

ENTE
Regione Veneto
Provincia di Vicenza
COMUNE DI VALBRENTA



OGGETTO

PIANO DELL'ILLUMINAZIONE PER IL CONTENIMENTO
DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO (P.I.C.I.L.)

CONTENUTO

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

DATA

GIUGNO 2021

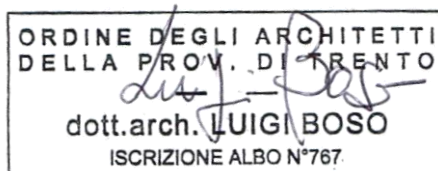
REVISIONE

REV.00

SCALA

/

PROGETTISTI



RT

Boso + Partners
architecture & engineering

Via Giuseppe Garibaldi 18
38054 Primiero San Martino di Castrozza
Tel. 0439 763976
e-mail: info@bosoandpartners.it

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
1.1	Finalità del PICIL	4
1.2	Normativa di riferimento	5
1.3	Legislazione regionale	6
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	8
2.1	Demografia	9
2.2	Storia dell'illuminazione	9
2.3	Inquinamento luminoso	10
2.4	Osservatori astronomici	11
2.5	Integrazione con altri piani territoriali	13
2.6	Aree con sviluppo omogeneo	13
3	STATO DI FATTO DELL'ILLUMINAZIONE	17
3.1	Metodologia di lavoro	17
3.2	Stato di fatto dell'illuminazione pubblica esistente	18
3.3	Analisi delle situazioni critiche	27
3.4	Conformità alla L.R. Veneto 7 agosto 2009, n. 17	28
3.5	Consumi di energia elettrica per l'illuminazione pubblica	28
3.6	Illuminazione privata o a carico di altri enti	33
4	CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA DELLE STRADE	41
4.1	Metodologia di lavoro	41
4.2	Analisi della viabilità	41
4.3	Classificazione degli ambiti urbani ed extraurbani	42
4.4	Requisiti illuminotecnici	43
4.5	Analisi e verifiche illuminotecniche	46
5	PIANO DI INTERVENTO	49
5.1	Metodologia di lavoro	49
5.2	Priorità di intervento	49
5.3	Individuazione delle sorgenti luminose	50
5.4	Azioni sulla alimentazione dei circuiti	53
5.5	Tipologie di intervento sui quadri elettrici	54
5.6	Tipologie di intervento sui corpi illuminanti	55
5.7	Analisi economica e risparmio energetico	56
6	PIANIFICAZIONE DI NUOVI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	61
6.1	Quota annuale di incremento (IA)	61
6.2	Documentazione di progetto	61
6.3	Indicazioni per la verifica della conformità di progetto ai sensi della L.R. 17/09	63

6.4	Criteri per la valutazione del progetto illuminotecnico	65
6.5	Requisiti per l'equivalenza di un prodotto	66
6.6	Contenuti del progetto illuminotecnico	66
6.7	Condizioni di esercizio e parzializzazione dei flussi luminosi	70
6.8	Sistemi di illuminazione adattivi	70
6.9	Prestazioni energetiche degli impianti	71
6.10	Fattore di manutenzione	74
7	PROGRAMMA DI MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI	77
7.1	Organizzazione della manutenzione	77
7.2	Riferimenti normativi e legislativi	79
8	CONCLUSIONI	83

1 INTRODUZIONE

1.1 Finalità del PICIL

In generale, il settore dell'illuminazione pubblica presenta caratteristiche tali da consentire la realizzazione di interventi di efficienza energetica, finalizzati alla riduzione dei consumi e dei costi energetici, al contenimento dell'inquinamento luminoso attraverso la limitazione del flusso disperso e al miglioramento del comfort e della sicurezza dei cittadini.

Per conseguire questi risultati nel Comune di Valbrenta, il presente studio ha analizzato gli impianti di illuminazione pubblica con le seguenti finalità:

- valutazione del livello attuale di efficienza energetica degli impianti tramite il calcolo di indicatori di prestazione ed il loro confronto con adeguati valori statistici di riferimento;
- definizione degli interventi prioritari per il risparmio energetico, con particolare riferimento sia alla sostituzione degli apparecchi illuminanti esistenti dotati di lampade ai vapori di mercurio con nuovi apparecchi cut-off dotati di lampade ad alta efficienza, sia alla regolazione degli impianti attraverso la riduzione del flusso luminoso;
- quantificazione dei costi di investimento, dei risparmi energetici ed economici e dei benefici ambientali derivanti dalla realizzazione delle misure di efficienza proposte.

La presente relazione illustra la metodologia di lavoro seguita nelle diverse fasi di svolgimento del Piano dell'Illuminazione per il Contenimento dell'Inquinamento Luminoso (PICIL) del Comune di Valbrenta, nonché i principali risultati conseguiti. Ai sensi dell'articolo 1 della Legge Regionale Veneto 7 agosto 2009, n. 17, il PICIL intende promuovere:

- la riduzione dell'inquinamento luminoso e ottico, nonché la riduzione dei consumi energetici da esso derivanti;
- l'uniformità dei criteri di progettazione per il miglioramento della qualità luminosa degli impianti per la sicurezza della circolazione stradale;
- la protezione dall'inquinamento luminoso dell'attività di ricerca scientifica e divulgativa svolta dagli osservatori astronomici;

- la protezione dall'inquinamento luminoso dell'ambiente naturale, inteso anche come territorio, dei ritmi naturali delle specie animali e vegetali, nonché degli equilibri ecologici sia all'interno che all'esterno delle aree naturali protette;
- la protezione dall'inquinamento luminoso dei beni paesistici, così come definiti dall'articolo 134 del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137" e successive modificazioni;
- la salvaguardia della visione del cielo stellato, nell'interesse della popolazione regionale.

1.2 Normativa di riferimento

A tale complesso normativo si rimanda per la verifica dei parametri utilizzati nella classificazione delle strade e nella valutazione dello stato di fatto. Esso sarà inoltre la base per la definizione progettuale dei singoli interventi di adeguamento e di nuova realizzazione di impianti di illuminazione pubblica e privata.

Normativa Tecnica:

- UNI 11248: Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI EN 13201-2: Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali;
- UNI EN 13201-3: Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni;
- UNI EN 13201-4: Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche;
- UNI EN 12464-2: Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno UNI EN 12464-2;
- UNI EN 12899-1: Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Parte 1: Segnali permanenti;
- UNI EN 12899-2: Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Parte 2: Delineatori di ostacolo transilluminati (TTB);
- CEI 64-7 - Impianti elettrici di illuminazione pubblica;

- UNI EN 12193: Luce e illuminazione - Illuminazione di installazioni sportive.

Normativa legislativa:

- Decreto Legislativo 30/04/1992, n. 285 – “Nuovo codice della strada”, pubblicato sulla “Gazzetta Ufficiale - Serie generale” n. 114 del 18 maggio 1992 (Supplemento ordinario n. 74);
- Comunicato Ministeriale LL. PP. del 12/04/1995 – “Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale - Serie generale n. 146 del 24 giugno 1995 (Suppl. ordinario n. 77). Direttive emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici in attuazione dell'art.36 del D. Lgs. 30 aprile 1992, n.285;
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5/11/2001 n. 6792 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale - Serie Generale del 04/01/2002 n. 3 (Suppl. Ordinario n. 5);
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 22/04/2004 “Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»”, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale 25/06/2004 n. 147;
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 19/04/2006 - “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale - Serie Generale n. 170 del 24/07/2006;
- Legge Regione Veneto 7 agosto 2009, n. 17 - “Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici”.

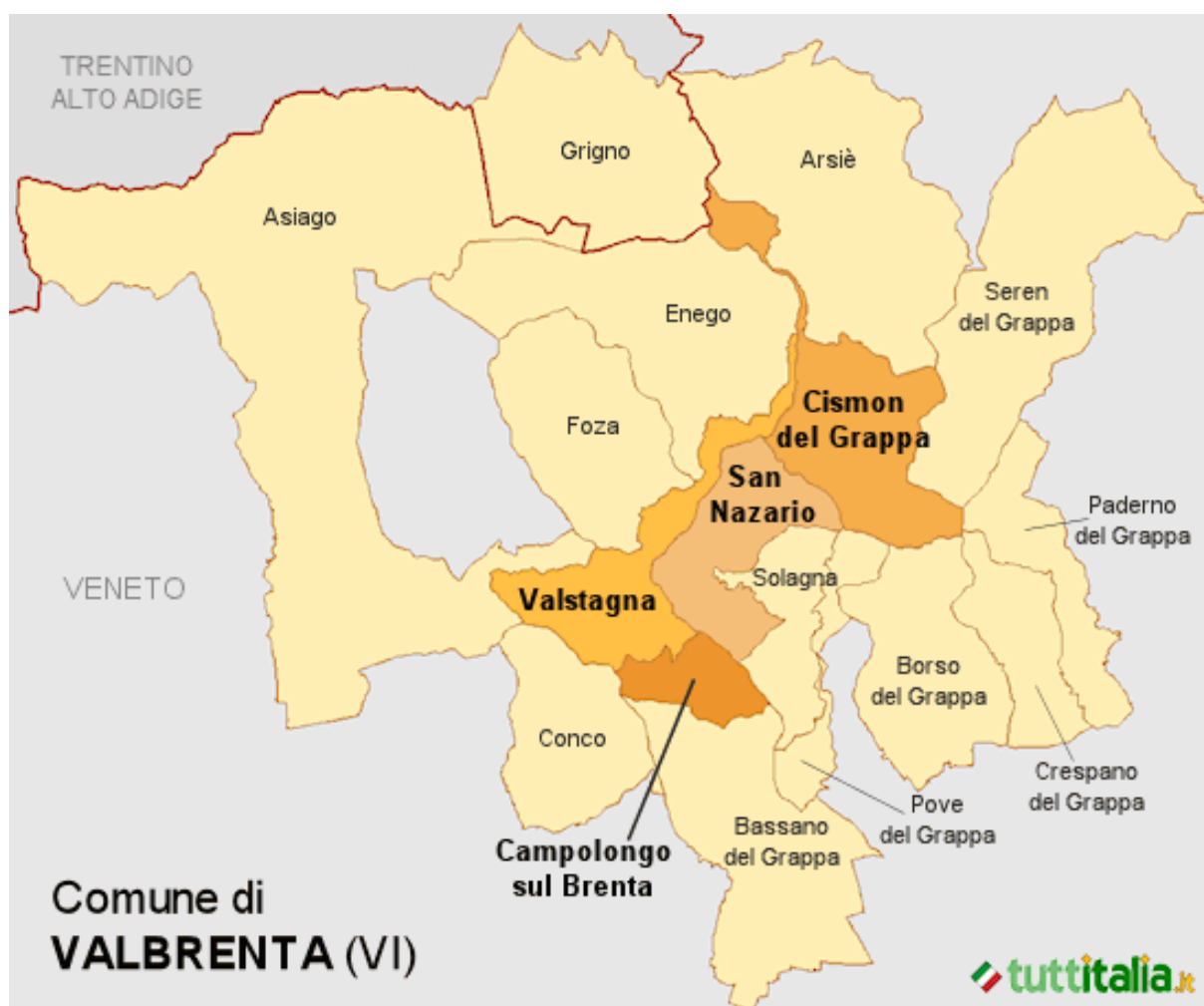
1.3 Legislazione regionale

In Veneto il settore dell'illuminazione stradale pubblica e privata è regolamentato dalla legge regionale n. 17 del 7.08.2009 (BUR del 11/08/09 n.65) “Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici”. Si sottolineano due aspetti importanti all'art. 5, comma 1, lettera a:

- I Comuni *entro tre anni dalla data di entrata in vigore della presente legge si dotano del Piano dell'illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso (PICIL), che è l'atto di programmazione per la realizzazione dei nuovi impianti di illuminazione e per ogni intervento di modifica, adeguamento, manutenzione, sostituzione ed integrazione sulle installazioni di illuminazione esistenti nel territorio comunale alla data di entrata in vigore della presente legge;*
- *Il PICIL risponde al fine del contenimento dell'inquinamento luminoso, per la valorizzazione del territorio, il miglioramento della qualità della vita, la sicurezza del traffico e delle persone, il risparmio energetico ed individua i finanziamenti disposti per gli interventi programmati e le relative previsioni di spesa.*

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Valbrenta è un comune italiano di 4975 abitanti della provincia di Vicenza, istituito nel 2019 dalla fusione degli ex comuni di Campolongo sul Brenta, Cismon del Grappa, San Nazario e Valstagna. Il territorio comunale si estende circa per 93,37 km² con una densità abitativa pari a 53,28 abitanti per km². Il territorio si sviluppa lungo l'omonima valle ed è attraversato dal fiume Brenta. Valbrenta ha diverse frazioni: Campolongo sul Brenta, Carpanè, Cismon del Grappa, Collicello, Corlo, Costa, Fastro Bassanese, Merlo, Oliero, Primolano, Rivalta, San Gaetano, San Marino, San Nazario, Sasso Stefani, Valstagna.



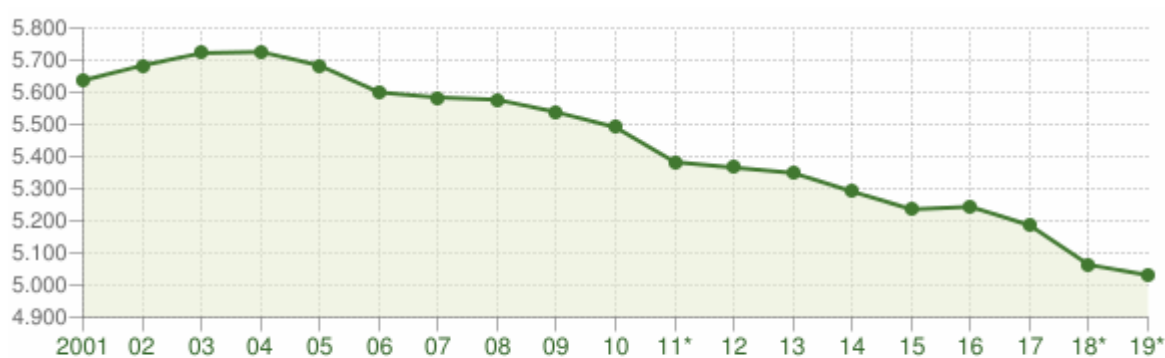
Inquadramento generale

2.1 Demografia

Valbrenta è un nuovo comune istituito il 30 gennaio 2019. La popolazione residente per gli anni precedenti è stata calcolata considerando i confini territoriali attuali.

Dal 2001 ad oggi il Comune è passato da 5.637 residenti agli attuali 4.975. La variazione demografica % media annua (2001/2020) si attesta su un -1,30 %.

Nella distribuzione della popolazione il 51,4 % sono maschi e il 48,6 % sono femmine.



Andamento della popolazione residente

COMUNE DI VALBRENTA (VI) - Dati ISTAT al 31 dicembre di ogni anno - Elaborazione TUTTITALIA.IT

(*) post-censimento

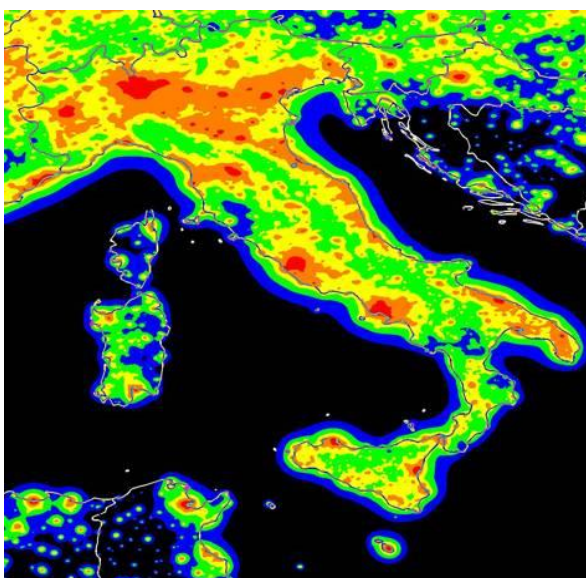
Andamento della popolazione

2.2 Storia dell'illuminazione

Il Comune di Valbrenta ha una media di 439 punti luce ogni 1000 abitanti; questa densità di punti luce, maggiore rispetto alla media nazionale (120-150 p.l.), trova riscontro nel territorio viste le numerose frazioni da illuminare. L'illuminazione pubblica è andata espandendosi nel territorio definendo la situazione attuale dove non risultano zone urbane prive di illuminazione. Tale situazione rende fondamentale la riduzione dell'inquinamento luminoso prevista dal presente piano. I corpi illuminanti del comune di Valbrenta risultano per quasi tutta la totalità apparecchi installati nell'ultimo trentennio.

