F1, F2 o F3 (che tengono conto della variazione del costo di produzione che è funzione a sua volta del costo del gas naturale utilizzato, in Italia, come materia prima nei cicli combinati di generazione dell'energia elettrica e del rapporto "istantaneo" domanda-offerta). Le utenze del comune di Ziano che servono impianti di illuminazione pubblica presentano tipologie di tariffa differenti come evidenziato nella Tabella 12. In particolare si nota come alcune utenze rientrano nella tariffa "Altri Usi"; si tratta, nel dettaglio, di impianti "promiscui" cioè ad uso non esclusivo dell'illuminazione pubblica (Q03 alimenta l'illuminazione del centro storico di Ziano ma anche l'utenza "domestica" della sede comunale, Q07 è posto a servizio della sede dei VV.FF, del CRM e del Magazzino comunale a cui sono collegati anche i punti luce esterni) o destinati all'illuminazione di impianti sportivi e delle strutture connesse (spogliatoio, centro sociale, casa alpini - Q08). È possibile inoltre notare come il passaggio dalla tariffa monoraria a quella multioraria è avvenuto con tempistiche differenti tra le varie utenze ed è ancora in fase di completamento (Q06 e Q11 presentano ancora una tariffa monoraria); ciò è dovuto alla necessità di provvedere all'installazione di misuratori in grado di rilevare i consumi a livello orario o per fasce orarie

(l'AEGG ha predisposto una pianificazione temporale graduale di installazione che entro la fine del 2011 doveva coprire il 95% dei punti di prelievo).

Altro aspetto particolarmente rilevante che può essere dedotto dalla Tabella 11 (riportata anche in forma

Tabella 12: Tipologia di tariffa praticata sulle utenze del comune di Ziano

Quadro	Tipologia di tariffa praticata		
	2010	2011	2012
Q01 - IT221E00639783	ILL.PUBBLICA MONORARIA	ILL.PUBBLICA MONORARIA*	ILL.PUBBLICA MULTIORARIA
Q03 - IT221E00639702	ALTRI USI BT MULTIORARIA	ALTRI USI BT MULTIORARIA	ALTRI USI BT MULTIORARIA
Q04 - IT221E00639860	ILL.PUBBLICA MONORARIA	ILL.PUBBLICA MONORARIA*	ILL.PUBBLICA MULTIORARIA
Q05 - IT221E00639686	ILL.PUBBLICA MONORARIA	ILL.PUBBLICA MONORARIA	ILL.PUBBLICA MULTIORARIA***
Q06 - IT221E00639887	ILL.PUBBLICA MONORARIA	ILL.PUBBLICA MONORARIA	ILL.PUBBLICA MONORARIA
Q07 - IT221E00639654	ALTRI USI BT MULTIORARIA	ALTRI USI BT MULTIORARIA	ALTRI USI BT MULTIORARIA
Q08 - IT221E00639824	ALTRI USI BT MONORARIA	ALTRI USI BT MONORARIA**	ALTRI USI BT MULTIORARIA
Q09 - IT221E00639826	ILL.PUBBLICA MONORARIA	ILL.PUBBLICA MONORARIA*	ILL.PUBBLICA MULTIORARIA
Q10 - IT221E00639802	ILL.PUBBLICA MONORARIA	ILL.PUBBLICA MONORARIA*	ILL.PUBBLICA MULTIORARIA
Q11 - IT221E00639800	ILL.PUBBLICA MONORARIA	ILL.PUBBLICA MONORARIA	ILL.PUBBLICA MONORARIA

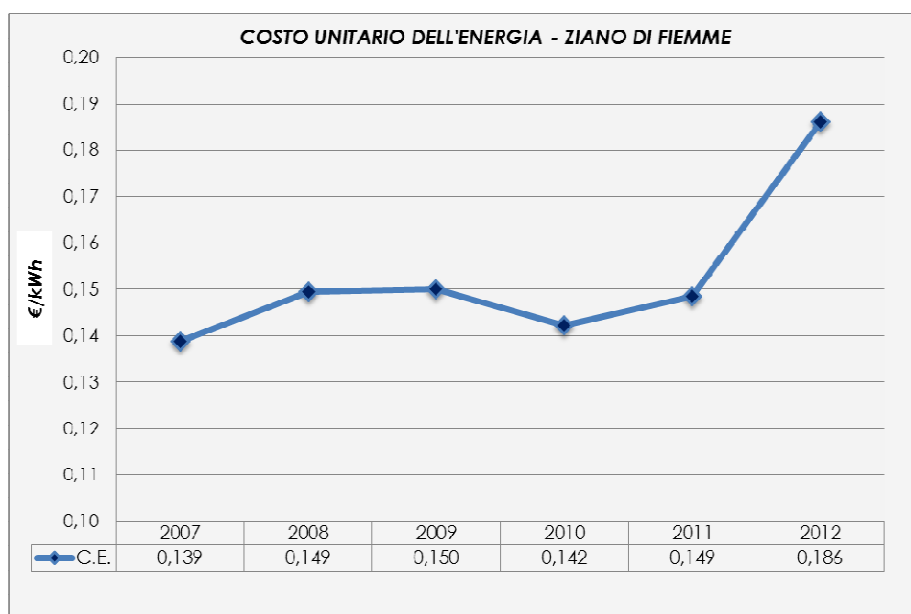
* Dal 15 Settembre 2011 è passata alla tariffa multioraria

** Dal 15 Maggio 2011 è passata alla tariffa multioraria

*** Dal 1 Febbraio 2012 è passata alla tariffa multioraria

grafica nella Figura 29) è la forte crescita del costo dell'energia elettrica: nel periodo 2007-2012 il prezzo dell'energia ha subito un incremento del 35% circa: si è passati da un costo medio di 14cent€/kWh dell'anno

Figura 29: Costo unitario medio dell'energia per le utenze di Ziano



2007 ad una tariffa media praticata nell'anno 2012 pari a 19cent€/kWh. Più nel dettaglio si nota un primo leggero incremento nel periodo 2007-2009 a cui è seguito un periodo di stabilizzazione delle tariffe. Ma ciò che desta una maggiore preoccupazione è il rilevante incremento delle tariffe nell'ultimo anno (2012:+25%) e la tendenza crescente confermata (seppur contenuta rispetto al periodo precedente) dai primi dati forniti

dall'Acquirente Unico per l'anno 2013. Tutto ciò rende necessari ed urgenti gli interventi di riqualificazione

energetica degli impianti di illuminazione pubblica anche con l'obiettivo di contrastare il crescente aumento delle tariffe.

Altro aspetto interessante che si può analizzare grazie ai dati forniti da Trenta S.p.A. è la variazione dei consumi e dei costi energetici (delle diverse utenze e totali) nel periodo 2007-2012.

Analizzando i dati si nota un incremento cospicuo dei consumi e dei costi (quasi triplicati rispetto al periodo precedente) a partire dall'anno 2010 sull'utenza "Q03 Sede comunale" probabilmente legata ad una variazione della configurazione dell'impianto ("promiscuo": illuminazione pubblica e utenza civile della sede comunale).

La maggior parte delle utenze presenta, nell'ultimo periodo dell'analisi (triennio 2010-2012), una certa stabilità nei consumi con oscillazioni annue contenute nella misura del 10%-15%. Fa eccezione il quadro n.11 (Roda-Bosin) che ha avuto una positiva riduzione dei consumi (-25%) grazie alla sostituzione parziale delle vecchie armature stradali con lampade ai vapori di mercurio con nuovi corpi illuminanti agli ioduri metallici. Una tendenza positiva, seppur contenuta rispetto al caso precedente, si nota anche sui quadri n.4 (Via Verdi) e sul n.6 (Zanolin-Bosin).

Tabella 13: Andamento dei consumi nel periodo 2007-2012

Quadro	Consumo energia elettrica kWh					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Q01	14975	12767	14426	13158	12016	13723
Q03	20704	25396	21459	58556	58556	57195
Q04	15059	20731	24379	25314	24858	23500
Q05	82413	78149	67910	55401	57119	56573
Q06	22321	23719	23369	25214	24219	23224
Q07	11397	13434	14985	16146	13988	15014
Q08	16186	10621	13399	12786	12217	13363
Q09	14439	17830	17597	15880	15061	17234
Q10	2194	2194	3387	3919	4903	4043
Q11	28019	29437	27303	35232	35790	26868
TOTALE	227707	234278	228214	261606	258727	250737

Tabella 14: Andamento dei costi energetici nel periodo 2007-2012

Quadro	Costo annuo totale					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Q01	€ 1.444	€ 1.408	€ 1.914	€ 1.444	€ 1.440	€ 2.368
Q03	€ 3.269	€ 4.273	€ 3.680	€ 7.708	€ 8.621	€ 9.788
Q04	€ 1.808	€ 2.625	€ 3.113	€ 3.169	€ 3.360	€ 4.048
Q05	€ 9.206	€ 10.015	€ 8.770	€ 6.925	€ 7.705	€ 9.762
Q06	€ 2.707	€ 2.947	€ 3.040	€ 3.168	€ 3.260	€ 4.000
Q07	€ 1.949	€ 2.391	€ 2.580	€ 2.500	€ 2.500	€ 2.909
Q08	€ 3.297	€ 2.390	€ 2.562	€ 2.705	€ 2.755	€ 3.611
Q09	€ 1.595	€ 2.278	€ 2.282	€ 2.133	€ 2.277	€ 2.983
Q10	€ 315	€ 315	€ 444	€ 494	€ 658	€ 699
Q11	€ 3.297	€ 3.639	€ 3.534	€ 4.403	€ 4.761	€ 4.634
TOTALE	€ 29.297	€ 32.483	€ 31.920	€ 34.851	€ 37.537	€ 44.802

Raffrontando i consumi con i costi energetici nell'ultimo triennio (2010-2012) si rileva che alla tendenza positiva di riduzione dei consumi nella pubblica illuminazione avviata, attraverso alcuni interventi di riqualificazione, dall'amministrazione comunale di Ziano si oppone una crescita dei oneri economici degli impianti legata, come ampiamente descritto in precedenza, all'aumento incontrollato del costo unitario dell'energia elettrica (Figura 30).

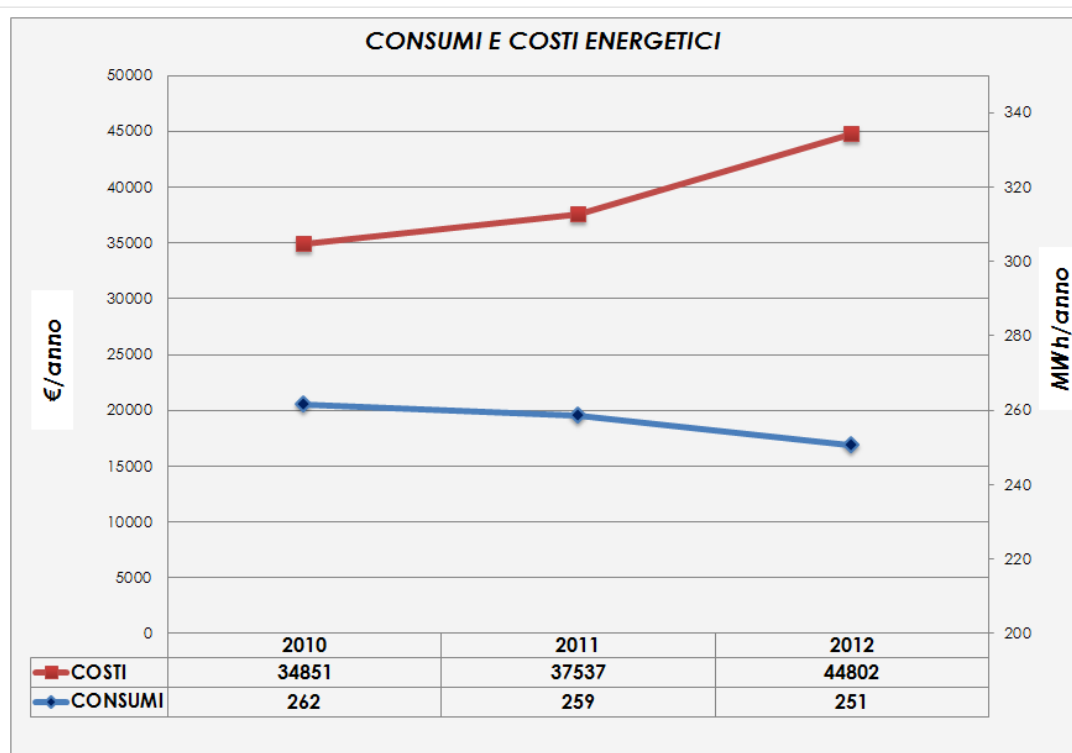


Figura 30: Andamento consumi e costi energetici nel triennio 2010-2012

7.3 QUADRO SINTETICO DEI CONSUMI

In quest'ultimo punto del capitolo viene riportata una tabella riepilogativa dei risultati ottenuti sulla base dei due approcci illustrati in precedenza che può essere un utile supporto per l'amministrazione pubblica (o per soggetti privati) per la stesura di studi di fattibilità per eventuali interventi di riqualificazione degli impianti.

Tabella 15: Analisi dei consumi per l'illuminazione pubblica di Ziano di Fiemme - ANNO 2012

Quadro	1.RILIEVO IP-PAT		2.TABULATI DI CONSUMO		VALORI ASSUNTI (2012) vedi note	
	Consumi (kWh)	Spesa totale	Consumi (kWh)	Spesa totale	Consumi (kWh)	Spesa totale
Q01 - IT221E00639783	10714	€ 1.837	13723	€ 2.368	13723	€ 2.368
Q03 - IT221E00639702	22882	€ 3.960	57195	€ 9.788	26314	€ 4.554
Q04 - IT221E00639860	21392	€ 3.702	23500	€ 4.048	23500	€ 4.048
Q05 - IT221E00639686	50234	€ 8.694	56573	€ 9.762	56573	€ 9.762
Q06 - IT221E00639887	17343	€ 3.002	23224	€ 4.000	23224	€ 4.000
Q07 - IT221E00639654	198	€ 34	15014	€ 2.909	237	€ 41
Q08 - IT221E00639824	6936	€ 1.200	13363	€ 3.611	8323	€ 1.440
Q09 - IT221E00639826	16893	€ 3.097	17234	€ 2.983	17234	€ 2.983
Q10 - IT221E00639802	3762	€ 651	4043	€ 699	4043	€ 699
Q11 - IT221E00639800	23139	€ 4.005	26868	€ 4.634	26868	€ 4.634
TOTALE	173492	€ 30.181	250737	€ 44.802	200039	€ 34.530

Sui risultati riportati nella Tabella 15 sono necessarie alcune precisazioni e riflessioni:

- nella prima colonna sono riportate le utenze-quadri elettrici a cui risultano associati, dai rilievi svolti, punti luce di proprietà di soggetti pubblici (e in particolare del comune di Ziano). Va precisato che il quadro n.2 non è stato analizzato nelle valutazioni svolte in quanto non risultano punti luce permanenti destinati all'illuminazione pubblica connessi a tale utenza (allo stato attuale, è utilizzato solo per allacci meramente temporanei);
- dall'analisi approfondita dei dati forniti da Trenta S.p.A. sul comune di Ziano di Fiemme risultano altre utenze sotto la dizione "Illuminazione pubblica" di cui si riportano alcune informazioni sintetiche:
 - ✓ IT221E00639715 - Via Nazionale con tariffa multioraria e un consumo nell'anno 2012 pari a 225kWh;

- ✓ IT221E00639716 - Via Nazionale con tariffa monoraria e un consumo nell'anno 2012 pari a 240kWh;
 - ✓ IT221E00639760 - Via Nazionale con tariffa multioraria e un consumo nell'anno 2012 pari a 100kWh;
 - ✓ IT221E00639760 - Via Nazionale-Via G. Verdi con tariffa monoraria e un consumo nell'anno 2012 pari a 350kWh;
 - ✓ IT221E00814169 - Via Coronella (corrispondente al quadro n.2) con tariffa multioraria e un consumo nell'anno 2012 di circa 2500kWh;
- le prime due "fasce" verticali riportate nella tabelle si riferiscono ai risultati in termini di consumi (kWh) e di spesa (€) per le diverse utenze derivanti dai due approcci; nella terza "fascia" vengono, invece, indicati i valori assunti come riferimento per il computo dei costi energetici complessivi della sola illuminazione pubblica. Vengono, in seguito, riportate alcune osservazioni sulle differenze tra i valori riscontrati nei due approcci e i quelli che hanno portato alla definizione dei valori assunti come riferimento:
 - sulle utenze **Q01, Q04, Q05, Q06, Q09, Q10, Q11** i valori ottenuti con i due metodi risultano confrontabili; in particolare si nota come le elaborazioni con il software RILIEVO-IP-PAT sottostimano i consumi in quanto non considerano gli assorbimenti degli ausiliari, le problematiche elettriche (cadute di tensione, squilibri) e le reali modalità di accensione/spegnimento dell'impianto. La misura di tale scarto oscilla nella misura del 10-25% ed è funzione della configurazione impiantistica (gli assorbimenti degli ausiliari dipendono dal tipo, età e potenza delle sorgenti e le problematiche elettriche sono funzione della configurazione quadro-linee-punti luce). Quindi, per le utenze indicate sono stati assunti come valori "reali" quelli risultanti dai tabulati di consumo;
 - l'utenza **Q03** è "promiscua": va, quindi, considerato che i dati dedotti dai tabulati di consumo considerano anche i consumi dell'utenza civile della sede comunale per cui risultano amplificati rispetto ai consumi della sola illuminazione esterna. Per considerare l'assorbimento energetico della sola illuminazione pubblica è stato assunto il valore ottenuto dall'approccio n.1 maggiorato nella misura del 15% per considerare gli assorbimenti degli ausiliari elettrici e della rete;
 - analogo discorso vale per le utenze "promiscue" **Q07** e **Q08** dove i tabulati computano rispettivamente anche i consumi del CRM-Magazzino comunale-VV.FF. e degli spogliatoi-centro sociale-sede alpini. Anche in questo caso, per stimare i consumi strettamente legati all'illuminazione pubblica si è proceduto in modo analogo a quanto descritto per l'utenza Q03.