2.3 Inquinamento luminoso

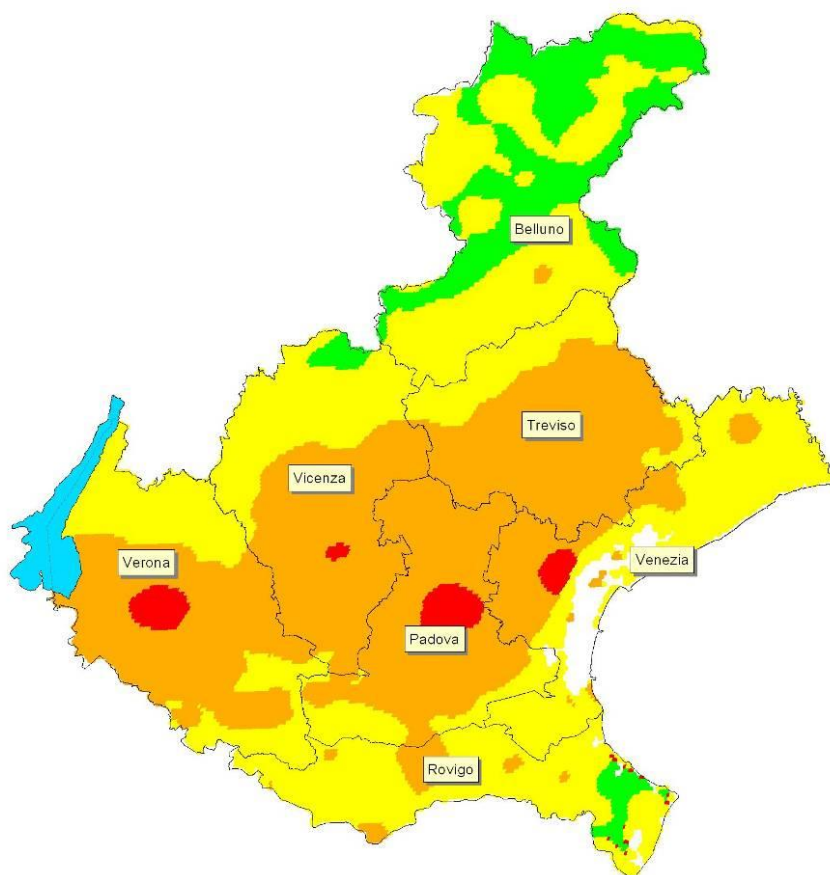
L'inquinamento luminoso porta ad un aumento della brillantezza del cielo notturno con una perdita di percezione dell'Universo attorno a noi. In particolare si definisce Brillanza (o Luminanza) la grandezza che esprime il rapporto tra l'intensità luminosa di una superficie irraggiante e l'unità della superficie stessa. La perdita della qualità del cielo notturno costituisce un'alterazione di molteplici equilibri culturali, artistici, scientifici, sanitari, economici. La seguente immagine rappresenta la brillantezza artificiale del cielo notturno allo zenith in notti limpide normali nella banda fotometrica V, ottenute per integrazione dei contributi prodotti da ogni area di superficie circostante per un raggio di 200 chilometri da ogni sito.



Brillanza artificiale del cielo notturno a livello del mare

Nel territorio del Comune di Valbrenta, in relazione ai dati dell'Istituto di Scienza e Tecnologia dell'Inquinamento Luminoso diffusi dall'ARPAV, l'aumento della Luminanza totale rispetto la naturale si attesta tra il 100% ed il 300%.

Si sottolinea come almeno il 25-30% del flusso luminoso degli impianti di illuminazione pubblica viene diffusa verso il cielo. La riduzione di questi consumi contribuirebbe alla diminuzione delle relative emissioni producendo anche un notevole risparmio energetico.



*Mappa della brillantezza relativa del cielo notturno -
Fonte: Dati ISTIL adattati da ARPAV*

2.4 Osservatori astronomici

Ai sensi della L.R. 17/2009 art. 8 comma 7 - Disposizioni in materia di osservatori astronomici, il territorio di San Nazario ricade nelle fasce di rispetto (25 km) dei seguenti osservatori astronomici professionali:

- 1) Osservatorio astronomico di Padova a Cima Ekar, in comune di Asiago (Vicenza);
- 2) Osservatorio astrofisico dell'Università degli studi di Padova, in comune di Asiago (Vicenza).

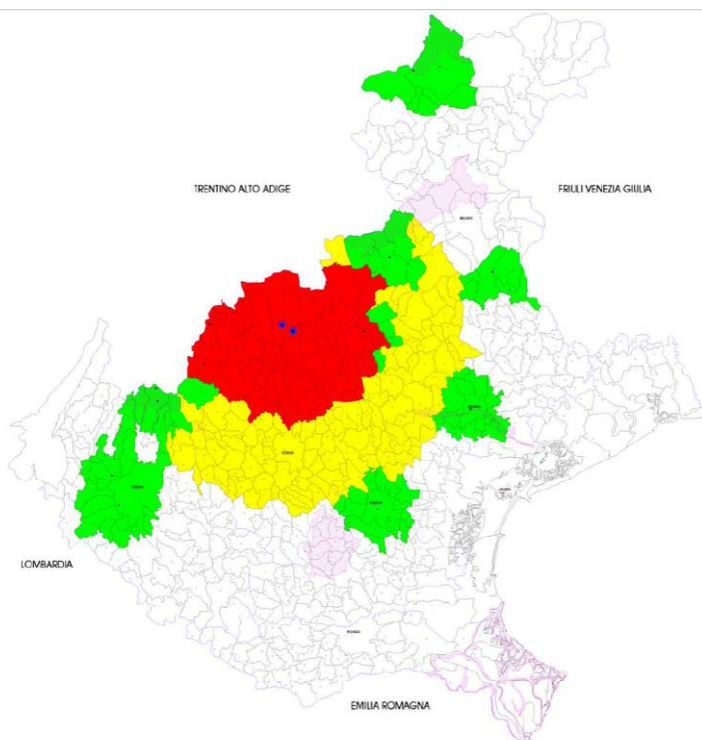
All'interno di fasce di rispetto gli impianti di illuminazione pubblica e privata esistenti, che alla data in vigore della legge risultino non ancora conformi alle suddette prescrizioni, devono adeguarsi ai requisiti entro due anni dalla data della L.R. n. 17/09. In base a tali osservazioni è doveroso attivare in tempi rapidi misure che possano ridurre l'inquinamento luminoso.

All'interno delle fasce di rispetto e delle zone di protezione, gli impianti d'illuminazione pubblica e privata nuovi debbono essere progettati e realizzati secondo i principi di contenimento dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico gli impianti che rispondono ai seguenti requisiti:

- a) sono costituiti di apparecchi illuminanti aventi un'intensità luminosa massima compresa fra 0 e 0.49 candele (cd) per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso a novanta gradi ed oltre;
- b) sono equipaggiati di lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, in luogo di quelle ad efficienza luminosa inferiore. È consentito l'impiego di lampade con indice di resa cromatica superiore a $Ra=65$, ed efficienza comunque non inferiore ai 90 lm/w esclusivamente per l'illuminazione di monumenti, edifici, aree di aggregazione e zone pedonalizzate dei centri storici. I nuovi apparecchi d'illuminazione a led possono essere impiegati anche in ambito stradale, a condizione siano conformi alle precedenti disposizioni e l'efficienza delle sorgenti sia maggiore di 90lm/W;
- c) sono realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta o di illuminamento medio mantenuto previsto dalle norme di sicurezza specifiche; in assenza di norme di sicurezza specifiche la luminanza media sulle superfici non deve superare 1 cd/mq;
- d) sono provvisti di appositi dispositivi che abbassano i costi energetici e manutentivi, agiscono puntualmente su ciascuna lampada o in generale sull'intero impianto e riducono il flusso luminoso in misura superiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività, entro le ore ventiquattro. La riduzione di luminanza, in funzione dei livelli di traffico, è obbligatoria per i nuovi impianti d'illuminazione stradale.

Per tali impianti non è ammessa alcun tipo di deroga.

Su richiesta degli osservatori astronomici, in coincidenza con particolari fenomeni e comunque per non più di tre giornate all'anno, i sindaci dei comuni ricadenti all'interno delle fasce di rispetto dispongono, compatibilmente con le esigenze di sicurezza della circolazione veicolare, lo spegnimento integrale ovvero la riduzione del flusso luminoso degli impianti pubblici di illuminazione esterna.



Cartografia tematica delle zone di protezione per gli osservatori astronomici della Regione Veneto

2.5 Integrazione con altri piani territoriali

L'art. 5 della Legge Regionale n.17 del 2009 prevede che il Comune adegui il Regolamento Edilizio alle disposizioni della presente legge. Nell'Allegato A - Linee Guida per l'attuazione del P.I.C.I.L. sono contenute le specifiche per l'integrazione del Piano negli strumenti urbanistici comunali. Il presente piano persegue l'obiettivo di riduzione della brillantezza del cielo. Le indicazioni contenute dovranno essere armonizzate con il contenuto del P.A.T.I - Piano di Assetto del Territorio Intercomunale del comune di Valbrenta.

2.6 Aree con sviluppo omogeneo

Il Piano dell'illuminazione per il contenimento luminoso (PICIL) è l'atto di programmazione per la realizzazione, la modifica, l'adeguamento e la manutenzione di ogni impianto d'illuminazione; tale strumento, come previsto dalla L.R. 17 del 07 agosto 2009, art.5 comma b), integrerà il Regolamento

edilizio comunale (Allegato A). Per definire gli ambiti di progettazione degli impianti d'illuminazione si utilizzeranno le aree omogenee contenute nel Piano Regolatore Generale.

In particolare si definisce un quadro specifico di riferimento degli ambienti urbani come di seguito riportato:

- Centri storici e aree pedonali;
- Aree agricole e boschive;
- Aree commerciali;
- Aree residenziali;
- Aree rurali;
- Aree verdi;
- Aree industriali ed artigianali;
- Aree extraurbane;
- Aree a parcheggio;
- Aree sportive.

Per ogni area omogenea si riportano le seguenti osservazioni e considerazioni preliminari sulla tipologia di illuminazione.

Centri storici e aree pedonali

Particolare attenzione va riposta nel progetto di illuminazione dei centri storici. Risulta importante differenziare gli spazi considerando il rapporto tra spazi pubblici di intensa frequentazione e spazi a carattere vicinale. Questi tipi di ambienti necessitano di una ricerca illuminotecnica allo scopo di valorizzare l'estetica e l'ambientazione. Per i monumenti si predilige un'illuminazione dall'alto verso il basso mantenendo il flusso il più possibile sulla sagoma.

Aree agricole e boschive

L'illuminazione di queste aree deve risultare meno invasiva possibile, limitata alle effettive necessità dei tracciati viari principali e secondari.

Aree commerciali

In tali zone vanno comunque mantenute le prescrizioni minime di legge con particolare attenzione all'illuminazione delle insegne pubblicitarie. Vanno preferibilmente spente entro le ore 24 tutte quelle insegne di non specifico e necessario uso notturno pubblico. Per uso pubblico si intendono quelle delle forze dell'ordine, degli ospedali, di medici. Per quanto riguarda le insegne di esercizi in genere con apertura notturna (come ad esempio quelle di alberghi, distributori di carburanti, ecc.) è consigliato l'uso di sistemi per la riduzione del flusso luminoso emesso. Se le insegne vengono illuminate con fari è vietato illuminarle dal basso verso l'alto.

Aree residenziali

Le principali aree residenziali si sviluppano nelle zone limitrofe al centro storico. Tali aree sono il risultato dell'espansione urbana nel territorio. In questi punti l'illuminazione deve essere prettamente funzionale dal punto di vista dell'efficienza energetica e dell'inquinamento luminoso. In ambiti prevalentemente residenziali si eviti il confronto diretto tra la luce e le facciate delle case, dirigendolo verso il basso o adoperando proiettori fascio asimmetrico, in particolare quando si è costretti a posizionare l'apparecchio illuminante vicino all'edificio.

Aree rurali

In questi tipi di zone va preso in considerazione, soprattutto in assenza di un consolidato sistema tradizionale di illuminazione pubblica, la necessità di minimizzare l'impatto architettonico del nuovo impianto.

Aree verdi

L'illuminazione di queste limitate aree deve assolvere a una funzione di valorizzazione e sicurezza per i fruitori.

Aree industriali ed artigianali

L'illuminazione di queste aree deve essere realizzata privilegiando aspetti di efficienza e funzionalità e ridotto impatto manutentivo evitando sovra illuminamenti. Va verificato il posizionamento di eventuali proiettori notturni per l'illuminazione dei piazzali.

Aree extraurbane

In ambiti extraurbani si deve limitare l'illuminazione alla sede stradale e valutare la reale percezione dei luoghi. Dovrà porsi attenzione per evitare fenomeni di abbagliamento a chi percorre la strada.

Aree a parcheggio

L'illuminazione dei parcheggi deve essere distinta secondo i contesti da illuminare. Se i parcheggi di piccole/medie dimensioni che si trovano lungo strade a traffico veicolare motorizzato, l'illuminazione deve integrarsi con continuità con quella della strada. Per impianti di grandi dimensioni utilizzare sistemi illuminanti posti su sostegni di altezza sino a 10-12 metri con corpi illuminanti tipo stradale o proiettori asimmetrici disposti con vetro piano orizzontale. Valutare l'utilizzo di torri faro con proiettori asimmetrici ad elevata asimmetria trasversale per ridurre le altezze.

Aree sportive

Questi tipi di impianti possono costituire una delle principali forme di inquinamento luminoso e ottico; verrà quindi verificata l'inclinazione dei corpi illuminanti esistenti e, se necessario, predisposto l'inserimento di appositi schermi che indirizzino il flusso luminoso sul campo sportivo, per evitare abbagliamenti e di dispersione di flusso luminoso anche verso l'alto.

3 STATO DI FATTO DELL'ILLUMINAZIONE

3.1 Metodologia di lavoro

Il lavoro ha preso avvio dal censimento dei punti luce attualmente presenti nel Comune. Il censimento ha riguardato:

- le sorgenti luminose (tipologia e potenza delle lampade);
- gli apparecchi illuminanti, classificati in base ad uno schema adottato e descritto;
- i sostegni (pali o mensole a parete) con misura delle altezze, degli eventuali sbracci e delle interdistanze;
- i quadri di alimentazione e le relative linee;
- le strade (tipologia e geometria) con misura della larghezza delle corsie, dei marciapiedi, delle piste ciclabili, ecc.

Il rilievo è stato esteso a qualsiasi tipologia di strada o di zona: dal centro storico alle frazioni, le strade urbane locali, le strade urbane di scorrimento, le strade extraurbane di scorrimento veloce, le zone periferiche isolate, i parcheggi e le aree ricreativo-sportive.

L'analisi delle condizioni attuali degli impianti di illuminazione pubblica è stata effettuata distinguendo le strade a traffico motorizzato, le strade ciclo-pedonali e quelle esclusivamente pedonali. La distinzione si è resa necessaria per tener conto dei diversi e specifici requisiti illuminotecnici raccomandati dalla normativa di settore.

Le informazioni tecniche acquisite nel corso dei sopralluoghi sono state riportate sulle tavole grafiche allegate alla presente relazione. Tutti i punti luce oggetto del rilievo sono stati fotografati e le fotografie sono state ordinate per quadro di competenza e strada.

I dati relativi alla tipologia e potenza delle lampade installate, nonché alla regolazione delle singole linee, sono stati forniti dall'Ufficio Tecnico e dal Manutentore degli impianti.

3.2 Stato di fatto dell'illuminazione pubblica esistente

3.2.1 Parco lampade

Attualmente gli impianti di illuminazione presenti nel territorio comunale si compongono di 2186 lampade, di cui 1940 per la pubblica illuminazione a carico del comune. Le restanti 246 lampade sono in gestione ad altri enti, a servizio di utenze private o di impianti sportivi. La tabella riepiloga in quantità e tipologia la composizione del parco lampade censito.

Le sorgenti luminose installate sono principalmente lampade al sodio alta pressione (luce gialla), con potenze di 70, 100, 150, 200, 250 (75% del totale). In misura molto minore LED (luce bianca - 13% del totale), lampade agli ioduri metallici a incandescenza e fluorescenti.

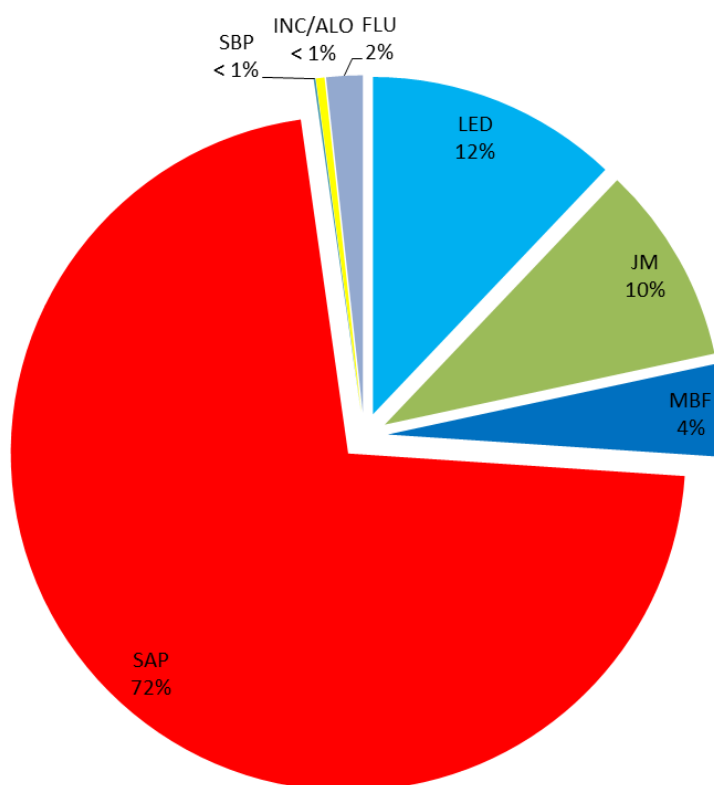
Si fa notare che i punti luce a vapori di mercurio dovranno essere progressivamente eliminati anche alla luce della Direttiva Europea 2002/95/CE visto il loro potere inquinante. La presenza di un 75% di lampade al sodio alta pressione denota come il processo di riconversione degli impianti con lampade al sodio alta pressione sia già partito.