In conclusione la sola illuminazione pubblica di Ziano di Fiemme determina:

- un consumo energetico leggermente superiore ai **200MWhel/anno**;
- circa **80tonn/anno di CO₂ emessa** nell'atmosfera (considerando un fattore di circa 400g CO₂/kWhel assunto sulla base del mix energetico nazionale dall'IEA - *International Energy Agency*);
- una spesa di circa **35.000€/anno** solo per l'energia utilizzata. A questo ammontare, vanno aggiunti i costi manutentivi "espliciti" (acquisto e consumo di materiali, attrezzature per attività svolte con risorse interne e attività esternalizzate) ed "impliciti" (attività svolte con l'impiego di risorse umane interne). Volendo considerare solo i costi "espliciti" si può stimare, viste le caratteristiche impiantistiche di Ziano un costo di circa 15-20€/Panno per un ammontare complessivo annuo compreso tra **10.000€ e**

15.000€. Si può quindi affermare che la sola illuminazione pubblica ha un costo complessivo (con riferimento all'anno 2012) prossimo ai **50.000€/anno** (l'incremento delle tariffe energetiche e dei costi manutentivi fa presumere una potenziale lievitazione dei costi in assenza di interventi di riqualificazione degli impianti di illuminazione pubblica esistenti).

8 ANALISI E CRITICITÀ DEGLI IMPIANTI

8.1 ANALISI ILLUMINOTECNICA ED ENERGETICA

L'analisi degli impianti di illuminazione pubblica del comune di Ziano di Fiemme si conclude con l'analisi energetica ed illuminotecnica dei "tipologici" che permette di identificare le principali criticità degli impianti di illuminazione pubblica e di sviluppare, al capitolo successivo, una serie di possibili scenari di riqualificazione energetico-illuminotecnica. Si ricorda che i "tipologici" sono il frutto dell'associazione delle composizioni con la geometria dell'impianto e dell'area da illuminare. All'interno del presente piano, i tipologici sono identificati attraverso un codice alfanumerico (es. K_01): la lettera permette di identificare la composizione-ottica associata (si vede l'abaco delle composizioni), mentre il progressivo numerico si riferisce a differenti configurazioni geometriche dell'area funzionale (variazione dell'interasse tra i punti luce, della sezione stradale, presenza di compiti visivi differenti e/o disposti in modo differente rispetto all'installazione) e/o a differenti sistemi di gestione energetica dei punti luce (presenza di riduttori di flusso, sistema di spegnimento alternato degli apparecchi, limitazione oraria di funzionamento).

Per quanto riguarda l'analisi illuminotecnica, definite le categorie illuminotecniche di progetto del territorio comunale (Capitolo 6), è stata realizzata una campagna di rilievo notturna nel mese di Aprile 2013 al fine di valutare gli effettivi valori di luminanza/illuminamento presenti sulla rete stradale e sulle restanti parti del territorio comunale. Si riportano alcune note sulle modalità di svolgimento del rilievo:

- la scelta dei punti di rilievo sul territorio comunale è stata realizzata considerando tratti di strada tendenzialmente rettilinei e sgombri da possibili ostacoli (anche con verifica notturna);
- è stato realizzato durante le ore notturne con cielo sereno, senza atmosfera velante, in assenza di foschia e luna piena;
- è stato realizzato con impianto acceso a regime; sono state fatte ulteriori analisi integrative a seguito dell'attivazione dei sistemi di gestione (riduttori di flusso, tutta notte/mezzanotte);
- è stato svolto, per semplicità operativa, attraverso l'utilizzo del luxmetro portatile digitale avente gamma di misurazione tra 0.01 lux e 50.000 lux e tarabile per misure al di sotto dei 200 lux;
- lo strumento è stato mantenuto in posizione idonea per il rilevamento: posto sul piano stradale e senza ombre o schermi in grado di falsare la misurazione.

È chiaro che le risultanze dei rilievi effettuati sono affetti da un margine di errore connessi alle difficoltà operative e alle condizioni ambientali in essere al momento del rilievo stesso. I rilievi sono stati realizzati sulla base delle indicazioni della norma UNI EN 13201-4 con opportune semplificazioni considerando la notevole mole di rilievi da effettuare.

L'analisi energetica dei "tipologici" è stata realizzata secondo le disposizioni previste dalla normativa provinciale (calcolo dei parametri η e k_{ill} indicati dal piano provinciale).

Le elaborazioni di calcolo e i risultati conseguenti sono riportati, in modo completo, nell'Allegato tecnico denominato "Analisi illuminotecnica ed energetica" e negli elaborati grafici che costituiscono parte integrante del presente piano.

8.2 CRITICITÀ DEGLI IMPIANTI

L'analisi illuminotecnica ed energetica ha permesso di rilevare gli impianti caratterizzati da:

- condizioni di sovra o sotto-illuminazione grazie al semplice confronto tra i livelli di illuminamento/luminanza richiesti dalla norma tecnica per le categorie illuminotecniche di progetto e i valori misurati nella campagna di rilievo strumentale effettuata (quantità di illuminazione);
- condizioni di mancanza degli opportuni requisiti di uniformità di illuminazione sui compiti visivi: condizione essenziale al fine di garantire la sicurezza degli utenti della strada (qualità dell'illuminazione);
- bassa efficienza energetica: ovvero, presentano, potenze, ottiche, sistemi di gestione notturna o modalità di installazione che non garantiscono adeguati rendimenti energetici.

Le principali criticità rilevate sono riportate all'interno del piano preliminare di intervento; ad esse vengono affiancate (parallelamente) possibili soluzioni di intervento.

9 PIANO PRELIMINARE DI INTERVENTO

9.1 ASPETTI GENERALI

Il piano provinciale prevede che il PRIC nella fase "propositiva" indichi, in primo luogo, quali siano le priorità d'intervento sugli impianti di illuminazione pubblici sulla base dei parametri illuminotecnici ed energetici risultanti dalle elaborazioni svolte. L'analisi richiesta espressamente dalle disposizioni provinciali è riportata, come già detto in precedenza, nell'Allegato "Analisi energetica ed illuminotecnica".

Le possibili proposte d'intervento sono state definite a partire dalle criticità rilevate e ad esse viene associata una stima sommaria degli interventi e del potenziale risparmio energetico conseguibile.

La stima economica degli interventi si basa su analisi parametriche che andranno approfondite nella fase di stesura di progetto definitivo di riassetto complessivo degli impianti di pubblica illuminazione del comune di Ziano di Fiemme.

Le valutazioni sui risparmi potenziali sono effettuate con riferimento all'anno 2013, per cui un incremento del costo dell'energia elettrica porterebbe ad una cospicua maggiorazione dei risparmi economici indicati. A tal proposito si ricorda, infatti, che il costo unitario dell'energia nel periodo 2007-2012 ha subito, per le utenze della pubblica illuminazione di Ziano, una maggiorazione del 35%.

Va ricordato, inoltre, che, secondo le disposizioni normative provinciali, il PRIC non è tenuto ad indicare i tipi di apparecchi o di lampade degli interventi. Di conseguenza, le proposte d'intervento rappresentano un indirizzo di carattere generale; spetterà al progetto definitivo e poi, eventualmente, all'esecutivo, la definizione concreta degli interventi di riassetto degli impianti di illuminazione pubblica. Deve però essere chiaro che l'eventuale intervento sugli impianti di pubblica illuminazione dovrà assumere come riferimento l'individuazione delle criticità riportate nel presente PRIC.

Le soluzioni progettuali ipotizzate sono ispirate da alcuni principi guida (che dovranno essere considerati come riferimento nella stesura di progetti d'intervento):

- *sicurezza* degli utenti della strada (rispetto dei requisiti illuminotecnici di illuminamento e uniformità fissati dalla norma tecnica e verifica della stabilità strutturale dei sostegni) ma anche degli installatori e dei manutentori (sicurezza elettrica degli impianti);
- risparmio (energetico, impiantistico e manutentivo) da perseguire attraverso un incremento dell'efficienza degli impianti (quadri-linee, apparecchi e sorgenti), un' oculata gestione dell'energia (riduttori di flusso centralizzati o puntuali, limitazione oraria del funzionamento di alcuni impianti e/o particolari punti luce)
- riduzione dell'inquinamento luminoso da ottenere attraverso l'impiego di ottiche full-cut-off rivolte verso il basso e rientranti nella classe illuminotecnica A identificata dalla normativa provinciale vigente (intensità luminosa normalizzata non superiore a $0,49\text{cd/m}^2$ per angoli γ maggiori o pari a 90°)

9.2 SOLUZIONI PROGETTUALI

Il piano di intervento è stato strutturato raggruppando, innanzitutto, i diversi livelli di priorità di intervento:

- urgenti e non differibili (**priorità 1**) riguardanti impianti caratterizzati da rendimenti energetici particolarmente ridotti (legati a sorgenti, ottiche e/o modalità di installazione), condizioni di inquinamento luminoso e da evidenti condizioni di sotto-illuminazione sui compiti visivi;
- a breve termine (**priorità 2**) riguardanti i punti luce che presentano consumi energetici sensibili e su cui vanno programmati interventi di riqualificazione volti soprattutto alla modifica dei regimi di funzionamento (sistemi di attenuazione del flusso luminoso o di spegnimento - nei casi in cui ciò risulta possibile);
- a medio termine (**priorità 3**) concernenti impianti caratterizzati da buone prestazioni illuminotecniche ed energetiche non perfettamente in linea con le indicazioni normative. Inoltre, nella maggior parte dei casi, i punti luce sono connessi a quadri che prevedono l'attivazione del sistema TuttaNotte-MezzaNotte non conforme alla norma tecnica vigente.
- a lungo termine (**priorità 4**) associati ad impianti che presentano buone prestazioni illuminotecniche in linea con la normativa e potenze installate ridotte;
- nessun intervento (**priorità 0**): composizioni che presentano potenze e, soprattutto, consumi ridotti

Il piano è stato, poi, configurato su gruppi di intervento identificati in base alle caratteristiche costruttive ed installative dei punti luce. Per ciascun gruppo d'intervento vengono riportate:

- identificazione delle composizioni e numero dei punti luce associati;
- peculiarità e criticità degli impianti;
- diverse soluzioni di intervento con vantaggi, svantaggi e costi stimati parametrico (per la soluzione LED si rimanda anche all'approfondimento riportato al termine del capitolo)

Uno schema generale delle soluzioni progettuali è riportato nell'allegato F del PRIC, elaborato richiesto espressamente dal corpo normativo provinciale vigente.

9.2.1 Interventi urgenti e non differibili

9.2.1.1 Composizioni G-H-K-AA-AB-AO-AJ-AV-AI

Numero punti luce coinvolti: 81

Identificazione: Armature stradali a coppa prismatica (di diverse dimensioni e forma e installati su sostegni di altezza variegata) equipaggiate con sorgenti ai vapori di mercurio (HQL 125W) e allacciate a quadri che prevedono il sistema di attenuazione notturna TuttaNotte-Mezzanotte (spegnimento alternato dopo le ore 24). Sono collocate nei seguenti ambiti: Via Bosin (parte bassa), Via G. Verdi (tratto urbano), Via Prof. Vanzetta, Via Molini, Via Roda (tratto storico), Via Baster, Via del Prenner, Via Casa Bianca, Via Mosene.

Criticità:

- mancato rispetto dei requisiti illuminotecnici (livelli di illuminamento e uniformità) fissati dalla norma tecnica (EN 13201-UNI 11248) sui compiti visivi. Le condizioni di sotto-illuminazione risultano particolarmente marcate: nella maggior parte dei casi (Via Molini, Via Bosin, Via Roda) i valori medi di

illuminamento risultano inferiori al 50% del valore indicato dalla norma EN13201 per la categoria illuminotecnica di progetto. Il problema dell'uniformità di illuminamento si evidenzia soprattutto nella composizione K installata su sostegni di altezza limitata (Via Molini, Via Baster, Via del Prenner).

- ridotto rendimento ottico del corpo dato dall'obsolescenza e dell'assenza di manutenzione della coppa di protezione in polycarbonato/PMMA e del riflettore interno;
- sorgente a bassa efficienza luminosa: vapori di mercurio
- problematiche ambientali delle sorgenti installate (a breve fuori mercato, in base a diverse direttive di prodotto europee, per l'alto tasso di mercurio presente);
- decadimento prestazionale delle sorgenti luminose marcato: ciò determina una forte variazione dei livelli di illuminamento in base alla vita delle lampade installate nelle armature;
- ottica rientrante in classe B: soluzione da verificare ai sensi delle disposizioni provinciali; dai calcoli eseguiti sia il coefficiente energetico (η) che quello legato all'inquinamento luminoso (Kill) risultano ben al di sopra dei valori limite. Gli impianti connessi rientrano infatti prevalentemente nella peggiore classe energetica: classi VII ($\eta > 70$);
- non conformità del sistema di attenuazione notturna: il sistema TN-MN (TuttaNotte-MezzaNotte) non è conforme alla norma tecnica per il mancato mantenimento dell'uniformità di illuminamento sul compito visivo durante le ore di funzionamento (ampie fasce buie intervallate da spazi illuminati in modo corretto)

Soluzioni progettuali

Tutti gli interventi indicati prevedono, in ogni caso, il superamento del sistema TN-MN non conforme alle norme vigenti per mancanza del mantenimento del requisito di uniformità di illuminazione.

- **Intervento n.1** Sostituzione delle sole sorgenti ai vapori di mercurio HQL 125W con lampade ad alogenuri metallici con tecnologia ceramica HCI-TT/HCI-E/P 70W

Vantaggi Investimento iniziale contenuto dato dalla differenza tra la spesa per una sorgente ai vapori di mercurio (15€) ed una ad alogenuri metallici (85€).

Notevole riduzione delle potenze in gioco (prossime al 40%) e, di conseguenza, dell'energia spesa. Va anche considerato il vantaggio in termini di illuminamento sui compiti visivi: le sorgenti ad alogenuri indicate (70W) presentano un flusso pari a 7200lm rispetto ai 6000 delle sorgenti HQL (125W) attualmente installate. Da ciò si deduce una maggiorazione dei livelli di illuminamento sui compiti visivi. Ridotto decadimento prestazionale prima del fine vita delle lampade ad alogenuri rispetto a quelle ai vapori di mercurio: ciò determina un mantenimento dei livelli di illuminamento al variare della vita della lampada installata.

Risoluzione della problematica ambientale legata alle sorgenti attualmente installate

Effetto cromatico dell'illuminazione pubblica pressoché inalterato.

Svantaggi Necessaria verifica di compatibilità e di efficienza degli ausiliari installati prima dell'installazione della nuova sorgente.

La sola sostituzione della lampada non determina in tutti i casi il rispetto dei requisiti illuminotecnici: maggiore sicuramente i livelli medi di illuminamento sui compiti visivi (visto il maggior flusso emesso dalla

lampada) ma l'uniformità di illuminamento è legata principalmente alle proprietà fotometriche del vano ottico e del riflettore interno (che l'intervento in esame non modifica).

Costo: **70€/PL**

- **Intervento n.2** Sostituzione delle sole sorgenti ai vapori di mercurio HQL 125W con lampade al sodio ad Alta Pressione (SAP) tipo NAV-T 70W integrate con alimentatore dimmerabile tipo "Dibawatt"

Vantaggi Si ottengono tutti i vantaggi illustrati nell'intervento n.1: la sorgente SAP 70W ha un flusso di circa 6600-6800lm.

Le sorgenti SAP hanno una vita nominale maggiore rispetto alle sorgenti HQL (attuali) e JM (intervento n.1) con una riduzione dei costi di manutenzione legati alla sostituzione della lampade.

Il programma rigido di attenuazione del flusso notturno attuato dall'alimentatore garantisce, in caso di programma "standard" 23:00-05:00, una riduzione dei consumi nell'ordine del 30-35% rispetto al funzionamento a regime.

Svantaggi Necessaria verifica di compatibilità di installazione del nuovo alimentatore-ballast e della sorgente. Le altre problematiche sono analoghe a quelle descritte all'intervento n.1.

Costo: **250€/PL**

- **Intervento n.3:** Sostituzione completa dell'armatura, del sostegno e rifacimento completo del punto luce con l'installazione di una nuova armatura stradale (compatibile con il disegno estetico dei corpi installati negli ultimi anni) equipaggiata con moduli LED 3000K con dimmerazione integrata "standard" (riduzione del flusso dalle ore 23:00 alle ore 05:00)

Vantaggi Si ottengono tutti i vantaggi illustrati nell'intervento n.1

Data la geometria del compito visivo si può stimare una potenza assorbita su punto luce di nell'ordine dei 45W (o 30W in alcuni ambiti secondari: Via del Prenner, Via Baster, Via Mosene, Via Casa Bianca) con una riduzione cospicua di potenza (e quindi di energia annua assorbita) rispetto allo stato attuale. L'entità effettiva delle potenze installate nei diversi ambiti dovrà essere definita all'interno di un più ampio progetto-calcolo illuminotecnico (con integrata analisi dei rischi) redatto in conformità alla norma tecnica vigente.

Rispetto completo dei requisiti illuminotecnici fissati dalla norma tecnica

Riqualificazione (energetica ed estetica) complessiva degli impianti di illuminazione pubblica

Rispetto della normativa provinciale: apparecchi di classe A e parametri energetici nei limiti fissati dal piano provinciale

Svantaggi Problematiche legate all'effetto visivo prodotto dai moduli LED (non sempre gradito) visto l'effetto leggermente abbagliante indotto dalle sorgenti LED rispetto alle lampade tradizionali.

Costo: **2300€/PL**

- **Intervento n.4:** Sostituzione completa dell'armatura, del sostegno e rifacimento completo del punto luce con l'installazione di una nuova armatura stradale (compatibile con il disegno estetico dei corpi installati negli ultimi anni) equipaggiata con lampade a scarica HCI-T

Vantaggi Si ottengono tutti i vantaggi illustrati nell'intervento n.3

Data la geometria del compito visivo si può stimare una potenza assorbita su punto luce di 70W con una riduzione cospicua di potenza (e quindi di energia annua assorbita) rispetto allo stato attuale. In alcuni ambiti (Via del Prenner, Via Baster, Via Mosene, Via Casa Bianca) potrebbe essere utilizzata una sorgente da 35W; tale soluzione va approfondita in studio illuminotecnico preliminare all'intervento per verificare la conformità tra prestazioni illuminotecniche e requisiti richiesti dalla norma tecnica per la categoria illuminotecnica di progetto derivante dall'analisi dei rischi).

Costo: 1900€/PL

La presenza del sistema TN-MN nello stato attuale contiene notevolmente i risparmi energetici ottenibili con gli interventi di riqualificazione indicati. La tabella seguente riporta informazioni rilevanti sia sullo stato attuale che sugli effetti (economici ed energetici) ottenibili dagli interventi illustrati in precedenza.

Tabella 16: Interventi ed effetti sulle **composizioni G-H-K-AA-AB-AO-AI (81punti luce)**

	Consumo (kWh/anno)	Costo energetico 2013 (€/anno)	Investimento iniziale (€)	Risparmio energetico annuo
Stato attuale	36700	6600	-	-
Intervento n.1	28100	5050	5700	-23% (1550€/anno)
Intervento n.2	18300	3300	20500	-50% (3300€/anno)
Intervento n.3	11400	2050	187000	-69% (4550€/anno)
Intervento n.4	24000	4300	155000	-35% (2300€/anno)

9.2.1.2 Composizione N

Numero punti luce coinvolti: **17**

Identificazione: Armature stradali obsolete con corpo metallico ogivale installate con inclinazione variabile (in alcuni casi rilevante) ed equipaggiate con sorgenti ai vapori di mercurio (HQL 125W) e allacciate a quadri che prevedono il sistema di attenuazione notturna TuttaNotte-Mezzanotte (spegnimento alternato dopo le ore 24). Sono collocate nei seguenti ambiti: Via Bosin (tratto "alto" - direzione Bosin), Via Roda (tratto prossimo al ponte Avisio)

Criticità

- mancato rispetto dei requisiti illuminotecnici (livelli di illuminamento e uniformità) fissati dalla norma tecnica (EN 13201-UNI 11248) sui compiti visivi. Le condizioni di sotto-illuminazione risultano non tollerabili: valori medi di illuminamento inferiori al 50% del valore indicato dalla norma EN13201 per la categoria illuminotecnica di progetto.

- ridotto rendimento ottico dell'apparecchio dato dall'obsolescenza del corpo privo di vetro di protezione ma, soprattutto, di riflettore interno; una percentuale ridotta (orientativamente il 50%) del flusso emesso dalla sorgente viene convogliato verso l'esterno
- inquinamento luminoso non trascurabile soprattutto nei casi in cui l'ottica è installata con evidenti angoli di inclinazione;
- sorgente a bassa efficienza luminosa: vapori di mercurio
- problematiche ambientali delle sorgenti installate (a breve fuori mercato, in base a diverse direttive di prodotto europee, per l'alto tasso di mercurio presente);
- decadimento prestazionale delle sorgenti luminose marcato: ciò determina una forte variazione dei livelli di illuminamento in base alla vita delle lampade installate nelle armature;
- ottica rientrante in classe E: soluzione vietata dalla normativa provinciale vigente;
- dal calcolo del coefficiente energetico (η) e di inquinamento luminoso (Kill) per i diversi tipologici emergono valori ben al di sopra rispetto ai valori limite fissati dalla normativa provinciale; gli impianti rientrano in classe VII ($\eta > 70$);
- non conformità del sistema di attenuazione notturna: il sistema TN-MN (TuttaNotte-MezzaNotte) non è conforme alla norma tecnica per il mancato mantenimento dell'uniformità di illuminamento sul compito visivo durante le ore di funzionamento (ampie fasce buie intervallate da spazi illuminati in modo corretto)

Soluzioni progettuali

Tutti gli interventi indicati prevedono, in ogni caso, il superamento del sistema TN-MN non conforme alle norme vigenti per mancanza del mantenimento del requisito di uniformità di illuminazione.

- **Intervento n.1** Sostituzione delle sole sorgenti ai vapori di mercurio HQL 125W con lampade ad alogenuri metallici con tecnologia ceramica HCI-TT/HCI-E/P 70W

Vantaggi L'intervento presenta un investimento iniziale contenuto dato dalla differenza tra la spesa per una sorgente ai vapori di mercurio (15€) ed una ad alogenuri metallici (85€).

Notevole riduzione delle potenze in gioco (prossime al 40%) e, di conseguenza, dell'energia spesa. Va anche considerato il vantaggio in termini di illuminamento sui compiti visivi: le sorgenti ad alogenuri indicate (70W) presentano un flusso pari a 7200lm rispetto ai 6000 delle sorgenti HQL (125W) attualmente installate. Da ciò si deduce una maggiorazione dei livelli di illuminamento sui compiti visivi. Ridotto decadimento prestazionale prima del fine vita delle lampade ad alogenuri rispetto a quelle ai vapori di mercurio: ciò determina un mantenimento dei livelli di illuminamento al variare della vita della lampada installata.

Risoluzione della problematica ambientale legata alle sorgenti attualmente installate

Effetto cromatico dell'illuminazione pubblica pressoché inalterato.

Svantaggi Necessaria verifica di compatibilità di installazione e degli ausiliari presenti.

La sola sostituzione della lampada non determina in tutti i casi il rispetto dei requisiti illuminotecnici: maggiore sicuramente i livelli medi di illuminamento sui compiti visivi (visto il maggior flusso emesso dalla lampada) ma l'uniformità di illuminamento è legata principalmente alle proprietà fotometriche

(pessime in questo caso) del vano ottico e del riflettore interno (che l'intervento in esame non modifica).

Costo: 70€/PL

- **Intervento n.2** Sostituzione delle sole sorgenti ai vapori di mercurio HQL 125W con lampade al sodio ad Alta Pressione (SAP) tipo NAV-T 70W integrate con alimentatore dimmerabile tipo "Dibawatt"

Vantaggi Si ottengono tutti i vantaggi illustrati nell'intervento n.1: la sorgente SAP 70W ha un flusso di circa 6600-6800lm.

Le sorgenti SAP hanno una vita nominale maggiore rispetto alle sorgenti HQL (attuali) e JM (intervento n.1) con una riduzione dei costi di manutenzione legati alla sostituzione della lampade.

Il programma rigido di attenuazione del flusso notturno attuato dall'alimentatore garantisce, in caso di programma "standard" 23:00-05:00, una riduzione dei consumi nell'ordine del 30-35% rispetto al funzionamento a regime.

Svantaggi Necessaria verifica di compatibilità di installazione del nuovo alimentatore-ballast e della sorgente. Le altre problematiche sono analoghe a quelle descritte all'intervento n.1.

Costo: 250€/PL

- **Intervento n.3:** Sostituzione completa dell'armatura, del sostegno e rifacimento completo del punto luce con l'installazione di una nuova armatura stradale (compatibile con il disegno estetico dei corpi installati negli ultimi anni) equipaggiata con moduli LED 3000K con dimmerazione integrata "standard" (riduzione del flusso dalle ore 23:00 alle ore 05:00)

Vantaggi Si ottengono tutti i vantaggi illustrati nell'intervento n.1

Data la geometria del compito visivo si può stimare una potenza assorbita su punto luce di nell'ordine dei 45W con una riduzione cospicua di potenza (e quindi di energia annua assorbita) rispetto allo stato attuale. L'entità effettiva delle potenze installate nei diversi ambiti dovrà essere definita all'interno di un più ampio progetto-calcolo illuminotecnico (con integrata analisi dei rischi) redatto in conformità alla norma tecnica vigente.

Rispetto completo dei requisiti illuminotecnici fissati dalla norma tecnica

Riqualificazione (energetica ed estetica) complessiva degli impianti di illuminazione pubblica

Rispetto della normativa provinciale: apparecchi di classe A e parametri energetici nei limiti fissati dal piano provinciale

Svantaggi: Problematiche legate all'effetto visivo prodotto dai moduli LED (non sempre gradito) visto l'effetto leggermente abbagliante indotto dalle sorgenti LED rispetto alle lampade tradizionali.

Costo: 2300€/PL

- **Intervento n.4:** Sostituzione completa dell'armatura, del sostegno e rifacimento completo del punto luce con l'installazione di una nuova armatura stradale (compatibile con il disegno estetico dei corpi installati negli ultimi anni) equipaggiata con lampade a scarica HCI-T

Vantaggi Si ottengono tutti i vantaggi illustrati nell'intervento n.3

Data la geometria del compito visivo si può stimare una potenza assorbita su punto luce di 70W con una riduzione cospicua di potenza (e quindi di energia annua assorbita) rispetto allo stato attuale. Si

ribadisce la necessità di un progetto illuminotecnico preliminare all'intervento per la verifica delle potenze stimate.

Costo: 1900€/PL

La presenza del sistema TN-MN nello stato attuale contiene notevolmente i risparmi energetici ottenibili con gli interventi di riqualificazione indicati. La tabella seguente riporta informazioni rilevanti sia sullo stato attuale che sugli effetti (economici ed energetici) ottenibili dagli interventi illustrati in precedenza.

Tabella 17: Interventi ed effetti sulla **composizione N (17punti luce)**

	Consumo (kWh/anno)	Costo energetico 2013 (€/anno)	Investimento iniziale (€)	Risparmio energetico annuo
Stato attuale	8000	1450	-	-
Intervento n.1	6100	1100	1200	-23% (350€/anno)
Intervento n.2	4000	750	4500	-50% (700€/anno)
Intervento n.3	2750	500	40000	-65% (950€/anno)
Intervento n.4	6100	1100	33000	-23% (350€/anno)

9.2.1.3 Composizione M

Numero punti luce coinvolti: **6**

Identificazione: Armature tecniche obsolete con corpo in materiale plastico opalizzato (con colorazione arancione) installate su palo dritto ed equipaggiate con sorgenti ai vapori di mercurio (HQL 125W) e allacciate a quadri che prevedono il sistema di attenuazione notturna TuttaNotte-Mezzanotte (spegnimento alternato dopo le ore 24). Sono collocate lungo Sentiero degli Alpini (centro di Ziano).

Criticità

- mancato rispetto dei requisiti illuminotecnici (livelli di illuminamento e uniformità) fissati dalla norma tecnica (EN 13201-UNI 11248) sui compiti visivi. Le condizioni di sotto-illuminazione risultano non tollerabili: valori medi di illuminamento inferiori al 50% del valore indicato dalla norma EN13201 per la categoria illuminotecnica di progetto (S4)
- ridotto rendimento ottico dell'apparecchio dato dall'obsolescenza del corpo privo di un'ottica in grado di convogliare il flusso luminoso verso il compito visivo;
- inquinamento luminoso rilevante (più del 50% del flusso emesso dall'ottica viene convogliato al di sopra della linea d'orizzonte)
- sorgente a bassa efficienza luminosa: vapori di mercurio

- problematiche ambientali delle sorgenti installate (a breve fuori mercato, in base a diverse direttive di prodotto europee, per l'alto tasso di mercurio presente);
- decadimento prestazionale delle sorgenti luminose marcato;
- ottica rientrante in classe E: soluzione vietata dalla normativa provinciale vigente;
- dal calcolo del coefficiente energetico (η) e di inquinamento luminoso (Kill) per i diversi tipologici emergono valori ben al di sopra rispetto ai valori limite fissati dalla normativa provinciale; gli impianti rientrano in classe VII ($\eta > 70$);
- non conformità del sistema di attenuazione notturna: il sistema TN-MN (TuttaNotte-MezzaNotte) non è conforme alla norma tecnica per il mancato mantenimento dell'uniformità di illuminamento sul compito visivo durante le ore di funzionamento (ampie fasce buie intervallate da spazi illuminati in modo corretto)

Soluzioni progettuali

Tutti gli interventi indicati prevedono, in ogni caso, il superamento del sistema TN-MN non conforme alle norme vigenti per mancanza del mantenimento del requisito di uniformità di illuminazione.

- **Intervento n.1** Sostituzione delle sole sorgenti ai vapori di mercurio HQL 125W con lampade ad alogenuri metallici con tecnologia ceramica HCI-TT/HCI-E/P 70W

Vantaggi Investimento iniziale contenuto dato dalla differenza tra la spesa per una sorgente ai vapori di mercurio (15€) ed una ad alogenuri metallici (85€).

Notevole riduzione delle potenze in gioco (prossime al 40%) e, di conseguenza, dell'energia spesa. Va anche considerato il vantaggio in termini di illuminamento sui compiti visivi: le sorgenti ad alogenuri indicate (70W) presentano un flusso pari a 7200lm rispetto ai 6000 delle sorgenti HQL (125W) attualmente installate. Da ciò si deduce una maggiorazione dei livelli di illuminamento sui compiti visivi. Ridotto decadimento prestazionale prima del fine vita delle lampade ad alogenuri rispetto a quelle ai vapori di mercurio; ciò determina un mantenimento dei livelli di illuminamento al variare della vita della lampada installata.

Risoluzione della problematica ambientale legata alle sorgenti attualmente installate

Effetto cromatico dell'illuminazione pubblica pressoché inalterato.

Svantaggi Necessaria verifica di compatibilità di installazione e degli ausiliari presenti.