Tipologia di lampada	Potenza (W)	Num. lampade	Potenza totale (kW)
Vapori di mercurio (MBF)	70	13	0,91
	125	84	10,50
Sodio alta pressione (SAP)	70	211	14,77
	100	1199	119,90
	150	124	18,60
	200	2	0,40
	250	28	7,00
	400	1	0,40
Sodio bassa pressione (SBP)	55	2	0,11
	35	3	0,11
	70	1	0,07
Ioduri metallici (JM)	100	17	1,70
	150	4	0,60
	200	3	0,60
	250	19	4,75

	400	125	50,00
	1000	20	20,00
LED	3	22	0,07
	4	13	0,05
	11	30	0,33
	20	1	0,02
	32	1	0,03
	35	29	1,02
	40	2	0,08
	46	2	0,09
	50	14	0,70
	53	26	1,38
	70	124	8,68
Alogene (ALO) / Incandescenza (INC)	20	1	0,02
	70	7	0,49
	200	1	0,20
Fluorescenti (FLU)	7	1	0,01
	18	2	0,04
	20	17	0,34
	22	5	0,11
	36	16	0,58
Totali	--	2186	288,64

Attuale parco lampade con potenza nominale delle sorgenti luminose

Il grafico seguente illustra la ripartizione percentuale del numero delle lampade in funzione della loro tipologia: come già evidenziato 84% dell'intero parco lampade è composto da sorgenti luminose al sodio alta pressione e a LED.



Ripartizione del numero di lampade per tipologia

La tabella seguente sintetizza ulteriormente il parco lampade tenendo conto del fatto che le lampade a scarica non sono in grado di funzionare senza ausiliari elettrici, responsabili in media di perdite nell'ordine del 15% della potenza delle lampade stesse.

Tipologia di lampada	Num. lampade	Potenza tot. lampade (kW)	Potenza tot. lampade e ausiliari (kW)
Vapori di mercurio (MBF)	97	11,41	13,12
Sodio alta pressione (SAP)	1565	161,07	185,23
Sodio bassa pressione (SBP)	2	0,11	0,13
LED	264	12,45	12,45
Ioduri metallici (JM)	208	101,83	117,10
Alogene (ALO) / Incandescenza (INC)	9	0,71	0,71
Fluorescente (FLU)	38	1,07	1,23
Totali	2186	288,64	329,96

Attuale parco lampade con potenza nominale delle sorgenti luminose e maggiorazione dovuta alle perdite elettriche degli alimentatori

Escludendo i corpi utilizzati negli impianti sportivi, le potenze medie impiegate sono di circa 97 W che è un valore piuttosto elevato anche a causa della presenza di numerose sorgenti ad elevata potenza. Le proposte di adeguamento saranno quindi mirate ad interventi che, sfruttando le nuove tecnologie, permettano di ridurre tale media a valori attorno a 50-60 W a fronte comunque di un incremento del flusso luminoso.

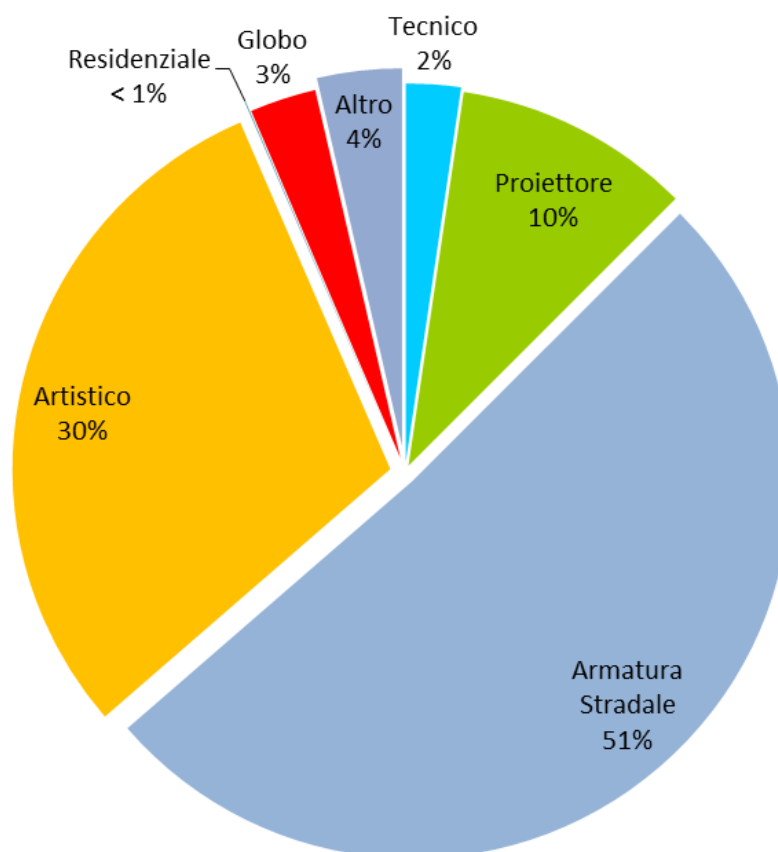
L'efficienza media di 96 lm/W è determinata dalla presenza di un notevole numero di punti luce con lampade al sodio alta pressione e LED.

3.2.2 *Corpi illuminanti*

Gli impianti di illuminazione presenti nel territorio comunale si compongono di 2183 corpi illuminanti (punti luce). Si individuano come principali tipologie di corpi illuminanti le armature stradale. La tabella seguente riepiloga in quantità le tipologie di apparecchi, mentre la figura seguente riporta le rispettive percentuali.

Tipologia dei Corpi illuminanti	Num. Corpi ill.
Tecnico	51
Proiettore	222
Armatura stradale	1116
Artistico	652
Residenziale	1
Globo	62
Altro	79
Totali	2183

Tipologia di apparecchi per l'illuminazione pubblica



Ripartizione delle tipologie di Corpi Illuminanti

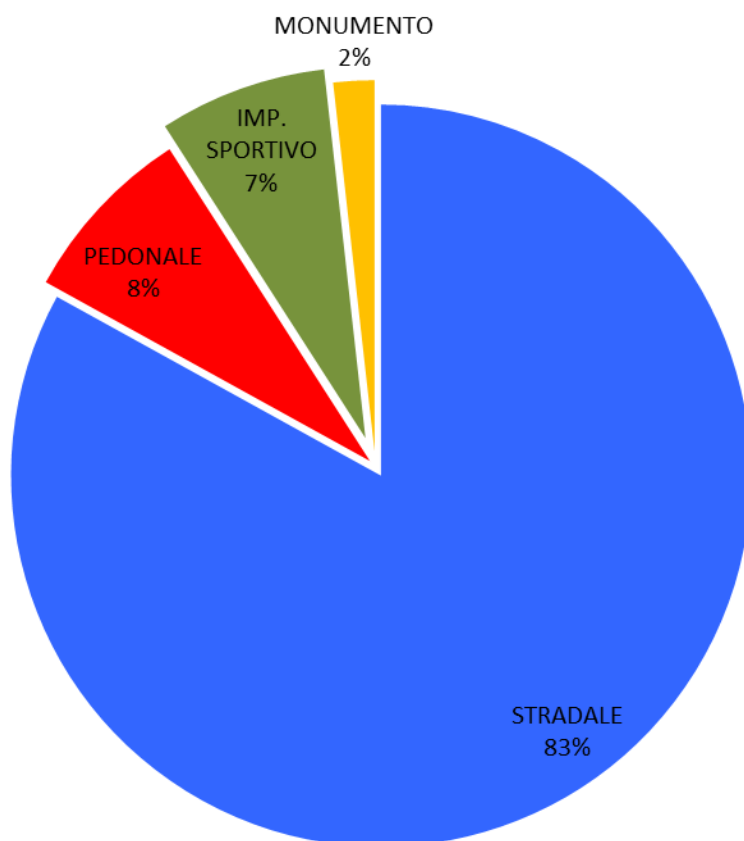
3.2.3 *Tipologie di applicazione*

Si nota come l'illuminazione stradale rappresenti, se comprensiva dell'illuminazione per gli incroci, delle rotatorie, dei parcheggi e dei piazzali, la gran parte del parco lampade con l'83% del totale. Si riscontra un impegno minore di illuminazione di tipo aggregativo che, con il 8% del totale, denota un uso quasi prettamente funzionale dell'illuminazione sul territorio comunale.

Utilizzo Corpo illuminante	N. Corpi ill.
Edifici / Monumento	39
Stradale	1812
Pedonale	172
Imp. sportivo	160
Totali	2183

Tipologia di applicazioni degli apparecchi d'illuminazione

Si fa notare come 91 corpi illuminati dei 160 relativi agli impianti sportivi hanno una promiscuità elettrica in quanto risultano collegati ai contatori della pubblica illuminazione.



Ripartizione dei Corpi Illuminanti secondo l'applicazione

Si rileva che:

il 51% dei punti luce totali sono armature stradali; circa un terzo di queste sono di recente installazione e hanno vetro piano. I rimanenti apparecchi sono ad ottica aperta o con vetro curvo e risultano abbastanza obsoleti. Nell'ipotesi di una progressiva sostituzione delle armature stradali non conformi e obsolete con nuove tipologie (a vetro piano trasparente) si consiglia di mantenere un'uniformità nel modello in modo tale da favorire l'economia di scala nelle operazioni di manutenzione e rendere omogenea e gradevole l'immagine del territorio dal punto di vista dell'illuminazione. Si fa notare che, dal punto di vista normativo, risultano preferibili corpi senz'ottica (con lampada interna all'apparecchio) rispetto a corpi con vetro curvo (seppur più recenti) sicuramente più inquinanti. Ovviamente, come verrà meglio specificato nei successivi capitoli, gioca un ruolo fondamentale l'inclinazione dell'apparecchio che rende inquinante anche un corpo con ottica efficiente.



Corpi illuminanti con armatura stradale

Il 30% dei punti luce totali sono di tipo artistico. Tali corpi solitamente caratterizzano l'illuminazione dei centri urbano e sono tutti di tipo a lanterna con coppa prismatica. Solo il 3% di tali corpi ha lampada

interna all'ottica che garantisce una diminuzione dell'inquinamento luminoso rispetto alle lanterne con lampada emergente.



Corpi illuminanti tipo artistico

Il 10% dei punti luce totali sono proiettori e sono utilizzati per l'illuminazione d'accentuo degli edifici o per l'illuminazione degli impianti sportivi. Tali corpi sono posizionati ruotati rispetto all'orizzonte e favoriscono la dispersione del flusso luminoso verso l'alto. Preferibilmente si dovrebbero utilizzare sorgenti luminose con fascio luminoso dall'alto verso il basso che impedisca l'emissione di luce nell'emisfero superiore.



Corpi illuminanti tipo proiettore

Il 3% dei punti luce totali sono globi. Questa tipologia di corpo è particolarmente inquinante, infatti lo stesso determina la dispersione di ingenti quantità di flusso luminoso verso l'alto e ai lati della sede stradale. Si ritiene che i globi presenti sul territorio debbano essere sostituiti.



Corpi illuminanti tipo globo

Il 2% dei punti luce presenti sono di tipo tecnico di cui metà conformi alla normativa e metà con lampada emergente o coppa prismatica. I corpi conformi alla normativa sono quelli di recente sostituzione e non saranno oggetto di intervento.



Corpi illuminanti tecnici

Il restante 4% dei punti luce sono altre categorie utilizzate per l'illuminazione d'accentuo dei sottopassaggi, corpi per l'illuminazione di capitelli e corpi da incasso.



Corpi illuminanti tipo altre categorie

3.3 Analisi delle situazioni critiche

Il rilievo notturno dell'illuminazione ha evidenziato i seguenti elementi:

- non sono presenti nel territorio comunale impianti di grosse dimensioni ed estensivi di particolare impatto (ad es. porti, aeroporti, svincoli autostradali);
- sono presenti un ridotto numero di proiettori utilizzati per l'illuminazione di monumenti o edifici che per condizioni di posa disperdono una buona quantità luce verso l'alto;
- l'illuminazione dei campi sportivi avviene mediante proiettori che, sebbene restino accesi solo per poche ore, presentano una consistente dispersione di luce oltre l'area di gioco;
- sono presenti impianti privati di medie dimensioni nell'area artigianale caratterizzati dalla presenza di proiettori con posizionamento non conforme alla normativa vigente
- il sistema di illuminazione della viabilità generale del territorio presenta ancora numerose apparecchiature di tipo vetusto o dotate di lampade ai vapori di mercurio scarsamente efficienti; inoltre alcune apparecchiature relativamente recenti con lampada ai vapori di sodio, sebbene efficienti dal punto di vista energetico, presentano schermo non piano e quindi non conformi alla Legge Regionale.



3.4 Conformità alla L.R. Veneto 7 agosto 2009, n. 17

La normativa promuove *in primis* la riduzione dell'inquinamento luminoso nonché la riduzione dei consumi energetici da esso derivanti, la protezione dell'ambiente naturale e dell'attività di ricerca scientifica e divulgativa svolta dagli osservatori astronomici. Altro aspetto non trascurabile è l'uniformità dei criteri di progettazione per il miglioramento della qualità luminosa degli impianti e per la sicurezza della circolazione stradale. Proprio per tali motivi il piano prevede azioni sufficienti a garantire la riduzione dell'inquinamento luminoso e interventi per garantire i requisiti illuminotecnici delle strade. La fattibilità di tali interventi sarà valutata dall'Amministrazione in base alle disponibilità economiche e ai risultati che si vogliono perseguire.

Dall'analisi dei punti luce si evince quanto segue:

- 480 corpi illuminanti (22% del totale) su 2183 sono senz'altro conformi alla L.R. n. 17 del 2009;
- 1357 (62% del totale) abbisognano della sostituzione dell'apparecchio illuminante con nuovi corpi full cut-off o della riduzione dell'inclinazione mantenendo la posizione attuale;
- i rimanenti 346 corpi illuminanti (16% del totale) andrebbero opportunamente sostituiti modificando l'altezza d'installazione, modificando la linea o predisponendo opportuna illuminazione.

Gli interventi di riqualificazione degli impianti di illuminazione pubblica prevedono un aumento di 175 punti luce per garantire il rispetto dei requisiti illuminotecnici.

3.5 Consumi di energia elettrica per l'illuminazione pubblica

Gli impianti censiti sono suddivisi in 80 punti di consegna dell'energia elettrica per ciascuno dei quali si riportano, nell'Allegato C – Quadri elettrici, i dati e le informazioni principali. Delle 23 utenze rilevate, 64 risultano a servizio dell'illuminazione pubblica stradale a carico del comune, 7 sono per l'illuminazione di impianti sportivi mentre le restanti 9 sono a carico di privati o di altri enti.

In riferimento alle modalità di regolazione degli impianti di illuminazione pubblica a carico del comune, la maggior parte delle linee sono regolate con il regime di spegnimento alternato dei punti luce, 46 utenze hanno funzionamento continuo mentre solamente due sono conteggiate a forfait. Il consumo di energia elettrica complessivo degli impianti di illuminazione pubblica a carico del Comune

di Valbrenta è di 636.000 kWh/anno e il costo in bolletta ammonta a 159.00,00 €/anno (IVA inclusa), per un prezzo medio di acquisto dell'energia elettrica pari a 0,250 €/kWh.

Il consumo energetico annuo per illuminazione pubblica è riassumibile nei seguenti parametri:

Parametro	Indice	
Consumo energetico annuo per illuminazione pubblica esterna per abitante	4975 ab.	128 kWh/ab.
Consumo energetico annuo per illuminazione pubblica esterna per superficie comune	93,37 km ²	6.812 kWh/km ²
Consumo energetico annuo per illuminazione pubblica esterna per km stradale illuminato	50 km	12.720 kWh/km

Statistiche dell'illuminazione pubblica

Le utenze in tabella riportano valori di consumo e costo indicativi degli impianti rilevati. La verifica effettuata ai quadri elettrici aveva lo scopo di individuare eventuali carenze normative e lo stato di degrado. Le specifiche relative ai quadri rilevati sono contenute nell'allegato C – Quadri elettrici. Le verifiche si sono limitate ad un esame a vista per accertare se l'impianto elettrico ha i requisiti necessari per ridurre il rischio elettrico al di sotto del limite accettabile facendo riferimento alle Norme CEI e alle disposizioni di legge.

Un impianto elettrico costituito a regola d'arte deve assicurare la protezione contro i contatti diretti e indiretti. La protezione contro i contatti diretti, secondo la Norma CEI 64-8, deve essere effettuata mediante l'isolamento delle parti attive (art. 412.1) e mediante involucri o barriere (art. 412.2). La protezione contro i contatti indiretti, secondo la Norma CEI 64-8, deve essere assicurata mediante interruzione automatica dell'alimentazione (art. 413.1) e l'utilizzo di componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente (art. 413.2).