La sola sostituzione della lampada non determina in tutti i casi il rispetto dei requisiti illuminotecnici: maggiore sicuramente i livelli medi di illuminamento sui compiti visivi (visto il maggior flusso emesso dalla lampada) ma l'uniformità di illuminamento è legata principalmente alle proprietà fotometriche (pessime in questo caso) del vano ottico e del riflettore interno (che l'intervento in esame non modifica).

Costo: 70€/PL

- **Intervento n.2** Sostituzione delle sole sorgenti ai vapori di mercurio HQL 125W con lampade al sodio ad Alta Pressione (SAP) tipo NAV-T 70W integrate con alimentatore dimmerabile tipo "Dibawatt"

Vantaggi Si ottengono tutti i vantaggi illustrati nell'intervento n.1: la sorgente SAP 70W ha un flusso di circa 6600-6800lm.

Le sorgenti SAP hanno una vita nominale maggiore rispetto alle sorgenti HQL (attuali) e JM (intervento n.1) con una riduzione dei costi di manutenzione legati alla sostituzione della lampade.

Il programma rigido di attenuazione del flusso notturno attuato dall'alimentatore garantisce, in caso di programma "standard" 23:00-05:00, una riduzione dei consumi nell'ordine del 30-35% rispetto al funzionamento a regime.

Svantaggi Necessaria verifica di compatibilità di installazione del nuovo alimentatore-ballast e della sorgente. Le altre problematiche sono analoghe a quelle descritte all'intervento n.1.

Costo: **250€/PL**

- **Intervento n.3:** Sostituzione completa dell'armatura, del sostegno e rifacimento completo del punto luce con l'installazione di un'armatura tecnica con buona resa estetica e ottica da percorsi ciclo-pedonali (diffusione longitudinale rilevante e trasversale ridotta) equipaggiata con moduli LED 3000K con dimmerazione integrata "standard" (programma di attenuazione 23:00-05:00)

Vantaggi Si ottengono tutti i vantaggi illustrati nell'intervento n.1

Data la geometria del compito visivo si può stimare una potenza assorbita su punto luce di nell'ordine dei 30W con una riduzione cospicua di potenza (e quindi di energia annua assorbita) rispetto allo stato attuale. L'entità effettiva delle potenze installate nei diversi ambiti dovrà essere definita all'interno di un più ampio progetto-calcolo illuminotecnico (con integrata analisi dei rischi) redatto in conformità alla norma tecnica vigente.

Rispetto completo dei requisiti illuminotecnici fissati dalla norma tecnica

Riqualificazione (energetica ed estetica) complessiva degli impianti di illuminazione pubblica

Rispetto della normativa provinciale: apparecchi di classe A e parametri energetici nei limiti fissati dal piano provinciale

Svantaggi: Problematiche legate all'effetto visivo prodotto dai moduli LED (non sempre gradito) visto l'effetto leggermente abbagliante indotto dalle sorgenti LED rispetto alle lampade tradizionali.

Costo: **1600€/PL**

- **Intervento n.4:** Sostituzione completa dell'armatura, del sostegno e rifacimento completo del punto luce con l'installazione di una nuova armatura stradale (compatibile con il disegno estetico dei corpi installati negli ultimi anni) equipaggiata con lampade a scarica HCI-T

Vantaggi Si ottengono tutti i vantaggi illustrati nell'intervento n.3

Data la geometria del compito visivo si può stimare una potenza assorbita su punto luce di 35W con una riduzione cospicua di potenza (e quindi di energia annua assorbita) rispetto allo stato attuale. Si ribadisce la necessità di un progetto illuminotecnico preliminare all'intervento per la verifica delle potenze stimate.

Costo: **1400€/PL**

La presenza del sistema TN-MN nello stato attuale contiene notevolmente i risparmi energetici ottenibili con gli interventi di riqualificazione indicati. La tabella seguente riporta informazioni rilevanti sia sullo stato attuale che sugli effetti (economici ed energetici) ottenibili dagli interventi illustrati in precedenza.

Tabella 18: Interventi ed effetti sulla **composizione M (6punti luce)**

	Consumo (kWh/anno)	Costo energetico 2013 (€/anno)	Investimento iniziale (€)	Risparmio energetico annuo
Stato attuale	2700	500	-	-
Intervento n.1	2050	370	450	-23% (130€/anno)
Intervento n.2	1350	250	1500	-50% (250€/anno)
Intervento n.3	650	120	10000	-75% (370€/anno)
Intervento n.4	1050	190	8500	-60% (300€/anno)

9.2.2 Interventi a breve-termine

9.2.2.1 Composizioni P-S

Numero punti luce coinvolti: **41**

Identificazione: Armature stradali con coppa curva trasparente (composizione P) o prismatizzata in materiale plastico (S) installate su palo dritto zincato a caldo non rivestito ed equipaggiate con sorgenti al Sodio Alta Pressione (NAV-T 100W) e allacciate al quadro n.9 (area produttiva "La Sportiva") dotato di riduttore di flusso centralizzato non attivo (by-passato). Sono collocate lungo Via Stazione e nell'area produttiva-commerciale posta a confine con il comune di Panchià.

Peculiarità e criticità

- rispetto completo e pieno dei requisiti illuminotecnici (livelli di illuminamento e uniformità) fissati dalla norma tecnica (EN 13201-UNI 11248) sui diversi compiti visivi (sede stradale e marciapiedi)
- rendimento ottico dell'apparecchio buono (70-75%): in linea con gli apparecchi stradali "economici" inferiore, invece, rispetto alle nuove ottiche performanti a scarica.
- inquinamento luminoso presente ma non cospicuo (solo il 2-2,5% del flusso emesso dal corpo è diretto verso l'alto): ottica rientrante in classe B ai sensi dalla normativa provinciale vigente;
- sorgente tradizionale ad ottima efficienza luminosa: SAP 100-110lm/W
- vita nominale della sorgente ottimale: 15000-20000ore;
- dal calcolo del coefficiente energetico (η) per i diversi tipologici emergono valori superiori al limite dettato dal piano provinciale (15): tale effetto è riconducibile all'assenza di sistema di attenuazione/gestione notturna del flusso luminoso (presente ma bypassato a causa di problematiche elettriche registrate). Gli impianti rientrano in classe III (η compreso tra 15 e 25 per i tipologici P) e IV (η tra 25 e 40 per i tipologici S);

Soluzioni progettuali

Intervento n.1 Installazione di alimentatori elettronici dimmerabili per sorgenti SAP (tipo “Sorgenia Dibawatt”, “Osram Powertronic Outdoor”)

Vantaggi

Mantenimento dei livelli di illuminamento presenti allo stato attuale nelle prime ore serali e del mattino.

Riduzione dei consumi grazie alla riduzione della potenza assorbita nelle ore notturne grazie alla funzione dimmer. Impostando un programma standard di attenuazione notturna (23:00-05:00) si possono ottenere risparmi nell'ordine del 30-35%.

Riduzione delle condizioni di stress e di sovratensione sulle lampade grazie alla funzione di stabilizzazione garantita dall'alimentatore. In tal modo aumenta sensibilmente la vita nominale delle sorgenti con una riduzione dei costi di manutenzione legati alla sostituzione della lampada.

Riduzione del parametro η nel limite provinciale.

Svantaggi Necessaria verifica di compatibilità di installazione del nuovo alimentatore nel vano ottico. Sistema di gestione notturna “rigido”: l'alimentatore attua il programma di attenuazione in modo automatico e non modificabile una volta configurato.

Necessario progetto illuminotecnico (con annessa analisi del rischio) per la valutazione del declassamento della categoria illuminotecnica (individuazione di categorie illuminotecniche di esercizio meno impegnative durante le ore notturne connesse alla riduzione dei flussi di traffico).

Costo: **200€/PL**

- **Intervento n.2:** Riqualificazione-riconfigurazione elettrica ed attivazione del riduttore di flusso già presente ma, allo stato attuale, by-passato. Settaggio su programmi standard (23:00-05:00)

Vantaggi Si ottengono tutti i vantaggi illustrati nell'intervento n.1 con risparmi anche fino al 40% rispetto alla condizione a regime in base al programma di attenuazione prescelto.

Il riduttore di flusso centralizzato permette la configurazione di diversi programmi di gestione del flusso luminoso notturno che possono essere modificati con semplici interventi sul CEP,

Svantaggi: Il costo dell'intervento potrebbe essere molto variabile in base alle problematiche del CEP (l'intervento potrebbe prevederne la completa sostituzione) e delle linee presenti (potrebbe essere necessaria una modifica della configurazione della rete elettrica). Di conseguenza la spesa per l'intervento riportata potrebbe avere oscillazioni sia in termini positivi che negativi.

Necessario progetto illuminotecnico (con annessa analisi del rischio) per la valutazione del declassamento della categoria illuminotecnica (individuazione di categorie illuminotecniche di esercizio meno impegnative durante le ore notturne connesse alla riduzione dei flussi di traffico).

Costo: **400€/PL (15000€) - stima sommaria -**

- **Intervento n.3:** Sostituzione del solo apparecchio a scarica presente con un'armatura stradale a LED “economica” (vista la destinazione dell'area) integrabile con il sostegno presente ed equipaggiata con moduli LED 3000K con dimmerazione integrata “standard” (programma di attenuazione 23:00-05:00).

Vantaggi

Data la geometria del compito visivo si può stimare una potenza assorbita su punto luce di nell'ordine dei 75W con una buona riduzione di potenza (e quindi di energia annua assorbita e della spesa economica connessa) rispetto allo stato attuale.

La presenza dell'alimentatore dimmerabile consente una riduzione ulteriore dell'energia spesa grazie alla riduzione del flusso luminoso nelle ore centrali della notte.

Rispetto della normativa provinciale: apparecchi di classe A e parametri energetici nei limiti fissati dal piano provinciale

Svantaggi: Problematiche legate all'effetto visivo prodotto dai moduli LED (non sempre gradito) visto l'effetto leggermente abbagliante indotto dalle sorgenti LED rispetto alle lampade tradizionali.

L'entità effettiva delle potenze installate nei diversi ambiti dovrà essere definita all'interno di un più ampio progetto-calcolo illuminotecnico (con integrata analisi dei rischi) redatto in conformità alla norma tecnica vigente.

Costo: **1000€/PL**

Tabella 19: Interventi ed effetti sulle **composizioni P-S (41punti luce)**

	Consumo (kWh/anno)	Costo energetico 2013 (€/anno)	Investimento iniziale (€)	Risparmio energetico annuo
Stato attuale	20050	3600	-	-
Intervento n.1	13050	2350	8200	-35% (1250€/anno)
Intervento n.2	12050	2150	12500	-40% (1450€/anno)
Intervento n.3	10500	1900	41000	-48% (1700€/anno)

9.2.2.2 Composizioni W e AF

Numero punti luce coinvolti: 8

Identificazione: Armature tecniche da arredo urbano "a fungo" con schermo superiore e rifrattore-frangiluce metallico installate su palo dritto trattato ed equipaggiate con sorgenti ad alogenuri metallici (JM 100W).

Sono collocate nel primo tratto (ricadente nel territorio amministrativo di Ziano) del percorso ciclopeditonale che da Via Pontolaia (Parti del Cioto) conduce verso il comune di Panchià.

Le armature tecniche AF presentano caratteristiche diverse, spesso peggiori: tecnici di classe C con bassa efficienza di lampada HQL125W e ottica). Vista la collocazione contigua ai corpi W e la ridotta efficienza energetica (classe VII) vengono inclusi nell'intervento

Peculiarità e criticità

- rispetto dei requisiti illuminotecnici (livelli di illuminamento e uniformità) fissati dalla norma tecnica (EN 13201-UNI 11248) sul compito visivo (nell'ipotesi che il percorso rientri nella categoria S5)

- rendimento ottico dell'apparecchio pessimo (45%): meno della metà del flusso emesso dalla sorgente luminosa viene convogliato all'esterno dell'ottica;
- inquinamento luminoso presente non trascurabile (almeno il 5% del flusso emesso dal corpo è diretto verso l'alto): ottica rientrante in classe C ai sensi della normativa provinciale vigente (soluzione ammessa solo in casi particolari)
- sorgente tradizionale con buona efficienza luminosa: JM 80-90lm/W
- dal calcolo del coefficiente energetico (η) emergono valori di un ordine di grandezza superiore al limite dettato dal piano provinciale (15): tale effetto è riconducibile all'assenza di sistema di attenuazione/gestione notturna del flusso luminoso e alle ridotte proprietà dell'ottica fotometrica (nonostante sia di recente concezione non convoglia il flusso in modo ottimale verso il compito visivo: percorso ciclo-pedonale). Gli impianti rientrano in classe VII ($\eta > 70$);

Soluzioni progettuali

Intervento n.1 Installazione di sorgenti SAP 100W (NAV-E) alimentatori elettronici dimmerabili (tipo "Sorgenia Dibawatt", "Osram Powertronic Outdoor") in grado di attenuare il flusso nelle ore centrali della notte.

Vantaggi

Mantenimento dei livelli di illuminamento presenti allo stato attuale nelle prime ore serali.

Riduzione dei consumi grazie alla riduzione della potenza assorbita nelle ore notturne grazie alla funzione dimmer. Impostando un programma standard di attenuazione notturna (dopo le 24:00) si possono ottenere risparmi nell'ordine del 30-35%.

Riduzione delle condizioni di stress e di sovratensione sulle lampade grazie alla funzione di stabilizzazione garantita dall'alimentatore. In tal modo aumenta sensibilmente la vita nominale delle sorgenti con una riduzione dei costi di manutenzione legati alla sostituzione della lampada.

Riduzione del parametro η (difficile raggiungere il limite di norma non intervenendo sull'ottica)

Svantaggi Necessaria verifica di compatibilità di installazione del nuovo alimentatore nel vano ottico. Sistema di gestione notturna "rigido": l'alimentatore attua il programma di attenuazione in modo automatico e non modificabile una volta configurato.

Necessario progetto illuminotecnico (con annessa analisi del rischio) per la valutazione del declassamento della categoria illuminotecnica (individuazione di categorie illuminotecniche di esercizio meno impegnative durante le ore notturne connesse alla riduzione dei flussi di traffico).

Costo: 250€/PL

- **Intervento n.2:** Sostituzione del solo apparecchio presente con un'ottica tecnica da ciclabile a LED integrabile con l'ottimo supporto presente ed equipaggiata con moduli LED 3000K con dimmerazione integrata "standard" (programma di attenuazione a partire dalle 23:00).

Vantaggi

Data la geometria del compito visivo si può stimare una potenza assorbita su punto luce di nell'ordine dei 35W con una rilevante riduzione di potenza (e quindi di energia annua assorbita e della spesa connessa) rispetto allo stato attuale.

La presenza dell'alimentatore dimmerabile consente una riduzione ulteriore dell'energia spesa grazie alla riduzione del flusso luminoso nelle ore centrali della notte.

Rispetto della normativa provinciale: apparecchi di classe A e parametri energetici e di inquinamento sicuramente riportati nei limiti fissati dal piano provinciale ($\eta < 15$ e $K_{ill} < 3$)

Svantaggi: Necessario lo studio e la scelta dell'apparecchio a LED in grado di integrarsi con il sostegno già presente. Potrebbe essere utile lo studio di soluzioni di retrofit con l'azienda produttrice delle armature installate.

Necessità di concordare, per quanto possibile, l'intervento con il comune di Panchià in modo da garantire l'uniformità di illuminazione ed estetica su tutto l'itinerario ciclo-pedonale.

Problematiche legate all'effetto visivo prodotto dai moduli LED (non sempre gradito) visto l'effetto leggermente abbagliante indotto dal LED rispetto alle lampade tradizionali.

L'entità effettiva delle potenze installate nei diversi ambiti dovrà essere definita all'interno di un più ampio progetto-calcolo illuminotecnico (con integrata analisi dei rischi) redatto in conformità alla norma tecnica vigente.

Costo: **800€/PL**

- **Intervento n.3**: Sostituzione del solo apparecchio presente con un'ottica tecnica da ciclabile integrabile con l'ottimo supporto presente ed equipaggiata con sorgente a scarica (JM con potenza inferiore rispetto a quella installata attualmente).

Vantaggi

Data la geometria del compito visivo si può stimare una potenza assorbita su punto luce nell'ordine dei 35W con una rilevante riduzione di potenza (e quindi di energia annua assorbita e della spesa connessa) rispetto allo stato attuale.

La presenza dell'alimentatore dimmerabile consente una riduzione ulteriore dell'energia spesa grazie alla riduzione del flusso luminoso nelle ore centrali della notte.

Rientro del parametro η ampiamente al di sotto del limite provinciale (15).