QUADRO	Indirizzo di fornitura dell'energia elettrica	Codice POD	Consumo di energia elettrica kWh/anno	Importo (IVA compresa) €/anno
Q101	Via Correggio	351500336	48.856	11.872,01
Q102	Via Latifondi		24.663	5.993,11
Q103	Via Goccia		25.475	6.190,43
Q104	Via Cima Campo		1.956	475,31
Q105	Via Mori Fastro	321840809	2.898	704,21
Q106	Via Bassanese	352468479	14.975	3.638,93
Q107	Via Porteghetti	352473812	18.475	4.489,43
Q108	Via Broli	351500255	24.769	6.018,87
Q109	Via Circonvallazione		23.667	5.751,08
Q110	Via Vicinale Brenta	352465895	10.046	2.441,18
Q111	Via Stazione	312143721	3.043	739,45
Q121	Corlo		1.449	352,11
Q122	Via per Belluno 1		483	117,37
Q123	Via per Belluno 2		966	234,74
			201.721	49.018,20

*Dati identificativi dei punti di consegna degli impianti di illuminazione pubblica
a carico del comune, consumi energetici e costi in bolletta – località Cismon del Grappa*

QUADRO	Indirizzo di fornitura dell'energia elettrica	Codice POD	Consumo di energia elettrica kWh/anno	Importo (IVA compresa) €/anno
Q201	Via Lanari	314 887 859	17480	4300,08
Q202	Via Monte Asolone	351 500 727	38543	9481,68
Q203	Via Pianari	352 515 205	3712	913,2
Q204	Via XXV Aprile	351 500 701	35926	8837,8
Q205	Via Merlo	352 516 228	12420	3055,32
Q206	Via Stazio	352 514 497	16470	4051,69
Q207	Via Trento	352 516 651	21931	5394,93
Q208	Via Bertapelle	352 515 396	8868	2181,5
Q209	Via Rivalta	352 515 116	9599	2361,38
Q210	Via Col Moschin	352 512 781	23754	5843,47
Q211	Loc. Bastianazzi	348 609 050	1208	297,05
Q212	Via XXV Aprile		9936	2444,26
Q213	Piazza IV Novembre		230	56,58
Q214	Via Europa		690	169,74
			200.767	49.388,68

Dati identificativi dei punti di consegna degli impianti di illuminazione pubblica a carico del comune, consumi energetici e costi in bolletta – località San Nazario

QUADRO	Indirizzo di fornitura dell'energia elettrica	Codice POD	Consumo di energia elettrica kWh/anno	Importo (IVA compresa) €/anno
Q301	Orlandi	351506687	37170	9143,82
Q302	Piazza Roma	311627767	47250	11623,50
Q303	Zannini	351317345	5310	1306,26
Q304	Contarini	352659762	14330	3525,18
Q305	Campo da calcio	314422180	1288	316,85
Q306	Campo da allenamento	Collegato a Q001	135	33,21
Q307	Contarini Forfait	Forfait	966	237,64
Q308	Chiesa	--		0,00
Q309	Piazza Roma (Semaforo)	352658201	455	111,93
			106.904	26298,39

Dati identificativi dei punti di consegna degli impianti di illuminazione pubblica a carico del comune, consumi energetici e costi in bolletta – località Campolongo sul Brenta

QUADRO	Indirizzo di fornitura dell'energia elettrica	Codice POD	Consumo di energia elettrica kWh/anno	Importo (IVA compresa) €/anno
Q401	Via Tovi	352 504 505	--	--
Q402	Oliero di sotto	351 478 641	--	--
Q403	Via Londa	351 543 523	--	--
Q404	Via Londa - cimitero	335 646 851	--	--
Q405	Via Rialto	352 503 894	--	--
Q406	Piazza San Marco	351 500 590	--	--
Q407	Ponte Valstagna	346 769 017	--	--
Q408	Via IV Novembre	352 506 362	--	--
Q409	Via Val Franzela	351 371 064	--	--
Q410	Via Giaconi	352 507 989	--	--
Q411	Via Mori	351 430 168	--	--
Q412	Via Col Mezzorigo	351 416 785	--	--
Q413	Via Monsignore della Zuanna	352 509 736	--	--
Q414	Via Monsignore della Zuanna	352 508 977	--	--
Q415	Via Ponte Subiolo	352 503 983	--	--
Q416	Via San Gaetano	352 501 948	--	--
Q417	Via Sasso Stefani	352 500 836	--	--
Q418	Via Giarano	352 507 776	--	--
Q419	Contrada Cavai	352 499 480	--	--
Q420	Via Palazzon	352 499 382	--	--
Q421	Via Costa	351 448 857	--	--
Q422	Frazione Costa (+ campo tennis)	352 510 009	--	--
Q423	Contrada Pieretti	352 504 190	--	--
Q424	Via Barbamarco	351 448 865	--	--
Q425	Via Barbamarco - cimitero	352 511 501	--	--
Q426	Colicello	352 510 971	--	--
Q427	Via Marini	352 507 105	--	--
Q428	Osteria Pian Grande	351 335 173	--	--
Q429	Casa riposo		--	--
Q430	Via Giaconi 2		--	--
			233.500	57.411,00

Dati identificativi dei punti di consegna degli impianti di illuminazione pubblica a carico del comune, consumi energetici e costi in bolletta - località Valstagna

3.6 Illuminazione privata o a carico di altri enti

Nel territorio sono stati rilevati diversi impianti di illuminazione non a carico del comune di San Nazario in quanto di proprietà privata o gestiti da altri enti. Le aree servite sono le stazioni dei treni, varie zone artigianali e commerciali, i cimiteri, i centri parrocchiali e lo svincolo tra la S.S. 50bis del Grappa e del Passo Rolle e la S.S. 47 della Valsugana. Oltre agli impianti privati sono presenti diversi impianti di proprietà comunale in gestione ad associazioni o società private per l'illuminazione di attività sportive; tali impianti hanno proiettori con potenza elevata (maggiore di 400 W) che necessitano di essere orientati secondo l'orizzonte per ridurre l'impatto sull'inquinamento luminoso. Se necessario per garantire l'uniformità dovranno essere utilizzati proiettori asimmetrici.



Apparecchi di illuminazione impianto sportivo "Campo sportivo"

Illuminazione stazioni dei treni

In queste zone sono presenti dei globi altamente inquinanti e delle armature stradali conformi a quanto prescritto dalla normativa vigente in materia di inquinamento luminoso.



Illuminazione stazione di San Nazario, San Marino e Carpanè



Apparecchi di illuminazione privati Stazione Primolano



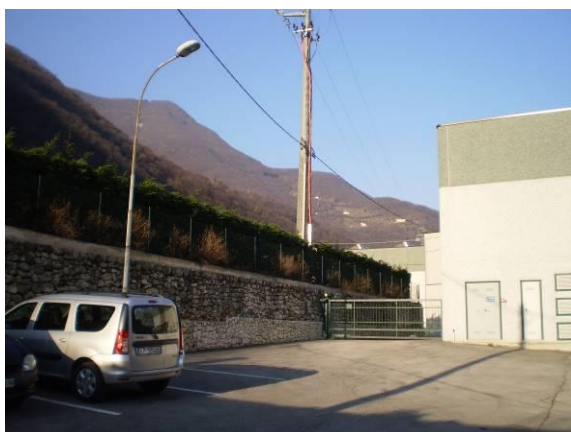
Apparecchi di illuminazione privati Stazione Valbrenta

Illuminazione aree commerciali e artigianali

In queste aree sono stati censiti dei proiettori su torri faro per l'illuminazione di grandi aree a parcheggio che presentano potenze elevate e che a causa del loro orientamento disperdono una quota rilevante del flusso luminoso verso l'alto. Per tali corpi si raccomanda di correggere l'inclinazione o di adottare proiettori con ottica asimmetrica.

Sono inoltre presenti sia corpi illuminanti conformi e dotati di vetro piano, sia apparecchi illuminanti con coppa prismatica che disperdono parte del flusso luminoso verso l'alto.





Illuminazione parcheggi e viabilità interna aree commerciali e artigianali



Apparecchi di illuminazione privati attività commerciale



Illuminazione privata Centro Commerciale



Apparecchi di illuminazione privati Forte Tombion



Apparecchi di illuminazione privati Pro Loco Primolano



Passaggio pedonale sul Brenta

Illuminazione centro parrocchiale

L'illuminazione del centro parrocchiale è composto da globi e da proiettori nella zona del campo sportivo parrocchiale che presentano un'inclinazione di montaggio superiore allo zero con conseguente dispersione del flusso luminoso verso l'alto. Per tali applicazioni la soluzione ideale sarebbe quella di installare nuovi proiettori con ottica asimmetrica; in alternativa possono essere mantenuti i proiettori attuali purché si corregga l'inclinazione o vengano installati specifici schermi in sommità al sostegno atti ad impedire la dispersione del flusso luminoso verso l'alto.

Si suggerisce la sostituzione dei globi con dei nuovi corpi cut-off.



Illuminazione centro parrocchiale

Illuminazione cimiteriale

L'illuminazione è composta da applique, corpi incassati a parete e segnapassi. Verificare che lo spegnimento dei punti luce avvenga entro le ore 24.00.



Illuminazione cimiteriale

Illuminazione aree residenziali

Sul territorio comunale si è rilevato un discreto numero di corpi illuminanti destinati all'illuminazione di zone private. In queste aree sono stati censiti corpi illuminanti sia di tipo stradale che di tipo tecnico. Alcuni risultano con coppa prismatica, non conforme dal punto di vista dell'inquinamento luminoso, altri sono sprovvisti di chiusura e risultano obsoleti. Qualora si volesse ovviare a tali situazioni si dovrebbe procedere all'installazione di nuovi corpi cut-off con sorgenti luminose più efficienti.

Oltre ai corpi censiti sono presenti nel territorio di San Nazario un buon numero di corpi illuminanti privati che comprendono perlopiù apparecchi residenziali più o meno inquinanti con potenze installate relativamente basse. Nella maggior parte dei casi le ore di funzionamento di tali apparecchi risultano ridotte.



Illuminazione aree residenziali private

In accordo con l'Amministrazione non sono previste ulteriori misure restrittive rispetto a quanto già previsto nel presente piano. L'ammodernamento dell'illuminazione privata avverrà con il coinvolgimento della cittadinanza attraverso incontri pubblici, seminari tecnici, la creazione di materiale promozionale e articoli di giornale. La sensibilizzazione ai temi di riduzione dell'inquinamento luminoso, le politiche di risparmio energetico, oltre all'entrata in vigore delle norme del piano provvederanno, nei prossimi anni, a realizzare il processo di rinnovamento dell'illuminazione del settore privato.

4 CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA DELLE STRADE

4.1 Metodologia di lavoro

In mancanza di un Piano Urbano del Traffico, si è proceduto alla classificazione delle strade in sintonia con quanto riportato nei provvedimenti di legge e ss.mm.ii. indicati nello specifico paragrafo.

I risultati delle analisi effettuate si possono riassumere per compiti visivi:

A - Autostrade;

B - Strade extraurbane principali;

C - Strade extraurbane secondarie;

D - Strade urbane di scorrimento;

E - Strade urbane di quartiere;

F - Strade locali;

F-bis. Itinerari ciclopedonali.

In base alla normativa per ciascuna di queste categorie, valutandone le caratteristiche di viabilità nelle varie situazioni, è stata attribuita una categoria illuminotecnica.

4.2 Analisi della viabilità

Nel territorio comunale la via di comunicazione principale è la S.S. 47 della Valsugana che collega Trento a Bassano del Grappa.

Il passaggio per i centri abitati avviene attraverso strade locali con la riduzione dei limiti di velocità del flusso veicolare. Un altro aspetto da tenere in considerazione è la presenza di incroci a raso e di diversi attraversamenti pedonali: tali punti di connessione generano zone di conflitto dovute alle diverse velocità di percorrenza dei veicoli. Il traffico pendolare si registra principalmente in direzione di Bassano del Grappa.

In assenza di un Piano Urbano del Traffico si procede ad una valutazione di carattere illuminotecnico dei diversi compiti visivi. Il presente piano, in base alla tipologia di strada, indica la classificazione di ingresso per l'analisi dei rischi. Per ulteriori dettagli si rimanda alle tavole della classificazione stradale.

4.3 Classificazione degli ambiti urbani ed extraurbani

Il “Nuovo Codice della Strada” (D.Lgs. 30/04/1992 n. 285 e s.m.i.) ha previsto la seguente classificazione delle strade sulla base delle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali:

- *tipo A*: autostrade;
- *tipo B*: strade extraurbane principali;
- *tipo C*: strade extraurbane secondarie;
- *tipo D*: strade urbane di scorrimento;
- *tipo E*: strade urbane di quartiere;
- *tipo F*: strade locali.

Sulla base delle indicazioni delle norme UNI 11248 e UNI EN 13201, ad ogni tipo di strada è assegnata una categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi consultabile nell'Allegato D - Classificazione delle strade. Nella stesura del piano di intervento, considerando parametri di influenza, è stata associata, a ciascuna strada, una categoria illuminotecnica di progetto. Si sono successivamente valutate le condizioni di esercizio per procedere alla riduzione del flusso luminoso nelle diverse fasce orarie.

Si riporta nel seguito una breve descrizione delle categorie:

- *categorie M*: riguardano i conducenti di veicoli motorizzati su strade che consentono velocità di marcia medio-alte;
- *categorie C*: riguardano i conducenti di veicoli motorizzati e si riferiscono a zone di conflitto come strade in zone commerciali, incroci stradali di una certa complessità, rotonde e zone con presenza di coda;
- *categoria P*: riguarda pedoni e ciclisti su zone pedonali e piste ciclabili, corsie di emergenza e altre zone della strada separate o lungo la carreggiata di una via di traffico, strade urbane con un limite di velocità molto basso (minore di 30 km/h), strade pedonali, aree di parcheggio, cortili scolastici, ecc.

Come detto in precedenza la classificazione delle strade in funzione del tipo di traffico e il corrispondente indice della categoria illuminotecnica viene definita dalla norma UNI 11248:2016.

La norma in particolare individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti delle strade. Fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificate e definite in modo esaustivo, nella UNI EN 13201-2, mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica.

Le categorie illuminotecniche individuate per il Comune di San Nazario in base ai vari tipi di strade classificate sono rappresentate nell'elaborato grafico T008 – Classificazione strade.

Le categorie illuminotecniche del presente piano sono da ritenersi categoria di riferimento funzionali al P.I.C.I.L., in quanto la progettazione effettiva di ogni intervento dovrà avvenire comunque previa obbligatoria verifica e analisi dei rischi da parte del progettista.

4.4 Requisiti illuminotecnici

Come già evidenziato, a ciascuna categoria sono associati determinati requisiti illuminotecnici in funzione delle esigenze visive degli utenti. Con riferimento alle strade di categoria ME, la tabella seguente indica i requisiti stabiliti dalla normativa vigente in termini di luminanza L minima, uniformità generale U_0 minima, uniformità longitudinale U_l minima e abbagliamento TI massimo:

- *luminanza L (cd/m^2)*: rappresenta il rapporto tra l'intensità luminosa emessa da una sorgente verso una superficie normale alla direzione del flusso e l'area della superficie stessa. La luminanza è legata alla quantità di luce riflessa dalla strada e fornisce un'indicazione di come può apparire una superficie stradale agli occhi degli utenti;
- *uniformità generale U_0 della luminanza*: è il rapporto tra i valori minimo e medio della luminanza della carreggiata destinata al traffico veicolare;
- *uniformità longitudinale U_l della luminanza*: è il rapporto tra i valori minimo e massimo della luminanza rilevati lungo l'asse della corsia dove tale rapporto è minimo;
- *abbagliamento fisiologico TI (%)*: è un indice percentuale che esprime l'impossibilità di percepire un ostacolo generata da un fastidio visivo proprio dei corpi illuminanti. Tale incapacità dipende dal "velo" creato all'interno dell'occhio da una eccessiva luminanza emessa dalla successione di apparecchi presenti nel campo visivo del conduttore.

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato				Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	Asciutto			Bagnato	Asciutto	Asciutto
	L [minima mantenuta] cd x m ²	U_o [minima]	U_l [minima]	U_{ow} [minima]	f_{Π} [massima] %	R_{EI} [minima]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

Requisiti illuminotecnici delle strade di categoria M

Si fa notare che un'adeguata e uniforme luminanza della carreggiata e una sufficiente limitazione dell'abbagliamento costituiscono requisiti fondamentali affinché la strada sia chiaramente riconoscibile e si costituisca uno sfondo luminoso sul quale eventuali ostacoli risaltino per contrasto.

Anche per le categorie C e P sono disponibili analoghe tabelle che riassumono i valori di illuminamento orizzontale da rispettare, qui a seguito riportate.

Categoria illuminotecnica C		
Categoria	Illuminamento orizzontale	
	E in lux (valore minimo mantenuto)	U_o (valore minimo)
C0	50	0,4
C1	30	0,4
C2	20	0,4
C3	15	0,4
C4	10	0,4
C5	7,5	0,4

Requisiti illuminotecnici delle strade di categoria C: rotatorie e svincoli, zone di conflitto in strade commerciali secondo UNI EN 13201-2 2016

Categoria illuminotecnica P		
Categoria	Illuminamento orizzontale	
	E in lux (valore minimo mantenuto)	E_{min} lux (valore minimo)
P1	15	3
P2	10	2

P3	7,5	1,5
P4	5	1
P5	3	0,6
P6	2	0,4
P7	Prestazione non determinata	Prestazione non determinata

Requisiti illuminotecnici per la categoria P: zone pedonali e ciclabili, parcheggi e cortili secondo UNI EN 13201-2 2016

L'illuminamento orizzontale tuttavia non è la sola grandezza di interesse per una corretta illuminazione delle zone di progetto. A questo scopo sono state introdotte le classi stradali EV, classi aggiuntive da impiegare in situazioni dove è di vitale importanza una chiara percezione delle superfici verticali. Il parametro da valutare diventa l'illuminamento verticale, il quale misura la quantità di luce che colpisce una figura o una superficie che si distingue rispetto ad uno sfondo. Queste classi assumono fondamentale importanza ad esempio negli attraversamenti pedonali, per i quali una corretta illuminazione della pavimentazione non è immediata garanzia di una buona visibilità dei pedoni.