Rispetto della normativa provinciale: apparecchi di classe A e parametri energetici e di inquinamento sicuramente riportati nei limiti fissati dal piano provinciale ($\eta < 15$ e $K_{ill} < 3$)

Svantaggi: Necessario lo studio e la scelta dell'apparecchio in grado di integrarsi con il sostegno già presente. Potrebbe essere utile lo studio di soluzioni di retrofit con l'azienda produttrice delle armature installate.

L'entità effettiva delle potenze installate nei diversi ambiti dovrà essere definita all'interno di un più ampio progetto-calcolo illuminotecnico (con integrata analisi dei rischi) redatto in conformità alla norma tecnica vigente

Non possibile attenuazione notturna con le sorgenti ad alogenuri (allo stato attuale della tecnologia).

Costo: **600€/PL**

Tabella 20: Interventi ed effetti sulle **composizioni W e AF (8punti luce)**

	Consumo (kWh/anno)	Costo energetico 2013 (€/anno)	Investimento iniziale (€)	Risparmio energetico annuo
Stato attuale	4400	800	-	-
Intervento n.1	2600	475	2000	-42% (325€/anno)
Intervento n.2	900	175	6500	-80% (625€/anno)
Intervento n.3	1400	250	5000	68% (550€/anno)

9.2.2.3 Altri interventi a breve termine

Si riportano, in seguito, alcuni interventi da realizzare sulle composizioni meno diffuse a medio termine

- **AE: 3 punti luce** (P.za Italia - traversa oratorio): apparecchi tecnici con luce "a lama".
Spegnimento entro le ore 01:00 (2000ore di funzionamento annuo Ku=0,5).
- **AG: 2 punti luce** (P.za Italia - area storica): lanterna classica di classe E.
Sostituzione della sola lanterna con un'ottica cut-off (composizione tipo E) con sorgente ad alogenuri metallici da 35W con alimentatore con funzione dimmer integrato.
- **AI_02: 3 punti luce** (CRM funzionamento limitato): stradali con sorgenti ai vapori di mercurio da 125W.
Sostituzione lampade con sorgenti efficienti: JM 70W
- **AK: 14 punti luce** (Cimitero). Spegnimento ore 24:00-01:00 con linea dedicata.
- **AW,AX,AZ,BA,BB,BC,BD: 30 punti luce** (area a verde Via Coronella): si tratta di apparecchi residenziali ed incassi installati nel parco con sorgenti fluorescenti di potenza ridotta (10-25W). Il cospicuo numero di punti luce influisce però sui consumi vista l'assenza di sistemi di gestione.
Realizzazione di una linea dedicata per lo spegnimento entro le ore 01:00 (2000ore funzionamento/anno)
- **BE, BF: 7 punti luce** (casa parrocchiale - P.za Italia): si tratta di apparecchi residenziali-incassi destinati all'illuminazione della facciata vetrata della casa parrocchiale e delle pareti contigue.
Realizzazione di una linea dedicata per lo spegnimento entro le ore 01:00 (2000ore funzionamento/anno)

9.2.3 Interventi da programmare a medio termine

9.2.3.1 Composizione A e O

Numero punti luce coinvolti: **169** (167 sostegni)

Identificazione: Armature stradali full-cut-off (anche se presentano minime emissioni, inferiori a 0,49cd per 1000lm di flusso emesso, anche per $\gamma=90^\circ$) installate su pali zincati e rivestiti con sbraccio singolo (A) o doppio (O) con ottima resa estetica. Sono equipaggiate con sorgenti ad Alogenuri Metallici (CDO-TT 70W). Se si escludono alcuni casi (Via Roma, P.za Italia (parte), raccordo S.S.48-Via Verdi) le armature sono connesse a

quadri predisposti per l'attivazione del sistema TuttaNotte-MezzaNotte che risulta, come già precisato, non conforme alla norma tecnica vigente.

Sono collocate in un'ampia parte del comune; si riportano solo gli ambiti principali di installazione: Parti del Cioto, Via Zanon, Via Coronella, Via Bosin, P.za Italia, Via G. Verdi, Via Prof. Vanzetta, Via Cascatelle,

Peculiarità e criticità

- rispetto quasi modo completo i requisiti illuminotecnici (livelli di illuminamento e uniformità) fissati dalla norma tecnica (EN 13201-UNI 11248) sui compiti visivi. In alcuni casi sono presenti condizioni di leggera sotto-illuminazione legate all'articolazione del compito visivo;
- ottica rientrante in classe A ai sensi delle disposizioni provinciali: soluzione conforme e sempre ammessa;
- non conformità del sistema di attenuazione notturna: il sistema TN-MN (TuttaNotte-MezzaNotte), presente nella maggior parte dei casi, non è conforme alla norma tecnica per il mancato mantenimento dell'uniformità di illuminamento sul compito visivo durante le ore di funzionamento (ampie fasce buie intervallate da spazi illuminati in modo corretto)
- valori del parametro di efficienza energetica (η) prossimo al limite provinciale (15): solo alcuni impianti si collocano al di sotto del limite (classe III: η compreso tra 10 e 15) mentre, la maggior parte presentano valori leggermente superiori (classe IV: η compreso tra 15 e 25)

Soluzioni progettuali

Tutti gli interventi indicati prevedono, in ogni caso, il superamento del sistema TN-MN non conforme alle norme vigenti per mancanza del mantenimento del requisito di uniformità di illuminazione.

- **Intervento n.1** Sostituzione progressiva delle sorgenti CDO-TT-70W con lampade HCI-T-70W che, date le dimensioni più compatte, si accoppiano meglio al riflettore garantendo prestazioni illuminotecniche migliori.

Vantaggi L'intervento, a costo zero o trascurabile, e senza aggravii energetici garantisce il soddisfacimento delle condizioni di leggera sotto-illuminazione registrate sui compiti visivi (soprattutto su quelli opposti rispetto alla disposizione dei punti luce). In alcuni casi è possibile prevedere l'installazione di sorgenti HCI-T-35W con una riduzione del 50% delle potenze installate: tale intervento è potenzialmente realizzabile su strade secondarie (Parti del Cioto, Via Zanon-dir Predazzo, Via del Prenner, Via Belvedere, verde attrezzato Via Verdi-Destra Avisio) previo studio illuminotecnico volto ad accertare la compatibilità tra le prestazioni degli impianti e i requisiti della categoria illuminotecnica di progetto (con annessa analisi rischi per eventuale declassamento della categoria).

Costo: 0€/PL

- **Intervento n.2** Sostituzione delle sorgenti agli alogenuri metallici con lampade Sodio Alta Pressione (SAP) da 70W con associato alimentatore dimmerabile tipo "Dibawatt".

Vantaggi L'intervento permette una riduzione dei consumi nella misura del 25-35% a seconda del programma di attenuazione. La maggiore efficienza luminosa delle sorgenti SAP rispetto alle JM garantirà anche una lieve maggiorazione dei livelli di illuminamento presenti sui compiti visivi allo stato attuale. Il ballast elettronico garantisce, inoltre, grazie alla stabilizzazione della tensione, un aumento

della vita nominale della sorgente con conseguente riduzione degli oneri di manutenzione legati alla sostituzione della lampada.

Svantaggi Modifica della configurazione elettrica originaria del punto luce con la potenziale perdita della qualificazione iniziale del prodotto anche se l'intervento non presenta un particolare impatto; in ogni caso, sarebbe necessario un coinvolgimento dell'azienda produttrice dei corpi presenti.

Modifica dell'effetto cromatico dell'illuminazione pubblica: si passa da una tonalità neutro-fredda ad una calda. Sistema di dimmerazione "rigido": non permette la gestione libera del programma di attenuazione notturna: il sistema risulta idoneo per aree residenziali dove non sono previste particolari attività notturne.

Necessario progetto illuminotecnico (con annessa analisi del rischio) per la valutazione del declassamento della categoria illuminotecnica di progetto e l'individuazione di categorie illuminotecniche di esercizio meno impegnative durante le ore centrali della notte (connesse alla riduzione dei flussi di traffico)

Costo: **250€/PL**

- **Intervento n.3** Sostituzione del vano ottico per l'installazione di moduli LED 3000K con dimmerazione "standard" (riduzione dalle 23:00 alle 05:00)

Vantaggi Data la geometria del compito visivo si può stimare una potenza assorbita su punto luce di nell'ordine dei 40W con una riduzione cospicua di potenza (e quindi di energia annua assorbita) rispetto allo stato attuale.

La presenza dell'alimentatore dimmerabile consente una riduzione ulteriore dell'energia spesa grazie alla riduzione del flusso luminoso nelle ore centrali della notte.

Rientro del parametro η ampiamente al di sotto del limite provinciale (15).

Svantaggi L'intervento determina una modifica della configurazione elettrica originaria del punto luce; risulterebbe ottimale un intervento concepito in collaborazione con l'azienda produttrice dei corpi installati (Ewo) in modo da certificare il prodotto modificato. Bisogna considerare le problematiche legate all'effetto visivo prodotto dai moduli LED (non sempre gradito) visto l'effetto leggermente abbagliante indotto dalle sorgenti LED rispetto alle lampade tradizionali.

Necessario progetto illuminotecnico (con annessa analisi del rischio) per la valutazione effettiva delle potenze da installare e per lo studio dell'eventuale declassamento della categoria illuminotecnica di progetto e l'individuazione di una o più di categorie illuminotecniche di esercizio (meno impegnative) durante le ore centrali della notte (connesse alla riduzione dei flussi di traffico).

Costo: **500€/PL**

La presenza del sistema TN-MN nello stato attuale contiene notevolmente i risparmi energetici ottenibili con gli interventi di riqualificazione indicati. La tabella seguente riporta informazioni rilevanti sia sullo stato attuale che sugli effetti (economici ed energetici) ottenibili dagli interventi illustrati in precedenza.

Tabella 21: Interventi ed effetti sulle **composizioni A ed O (169 punti luce -167 sostegni)**

	Consumo (kWh/anno)	Costo energetico 2013 (€/anno)	Investimento iniziale (€)	Risparmio energetico annuo
Stato attuale	46300	8350	-	-
Intervento n.1	52500	9500	0	+14% (1100€/anno)
Intervento n.2	38500	6950	42000	-17% (1400€/anno)
Intervento n.3	24600	4450	84000	-47% (3900€/anno)

9.2.3.2 Composizioni D, B, C

Numero punti luce coinvolti: **60** (56 sostegni)

Identificazione: Armature stradali full-cut-off (anche se presentano minime emissioni, inferiori a 0,49cd per 1000lm di flusso emesso, anche per $\gamma=90^\circ$) installate su pali zincati e rivestiti con sbraccio singolo (D) o doppio (B e C) con ottima resa estetica. Sono equipaggiate con sorgenti ad Alogenuri Metallici (CDO-TT 100W). Le armature in esame sono connesse a quadri/linee che non prevedono nessun sistema di attenuazione del flusso luminoso durante le ore notturne.

Sono collocate nei seguenti ambiti: S.S.48-Via Nazionale, Via Pontolaia, rotonda Ziano-Zanolin-Bosin-Ischia.

Peculiarità e criticità

- rispetto completo dei requisiti illuminotecnici (livelli di illuminamento e uniformità) fissati dalla norma tecnica (EN 13201-UNI 11248) per le diverse categorie illuminotecniche di progetto dei compiti visivi. In alcuni casi sono presenti condizioni di leggera sotto-illuminazione sui compiti visivi (marciapiedi) più lontani dal lato di installazione dell'apparecchio.
- ottica rientrante in classe A ai sensi delle disposizioni provinciali: soluzione conforme e sempre ammessa;
- valori del parametro di efficienza energetica (η) leggermente superiore rispetto al limite provinciale (classe IV: η compreso tra 15 e 25). Tale condizione è influenzata dall'assenza di un sistema di attenuazione del flusso luminoso durante le ore della notte.

Soluzioni progettuali

- **Intervento n.1** Sostituzione delle sorgenti agli alogenuri metallici con lampade Sodio Alta Pressione (SAP) da 100W con associato alimentatore dimmerabile (tipo "Dibawatt" o "Osram Powertonic Outdoor")
Vantaggi L'intervento permette una riduzione dei consumi nella misura del 25-30% a seconda del programma di attenuazione. L'efficienza luminosa delle sorgenti SAP, paragonabile a quella delle

lampade CDO-TT, attualmente installate, garantisce la non alterazione dei livelli di illuminamento presenti sui compiti visivi allo stato attuale.

L'installazione dell'alimentatore elettronico garantisce inoltre un'attenuazione del flusso luminoso durante le ore centrali della notte con un risparmio energetico-economico nell'ordine del 30% (variabile in funzione del programma predefinito).

Le lampade SAP presentano un costo minore e una vita nominale maggiore rispetto alle JM (16000ore contro le 12000). Inoltre, grazie alla stabilizzazione della tensione e la riduzione dei picchi di stress garantiti dall'alimentatore elettronico, si ha un'ulteriore maggiorazione della vita delle sorgenti SAP (fino ad oltre 20000ore). Tutto ciò determina una rilevante riduzione dei costi di manutenzione legati alla sostituzione delle sorgenti.

Riduzione del parametro η con pieno rientro nel limite fissato dalla norma provinciale.

Svantaggi La soluzione descritta determina una modifica della configurazione elettrica originaria del punto luce per cui andrebbe effettuato in collaborazione con l'azienda produttrice del corpo installato (Ewo) per evitare la perdita della qualificazione-garanzia del prodotto.

Modifica dell'effetto cromatico dell'illuminazione pubblica: si passa da una tonalità neutro-fredda ad una particolarmente calda (aspetto non trascurabile).

Sistema di dimmerazione "rigido": non permette la gestione libera del programma di attenuazione notturna. Non sarà possibile, cioè, modularne il funzionamento una volta configurato l'alimentatore sul punto luce.

Necessario progetto illuminotecnico (con annessa analisi del rischio) per la valutazione e l'eventuale declassamento della categoria illuminotecnica di progetto e l'individuazione di una o più di categorie illuminotecniche di esercizio (meno impegnative) durante le ore centrali della notte (connesse alla riduzione dei flussi di traffico).

Costo: **250€/PL**

- **Intervento n.2** Sostituzione del vano ottico per l'installazione di moduli LED 3000K (tonalità neutro-calda) con dimmerazione "standard" (riduzione dalle 23:00 alle 05:00)

Vantaggi Data la geometria del compito visivo si può stimare una potenza assorbita su punto luce di nell'ordine dei 85W con una riduzione cospicua di potenza (e quindi di energia annua assorbita) rispetto allo stato attuale.

La presenza dell'alimentatore dimmerabile consente una riduzione ulteriore dell'energia spesa grazie alla riduzione del flusso luminoso nelle ore centrali della notte.

Rientro del parametro η ampiamente al di sotto del limite provinciale (15).

Svantaggi Modifica della configurazione elettrica originaria del punto luce con la potenziale perdita della qualificazione iniziale del prodotto anche se l'intervento non presenta un particolare impatto; in ogni caso, sarebbe necessario un coinvolgimento dell'azienda produttrice dei corpi presenti.

Problematiche legate all'effetto visivo prodotto dai moduli LED (non sempre gradito) visto l'effetto leggermente abbagliante indotto dalle sorgenti LED rispetto alle lampade tradizionali.

Necessario progetto illuminotecnico (con annessa analisi del rischio) per la valutazione effettiva delle potenze da installare e per lo studio dell'eventuale declassamento della categoria illuminotecnica di progetto e l'individuazione di una o più di categorie illuminotecniche di esercizio (meno impegnative) durante le ore centrali della notte (connesse alla riduzione dei flussi di traffico).

Costo: **800€/PL**

Tabella 22: Interventi ed effetti sulle **composizioni D,B e C (60 punti luce - 56 sostegni)**

	Consumo (kWh/anno)	Costo energetico 2013 (€/anno)	Investimento iniziale (€)	Risparmio energetico annuo
Stato attuale	30300	5450	-	-
Intervento n.1	20000	3600	14000	-34% (1850€/anno)
Intervento n.2	17000	3050	45000	-44% (2400€/anno)

9.2.3.3 Composizioni E, F, T, AR, Z

Numero punti luce coinvolti: **55 punti luce**

Identificazione: Lanterne cut-off installate su mensole (di diversa forma e decorazione) o su pali zincati rivestiti con una ottima resa estetica che li rende integrate nel contesto storico. Sono equipaggiate con sorgenti ad Alogenuri Metallici (CDO-TT e HQI-E da 70W e 100W). Le lanterne in esame sono connesse a quadri predisposti per l'attivazione del sistema TuttaNotte-MezzaNotte che risulta, come già precisato, non conforme alla norma tecnica vigente.