Illuminamento del piano verticale	
Categoria	$E_{v,min}$ [mantenuto] lux
EV1	50
EV2	30
EV3	10,0
EV4	7,5
EV5	5,0
EV6	0,5

Requisiti illuminotecnici aggiuntivi per la categoria EV secondo UNI EN 13201-2 2016

Infine è possibile definire le classi aggiuntive SC. Queste ultime vengono applicate nelle aree pedonali, dove è apprezzabile una buona riconoscibilità facciale dei pedoni e un aumento della sensazione di sicurezza.

Illuminamento del piano verticale	
Categoria	$E_{sc,min}$ [mantenuto] lux
SC1	10,00
SC2	7,50
SC3	5,00
SC4	3,00
SC5	2,00

SC6	1,50
SC7	1,00
SC8	0,75
SC9	0,50

Requisiti illuminotecnici aggiuntivi per la categoria SC secondo UNI EN 13201-2 2016

4.5 Analisi e verifiche illuminotecniche

Sulla scorta del rilievo effettuato dello stato di fatto e delle non conformità emerse rispetto alla Legge Regionale, si è proceduto ad una verifica illuminotecnica mirata.

Tale analisi ha lo scopo di evidenziare situazioni particolarmente anomale dal punto di vista delle prestazioni illuminotecniche e/o inefficienti dal punto di vista energetico. Questo consente di adottare criteri di priorità per gli interventi di adeguamento che si intendono proporre.

Le analisi illuminotecniche hanno preso avvio dall'individuazione delle cosiddette "composizioni": ciascuna composizione è ricorrente sul territorio e fa riferimento ad una specifica combinazione di corpo illuminante, lampada, sostegno e geometria del compito visivo.

Le composizioni sono state raggruppate per ovvie ragioni di sintesi, individuando le situazioni limite di soddisfacimento dei compiti visivi delle apparecchiature presenti sul territorio comunale; sulla base dei risultati quantitativi evidenziati sono state svolte le considerazioni per la verifica della conformità o meno dal punto di vista visivo e per la determinazione della priorità di intervento per le situazioni particolarmente difformi; il criterio utilizzato è di tipo qualitativo. Nel Comune sono state individuate 338 composizioni distinte.

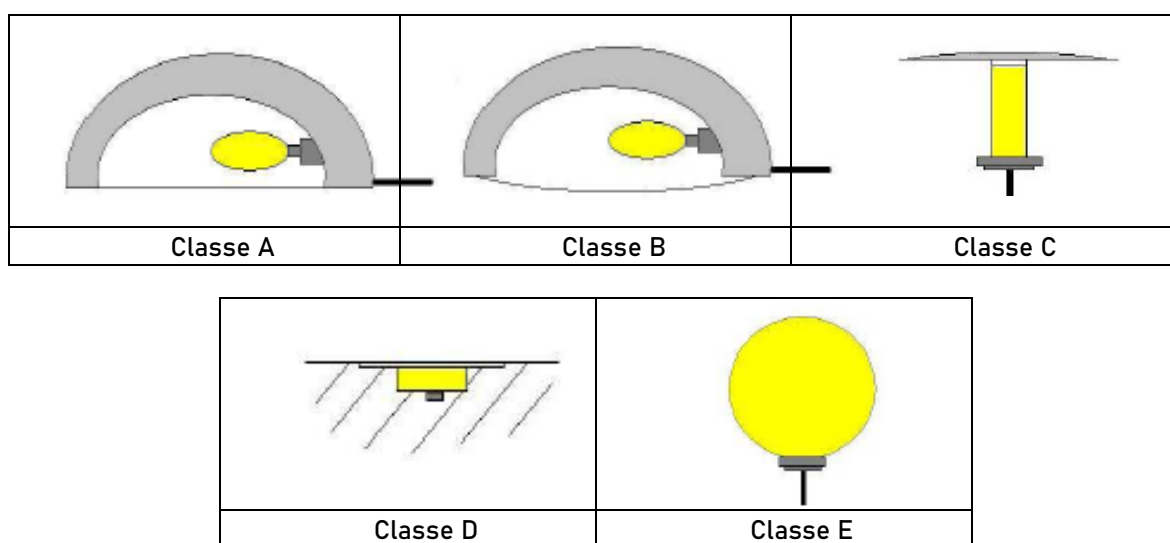
Le caratteristiche delle composizioni rilevate sono riportate nelle schede allegate alla presente relazione (Allegato B - Schede Composizioni). La loro posizione è mostrata nelle Tavole T001-T015 (Rilievo punti luce - stato di fatto). Le composizioni sono identificate con una lettera seguita da un numero progressivo (ad esempio A01): la lettera fa riferimento alla classificazione degli apparecchi illuminanti indicata nella normativa specifica comune anche in altre regioni. All'identificativo della composizione è anteposto un codice di due lettere per identificare la località di competenza:

- cm – Campolongo sul Brenta;

- cs – Cismon del Grappa;
- sn – San Nazario;
- vs – Valstagna.

Di seguito la classificazione degli apparecchi utilizzata:

- *classe A*: apparecchi con lampade recessed nel vano ottico superiore e vetro piano;
- *classe B*: apparecchi con lampade recessed nel vano ottico superiore e vetro curvo o coppa prismatica;
- *classe C*: apparecchi con schermatura superiore, ottica secondaria o frangiluce;
- *classe D*: apparecchi destinati all'illuminazione d'accento o effetti localizzati decorativi (tipicamente incassati);
- *classe E*: globi fortemente inquinanti.



Classificazione degli apparecchi illuminanti

Si fa notare che la codifica assegnata ai corpi illuminanti di Valbrenta tiene conto delle caratteristiche proprie degli apparecchi; non vengono valutati i tipi di sostegno (palo curvo, palo con sbraccio, testa-palo, mensola a parete, ecc.), le condizioni di installazione (che possono risultare più o meno corrette in relazione all'altezza, all'angolo di inclinazione, ecc.) e il tipo di lampada impiegata

(che può essere più o meno efficiente). I risultati delle analisi contenute nel Piano di intervento considerando anche le condizioni di installazione degli apparecchi illuminanti.

Su tutte le composizioni sono state condotte specifiche analisi per il calcolo e la verifica dei principali parametri illuminotecnici. Per ogni composizione è stata acquisita la curva fotometrica del corpo illuminante (essa rappresenta in forma grafica i valori dell'intensità luminosa emessa in tutte le direzioni). Nel caso degli apparecchi di provenienza non certificata perché molto vecchi (ad esempio alcune armature stradali), sono state utilizzate curve fotometriche di corpi illuminanti simili. I parametri illuminotecnici sono stati calcolati con un software professionale (Dialux), assumendo l'interasse fra i punti luce, l'altezza di installazione e la geometria del compito visivo in modo tale da ricostruire un modello rappresentativo della situazione reale limite esistente.

I parametri illuminotecnici calcolati sono stati confrontati con i requisiti prestazionali minimi richiesti dalla normativa tecnica di settore.

5 PIANO DI INTERVENTO

5.1 Metodologia di lavoro

Il presente capitolo ha lo scopo di illustrare il piano operativo di intervento suddiviso per applicazione e per aree omogenee, con particolare riferimento ai nuovi impianti privati residenziali e al riassetto dell'illuminazione pubblica. L'obiettivo principale di tale documento è quello di individuare dei criteri guida comunali minimi per la futura illuminazione, per tipologie di impianti e per aree di applicazione.

L'integrazione dell'illuminazione pubblica e privata deve consentire di gestire al meglio il territorio, con una copertura graduale e misurata, evitando l'utilizzo di fonti che alterino e mettano in pericolo la percezione dell'ambiente.

Come indicato nella citata Legge Regionale sono state valutate le priorità di intervento in funzione di:

- conformità degli apparecchi ai valori di inquinamento luminoso emesso verso l'alto;
- conformità degli apparecchi ai valori di efficienza energetica perseguiti;
- conformità degli apparecchi al compito del campo visivo richiesto;
- conformità degli impianti ai livelli di efficienza energetica perseguiti;
- conformità degli impianti ai requisiti di sicurezza elettrica.

5.2 Priorità di intervento

Il piano di riqualificazione degli impianti di illuminazione pubblica del Comune di Valbrenta individua tre livelli di priorità degli interventi, più un livello 0 attribuito alle situazioni conformi alla L.R. 17/09 che non richiedono azioni correttive. Di seguito un breve descrizione dei livelli di intervento:

➤ *Livello 1:* interventi che riguardano la sostituzione di impianti molto inquinanti o che evidenziano prestazioni illuminotecniche carenti per la sicurezza del campo visivo (anche se non particolarmente inquinanti). Gli interventi pertanto hanno una priorità alta e devono essere previsti nel breve periodo;

- **Livello 2:** interventi che riguardano principalmente la sostituzione degli impianti meno inquinanti e con una discreta efficienza: essi hanno una priorità media e possono essere previsti nel medio periodo;

- **Livello 3:** le situazioni riscontrate non sono particolarmente critiche. Gli interventi riguardano soprattutto l'adeguamento alla L.R. 17/09 di impianti di recente installazione e in buono stato: essi hanno una priorità bassa e possono essere programmati nel lungo periodo.

- **Livello 4:** le situazioni riscontrate riguardano corpi conformi soggetti a sostituzione solamente per aumentare il livello di efficienza energetica. Gli interventi hanno una priorità molto bassa e possono essere programmati nel lungo periodo.

5.3 Individuazione delle sorgenti luminose

Dall'analisi effettuata sono state evidenziate le situazioni di non conformità e a ciascuna situazione è stata attribuita una priorità. In base a tale priorità sono stati individuati gli interventi, suggerendo una proposta tecnica volta ad individuare la componente economica indispensabile per una corretta programmazione.

E' evidente che le ipotesi di intervento sono determinate da alcuni elementi essenziali:

- disponibilità economica dell'Amministrazione;
- lavori di messa a norma indispensabili per la sicurezza o un corretto funzionamento;
- grado di intervento che si vuole realizzare, se basato essenzialmente su una valutazione tecnica di tipo illuminotecnico ed energetico o riqualificando l'insieme con elementi di arredo urbano;
- tecnologie disponibili in fase di intervento e loro economicità.

Per la scelta della tipologia delle sorgenti luminose dovranno essere valutati diversi aspetti che si differenziano per:

- la resa luminosa a parità di potenza elettrica assorbita;
- colore della luce emessa (ad esempio: bianco, giallo, ecc.);
- resa cromatica, che indica le caratteristiche di una lampada per consentire l'apprezzamento delle sfumature di colore;

- vita media di funzionamento (ad es.: 1.000 ore, 6.000 ore, 12.000 ore, ecc.);
- valori di potenza unitaria che il mercato offre (50 W, 70W, 100 W, 125W, 150 W, 250 W, ecc.).

La scelta idonea delle lampade da utilizzare incide in modo considerevole sull'efficienza dell'intero sistema in senso energetico e funzionale.

Gli apparecchi a LED attualmente disponibili sul mercato non presentano più le problematiche del passato, legate al controllo delle correnti e delle tensioni di alimentazione e delle temperature di lavoro. Si evidenzia che i LED rappresentano sorgenti luminose molto efficienti (100÷120 lm/W) e fortemente regolabili. La durata di vita pari a circa 50.000 ore permette di ridurre i costi di manutenzione. Ciò assicura un sensibile abbattimento degli interventi di manutenzione (comunque necessari per la periodica pulizia dei corpi illuminanti) e dei relativi costi. Un aspetto tecnico da non trascurare è rappresentato dalla temperatura di colore dei LED: sono oggi disponibili LED ad alta efficienza e bassa temperatura di colore (3.000 K), che emettono una gradevole luce bianco-calda.

Le sorgenti al sodio alta pressione rappresentano uno standard della pubblica illuminazione e sono ormai una tecnologia consolidata e diffusa. I principali vantaggi di tali lampade sono costituiti dal basso costo e dall'elevata efficienza (80÷90 lm/W); per contro, esse hanno un basso indice di resa cromatica ed emettono una luce gialla. La regolazione può avvenire installando un alimentatore elettronico dimmerizzabile.

Le lampade agli ioduri metallici di ultima generazione, con bruciatore ceramico, sono caratterizzate da un'ottima resa cromatica, da una temperatura di colore intorno ai 2.800 K (luce bianca confortevolmente calda) e da un'efficienza energetica elevata, in linea con quella delle lampade al sodio alta pressione. Queste lampade, però, hanno una durata di vita ridotta e costi elevati. Tali lampade sono indicate per l'illuminazione di ambiti specifici; il loro uso diffuso e generalizzato sul territorio, pur valido dal punto di vista dell'efficienza energetica e della qualità della luce, non trova giustificazione economica.

Con riferimento al flusso emesso dagli apparecchi e all'inquinamento luminoso, si precisa che i LED costituiscono per loro natura sorgenti di luce unidirezionali (naturalmente verso il basso): dal punto di vista fotometrico, gli apparecchi sono classificati cut-off (schermati verso l'alto) e sono compatibili con

la norma UNI 10819 "Luce e illuminazione – Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della luminanza del cielo da luce artificiale". Una potenza installata nettamente inferiore a quella attuale garantisce un flusso efficace a terra pari o superiore (inteso come flusso nominale delle sorgenti meno la frazione del flusso che non esce dagli apparecchi, quella che esce ma è dispersa verso l'alto e/o ai lati e quella che, pur essendo diretta verso il basso, illumina inutilmente zone non appartenenti al compito visivo).

All'abbattimento della potenza installata si affianca la parzializzazione del flusso, estremamente agevole ed efficace con la tecnologia LED, secondo il profilo giornaliero ed annuale di funzionamento degli impianti. Il profilo di funzionamento prevede una parzializzazione degli impianti nelle ore di minor traffico (dal 100% al 50% della potenza elettrica assorbita) in particolare dopo la mezzanotte.

Non volendo entrare nel merito di possibili interventi che saranno oggetto di progettazione specifica da parte di progettista, in accordo con l'Amministrazione, il piano di intervento prevede uno scenario di intervento con l'utilizzo di corpi illuminanti LED.

A puro titolo esemplificativo, gli apparecchi a LED presi in considerazione nel presente piano di intervento sono di seguito illustrati.



Armature stradali a LED adatte alla sostituzione di punti luce non conformi (modelli puramente indicativi)



Corpi di arredo urbano a LED adatti alla sostituzione di punti luce non conformi (modelli puramente indicativi)



Proiettori adatti all'illuminazione di tipo decorativo (modelli puramente indicativi)

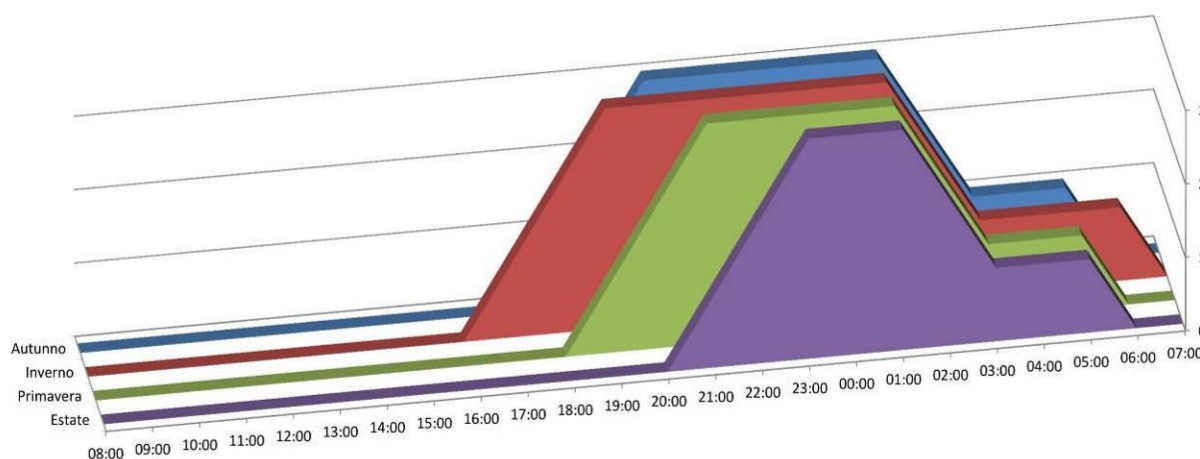
5.4 Azioni sulla alimentazione dei circuiti

Per tutti gli apparecchi di nuova installazione si intende prevedere una parzializzazione del flusso di tipo punto-punto secondo il profilo giornaliero ed annuale di funzionamento degli impianti. La tipologia di gestione di tale parzializzazione potrà essere individuata in fase esecutiva in un sistema di telecontrollo, sulla base di valutazioni economiche che lo giustifichino.

In fase esecutiva andrà valutata l'opportunità alternativa di installare dei controllori di flusso in sostituzione dei quadri esistenti, in grado di agire sulla tensione di alimentazione di tutti i circuiti collegati. Tale diversa soluzione, pur essendo molto interessante dal punto di vista energetico, presenta delle incognite di tipo tecnico: affinché essa sia vantaggiosa, tutte le lampade devono essere già ad alta efficienza (quelle al mercurio hanno problemi di accensione, salvo inserire un dispositivo su ogni apparecchio, ma ciò fa aumentare di molto i costi) e possibilmente tutte al sodio alta pressione per poter regolare la tensione a livelli più bassi (gli ioduri sopportano riduzioni minori). Inoltre, affinché il regolatore funzioni nella maniera ottimale, le cadute di tensione sulle parti terminali delle

linee devono essere limitate, altrimenti vi sono problemi di spegnimento delle lampade in coda alla linea. Tuttavia l'installazione del regolatore di flusso oltre al risparmio energetico e alla riduzione dell'inquinamento luminoso consente di stabilizzare la tensione di alimentazione ed evitare così le sollecitazioni indesiderate alle lampade, aumentandone la vita media e riducendo gli interventi di manutenzione.

La valutazione va fatta nel quadro complessivo dell'intervento che si vuole realizzare e pertanto in questa fase viene privilegiata la soluzione con la parzializzazione punto-punto valutandone le implicazioni economiche che consentiranno altre scelte.



Tipologia di profilo di funzionamento degli impianti

5.5 Tipologie di intervento sui quadri elettrici

Le specifiche relative ai quadri rilevati sono contenute nell'allegato C – Quadri elettrici. La verifica effettuata ai quadri elettrici aveva lo scopo di individuare eventuali carenze normative e lo stato di degrado. Come detto in precedenza le verifiche si sono limitate ad un esame a vista per accertare se l'impianto elettrico ha i requisiti necessari per ridurre il rischio elettrico al di sotto del limite accettabile facendo riferimento alle Norme CEI e alle disposizioni di legge. Nell'allegato E – Piano di intervento sono descritti gli interventi necessari alla messa a norma degli impianti.

5.6 Tipologie di intervento sui corpi illuminanti

Gli interventi proposti riguardano principalmente la sostituzione delle tipologie di corpi illuminanti considerati inquinanti dal punto di vista luminoso. L'intervento prevede nella messa a norma di garantire anche i requisiti illuminotecnici di sicurezza. Il dettaglio dei singoli interventi è contenuto negli Allegati *E - Piano di intervento* mentre la distribuzione planimetrica è riportata nelle tavole *T025 - T026 - T027 - Conformità alla legge e Piano di intervento* allegate alla presente relazione.

In linea generale il piano prevede di installare i nuovi apparecchi nelle stesse posizioni occupate dai punti luce esistenti, mantenendo gli interassi attuali. Nei casi in cui gli interassi attuali risultino eccessivamente elevati in rapporto alla geometria delle strade, si prevede la loro riduzione con conseguente aumento del numero di punti luce.

Di seguito sono descritte le tipologie di intervento adottate nel piano:

Predisporre opportuna illuminazione

L'intervento riguarda la predisposizione di una diversa tipologia di illuminazione (sostegni, corpi illuminanti e lampade) in sostituzione degli attuali corpi non conformi. Per questo tipo di intervento il piano rimanda ad un progetto illuminotecnico di dettaglio.

Sostituzione apparecchio

L'intervento di adeguamento di questi punti luce rappresentato dalla sostituzione degli apparecchi illuminanti con nuovi corpi mantenendo invariata sia la posizione che l'altezza di installazione.

Sostituzione apparecchio e sostegno

L'intervento di adeguamento di questi punti luce rappresentato dalla sostituzione degli apparecchi illuminanti e del sostegno con nuovi corpi mantenendo invariata sia la posizione che l'altezza di installazione.

Sostituzione apparecchio e riposizionamento mensola

L'intervento di adeguamento di questi punti luce rappresentato dalla sostituzione degli apparecchi illuminanti con nuovi corpi variando l'altezza di installazione della mensola.

Sostituzione apparecchio, palo e plinto

L'intervento di adeguamento di questi punti luce è rappresentato dalla sostituzione degli apparecchi illuminanti e dei sostegni con nuovi apparecchi. Nella fase progettuale si dovrà verificare che i punti luce così modificati garantiscano il rispetto dei requisiti illuminotecnici delle strade al variare delle altezze di installazione.

Ridurre inclinazione o predisporre proiettori asimmetrici

L'intervento prevede di verificare la possibilità di ridurre l'inclinazione dei proiettori mantenendo costante l'illuminazione; in caso contrario prevedere adozione di proiettori asimmetrici correttamente installati.

Ridurre inclinazione

L'intervento prevede la rotazione degli attuali corpi installati per garantire la riduzione dell'inquinamento luminoso. In fase realizzativa è necessario verificare la corretta illuminazione del compito visivo.

Infittimento

L'intervento riguarda l'installazione di nuovi punti luce (pozzetto, sostegno, corpo illuminante, lampada) per integrare la linea esistente.

Rifacimento linea

L'intervento riguarda la sostituzione integrale degli attuali corpi illuminanti (pozzetto, sostegno, corpo illuminante, lampada) e il posizionamento di nuovi punti luce con interassi inferiori.

5.7 Analisi economica e risparmio energetico

Il piano di intervento è uno strumento preliminare che permette valutazioni di ordine tecnico-economico sulla fattibilità della messa a norma degli impianti attuali. In accordo con l'Amministrazione comunale si è scelto, ove fosse necessario, che la sostituzione dei corpi illuminanti avvenga prevedendo uno scenario con tecnologia a LED. Tali soluzioni prefigurano delle azioni di progetto possibili, che vanno armonizzate con la reale messa a norma degli impianti, da svilupparsi in fase definitiva ed esecutiva. I contenuti del piano di intervento sono puramente indicativi e non vincolanti.

A fronte di un adeguamento dei livelli di illuminazione sulle strade, aree pedonali, parcheggi, ecc., con conseguente aumento della sicurezza, l'utilizzo dei nuovi apparecchi a LED riduce la potenza installata e i consumi energetici.

Nell'Allegato E – Piano di Intervento sono riportati i costi relativi alla messa a norma degli impianti secondo le specifiche della L.R. n. 17/09 garantendo i requisiti illuminotecnici dei compiti visivi.

I costi di investimento riportati nell'allegato comprendono la rimozione e lo smaltimento dei punti luce esistenti e la fornitura e posa in opera di quelli nuovi (sostegni, apparecchi illuminanti, lampade e ausiliari elettrici). I costi includono inoltre la regolazione di tipo stand-alone dei nuovi apparecchi (programmabile secondo il profilo di funzionamento desiderato) ed escludono un eventuale sistema di telecontrollo. Nei casi di riduzione degli interassi attuali troppo elevati con conseguente aumento dei punti luce, i costi di investimento comprendono le opere civili ed elettriche relative all'allaccio dei nuovi apparecchi e la formazione della linea.

5.7.1 Risultati attesi

L'adeguamento proposto comporta la messa a norma di tutti gli impianti di utenza comunale.

Lo scenario LED prevede una riduzione dei consumi di energia elettrica della pubblica illuminazione pari a circa 302.000 kWh/anno, circa il 40% del consumo attuale. Il risparmio annuale in termini economici è quantificabile in circa 73.000 euro.

Nella tabella seguente è riportato un confronto relativo ai consumi e ai costi di esercizio tra lo stato attuale e l'intervento proposto. Dal calcolo degli indici di efficienza energetica rimane esclusa l'illuminazione degli impianti sportivi e delle luminarie in quanto inficerebbero la validità degli indici calcolati a causa del loro ridotto utilizzo e delle elevate potenze installate.

	Stato attuale	Stato di progetto
Numero di punti luce (senza impianti sportivi)	2023	2198
Potenza installata lampade e alimentatori (kW)	225,89	141,48
Consumo di energia elettrica (kWh/anno)	758 500	456 338
Prezzo di acquisto dell'energia IVA incl. (€/kWh)	0,242	0,242
Costo in bolletta (€/anno)	183 500	110 433
Ore equivalenti di accensione delle lampade (ore anno)	3358	3225

Potenza installata media per punto luce (W/p.l.)	112	64
Consumo annuo medio per punto luce (kWh/p.l.)	375	208
Costo in bolletta annuo medio per punto luce (€/p.l.)	91	50

Variazione degli indici di efficienza a seguito dell'intervento proposto per quanto riguardale utenze comunali di illuminazione pubblica

La valutazione avviene attraverso il confronto degli indici calcolati con valori statistici di riferimento, caratteristici di realtà simili al Comune di Valbrenta in termini di dimensioni territoriali e numero di abitanti.

Le ore equivalenti di accensione delle lampade misurano il livello di regolazione degli impianti. Esse rappresentano il rapporto fra il consumo annuo di energia elettrica degli impianti e la potenza totale installata: all'aumentare del grado di regolazione, le ore equivalenti si riducono, in quanto diminuisce il consumo a parità di potenza installata. Per gli impianti non soggetti ad alcuna regolazione le ore equivalenti coincidono con quelle effettive di accensione delle lampade e sono pari a circa 4.200 ore/anno. Nel caso specifico del Comune di Valbrenta le ore equivalenti sono molto più basse in conseguenza dello spegnimento alternato dei punti luce nelle ore notturne. A questo proposito si fa notare che lo spegnimento alternato, pur rappresentando un'efficace misura di risparmio, non costituisce una soluzione di efficienza energetica, in quanto determina un'illuminazione stradale disuniforme a discapito del comfort visivo e della sicurezza degli utenti. La corretta regolazione degli impianti deve essere affidata ai dispositivi di riduzione del flusso luminoso, sia centralizzati che puntuali, in grado di attenuare il flusso emesso dalle lampade nelle ore centrali della notte, riducendo i consumi di energia senza compromettere l'uniformità dell'illuminazione stradale e senza penalizzare la qualità del servizio offerto ai cittadini.

La potenza installata media per punto luce è un indice dell'efficienza energetica del parco apparecchi-lampade: a parità di flusso diretto sulla sede stradale, maggiori sono l'efficienza ottica degli apparecchi e l'efficienza luminosa delle lampade e minore è la potenza installata delle lampade medesime. Valori nell'intorno di 80 W/p.l. (incluse le perdite degli alimentatori) sono tipici di una buona efficienza. L'obiettivo del piano è diminuire il costo annuo di ogni punto luce.

I rimanenti due indici in Tabella (consumo e costo annuo medio per punto luce) sono una diretta conseguenza di quelli già analizzati: un impianto avente un parco di apparecchi e lampade efficiente con un buon grado di regolazione registra un basso consumo energetico e una bolletta "leggera". Gli

indici del Comune di Valbrenta sono stati ridotti operando prioritariamente sulla sostituzione degli apparecchi inquinanti con nuovi apparecchi cut-off e sorgenti luminose ad alta efficienza.

5.7.2 Costi di investimento

Il piano prevede interventi di efficientamento degli impianti di illuminazione pubblica e la messa a norma dei corpi illuminanti ai sensi della L.R. 17/09 con l'adeguamento dell'illuminazione alle normative della sicurezza stradale. Tali interventi interessano sia gli impianti economicamente efficienti che quelli più dispendiosi. I costi per garantire la riduzione dell'inquinamento luminoso degli impianti di illuminazione pubblica del comune sono stimati in circa 2.555.000 euro. In alcuni tratti di strada si è dovuto intervenire riducendo il passo tra i punti luce. Il piano di intervento prevede l'installazione di 175 nuovi punti luce. La tabella seguente riepiloga il costo dei singoli interventi.

Tipologia di intervento	Numero corpi ill.	Costo IVA incl. (€)
Ridurre inclinazione	60	€ 10 120,00
Ridurre inclinazione o predisporre proiettori asimmetrici	178	€ 37 962,65
Sostituzione lampada	16	€ 2 024,00
Sostituzione apparecchio	909	€ 837 594,45
Sostituzione apparecchio e riposizionamento mensola	80	€ 88 562,65
Sostituzione apparecchio e sostegno	3	€ 5 616,60
Sostituzione apparecchio, palo e plinto	191	€ 389 645,30
Sostituzione apparecchio e infittimento	141	€ 239 616,30
Sostituzione apparecchio, palo, plinto e infittimento	116	€ 255 112,55
Rifacimento linea	183	€ 688 323,82
Totali	2358	€ 2 554 578,32

Valutazione dei costi per tipologia di intervento

Gli interventi proposti prevedono una riduzione dei consumi a carico del comune (circa 302.000 kWh/anno) e generano un risparmio in bolletta pari a circa 73.000 euro/anno (IVA incl.). Tali interventi

permettono di garantire la riduzione dell'inquinamento luminoso e di realizzare l'efficientamento energetico. Il tempo di rientro medio di tali impianti è pari a 35 anni.

La tabella 12 riepiloga i costi di intervento rispetto alle priorità. Si fa notare che per gli apparecchi non conformi alla L.R. 17/09 con priorità alta (il livello 1 è rappresentativo degli interventi da pianificare nel breve periodo) sono previsti investimenti pari a circa 835.000 euro. In alcuni casi si è previsto la sostituzione di corpi conformi alla L.R. 17/09 nell'ottica di garantire uniformità illuminotecnica lungo il tratto di strada.

Priorità di intervento	Numero corpi ill.	Costo IVA incl. (€)
Priorità 0 – Conformi alla L.R. 17/09	480	0,00
Priorità 1 – Non conforme	658	834 580,59
Priorità 2 – Non conforme	810	1 232 055,61
Priorità 3 – Non conforme	401	483 691,73
Priorità 4 – Conformi ma obsoleti	9	4 250,40
Totali	2358	2 554 578,32

Valutazione dei costi di intervento per priorità

5.7.3 *Riduzione dei costi di manutenzione*

L'installazione della tecnologia LED di ultima generazione permette una riduzione ai costi di manutenzione degli impianti. Considerando la lunga durata di vita dei LED, almeno pari a 50.000 ore (12 anni), si può considerare una significativa riduzione dei costi manutentivi.

Si stima che la spesa per manutenzione degli impianti d illuminazione del Comune di Valbrenta sia pari a circa 30.000 euro/anno. L'abbattimento degli interventi di manutenzione (comunque necessari per la periodica pulizia dei corpi illuminanti) considerando l'adozione di tecnologia LED e la realizzazione di 175 nuovi punti luce è stimabile in circa 9.000 euro/anno.

6 PIANIFICAZIONE DI NUOVI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

I requisiti minimi di progetto formano lo strumento con il quale l'Amministrazione Comunale pone dei limiti a chiunque si troverà ad operare nel suo territorio, sia per realizzare impianti di illuminazione pubblica, sia privati nell'ambito di aree residenziali, lottizzazioni, artigianali, ecc. Tale paragrafo è stato realizzato in accordo con le prescrizioni con la Legge Regionale 7.08.2009 n. 17 "Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici". Il P.I.C.I.L. costituisce l'atto di programmazione per la realizzazione dei nuovi impianti di illuminazione e per ogni intervento di modifica, adeguamento, manutenzione, sostituzione ed integrazione sulle installazioni di illuminazione esistenti nel territorio comunale.

6.1 Quota annuale di incremento (IA)

In armonia con i principi del Protocollo di Kyoto, come previsto dalla L.R. 17/09 art. 5 comma 3, i comuni devono verificare che la quota annuale di incremento massima (IA) sia minore dell'1% del consumo effettivo. Tale quota per il Comune di Valbrenta è pari a circa 6.360 kWh/anno. Solo in caso di interventi di efficientamento, previa adeguata e dettagliata contabilizzazione, la quota annuale di incremento (IA) potrà essere aumentata con l'effettivo risparmio di energia elettrica conseguito. La quota di incremento massima è influenzata dalla tipologia di regolazione delle linee, che in molti casi presenta spegnimento alternato nelle ore notturne. Come detto in precedenza tale tipologia di regolazione, che genera sicuramente benefici economici, non consente di garantire l'uniformità d'illuminazione del compito visivo. Il consumo in regime di parziale spegnimento alternato nelle ore notturne è pari a 636.000 kWh/anno. Si stima che il consumo a pieno regime di illuminazione sia pari a circa 795.000 kWh.

6.2 Documentazione di progetto

L'illuminazione esterna pubblica e privata di edifici, giardini, strade, piazze è soggetta alle disposizioni della L.R. 17/09 e s.m.i. che dispongono in materia di contenimento di tutti i fenomeni di inquinamento luminoso e di risparmio energetico.

In particolare, come previsto nell'Allegato A - Linee guida per l'attuazione del P.I.C.I.L., i professionisti incaricati della realizzazione dei progetti d'illuminazione, dovranno corredare la relazione illustrativa, della seguente documentazione:

- dichiarazione di conformità del prodotto alla L.R. 17/09 e s.m.i. (Allegato A4);
- dichiarazione di conformità del progetto alla L.R. 17/09 e s.m.i. (Allegato A2).

A fine lavori gli installatori rilasceranno una dichiarazione di conformità dell'installazione rispetto al progetto illuminotecnico ed ai criteri della L.R. 17/09 e s.m.i. (Allegato A3).