Sono collocate nelle aree storiche di Ziano (Vicolo Toneto, Vicolo Anzolon, Piazza IV Novembre e traverse contigue) di Zanon (Via Casoni, Via Zanon, Via Casa Bianca), di Roda e di Zanolin

Peculiarità e criticità

- rispetto quasi completo dei requisiti illuminotecnici (livelli di illuminamento e uniformità) fissati dalla norma tecnica (EN 13201-UNI 11248) sui compiti visivi. In questi contesti risulta difficile valutare le prestazioni effettive dei corpi vista l'articolazione dei compiti visivi e la variabilità degli interessi di installazione. Si può però dire che l'ottica garantisce sempre il rispetto del livello medio di illuminamento sul compito visivo; problematiche si registrano, invece, sull'uniformità di illuminazione soprattutto nel caso di installazione su pali (di altezza limitata) e con interessi prossimi ai 20m.
- ottica rientrante in classe B ai sensi delle disposizioni provinciali: flusso emesso verso l'alto assente ma presente un'intensità luminosa per $\gamma=90^\circ$ maggiore di 0,49cd per 1000lm di flusso emesso a causa delle riflessioni indotte dal vetro di protezione dell'ottica,
- non conformità del sistema di attenuazione notturna: il sistema TN-MN (TuttaNotte-MezzaNotte), presente nella maggior parte dei casi, non è conforme alla norma tecnica per il mancato

mantenimento dell'uniformità di illuminamento sul compito visivo durante le ore di funzionamento (ampie fasce buie intervallate da spazi illuminati in modo corretto)

- valori del parametro di efficienza energetica (η) superiori al limite dettato dalle disposizioni provinciali (15); va rilevato, però, che i valori non risultano comunque particolarmente elevati (nella maggior parte dei casi $\eta < 25$ - classe impianto IV).

Soluzioni progettuali

Tutti gli interventi indicati prevedono, in ogni caso, il superamento del sistema TN-MN non conforme alle norme vigenti per mancanza del mantenimento del requisito di uniformità di illuminazione.

Soluzioni progettuali

- **Intervento n.1** Rimozione dei vetri di protezione in concomitanza con la sostituzione delle sorgenti
Vantaggi Riduzione degli effetti di riflessione del flusso luminoso verso l'orizzonte (e quindi gli effetti minimi di inquinamento luminoso) e aumento del rendimento ottico dell'apparecchio (assenza di riflessioni e mancate emissioni legate alla sporcizia che tende ad accumularsi sui vetri).
Svantaggi Variazione dell'effetto estetico del corpo (non sempre gradito) e incremento, da valutare, dell'abbagliamento.
Costo: 0€/PL
- **Intervento n.2** Sostituzione delle sorgenti agli alogenuri metallici con lampade Sodio Alta Pressione (SAP) da 70W con associato alimentatore dimmerabile (tipo "Dibawatt" o "Osram Powertonic Outdoor")
Vantaggi: riduzione dei consumi nella misura del 25-30% a seconda del programma di attenuazione. L'efficienza luminosa delle sorgenti SAP, paragonabile agli attuali alogenuri, garantisce la non alterazione dei livelli di illuminamento presenti sui compiti visivi allo stato attuale. L'installazione dell'alimentatore elettronico garantisce inoltre un'attenuazione del flusso luminoso durante le ore centrali della notte con un risparmio energetico-economico nell'ordine del 30% (variabile in funzione del programma predefinito).
Le lampade SAP presentano un costo minore e una vita nominale maggiore rispetto alle JM (16000ore contro le 12000). Inoltre, grazie alla stabilizzazione della tensione e la riduzione dei picchi di stress garantiti dall'alimentatore elettronico, si ha un'ulteriore maggiorazione della vita delle sorgenti SAP (fino ad oltre 20000ore). Tutto ciò determina una rilevante riduzione dei costi di manutenzione legati alla sostituzione delle sorgenti.
Riduzione del parametro η con rientro nel limite fissato dalla norma provinciale.
Svantaggi Modifica della configurazione elettrica originaria del punto luce con la potenziale perdita della qualificazione iniziale del prodotto anche se l'intervento non presenta un particolare impatto; in ogni caso, sarebbe necessario un coinvolgimento dell'azienda produttrice dei corpi presenti.
Modifica dell'effetto cromatico dell'illuminazione pubblica: si passa da una tonalità neutro-fredda ad una particolarmente calda (aspetto non trascurabile).
Sistema di dimmerazione "rigido": non permette la gestione libera del programma di attenuazione notturna. Non sarà possibile, cioè, modularne il funzionamento una volta configurato l'alimentatore sul punto luce.

Necessario progetto illuminotecnico (con annessa analisi del rischio) per la valutazione e l'eventuale declassamento della categoria illuminotecnica di progetto e l'individuazione di una o più di categorie illuminotecniche di esercizio (meno impegnative) durante le ore centrali della notte (connesse alla riduzione dei flussi di traffico).

Costo: **250€/PL**

- **Intervento n.3** Sostituzione del vano ottico per l'installazione di moduli LED 3000K (tonalità neutro-calda) con dimmerazione "standard" (riduzione dalle 23:00 alle 05:00)

Vantaggi Data la geometria del compito visivo si può stimare una potenza assorbita su punto luce di nell'ordine dei 50W con una riduzione cospicua di potenza (e quindi di energia annua assorbita) rispetto allo stato attuale.

La presenza dell'alimentatore dimmerabile consente una riduzione ulteriore dell'energia spesa grazie alla riduzione del flusso luminoso nelle ore centrali della notte.

Rientro del parametro η ampiamente al di sotto del limite provinciale (15).

Svantaggi L'intervento determina una modifica della configurazione elettrica originaria del punto luce; risulterebbe ottimale un intervento concepito in collaborazione con l'azienda produttrice dei corpi installati o con aziende in grado di operare su lanterne esistenti con interventi di retrofit e garantendo il prodotto assemblato (vecchio corpo+ nuovo sistema illuminante).

Problematiche legate all'effetto visivo prodotto dai moduli LED (non sempre gradito soprattutto nei centri storici) visto l'effetto leggermente abbagliante indotto dalle sorgenti LED rispetto alle lampade tradizionali.

Necessario progetto illuminotecnico (con annessa analisi del rischio) per la valutazione effettiva delle potenze da installare e per lo studio dell'eventuale declassamento della categoria illuminotecnica di progetto e l'individuazione di una o più di categorie illuminotecniche di esercizio (meno impegnative) durante le ore centrali della notte (connesse alla riduzione dei flussi di traffico).

Sistema di dimmerazione "rigido": non permette la gestione libera del programma di attenuazione notturna. Non sarà possibile, cioè, modularne il funzionamento una volta configurato l'alimentatore sul punto luce.

Costo: **450€/PL**

Tabella 23: Interventi ed effetti sulle **composizioni E, F, AR, T, Z (55punti luce)**

	Consumo (kWh/anno)	Costo energetico 2013 (€/anno)	Investimento iniziale (€)	Risparmio energetico annuo
Stato attuale	25200	4550	-	-
Intervento n.1	25200	4550	0	-
Intervento n.2	13550	2450	14000	-46% (2100€/anno)
Intervento n.3	9700	1750	45000	-61% (3000€/anno)

9.2.3.4 Composizione I

Numero punti luce coinvolti: **25**

Identificazione: Armature stradali full-cut-off (anche se presentano minime emissioni, inferiori a 0,49cd per 1000lm di flusso emesso, anche per $\gamma=90^\circ$) installate su pali zincati e rivestiti con sbraccio singolo con ottima resa estetica. Sono equipaggiate con sorgenti ad Alogenuri Metallici HCl-T da 70W che si integrano in modo ottimale con l'ottica. Le armature in esame garantiscono prestazioni illuminotecniche sui compiti visivi superiori rispetto a quelle ottenute dalla composizione "A" che ha le stesse caratteristiche costruttive e d'installazione ma è dotata di sorgenti CDO-TT (si tratta sempre di alogenuri metallici) di uguale potenza.

I punti luce in esame sono connessi a quadri in cui è attivo il sistema TuttaNotte-MezzaNotte che risulta, come già precisato, non conforme alla norma tecnica vigente.

Gli ambiti in cui sono applicati tali apparecchi sono: via Cauriol, via Bosin (piccolo tratto centrale in cui Via Cauriol e Via Braoni confluiscono su Via Bosin), via Braoni e via Gazzolin.

Peculiarità e criticità

- rispetto completo dei requisiti illuminotecnici (livelli di illuminamento e uniformità) fissati dalla norma tecnica (EN 13201-UNI 11248) sui compiti visivi. Va detto che il rispetto di tali requisiti avviene, in alcuni casi, con una sensibile sovra-illuminazione.
- ottica rientrante in classe A ai sensi delle disposizioni provinciali: soluzione conforme e sempre ammessa;
- non conformità del sistema di attenuazione notturna: il sistema TN-MN (TuttaNotte-MezzaNotte), presente nella maggior parte dei casi, non è conforme alla norma tecnica per il mancato mantenimento dell'uniformità di illuminamento sul compito visivo durante le ore di funzionamento (ampie fasce buie intervallate da spazi illuminati in modo corretto)
- parametri provinciali di inquinamento luminoso e di efficienza energetica al di sotto dei limiti fissati dalle disposizioni vigenti. Gli impianti rientrano, anche grazie al sistema TN-MN non conforme alla norma tecnica, nella classe III (η compreso tra 10 e 15).

Soluzioni progettuali

Tutti gli interventi indicati prevedono, in ogni caso, il superamento del sistema TN-MN non conforme alle norme vigenti per mancanza del mantenimento del requisito di uniformità di illuminazione.

- **Intervento n.1** Sostituzione delle sorgenti agli alogenuri metallici con lampade Sodio Alta Pressione (SAP) da 70W con associato alimentatore dimmerabile tipo "Dibawatt".

Vantaggi L'intervento permette una riduzione dei consumi nella misura del 25-35% a seconda del programma di attenuazione.

La maggiore efficienza luminosa delle sorgenti SAP rispetto alle JM garantirà anche una lieve maggiorazione dei livelli di illuminamento presenti sui compiti visivi allo stato attuale.

Le sorgenti SAP hanno una vita nominale superiore rispetto a quelle agli alogenuri metallici; inoltre, il ballast elettronico garantisce, grazie alla stabilizzazione della tensione, un aumento della vita nominale della sorgente. Tutto ciò determina una riduzione cospicua degli oneri di manutenzione legati principalmente alla sostituzione della lampada.

Svantaggi Modifica della configurazione elettrica originaria del punto luce con la perdita della qualificazione iniziale del prodotto anche se l'intervento non presenta particolari caratteristiche; in ogni caso, sarebbe necessario un coinvolgimento dell'azienda produttrice dei corpi presenti (Ewo)

Modifica dell'effetto cromatico dell'illuminazione pubblica: si passa da una tonalità neutro-fredda ad una calda tipica delle sorgenti al sodio.

Sistema di dimmerazione "rigido": non permette la gestione libera del programma di attenuazione notturna: il sistema risulta idoneo per aree residenziali dove non sono previste particolari attività notturne.

Necessario progetto illuminotecnico (con annessa analisi del rischio) per la valutazione del declassamento della categoria illuminotecnica di progetto e l'individuazione di categorie illuminotecniche di esercizio meno impegnative durante le ore centrali della notte (connesse alla riduzione dei flussi di traffico)

Costo: 250€/PL

- **Intervento n.2** Sostituzione del vano ottico per l'installazione di moduli LED 3000K con dimmerazione "standard" (riduzione dalle 23:00 alle 05:00)

Vantaggi Data la geometria del compito visivo si può stimare una potenza assorbita su punto luce di nell'ordine dei 45W con una riduzione cospicua di potenza (e quindi di energia annua assorbita) rispetto allo stato attuale.

La presenza dell'alimentatore dimmerabile consente una riduzione ulteriore dell'energia spesa grazie alla riduzione del flusso luminoso nelle ore centrali della notte.

Ulteriore riduzione del parametro η

Svantaggi L'intervento determina una modifica della configurazione elettrica originaria del punto luce; risulterebbe ottimale un intervento concepito in collaborazione con l'azienda produttrice dei corpi installati (Ewo) in modo da certificare il prodotto modificato.

Problematiche legate all'effetto visivo prodotto dai moduli LED (non sempre gradito) visto l'effetto leggermente abbagliante indotto dalle sorgenti LED rispetto alle lampade tradizionali.

Necessario progetto illuminotecnico (con annessa analisi del rischio) per la valutazione effettiva delle potenze da installare e per lo studio dell'eventuale declassamento della categoria illuminotecnica di progetto e l'individuazione di una o più di categorie illuminotecniche di esercizio (meno impegnative) durante le ore centrali della notte (connesse alla riduzione dei flussi di traffico).

Costo: 500€/PL

La presenza del sistema TN-MN nello stato attuale contiene notevolmente i risparmi energetici ottenibili con gli interventi di riqualificazione indicati. La tabella seguente riporta informazioni rilevanti sia sullo stato attuale che sugli effetti (economici ed energetici) ottenibili dagli interventi illustrati in precedenza.

Tabella 24: Interventi ed effetti sulla **composizione I: 25 punti luce**

	Consumo (kWh/anno)	Costo energetico 2013 (€/anno)	Investimento iniziale (€)	Risparmio energetico annuo
Stato attuale	6100	1100	-	-
Intervento n.1	5650	1000	6500	-7% (100€/anno)
Intervento n.2	3900	700	12500	-35% (400€/anno)

9.2.3.5 Altri interventi medio termine

Si riportano, in seguito, alcuni interventi da realizzare sulle composizioni meno diffuse a medio termine

- **AM: 4 punti luce** (Chiesa Madre): incassi per illuminazione facciata chiesa e campanile

Spegnimento entro le ore 24:00-01:00 (2000ore di funzionamento annuo $K_u=0,5$).

- **AU: 1 punto luce** (area a verde Via Stazione): proiettore su palo stradale.

Installazione alimentatore elettronico per dimmerazione notturna

- **U,V,Y: 29 punti luce** - 11 sostegni - (area sportiva Via Stazione). Si tratta delle torri con proiettori destinate all'illuminazione degli impianti sportivi (campo da calcio a 11 e a 5 e campo da basket).

Studio illuminotecnico volto all'analisi delle condizioni di inquinamento luminoso degli impianti (viste le notevoli potenze installate). La valutazione deve essere indirizzata all'individuazione di soluzioni progettuali atte a garantire: l'eliminazione dell'inquinamento luminoso (installazione di proiettori asimmetrici montati in posizione orizzontale), la riduzione dell'illuminazione al di fuori dell'area funzionale (verso la rete stradale, in particolare via Stazione) e delle potenze installate.

- **AY: 2 punti luce** (apparecchi residenziali presenti nel sottopasso del percorso vita sinistra Avisio)

Riduzione delle potenze installate vista la sovra-illuminazione riscontrata: previa verifica installazione di lampade fluorescenti lineari 2x36W.

- **X** (plafoniere residenziali installate nei porticati di via Vanzetta e S.S.48): riduzione, se possibile, delle potenze installate (10-15W)

9.2.4 Interventi a lungo termine

9.2.4.1 Composizione L

Numero punti luce coinvolti: **33**

Identificazione: Armature stradali full-cut-off (anche se presentano minime emissioni, inferiori a 0,49cd per 1000lm di flusso emesso, anche per $\gamma=90^\circ$) installate su pali zincati e rivestiti con sbraccio singolo con ottima resa estetica. Sono equipaggiate con sorgenti ad Alogenuri Metallici HCL-T da 35W che si integrano in modo bene con l'ottica e garantiscono ottime performance illuminotecniche.

Una parte delle ottiche sono collocate sugli itinerari pedonali che fiancheggiano le sponde del torrente Avisio. Tali apparecchi sono connesse al quadro n.10 configurato con il sistema TuttaNotte-MezzaNotte che risulta, come già precisato, non conforme. L'intervento in esame è stato collocato nel lungo termine visto il contesto di applicazione dell'armatura: si tratta di un percorso naturalistico in cui l'illuminazione, almeno nel pieno delle ore notturne, risulta essere una "dotazione" aggiuntiva.

Un'altra parte delle ottiche, collocata sulla salita di Via Parti del Cioto, son connesse al quadro n.1 non dotato di sistemi di attenuazione notturna.