Secondo quanto definito dalla L.R. 17/09 e s.m.i. sono esclusi dal progetto illuminotecnico e quindi soggetti al solo deposito in comune della dichiarazione di conformità ai requisiti di legge rilasciata dall'impresa installatrice gli impianti di modesta entità o temporanei quali:

a) sorgenti di luce internalizzate e quindi non inquinanti, quali gli impianti di illuminazione sotto tettoie, portici, sottopassi, gallerie e strutture similari, con effetto totalmente schermante verso l'alto (L.R. 17/09 articolo 9, comma 4, lettera a);

- sorgenti di luce facenti parte di installazione temporanea, che vengano rimosse entro un mese dalla messa in opera, o che vengano spente entro le ore ventuno nel periodo di ora solare ed entro le ore ventidue nel periodo di ora legale (L.R. 17/09 articolo 9, comma 4, lettera b);

- impianti che vengono accesi per meno di dieci minuti da un sensore di presenza o movimento, dotati di proiettori ad alogeni o lampadine a fluorescenza compatte o altre sorgenti di immediata accensione (L.R. 17/09 articolo 9, comma 4, lettera c);

- per i porti, gli aeroporti e le altre strutture non di competenza statale, limitatamente agli impianti e ai dispositivi di segnalazione strettamente necessari a garantire la sicurezza della navigazione marittima e aerea (L.R. 17/09 articolo 9, comma 4, lettera d);

- per le installazioni e per gli impianti di strutture, la cui progettazione, realizzazione e gestione sia regolata da specifica normativa statale (L.R. 17/09 articolo 9, comma 4, lettera e);

- per gli impianti dotati di piccole sorgenti tipo fluorescenza, gruppi di led o di sorgenti simili, caratterizzati dai seguenti requisiti:

1. in ciascun apparecchio, il flusso totale emesso dalle sorgenti non sia superiore a 1800 lumen;
 2. ogni apparecchio emetta meno di 150 lumen verso l'alto;
 3. gli apparecchi dell'impianto d'illuminazione non emettano, complessivamente, più di 2.250 lumen verso l'alto;
- b) impianti di rifacimento, ampliamento e manutenzione ordinaria di impianti esistenti con un numero di sostegni inferiore a cinque;
- c) insegne pubblicitarie di esercizio non dotate di illuminazione propria, come indicate all'articolo 23 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, "Nuovo codice della strada" e successive modificazioni e al decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992, n. 495, "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada" e successive modificazioni, e quelle con superfici comunque non superiori a sei metri quadrati, installate con flusso luminoso in ogni caso diretto dall'alto verso il basso, realizzate secondo le prescrizioni di cui all'articolo 9, comma 2, lettera a) della L.R. 17/09;
- d) apparecchi di illuminazione esterna delle superfici vetrate, in numero non superiore a tre per singola vetrina, installati secondo le prescrizioni di cui all'articolo 9, comma 2, lettera a);
- e) insegne a illuminazione propria, anche se costituite da tubi fluorescenti nudi;
- f) installazioni temporanee per l'illuminazione di cantieri comunque realizzate secondo le prescrizioni di cui all'articolo 9, comma 2, lettera a).

Per chiunque realizzi impianti di illuminazione pubblica e privata in difformità alle disposizioni della L.R. 17/09 e s.m.i. è prevista una sanzione amministrativa come riportato all'art. 11 della medesima legge.

6.3 Indicazioni per la verifica della conformità di progetto ai sensi della L.R. 17/09

I progetti illuminotecnici che saranno presentati verranno valutati, dall'ufficio tecnico, sulla base delle indicazioni contenute in tabella.

Oggetto	Ambito	Cosa verificare	Limite
Apparecchi illuminanti	Generico	Intensità luminosa	< 0.49 cd per 1000 lumen a 90° e oltre
Lampade	Generico	Efficienza	> 90 lm/W
	Monumenti/Edifici Zone pedonalizzate	Indice di resa cromatica (Ra)	Ra > 65
Superficie illuminata	Stradale	Luminanza media	< 1 cd/mq
Impianti	Generico	Presenza dispositivi di riduzione del flusso luminoso	Riduzione in misura superiore al 30% rispetto al pieno regime di operatività, entro le ore ventiquattro
Alimentazione con pannelli fotovoltaici	Generico	Rendimento pannelli	≥ al 10%
Insegne	Generico	Tipo Illuminazione	Dall'alto verso il basso
		Flusso luminoso	< 4.500 lumen
	Non preposte alla sicurezza e ai servizi di pubblica utilità	Spegnimento	Alla chiusura dell'esercizio e entro le ore 24
Fari, Torri-faro e riflettori	Parcheggi, piazzali, cantieri, svincoli ferroviari e stradali, complessi industriali e grandi aree	Intensità luminosa	= 0 cd per 1000 lumen a 90° e oltre
		Tipo di proiettori	Asimmetrici
Edifici di interesse storico, architettonico, monumentale	Generico	Intensità luminosa	< 0.49 cd per 1000 lumen a 90° e oltre
		Potenza illuminazione	Spegnimento o riduzione almeno del 30% entro le ventiquattro
		Tipo illuminazione	Dall'alto verso il basso oppure se non realizzabile verificare: - luminanza media massima sulla superficie da illuminare 1 cd/m2 - illuminamento fino 15 lux - fasci di luce contenuti all'interno della sagoma

Indicazioni per la verifica della conformità di progetto

Allo scopo di predisporre impianti ad alta efficienza, fatte salve le indicazioni della tabella 13, impiegare, a parità di luminanza, apparecchi con:

- minor potenza elettrica;
- massimo interesse di punti luce;
- minor costo;

- minor interventi di manutenzione;
- rendimento superiore al 60%.

Per gli impianti di nuova realizzazione:

- il rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non deve essere inferiore al valore di 3,7 (sono consentite soluzioni alternative in presenza di ostacoli o in quanto migliorativi per l'efficienza dell'impianto);
- utilizzare apparecchi lungo entrambi i lati della strada per luminanze di progetto superiori a 1,5 cd/m² o per carreggiate maggiori a 9 metri.

6.4 Criteri per la valutazione del progetto illuminotecnico

Il progetto illuminotecnico deve essere redatto in caso di realizzazione di nuovi impianti illuminotecnici e all'adeguamento e trasformazione degli impianti esistenti, ai sensi della UNI 11630:2016.

La norma si applica al progetto illuminotecnico relativi ai seguenti ambiti:

- a. ambienti interni ed esterni;
- b. installazioni sportive;
- c. impianti stradali e aree esterne, quali parchi, giardini, parcheggi, ecc;
- d. impianti architettonici e monumentali;
- e. gallerie e sottopassi.

Il progetto di un impianto di illuminazione si compone di:

- progetto illuminotecnico;
- progetto dell'impianto elettrico e delle strutture dell'impianto.

Il progetto illuminotecnico di un'opera multidisciplinare è redatto contestualmente al progetto dell'opera nel suo insieme.

Il calcolo illuminotecnico deve essere aderente alle reali condizioni geometriche della zona d'intervento tenendo altresì conto delle eventuali interferenze con altre strutture ed impianti, arredi e similari, esistenti o previsti.

6.5 Requisiti per l'equivalenza di un prodotto

Ai fini del progetto illuminotecnico, si considerano due o più prodotti equivalenti fra loro quando sussistono contestualmente la similarità delle seguenti caratteristiche:

- I. estetiche: intese come valore estetico e/o impatto visivo;
- II. colore della luce: intese come temperatura di colore;
- III. energetiche: intese come consumi energetici in relazione allo stesso progetto;
- IV. qualitative: intese come caratteristiche tecniche e tecnologiche;
- V. colorimetriche: intese come caratteristiche di indice di resa cromatica;
- VI. illuminotecniche: intese come prestazioni fotometriche che garantiscono risultati illuminotecnici similari in relazione allo stesso progetto.

6.6 Contenuti del progetto illuminotecnico

La normativa vigente prevede tre livelli di progettazione:

- Progetto di fattibilità tecnico-economico;
- Progetto definitivo;
- Progetto esecutivo.

Per ogni livello di progettazione si elencano i contenuti minimi per la stesura del progetto illuminotecnico.

Nel caso di categorie illuminotecniche di tipo M, il progettista deve allegare anche i valori di illuminamento calcolati nei punti della griglia usata per il calcolo del valore medio della luminanza del manto stradale.

6.6.1 Progetto di fattibilità tecnico-economico

Il progetto illuminotecnico di fattibilità tecnico-economico deve essere costituito dai seguenti elementi:

- Relazione illustrativa

- Descrizione dello stato di fatto;
- Analisi degli obiettivi;
- Individuazione e quantificazione degli interventi;
- Individuazione delle alternative progettuali;
- Riassunto dei risultati dell'analisi energetica;
- Analisi dei costi/benefici;
- Stima delle tempistiche di intervento;
- Eventuali foto simulazioni.
- Relazione tecnica
 - Analisi dei requisiti funzionali;
 - Descrizione delle specifiche tecniche;
 - Valutazioni illuminotecniche preliminari.
- Studio di prefattibilità ambientale
 - Analisi energetica preliminare;
 - Programmazione degli smaltimenti.
- Conoscenza del territorio
 - Analisi puntuale dello stato di fatto: censimento;
 - Analisi dei requisiti della normativa tecnica e della legislazione vigente;
 - Analisi della documentazione urbanistica approvata/adottata dalle pubbliche amministrazioni.
- Elaborati grafici di progetto in scala adeguata
 - Censimento puntuale;
 - Categorie funzionali / illuminotecniche;
 - Restituzione grafica dell'intervento progettuale.
- Prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza
- Calcolo sommario della spesa con stima dei costi di installazione e dei sistemi di controllo e gestione
- Quadro economico

Nel caso in cui il progetto sia posto a base di gara vi è la necessità di suddividere le specifiche tecniche con modalità differenti e introdurre le seguenti analisi:

- Analisi dei prezzi unitari, elenco dei prezzi unitari e computo metrico estimativo
- Quadro di incidenza della manodopera
- Capitolato speciale descrittivo e prestazionale del progetto e schema di contratto
- Relazione specialistica di calcolo illuminotecnica con analisi dei rischi con riferimento agli ambiti analizzati nel presente piano
- Piano di sicurezza e di coordinamento
- Piano particellare di esproprio (se necessario)

6.6.2 *Progetto definitivo*

Il progetto illuminotecnico definitivo deve essere costituito dai seguenti elementi:

- **Relazione generale**
 - Informazioni dei singoli elementi tecnici componenti l'impianto;
 - Analisi e descrizione dettagliata del progetto;
 - Descrizione delle soluzioni tecniche;
 - Cronoprogramma per le successive fasi di progetto e realizzative dell'opera.
- **Relazioni tecniche e specialistiche**
 - Relazione specialistica di calcolo illuminotecnico con analisi dei rischi;
 - Relazione sulle interferenze;
- **Rilievi planoaltimetrici e studio dettagliato di inserimento urbanistico**
 - Rilievi planoaltimetrici (se necessari);
 - Fotosimulazioni o disegni degli elementi nel contesto.
- **Studio di impatto ambientale**
 - Analisi energetica definitiva;
 - Indicazioni definitive per lo smaltimento dei rifiuti;
- **Elaborati grafici di progetto in scala adeguata**
 - Censimento puntuale;
 - Categorie funzionali / illuminotecniche di progetto;
 - Restituzione grafica dell'intervento progettuale;
 - Schemi di dettaglio.
- **Calcoli delle strutture e degli impianti**
 - Calcoli illuminotecnici esplicitando metodo di calcolo utilizzato, il software utilizzato. Saranno allegate le fotometrie dei prodotti impiegati aventi riferimenti univoci e in formato digitale;
 - Schemi degli impianti elettrici.
- **Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici del progetto definitivo con schede tecniche dei materiali utilizzati**
- **Analisi dei prezzi unitari**
- **Elenco dei prezzi unitari**
- **Computo metrico estimativo**
- **Quadro economico**
- **Aggiornamento del documento contenente le prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza**

Data la specificità della materia è possibile indicare "marca e modello" solo se accompagnata dalla dicitura "o equivalente sotto il profilo estetico, funzionale, ottico ed energetico".

Nel caso in cui il progetto sia posto a base di gara vi è la necessità di suddividere le specifiche tecniche con modalità differenti e introdurre le seguenti analisi:

- Capitolato speciale descrittivo e prestazionale del progetto
- Quadro di incidenza della manodopera
- Schema di contratto
- Piano di sicurezza e di coordinamento
- Piano particellare di esproprio (se necessario)

6.6.3 *Progetto esecutivo*

Il progetto illuminotecnico esecutivo deve essere costituito dai seguenti elementi:

- Relazione generale
 - Censimento puntuale corredato dalle più ampie informazioni;
 - Descrizione dettagliata del progetto;
 - Descrizione delle soluzioni tecniche esecutive;
 - Schede tecniche esecutive dei materiali selezionati;
 - Analisi energetica.
- Relazioni tecniche e specialistiche
 - Relazione specialistica di calcolo illuminotecnico con analisi dei rischi;
 - Relazione sulle interferenze;
- Elaborati grafici di progetto in scala adeguata
 - Rappresentazione puntuale dettagliata dello stato di fatto degli impianti illuminotecnici;
 - Categorie funzionali / illuminotecniche di progetto;
 - Restituzione grafica dell'intervento progettuale;
 - Schemi di dettaglio.
- Calcoli delle strutture e degli impianti
 - Calcoli illuminotecnici esplicitando metodo di calcolo utilizzato, il software utilizzato. Saranno allegate le fotometrie dei prodotti impiegati aventi riferimenti univoci e in formato digitale;
 - Schemi e dimensionamento degli impianti elettrici.
- Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti
- Piano di sicurezza e di coordinamento
- Quadro di incidenza della manodopera
- Cronoprogramma
- Analisi dei prezzi unitari
- Elenco dei prezzi unitari
- Computo metrico estimativo

- Quadro economico
- Capitolato speciale descrittivo e prestazionale del progetto
- Quadro di incidenza della manodopera
- Schema di contratto
- Piano di sicurezza e di coordinamento
- Piano particellare di esproprio (se necessario)

Data la specificità della materia è possibile indicare “marca e modello” solo se accompagnata dalla dicitura “o equivalente sotto il profilo estetico, funzionale, ottico ed energetico”.

6.7 Condizioni di esercizio e parzializzazione dei flussi luminosi

La normativa UNI 11248 2016 permette di ridurre la classe illuminotecnica di esercizio durante le ore notturne qualora il traffico si riduca di almeno il 50% rispetto ai valori massimi consentiti dalla classificazione stradale del Nuovo Codice della Strada. Ciò si concretizza in una riduzione dei flussi luminosi e quindi in un risparmio energetico significativo, che consente di migliorare ulteriormente l'efficienza energetica degli impianti.

Uno dei mezzi più diffusi a questo scopo è il regolatore di tensione, ovvero uno strumento in grado di regolare la potenza erogata ai circuiti mediante un'azione di riduzione programmata della tensione. Tali apparecchi però agiscono sull'intero impianto o su determinate linee di alimentazione. I nuovi corpi LED sono invece dotati di sistemi di dimmerazione punto a punto, sono cioè programmabili singolarmente, anche in funzione della stagionalità, con una conseguente gestione più efficace degli impianti ed un risparmio energetico che può raggiungere facilmente il 30%.

La scelta di applicare diversi orari di riduzione dovrà essere valutata dal progettista nell'analisi dei rischi. Si precisa come le indicazioni riportate nel presente piano siano derogabili in accordo con l'amministrazione qualora siano necessari in alcune aree flussi luminosi maggiori finalizzati a garantire un'adeguata sicurezza pubblica.

6.8 Sistemi di illuminazione adattivi

Un altro metodo per ottenere risparmi energetici consistenti è quello dell'utilizzo di sistemi di illuminazione adattivi. Questa tecnologia, attraverso specifici sensori consente di ridurre i flussi

luminosi in funzione di parametri rilevati in tempo reale sulla carreggiata. La diffusione di questi sistemi ha trovato una regolamentazione nella norma UNI 11248 nel quale sono stati inseriti specifici riferimenti per convalidare ed incentivare il loro utilizzo. In particolare la norma distingue i sistemi adattivi in:

- TAI (Traffic Adaptive Installation) nei quali avviene una regolazione nel tempo della categoria illuminotecnica di esercizio in funzione dei soli flussi di traffico rilevati. Si tratta del sistema adattivo di più semplice impiego poiché è sufficiente l'installazione di un sensore di traffico per ogni corsia.
- FAI (Full Adaptive Installation) che oltre a effettuare regolazioni sulla base dei flussi di traffico, considera anche i livelli di luminanza del manto stradale e le condizioni meteorologiche.

Il vantaggio di questi sistemi è quello di permettere, in condizioni di traffico ridotte o del tutto assenti, un declassamento elevato delle categorie di esercizio per tutta la durata di accensione dell'impianto. Ciò comporta evidentemente risparmi energetici molto consistenti, oltre che livelli inferiori di inquinamento luminoso.

L'impiego di questi sistemi evidentemente non può essere generalizzato, ma deve essere attentamente valutato anche sulla base delle caratteristiche di utilizzo e strutturali della strada considerata. Ad esempio, non sarà possibile utilizzarli in vie a traffico prevalentemente pedonale, nelle quali sia necessario garantire i requisiti di sicurezza delle persone, oppure sarà di difficile impiego in tratti di viabilità con numerosi accessi da monitorare.