Peculiarità e criticità

- Rispetto non completo dei requisiti illuminotecnici (livelli di illuminamento e uniformità) fissati dalla norma tecnica (EN 13201-UNI 11248) sui compiti visivi. Gli impianti presentano condizioni di sotto-illuminazione mentre garantiscono una buona uniformità.
- parametri provinciali di inquinamento luminoso sotto il valore limite (<3)
- parametro di efficienza energetica leggermente al di sopra dei limiti fissati dalle disposizioni vigenti: gli impianti rientrano nella classe IV (η compreso tra 15 e 25).

Soluzioni progettuali

- **Intervento n.1** Sostituzione del vano ottico per l'installazione di moduli LED 3000K con dimmerazione "standard" (riduzione dalle 23:00 alle 05:00)

Vantaggi Data la geometria del compito visivo si può stimare una potenza assorbita su punto luce di nell'ordine dei 25W con una minima riduzione di potenza (e quindi di energia annua assorbita e spesa) rispetto allo stato attuale.

La presenza dell'alimentatore dimmerabile consente una riduzione ulteriore dell'energia spesa grazie alla riduzione del flusso luminoso nelle ore centrali della notte e permette di superare il problema del sistema TN-MN presente sul percorso vita Avisio.

Riduzione del parametro η al di sotto del limite provinciale.

Svantaggi L'intervento determina una modifica della configurazione elettrica originaria del punto luce; risulterebbe ottimale un intervento concepito in collaborazione con l'azienda produttrice dei corpi installati (Ewo) in modo da certificare il prodotto modificato.

Necessario progetto illuminotecnico (con annessa analisi del rischio) per la valutazione effettiva delle potenze da installare e per lo studio dell'eventuale declassamento della categoria illuminotecnica di progetto e l'individuazione di una o più di categorie illuminotecniche di esercizio (meno impegnative) durante le ore centrali della notte (connesse alla riduzione dei flussi di traffico).

Costo: **400€/PL**

Tabella 25: Interventi ed effetti sulla **composizione L: 33 punti luce**

	Consumo (kWh/anno)	Costo energetico 2013 (€/anno)	Investimento iniziale (€)	Risparmio energetico annuo
Stato attuale	4300	800	-	-
Intervento n.1	2850	550	14000	-34% (250€/anno)

9.2.5 Nessun intervento necessario

Le composizioni che non necessitano di interventi sono riportate in seguito:

- **AC** (effetti su facciata principale della sede comunale): non attivi e mantenere tale condizione
- **AD e AH** (proiettori su sede comunale per sole manifestazioni): garantire utilizzo limitato
- **AG** (lanterne non attive in area storica di Ziano): non attivare
- **AL** (apparecchi per illuminazione dell'orologio del campanile): nessun intervento necessario vista la funzionalità e le potenze non eccessive in gioco;
- **AN** (incassi porticati storici di Ziano e Zanon): nessun intervento vista l'installazione in luoghi semi-chiusi e le ridotte potenze installate)
- **AP** (proiettore su scuola utilizzato solo per manifestazioni): garantire utilizzo limitato
- **AQ, AS, AT** (proiettori magazzino comunale e sede VV.FF.): garantire utilizzo limitato alle attività previste;
- **Y** (proiettori sottogronda sede comunale): garantire spegnimento parziale a partire dalle ore 24:00
- **R** (apparecchi stradali LED su via Roda): nessun intervento; prevedere installazione alimentatore dimmerabile in caso di fine vita dell'attuale.

9.3 ALTRE AZIONI CORRETTIVE POTENZIALI

Vengono di seguito presentate altre indicazioni e azioni correttive, in parte richiamate negli interventi descritti, ma che riguardano l'intero impianti di pubblica illuminazione soprattutto sul versante elettrico

9.3.1 Riduttori di flusso-CEP centralizzati

I riduttori di flusso (o controllori elettronici di potenza – CEP) vengono installati sui quadri di alimentazione e consentono di:

- stabilizzare la tensione sulla linea (evitando notevoli stress alle sorgenti e prolungandone, di conseguenza, la vita nominale);
- di ridurre la potenza erogata dalle sorgenti luminose connesse sulla base di cicli personalizzati (in valore e tempo) in funzione dei flussi di traffico (veicolare e/o pedonale).

Il comune di Ziano è già dotato di un controllore elettronici di potenza centralizzati installati sul quadro n.9 (Via Stazione) ma risulta disattivato (by-passati e quindi con sole funzioni di stabilizzazione di tensione e riarmo automatico) a causa di problematiche elettriche riscontrate a seguito dell'installazione.

La tensione minima a cui va tarato un CEP (nella fase di attenuazione massima notturna) dipende dalle sorgenti luminose collegate. Ad esempio, le sorgenti al sodio (SAP) permettono la massima riduzione di tensione (fino a 170-175V con una rete efficiente) e quindi un cospicuo risparmio energetico mentre, le sorgenti ai vapori di mercurio (MBF) necessitano, per non spegnersi, di una tensione minima di alimentazione (in una rete efficiente) pari a 190V (oltre che di specifici dispositivi anti-spegnimento) con risparmi ridotti (15%). Le sorgenti ad alogenuri metallici presentano problematiche elettriche all'attenuazione del flusso (se dimmerate spesso presentano problematiche di resa e una sensibile riduzione della vita nominale).

L'attivazione del CEP presente rappresenta un'ottima soluzione per la riduzione dei consumi energetici della pubblica illuminazione (come già richiamato negli interventi sulle composizioni P ed S). L'installazione di nuovi CEP risulta, ad oggi, condizionata dalla presenza delle sorgenti ai vapori di mercurio e ad alogenuri metallici che non risultano compatibili con tale scelta (come anche le nuove sorgenti che prevedono la presenza di alimentatori elettronici).

Solo l'installazione di sorgenti SAP permetterebbe la possibilità di ottenere sensibili risparmi ma vanno considerate le problematiche elettriche e quelle legate alla resa cromatica di tali lampade. I costi dei regolatori variano in funzione della taglia (e quindi delle dimensioni dell'impianto), ma volendo fornire una stima sui tempi di ritorno dell'investimento (nel caso di sorgenti SAP) questi risultano nell'ordine di 6-8 anni viste le configurazioni impiantistiche della pubblica illuminazione di Ziano.

9.3.2 Condizioni e potenze contrattuali

Dall'analisi dei dati forniti dalla società Trenta S.p.A. e dalle elaborazioni svolte in base ai risultati ricavati dal software RILIEVO IP-PAT è possibile fare alcune considerazioni su potenze e condizioni contrattuali (Tabella 26).

Tabella 26: Potenze e tariffe praticate

Quadro	Potenza contrattuale	Potenza massima assorbibile dalla sola illuminazione pubblica	Potenza massima assorbita Anno 2012 (Trenta SpA)	Tipo di tariffa praticata Inizio 2013
Q01 Parti del Cioio	6,6kW monofase	3,5kW	3,6kW	ILL. PUBBLICA MULTIORARIA
Q02 Via Coronella	16,5kW trifase	0kW	1,8kW	ILL. PUBBLICA MULTIORARIA
Q03 Sede comunale	49,4kW trifase	13,1kW	30kW	ALTRI USI BT MULTIORARIA
Q04 Via Verdi	7,7kW Monofase	8kW	7,8kW	ILL. PUBBLICA MULTIORARIA
Q05 Via Coronella	33,6kW Trifase	18,1kW	19kW	ILL. PUBBLICA MULTIORARIA
Q06 Rotatoria Ziano	12,1kW Trifase	7,5kW	9,6kW	ILL. PUBBLICA MONOORARIA
Q07 C.R.M.	25kW Trifase	4,0kW	13,4kW	ALTRI USI BT MULTIORARIA
Q08 Area sportiva	38,5kW Trifase	45kW	72kW	ALTRI USI BT MULTIORARIA
Q09 Via Stazione	6,6kW Monofase	5,6kW	5,8kW	ILL. PUBBLICA MULTIORARIA
Q10 Avisio	4,4kW Trifase	1,5kW	1,4kW	ILL. PUBBLICA MULTIORARIA
Q11 Via Cauriol	12,1kW Trifase	9,5kW	10,4kW	ILL. PUBBLICA MONORARIA

Dall'analisi del rapporto tra il carico richiesto dai quadri e la potenza contrattuale pattuita con l'ente distributore emerge la possibilità di effettuare i seguenti "Interventi" correttivi:

- riduzione della potenza contrattuale sul quadro n.1 (riduzione a 4,5Kw). Tale intervento potrebbe determinare una riduzione del costo unitario dell'energia; la soluzione va approfondita con i responsabili commerciali della società che si occupa della distribuzione e dell'erogazione del servizio;
- il quadro n.2 risulta perfettamente configurato per l'applicazione sulla pubblica illuminazione ma, allo stato attuale, è impiegato solo per applicazioni temporanee. Potrebbe essere utile configurare tale quadro per la sola S.S.48-Via Nazionale (anche se la sua posizione è eccentrica e potrebbe

determinare cadute di tensione rilevanti, al pari, però, di quelle già presenti e rilevata) o per separare l'utenza civile e quella per pubblica illuminazione del quadro n.3 installato nella sede comunale;

- il quadro n.3 è promiscuo (civile-sede comunale + illuminazione pubblica). Risulta chiaro che una separazione delle due utenze potrebbe determinare vantaggi sia gestionali (viste le notevoli differenze tra le due attività) che economici (da valutare e quantificare con analisi specifiche in collaborazione con aziende che si occupano della distribuzione ed erogazione del servizio di energia elettrica considerando, in particolare, la notevole riduzione della potenza richiesta). L'associazione dei punti luce dell'area al quadro n.2 è fattibile in quanto la potenza richiesta dalla sola illuminazione è di circa 13kW contro i 16kW di potenza contrattuale del quadro n.2 (ad oggi inattivo)
- il quadro n.4 presenta una potenza assorbita (sia dalle elaborazioni con il software che dai dati forniti da Trento) leggermente maggiore rispetto a quella contrattuale. Ciò potrebbe determinare un maggiore aggravio in termini di costo unitario dell'energia. Viste le pessime condizioni del quadro e di buona parte dei punti luce connessi e la non conformità del sistema TN-MN installato, potrebbe essere utile riqualificare anche la parte elettrica associando agli interventi sulle armature anche quelli elettrici (nuovo quadro con soluzione trifase connessa ad alternanza con i punti luce in modo da rendere i carichi equilibrati sulle fasi). L'intervento va, chiaramente, approfondito, in un vero e proprio progetto.
- Il quadro n.5 deve essere necessariamente riqualificato e riconfigurato. In primo luogo, le linee risultano eccessivamente lunghe e le cadute di tensione rilevate non sono ammissibili (dal 7 al 10% sui punti luce più distanti rispetto ai valori del 4-5% indicati dalle norme CEI) e determinano un maggiorazione dei consumi non trascurabile. Risulta quindi necessaria la riqualificazione della rete e la separazione della linea della S.S48-Via Nazionale da renderla autonoma con un nuovo punto di consegna dell'energia o con l'attivazione del quadro n.2. Altro aspetto da considerare è la necessità di superare il non conforme sistema TN-MN attualmente attivo su tutta la rete connessa (eccezion fatta per la S.S.48);
- Il quadro n.6 non presenta particolarmente problematiche elettriche (cadute di tensione contenute e rapporto tra carico assorbito e potenza contrattuale ammissibile) ad esclusione del problema del sistema TN-MN che, come ribadito più volte, non è conforme alla norma tecnica vigente. Altro aspetto da rilevare è la tipologia di tariffa praticata: potrebbe essere utile, da un punto di vista economico, il passaggio alla tariffa multioraria;
- Il quadro n.7 è relativo all'utenza CRM-Magazzino-VV.FF in cui l'illuminazione esterna (armature stradali nel CRM e proiettori in esterno della sede dei VV.FF. e del Magazzino comunale) incide in minima parte visto l'utilizzo limitato. Nessun intervento necessario.
- sul quadro n.8 va posta particolare attenzione. La potenza assorbibile dalla sola illuminazione considera tutti e tre gli impianti sportivi attivi (condizione difficile). Va però evidenziato come dai dati forniti da Trento emerge un forte sfioramento della potenza contrattuale e un costo energetico unitario nel periodo 2010-2012 molto superiore rispetto a quello di altre utenze simili (23-28cent€/kWh al cospetto degli ordinari 15-18cent€/kWh). Vanno studiate soluzioni per ridurre la problematica soprattutto per ridurre l'impatto economico degli impianti sportivi (anche se va considerato che è a tale quadro è allacciata anche l'utenza della casa sociale e degli alpini);

- il quadro n.9 presenta come unica problematica la presenza del CEP bypassato. In questo caso potrebbe essere utile un intervento di riqualificazione e riconfigurazione delle linee (convertendo magari l'utenza in una trifase, più consona all'illuminazione pubblica vista la possibilità di alternare le fasi sui punti luce e avere un carico bilanciato sulle fasi e cadute di tensione, di conseguenza, contenute) e del quadro; l'attivazione o la sostituzione del CEP potrebbe portare evidenti vantaggi economici come richiamato in precedenza (composizioni P-S) visto che i punti luce connessi hanno sorgenti SAP ampiamente dimmerabili.
- Il quadro n.10 non presenta problematiche rilevanti (cadute di tensione sotto l'1%).
- Il quadro n.11 va in qualche modo riconfigurato e riqualificato viste le pessime condizioni impiantistiche (cavo giallo-verde utilizzato in fase) e le notevoli cadute di tensione ampiamente superiori al limite delle norme CEI (7,5% contro il 4-5% ammesso). Tali valori che comportano una maggiorazione dei consumi (e del costo energetico) sono indotti dalla lunghezza delle linee (prossime al km) e dal numero notevole di sorgenti ai vapori di mercurio poste, in particolare, nei tratti terminali (via Bosin e via Baster). Bisogna considerare soluzioni di duplicazione del quadro o di rifacimento delle linee (oltre che del quadro - questione indiscutibile). Altro aspetto da valutare è la tipologia di tariffa pratica: monoraria; potrebbe essere utile la richiesta di passaggio alla tariffa multioraria standard.

9.3.3 Orologio astronomico

Un intervento di risparmio energetico, caratterizzato da un costo esiguo (150€-200€/cadauno), potrebbe prevedere l'installazione di orologi astronomici su tutti i quadri. La presenza del semplice sonda crepuscolare (esterna all'armadio e spesso in posizioni discutibili come nel caso del quadro n.1) può determinare condizioni di non perfetto funzionamento a causa della sporcizia che si deposita sulla sonda. Gli orologi astronomici, invece, calcolano automaticamente l'ora dell'alba e quella del tramonto di tutti i giorni dell'anno in base alle coordinate (latitudine/longitudine) della località evitando accensioni improprie. Il sistema potrebbe ridurre il numero delle ore di funzionamento nell'ordine almeno di 40-60 ore anno con un risparmio energetico ed economico non trascurabile (almeno il 3-4% equivalente a circa 1000-1500€/anno - tempi di ritorno dell'investimento nell'ordine di 1-2anni)

9.3.4 Soluzione LED

La tecnologia LED rappresenta una tecnologia di particolare interesse per il futuro dell'illuminazione pubblica e per le connesse politiche di risparmio economico ed energetico. I LED presentano molti vantaggi rispetto agli apparecchi tradizionali:

- minore materia utilizzata per la produzione (con risparmi di peso e facilità di approvvigionamento, stoccaggio e trasporto nel processo industriale e realizzativo);
- contenuto ridotto di sostanze tossiche (si pensi al mercurio presente nelle sorgenti a scarica tradizionali) e facilità di riciclo (i diodi si utilizzano in elettronica);
- lunga durata della vita media.

Un aspetto sicuramente decisivo per l'avvento di tali apparecchi è rappresentato dalla ricerca connessa ai LED che ha permesso negli ultimi anni dei notevoli progressi (l'efficienza luminosa dei LED è passata dai 50lm/W del 2005 ad oltre 120lm/W attuali). I margini di evoluzione sono ampi, visto che allo stato attuale i LED trasformano solo il 15-20% della potenza assorbita in luce, mentre la restante parte è persa in calore.

Con riferimento allo stato attuale delle cose, vanno però precisati alcuni limiti (che probabilmente verranno superati nei prossimi anni) e imprecisioni connesse ai LED:

- il costo di un'ottica LED è superiore rispetto ad uno tradizionale (120-130%);
- la vita nominale dei LED va stimata (allo stato attuale) in 50-60000ore (14anni di funzionamento). Lo spegnimento di diodi LED non è immediato ma hanno un decadimento progressivo; si assume il termine della vita utile coincidente con la fase in cui il LED emette meno del 70% del flusso iniziale. Va precisato che la vita nominale dei LED è influenzata da diverse variabili che potrebbero determinare una variazione dei valori indicati:
 - ✓ la temperatura dell'ambiente circostante e capacità dissipativa della piastra a cui sono saldati i LED. È fondamentale la qualità dei prodotti utilizzati: il sistema di dissipazione dell'apparecchio risulta fondamentale per ridurre la temperatura di esercizio dei LED e per incrementarne, di conseguenza, la vita utile;
 - ✓ la temperatura di giunzione (valori alti portano ad una riduzione della vita nominale)
 - ✓ la corrente di pilotaggio – tipica 350mA (alti valori portano ad una riduzione dell'efficienza e della vita nominale);
- la manutenzione dei LED non va considerata assente. Se si ipotizza una vita nominale dell'impianto di 25-30anni i costi manutentivi dei LED potrebbero anche essere superiori agli impianti tradizionali:
 - ✓ gli alimentatori elettronici hanno una mortalità media del 2% ogni 10.000ore; per cui nelle 50.000ore attese va considerata una sostituzione almeno del 10% degli alimentatori (al crescere delle temperature di esercizio dei diodi i valori indicati sono particolarmente conservativi);
 - ✓ nel periodo di 25-30 anni l'impianto sarà soggetto alla sostituzione di tutti i moduli LED (o dell'apparecchio nel caso più estremo) con costi e modalità operative che non sono quelle tradizionali (semplice sostituzione della lampada);
 - ✓ la rottura del singolo diodo (non escludibile) crea delle vere e proprie zone d'ombra visto che ciascuno di essi contribuisce all'illuminazione di una specifica parte della sede stradale; la sostituibilità del singolo diodo non è sempre garantita dalle case costruttrici (in tal caso sarebbe necessaria la totale sostituzione dell'armatura). Bisogna precisare, però, che molte aziende stanno concependo sistemi modulari in grado di sopperire la problematica descritta.
- nel computo della potenza assorbita dagli apparecchi LED va considerata anche la potenza dell'alimentatore: 10-12% (valore leggermente inferiore rispetto all'assorbimento degli ausiliari delle sorgenti tradizionali - 15-20%);
- i LED presentano una superficie di emissione particolarmente ridotta per cui producono una sensazione più forte sull'occhio umano rispetto alle sorgenti tradizionali (superficie più ampia)e quindi si pongono le problematiche connesse al controllo dell'abbagliamento da parte delle ottiche;

- le ottiche e i diodi sono spesso configurati in modo differenziato dalle diverse case produttrici per cui si pongono problematiche di sostituibilità e di intervento che invece sono facilmente superabili sulle tecnologie consolidate;
- il rendimento delle ottiche (rapporto tra il flusso uscente dall'ottica e quello emesso dalla sorgente) LED è inferiore (allo stato attuale) a quella degli apparecchi tradizionali; bisogna chiarire che poi l'aspetto fondamentale non è la quantità emessa dall'ottica ma la modalità di distribuzione sull'area funzionale che dipende dai modelli che si vanno a confrontare;
- la valutazione delle potenze, delle altezze e degli interassi di installazione devono essere valutate in un dettagliato progetto illuminotecnico. Allo stato attuale e in configurazioni stradali tipiche le ottiche LED hanno prestazioni comparabili a quelle tradizionali: permettono spesso potenze, ma anche interassi, minori; per cui in una valutazione su km di rete stradali il risparmio non è sempre cospicuo.

9.4 QUADRO SINTETICO DEGLI INTERVENTI

L'obiettivo del piano d'intervento è quello di razionalizzare gli oneri energetici, economici ed ambientali degli impianti di illuminazione pubblica garantendo la qualità dell'illuminazione notturna e la sicurezza degli utenti. In questo ultimo paragrafo si riportano alcune schede sintetiche dello stato di fatto e degli effetti ottenibili con le soluzioni progettuali definite nel presente capitolo per le diverse priorità di intervento (sono direttamente estratte dall'allegato di sintesi del PRIC allegato al piano).

Tabella 27: Quadro sintetico stato di fatto

Dati generali	
Numero abitanti - Censimento ISTAT 2011	1679
Estensione territorio comunale km²	36
Numero punti luce	637
Numero sostegni	613
Rapporto abitanti/punti luce	2,6
Superficie illuminata m²	100.000
Potenza totale installata kW	90
Numero quadri illuminazione pubblica	11
Energia annua assorbita dagli impianti di illuminazione MWh/anno	205
Emissioni annue di CO2 tonnCO2/anno	85
Costo energetico annuo degli impianti di illuminazione €/anno	36.000
Costo manutentivo annuo degli impianti (gestione interna) €/anno	14.000
Costo totale annuo degli impianti €/anno	50.000

Tabella 28: **Scenari di intervento: Priorità di intervento 1 e 2**

PRIORITY' DI INTERVENTO 1 INTERVENTI URGENTI E NON DIFFERIBILI			STATO DI FATTO	STATO DI PROGETTO E RAFFRONTO							
				SOLUZIONE 1		SOLUZIONE 2		SOLUZIONE 3		SOLUZIONE 4	
				Sostituzione delle sole sorgenti ai vapori di mercurio HQL 125W con lampade ad alogenuri metallici con tecnologia ceramica HCI-TT/HCI-E/P 70W		Sostituzione delle sole sorgenti ai vapori di mercurio HQL 125W con lampade al sodio ad Alta Pressione da 70W integrate con alimentatore dimmerabile		Rifacimento completo del punto luce con l'installazione di una nuova armatura equipaggiata con moduli LED 3000K con alimentatore elettronico dimmerabile		Rifacimento completo del punto luce con l'installazione di una nuova armatura equipaggiata con lampade a scarica ad alogenuri metallici tipo HCI-T	
				PROGETTO	RAFFRONTO	PROGETTO	RAFFRONTO	PROGETTO	RAFFRONTO	PROGETTO	RAFFRONTO
	N°PL "coinvolti"	n°	104	104	0	104	0	104	0	104	0
	Potenza totale installata	kW	13,0	7,3	-6	7,3	-6	4,3	-9	6,3	-7
	Consumo annuo	kWh/anno	47300	36300	-11000	23600	-23700	14800	-32500	31200	-16100
	Costo energetico annuo_2013	€/anno	8550	6550	-2000	4250	-4300	2700	-5850	5650	-2900
	Emissioni annue di C02	kg/anno	19000	14600	-4400	9500	-9500	6000	-13000	12500	-6500
Costo intervento	€	-	€ 7.500		€ 26.000		€ 235.000		€ 195.000		
PRIORITY' DI INTERVENTO 2 INTERVENTI A BREVE TERMINE			STATO DI FATTO	STATO DI PROGETTO E RAFFRONTO							
				SOLUZIONE 1		SOLUZIONE 2		SOLUZIONE 3		SOLUZIONE 4	
				Realizzazione di sistemi per lo spegnimento entro le ore 24:00 /01:00 (area verde via Coronella, illuminazione casa parrocchiale-oratorio, cimitero)		Installazione di sorgenti SAP e alimentatori dimmerabile (49 punti luce) Altri interventi LED e JM (5 punti luce)		Installazione/attivazione CEP quadro n.9 (via Stazione)		Sostituzione del solo apparecchio presente con un'ottica a LED con moduli 3000K e alimentatore dimmerabile (Via Stazione-Zona Produttiva, Ciclopedonale Pontolaia)	
				PROGETTO	RAFFRONTO	PROGETTO	RAFFRONTO	PROGETTO	RAFFRONTO	PROGETTO	RAFFRONTO
	N°PL "coinvolti"	n°	108	54	-54	54	-54	41	-67	49	-59
	Potenza totale installata	kW	7,0	7,0	0	6,7	-0,3	7,0	0	5,4	-1,6
	Consumo annuo	kWh/anno	32300	28600	-3700	23400	-8900	25900	-6400	19200	-13100
	Costo energetico annuo_2013	€/anno	5800	5150	-650	4200	-1600	4700	-1100	3500	-2300
	Emissioni annue di C02	kg/anno	13000	11500	-1500	9400	-3600	10400	-2600	7700	-5300
Costo intervento	€	-	€ 2.500		€ 11.500		€ 15.000		€ 47.500		

Tabella 29: **Scenari di intervento: Priorità di intervento 3 e 4**

PRIORITA' DI INTERVENTO 3 INTERVENTI A MEDIO TERMINE			STATO DI FATTO	STATO DI PROGETTO E RAFFRONTO							
				SOLUZIONE 1		SOLUZIONE 2		SOLUZIONE 3			
				Piccoli interventi correttivi: sostituzione sorgenti con riduzione, ove possibile, delle potenze; studio illuminotecnico sull'area sportiva		Installazione di sorgenti SAP e alimentatori dimmerabile		Sostituzione del solo vano ottico dell'apparecchio esistente per il cablaggio e l'installazione di moduli LED 3000K equipaggiati con alimentatori dimmerabili			
				PROGETTO	RAFFRONTO	PROGETTO	RAFFRONTO	PROGETTO	RAFFRONTO		
	N°PL "coinvolti"	n°	335	198	-137	304	-31	303	-32		
	Potenza totale installata	kW	61,2	59,7	-1,6	60,5	-0,8	52,8	-8,4		
	Consumo annuo	kWh/anno	112300	116600	4300	89200	-23100	68500	-43800		
	Costo energetico annuo_2013	€/anno	20250	21000	750	16050	-4200	12350	-7900		
	Emissioni annue di C02	kg/anno	45000	46700	1700	35700	-9300	27400	-17600		
Costo intervento	€	-	€ 5.500		€ 76.000		€ 185.000				
PRIORITA' DI INTERVENTO 4 INTERVENTI A LUNGO TERMINE			STATO DI FATTO	PROGETTO RAFFRONTO							
				SOLUZIONE 1							
				Sostituzione del solo vano ottico dell'apparecchio esistente per il cablaggio e l'installazione di moduli LED 3000K equipaggiati con alimentatori dimmerabili							
				PROGETTO	RAFFRONTO						
	N°PL "coinvolti"	n°	33	33	0						
	Potenza totale installata	kW	1,2	0,9	-0,4						
	Consumo annuo	kWh/anno	4300	2900	-1400						
	Costo energetico annuo_2013	€/anno	800	550	-250						
	Emissioni annue di C02	kg/anno	1800	1200	-600						
Costo intervento	€	-	€ 13.500								

9.5 PIANO PRELIMINARE DI GESTIONE E DI MANUTENZIONE

Le disposizioni provinciali vigenti prevedono che all'interno del piano di adeguamento e di risanamento del PRIC sia incluso un piano di gestione e di manutenzione degli impianti, che dia indicazioni di massima per il mantenimento dell'integrità degli impianti di illuminazione.

Gli strumenti operativi del piano di manutenzione, secondo le disposizioni normative, sono il manuale d'uso, il manuale di manutenzione e il programma di manutenzione.

Le anomalie riscontrabili su impianto di illuminazione sono rappresentate da:

- abbassamento dei livelli di illuminamento/luminanza sui compiti visivi;
- avarie delle componenti elettriche;
- corrosione e difetti di stabilità dei sostegni (pali, mensole, tesata, etc.).

L'esigenza di una manutenzione programmata deriva dalla necessità di garantire la perfetta efficienza degli impianti fino al termine della vita utile (30-40 anni) e di ottenere una buona economia di gestione. A tal fine, risulta utile una pianificazione del servizio di manutenzione (gestione delle risorse umane e del magazzino) e una formazione del personale operativo (soprattutto se interno alla pubblica amministrazione).

Le attività manutentive necessarie su un impianto di illuminazione comprendono:

- il ricambio delle sorgenti luminose;
- la riparazione dei guasti;
- la pulizia delle ottiche (riflettore interno, schermi e vetro di protezione esterno);
- controllo periodico dell'efficienza dell'intero impianto;
- controllo periodico della componentistica elettrica;
- sostituzione dei componenti elettrici e meccanici usurati;
- verniciatura e protezione dalla corrosione dei sostegni;
- pulizia dei quadri e verifica di leggibilità dei contrassegni;
- controllo delle linee e dei pozzetti;
- verifica di efficienza dei sistemi di accensione e gestione notturna (relè crepuscolare, riduttori di flusso centralizzati, etc.).

Gli interventi di manutenzione devono essere coordinati in modo da minimizzare le risorse impiegate; si riportano delle indicazioni utili per la gestione complessiva degli impianti:

- associare al cambio lampada la pulizia dei vetri di protezione e chiusura;
- ridurre gli interventi di modifica dell'impianto elettrico (utilizzo di cavi possibilmente dello stesso colore di quelli esistenti, non alterare il grado di protezione delle componenti esposte alle intemperie, etc.) e nel caso in cui ciò risulti necessario, documentare nel dettaglio i cambiamenti apportati;
- registrazione e documentazione degli interventi manutentivi;
- confronto tra i tempi di funzionamento effettivi delle sorgenti installate e i valori forniti dai produttori in modo da rilevare eventuali problematiche.

 P.R.I.C. - COMUNE DI ZIANO DI FIEMME PROGRAMMA DI MANUTENZIONE		
CONTROLLI		
Elementi manutenibili/controlli	Tipologia	Frequenza
<u>Armature stradali e di arredo dotate di sorgenti a scarica</u>		
Verifica a vista del funzionamento delle lampade	Controllo visivo	5 mesi
<u>Sostegni (pali, torri-faro, mensole, etc.)</u>		
Controllo dell'integrità meccanica ed elettrica e verticalità	Controllo visivo	3 anni
Verifica dei collegamenti di terra (se esistenti)	Verifica	3 anni
<u>Componentistica elettrica</u>		
Controllo del telaio e degli sportelli del quadro	Controllo visivo	1 anno
Verifica dell'efficienza dei sistemi di accensione e gestione (relè crepuscolari, riduttori di flusso centralizzati, etc.)	Controllo	1 anno
Verifica strumentale ed elettrica: verifica serraggio dei morsetti serracavi nei quadri verifiche nei punti di derivazione alla base dei pali verifica dello stato di conservazione dei giunti (se ispezionabili)	Ispezione	3 anni
Verifica dell'impianto di terra (connessioni elettriche, continuità dei conduttori di terra e di protezione)	Ispezione	3 anni
Controllo dei parametri elettrici del quadro (corrente in linea, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva)	Ispezione	3 anni

Si riporta in seguito una bozza di programma di manutenzione implementabile sugli impianti di illuminazione presenti nel comune di Ziano di Fiemme. Tale programma definisce la tempistica degli interventi al fine di garantire la qualità del servizio al cittadino e favorire una migliore gestione delle risorse disponibili.

 P.R.I.C. - COMUNE DI ZIANO DI FIEMME PROGRAMMA DI MANUTENZIONE	
INTERVENTI	
Elementi manutenibili/interventi	Frequenza
<u>Armature stradali e di arredo dotate di sorgenti a scarica</u>	
Sostituzione sorgenti installate e dei relativi accessori (sorgenti SAP)	4-5 anni
Sostituzione sorgenti installate e dei relativi accessori (sorgenti Ioduri metallici)	3-4 anni
Pulizia ottiche (vetri, riflettori, schermi) al fine di garantire il mantenimento delle iniziali performance fotometriche del corpo Sostituzione componenti con evidenti segni di surriscaldamento e/o corrosione	Intervento combinato con sostituzione sorgenti (3-5anni)
<u>Sostegni (pali, torri-faro, mensole, etc.)</u>	
Verifica stabilità ed integrità elettrica a seguito di eventi eccezionali (terremoti, incidenti stradali, temporali, etc.)	A guasto
Verniciatura dei sostegni in acciaio solo verniciato	7 anni
Verniciatura dei sostegni in acciaio zincato	10-12 anni
<u>Componentistica elettrica</u>	
Pulizia interna del quadro con verifica della leggibilità dei contrassegni	2 anni
Verifica dell'efficienza dei dispositivi di protezione differenziale mediante prova diretta di funzionamento e dei dispositivi di protezione linee (magnetotermici)	2 anni
Modifica del cablaggio per riequilibrare i carichi sulle fasi (linee trifase)	Secondo ispezione
Sostituzione cablaggi, cassette di derivazioni e altre componenti elettriche	Secondo ispezione
Sostituzione bulloni, morsettiere e conduttori dell'impianto di terra	10-12 anni

ALLEGATI

Al piano vengono allegati:

- l'abaco dei quadri e delle composizioni presenti;
- l'analisi illuminotecnica ed energetica del territorio comunale;
- il database strutturato sul software RILIEVO IP-PAT
- le immagini relative ai singoli punti luce, alle composizioni, ai quadri, ai rilievi notturni
- l'elaborato di sintesi del PRIC redatto seguendo lo schema riportato all'Allegato F del piano provinciale.