6.9 Prestazioni energetiche degli impianti

La progettazione di nuovi impianti di illuminazione pubblica deve avvenire in un'ottica di ottimizzazione del risparmio energetico e contemporaneo soddisfacimento dei criteri illuminotecnici prescritti dalla normativa. Ai sensi del D.M. 27 settembre 2017 (Criteri Ambientali Minimi), l'impianto di pubblica illuminazione, in funzione della classe di illuminazione individuata per il compito visivo (UNI 11248) e le relative prescrizioni illuminotecniche minime indicate per garantire sicurezza agli utenti (EN 13201-2), deve possedere un Indice di Prestazione Energetica dell'Impianto di illuminazione (IPEI*) uguale o maggiore alla classe B, secondo i valori riportati nella tabella qui riportata:

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

Intervalli di classificazione energetica IPEI (D.M. 27 settembre 2017)*

L'indice IPEI* viene calcolato come rapporto tra una densità di potenza di progetto ed una densità di potenza di riferimento:

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

Con D_p = Densità di Potenza di progetto, che si calcola come segue:

$$D_p = \frac{\sum P_{app}}{\sum_{i=1}^n \left(\bar{E}_i \cdot \frac{0,80}{MF_i} \cdot A_i \right)}$$

in cui:

- P_{app} (W) potenza attiva totale assorbita dagli apparecchi di illuminazione, intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);
- $\bar{E}_i$ (lx) illuminamento orizzontale medio mantenuto di progetto dell'area i-esima, calcolato secondo le direttive UNI EN 13201. L'illuminamento medio mantenuto di progetto non può essere superiore del 20% rispetto al valore minimo indicato dalla norma UNI 13201-2.
- MF_i coefficiente di manutenzione adottato per il calcolo dell'area i-esima.
- A_i area i-esima illuminata.
- n numero delle aree i-esime considerate.

e con $D_{p,R}$ = Densità di Potenza di riferimento, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nelle tabelle seguenti.

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

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

Valori di densità di potenza per le categorie illuminotecniche di tipo M (D.M. 27 settembre 2017)

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

Valori di densità di potenza per le categorie illuminotecniche di tipo C (D.M. 27 settembre 2017)

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

Valori di densità di potenza per le categorie illuminotecniche di tipo P (D.M. 27 settembre 2017)

In caso di ambiti ad elevata curvatura del tracciato stradale (ad esempio le rotatorie) è opportuno considerare l'area illuminata maggiorata del 20%.

Le aree verdi sono esentate dal calcolo IPEI*, in quanto per esse non è possibile definire una classe illuminotecnica di progetto ai sensi della norma UNI 11248.

Alla luce della normativa fin qui richiamata, in accordo con l'amministrazione il presente documento prescrive cautelativamente per le nuove progettazioni un indice IPEI* minimo pari ad A+. Questo valore dovrà essere ulteriormente incrementato ad A++ negli ambiti stradali laddove sono permessi corpi illuminanti con sorgente a 4000 K.

6.10 Fattore di manutenzione

Durante la vita di un impianto di illuminazione, la luce disponibile diminuisce progressivamente a causa del decadimento nel tempo delle prestazioni delle lampade dovute all'invecchiamento e all'accumulo di polveri e smog sul vetro. I tassi di riduzione dipendono dalle condizioni ambientali, dagli interventi di manutenzione e dall'età dell'impianto.

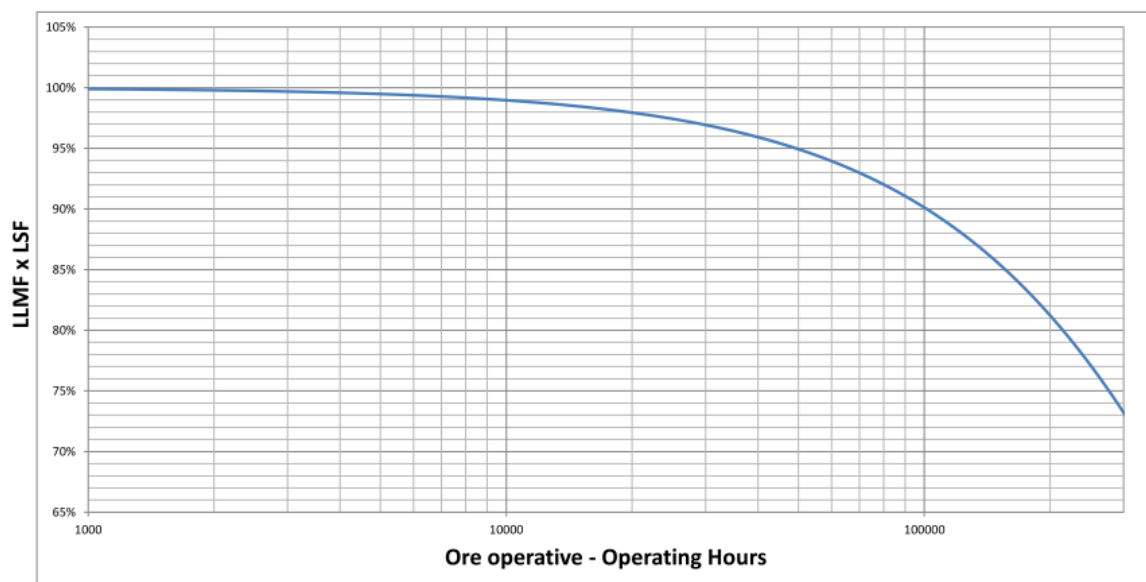


Grafico di deprezzamento luminoso

La progettazione illuminotecnica deve tenere conto di questa caduta mediante l'uso di un fattore di manutenzione e pianificare piani di manutenzione adeguati per limitare il decadimento. Il progetto illuminotecnico deve fornire informazioni sui fattori di manutenzione e in relazione alle apparecchiature utilizzate e agli ambiti di installazione.

Il fattore di manutenzione è calcolato ai sensi della norma CIE 154-2003 con la seguente formula:

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF$$

dove:

LLMF: LAMP LUMINOUS FLUX MAINTENANCE FACTOR è il fattore di manutenzione del flusso luminoso che indica il deperimento di una sorgente nel corso della sua durata di vita;

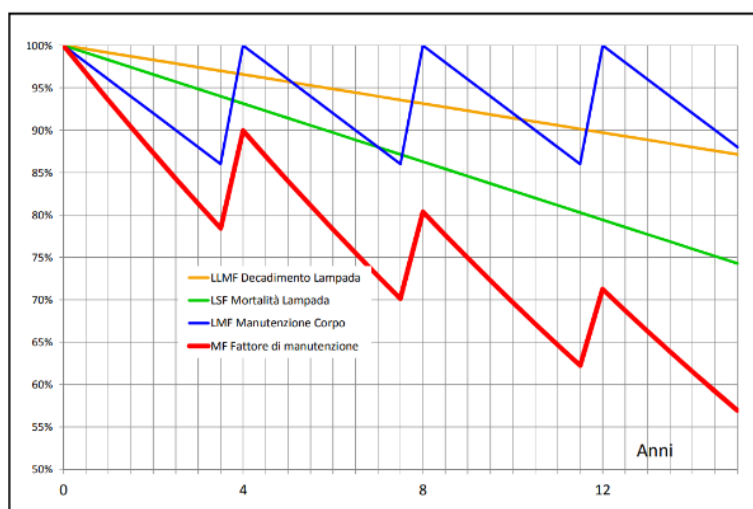
LSF: LIFE SERVICE LIFE FACTOR tiene in considerazione i guasti periodici della sorgente;

LMF: LUMINARE MAINTENANCE FACTOR è il fattore di manutenzione che indica il calo di efficienza di un apparecchio dovuto alla sporcizia che si accumula all'interno e all'esterno dello stesso tenendo conto di:

- Grado di protezione dell'apparecchio;
- Intervallo di pulizia del diffusore;
- Inquinamento atmosferico nell'ambiente in cui è installato l'apparecchio.

Dall'analisi degli elementi costituenti il fattore di manutenzione appare chiaro la rilevanza che gli interventi di manutenzione hanno nella validazione del calcolo illuminotecnico.

Analizzando il grafico si può notare la diminuzione nel tempo del fattore di manutenzione (MF) in un ciclo di vita di un apparecchio considerando una manutenzione programmata dei corpi di 4 anni e la sostituzione del modulo LED e dell'alimentatore dopo 15 anni.



Andamento nel tempo del fattore di manutenzione di un modulo LED

Il fattore di sopravvivenza della sorgente (LSF) indica la progressiva mortalità di una sorgente dopo un certo numero di ore di funzionamento.

Per esempio nei calcoli illuminotecnici per un apparecchio a LED va adottato un fattore $LSF = 1,00$ se si prevede di sostituire l'apparecchio (o il modulo se possibile) alla rottura del primo diodo all'interno (pari quindi al fattore per una lampada a scarica), oppure, va adottato un fattore LSF minore (0,98 per 50.000 ore di funzionamento) se si lascia l'apparecchio invariato.

Nel progetto illuminotecnico dovranno necessariamente essere esplicitati gli aspetti valutati nella determinazione del fattore di manutenzione che costituiscono un vincolo alla successiva fase di gestione degli impianti.

7 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI

Il P.I.C.I.L. (Piano dell'Illuminazione per il Contenimento dell'Inquinamento Luminoso) costituisce l'atto di programmazione per la realizzazione dei nuovi impianti di illuminazione e per ogni intervento di modifica, adeguamento, manutenzione, sostituzione ed integrazione sulle installazioni di illuminazione esistenti nel territorio comunale. Esso è stabilito dall'art. 5 della Legge Regionale 7.08.2009 n. 17 "Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici".

Il P.I.C.I.L. deve perseguire il contenimento dell'inquinamento luminoso, la valorizzazione del territorio, il miglioramento della qualità della vita, la sicurezza del traffico e delle persone, il risparmio energetico.

Il piano di manutenzione è necessario per prevenire avarie, guasti e disservizi. Viene redatto per programmare le operazioni di controllo, sostituzione o manutenzione di tutti i dispositivi che concorrono a formare il sistema di illuminazione pubblica.

7.1 Organizzazione della manutenzione

I controlli sulle apparecchiature e sui componenti vengono stabiliti pianificati in base alle indicazioni fornite dal progettista dell'impianto, da chi gestisce l'impianto, dai costruttori delle apparecchiature e da obblighi di legge o normative. Tale attività consente di conservare gli impianti di illuminazione in perfetta condizione.

Gli interventi manutentivi possono essere costituiti da:

- operazioni di manutenzione programmata: finalizzati a prevenire guasti o degrado;
- operazioni di manutenzione predittiva o secondo condizione: interventi nel momento di effettiva necessità;
- operazioni di manutenzione a guasto: interventi dopo che si è verificata la rottura del componente;

- operazioni di manutenzione di opportunità: sfruttando altre fasi di intervento.

Le operazioni di manutenzione, eseguite sulle apparecchiature non in tensione, sono regolamentate dalle vigenti normative di legge in materia e devono essere effettuate esclusivamente da personale autorizzato dotato di tutti i dispositivi di protezione personale previsti per legge, e della strumentazione minima prevista per tali tipi di interventi.

Gli interventi più comuni legati ad un uso normale e ordinario degli impianti di illuminazione sono i seguenti:

- sostituzione delle lampade;
- pulizia degli apparecchi di illuminazione;
- stato di conservazione dell'impianto;
- verniciatura e protezione della corrosione dei sostegni.
- Gli interventi manutentivi devono essere coordinati in modo da minimizzare i costi d'intervento e massimizzare l'efficacia. Le modalità operative minime sono le seguenti:
- far corrispondere il cambio lampada con la pulizia dei vetri di protezione e chiusura;
- i quadri elettrici vanno puliti periodicamente, ogni anno, assicurando che i contrassegni conservino la loro leggibilità. Dovranno essere controllate le linee nei pozzetti e l'efficienza dei relè crepuscolari;
- manutenzione degli impianti elettrici mantenendo inalterate le caratteristiche;
- i sostegni metallici vanno tenuti sotto osservazione al fine di provvedere alla loro verniciatura quando necessaria. La verniciatura può essere prevista intorno ai cinque anni limitatamente per sostegni verniciati e periodi molto più lunghi, inferiore a 10 anni, per i pali in acciaio zincato.
- Un particolare chiarimento è necessario nei confronti delle operazioni di cambio lampada:
- calcolare i tempi di accensione media annua dei singoli circuiti e confrontarli con le tabelle fornite dai produttori della vita media delle lampade installate;

- calcolare il costo dell'intervento di manutenzione come somma del costo della sorgente e del tempo medio di sostituzione della medesima;
- le sorgenti luminose mal sopportano sbalzi di tensione e frequenti cicli di accensione e spegnimento;
- non maneggiare le sorgenti luminose con le dita;
- non utilizzare le apparecchiature in condizioni differenti da quelli suggeriti dalla ditta costruttrice;
- l'utilizzo di sistemi di stabilizzazione della tensione migliora le performance, riduce i costi energetici ed aumenta la vita media delle sorgenti luminose.

Le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria possono essere svolte direttamente dalla Amministrazione Comunale, tramite proprio personale adeguatamente preparato o tramite servizio di ditta esterna; in ogni caso le attività devono essere programmate tramite un piano di intervento e adeguatamente registrate per le dovute analisi.

A tale scopo, esiste la possibilità di integrare la mappatura dello stato dell'impianto di illuminazione così come restituito dal presente piano su piattaforma digitale, implementando il database per una lettura immediata dei dati necessari a tale scopo.

7.2 Riferimenti normativi e legislativi

La sicurezza relativa alle attività di esercizio e conduzione di impianti elettrici, sono oggetto di norme tecniche UNI e CEI e sono anche disciplinate da leggi dello Stato (D.Lgs. 81/2008).

I principali provvedimenti legislativi e norme tecniche nazionali in vigore, di diretto interesse in materia di sicurezza degli impianti elettrici e che risultano più importanti ai fini della manutenzione degli stessi sono i seguenti:

- DPR 27 aprile 1955, n. 547 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro";

- D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 62 "Attuazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro";
- D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 494 "Attuazione della direttiva 92/57 concernente le prescrizioni minime da attuare nei cantieri temporanei e mobili";
- D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";
- Legge 18 ottobre 1977, n. 791 "Attuazione della direttiva del Consiglio della comunità europea (72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione";
- Legge 11 febbraio 1994 n. 109 "Legge Quadro in materia di lavori pubblici";
- DPR 21 dicembre 1999 n. 554 "Regolamento di attuazione della Legge Quadro in materia di lavori pubblici del 11/02/94 n. 109";
- Norma CEI 11-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata";
- Norma CEI 11-15 "Esecuzione dei lavori sotto tensione su impianti elettrici di categoria II e III in corrente alternata";
- Norma CEI 11-15 "Esecuzione dei lavori sotto tensione su impianti elettrici di categoria II e III in corrente alternata";
- Norma CEI 11-24 "Terminologia per gli attrezzi e gli equipaggiamenti usati per lavori sotto tensione";
- Norma CEI 11-27 "Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- Norma CEI 11-27/1 "Esecuzione dei lavori elettrici. Parte 1: requisiti minimi di formazione per lavori non sotto tensione su sistemi di categoria 0, I, II e III e lavori sotto tensione su sistemi di categoria 0 e I";
- Norma CEI 11-48 "Esercizio degli impianti elettrici";

- Norma CEI 11-49 "Esercizio degli impianti elettrici (allegati nazionali)";
- Norma CEI 64-8/7 "Impianti elettrici di illuminazione pubblica";
- Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- Norma CEI 64-12 "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario";
- Norma CEI 64-14 "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori";
- Norma CEI 64-17 "Guida per l'esecuzione degli impianti elettrici sui cantieri";
- Norma CEI 64-50 "Edilizia residenziale. Guida per l'esecuzione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri generali";
- Norma UNI 9910 "Manutenzione – terminologia sulla fidatezza e sulla qualità del servizio";
- Norma UNI 10144 "Manutenzione – classificazione dei servizi di manutenzione";
- Norma UNI 10145 "Manutenzione – definizione dei fattori di valutazione delle imprese fornitrici di servizi di manutenzione";
- Norma UNI 10146 "Manutenzione – criteri per la formulazione di un contratto per la fornitura di servizi di manutenzione";
- Norma UNI 10147 "Manutenzione – terminologia";
- Norma UNI 10148 "Manutenzione – gestione di un contratto di manutenzione";
- Norma UNI 10224 "Manutenzione – principi fondamentali della funzione manutenzione";
- Norma UNI 10366 "Manutenzione – criteri di progettazione della manutenzione";
- Norma UNI 10388 "Manutenzione – indici di manutenzione";
- Norma UNI 10449 "Manutenzione – criteri per la formulazione e gestione del processo di lavoro";
- Norma UNI 10584 "Manutenzione – Sistema informativo di manutenzione";

- **Norma UNI 10685 “Criteri per la formulazione di contratti global service”;**
- **Norma UNI 10874 “Criteri di stesura dei manuali d'uso e di manutenzione”.**

8 CONCLUSIONI

L'analisi condotta ha evidenziato le caratteristiche dell'illuminazione pubblica del Comune di Valbrenta. Le strade di scorrimento e le frazioni periferiche sono illuminate con armature stradali, mentre il centro storico di Valbrenta è illuminato perlopiù con lanterne. Le tipologie di sorgenti luminose più diffuse sono lampade al sodio ad alta pressione. Si è ipotizzato uno scenario di intervento a LED per la sostituzione di tutti i corpi illuminanti non a norma con nuovi apparecchi full cut-off. Si prevede un costo di circa 2.555.000 € (IVA inclusa) per la sostituzione dei corpi non conformi. Più in generale il piano prevede interventi che consentono:

- l'incremento dei livelli di illuminazione sul compito visivo;
- l'abbattimento dell'inquinamento luminoso;
- l'abbandono del regime di spegnimento alternato nelle ore notturne;
- Le tecnologia installate nello scenario LED consentono:
- un risparmio energetico circa di 302.000 kWh/anno (pari a circa il 40% del consumo attuale);
- un risparmio economico in bolletta pari a 73.000 €/anno;
- un risparmio economico sulle spese di manutenzione pari a 9.000 €/anno;
- un beneficio ambientale in termini di emissioni evitate di CO₂ pari a 148 ton/anno.