



## Comune di Stenico

### PIANO DI INTERVENTO PER LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO COMUNALE



---

**T.E.E. - E.S.Co.**

**Trentino Efficienza Energetica s.n.c.**

di Rialti Federico & Tomasi Christian

Via del Brennero 110, 38121 Trento (TN)  
tel. 0461 421661 - fax. 0461 429280  
email: [info@tee.tn.it](mailto:info@tee.tn.it) - web: [www.tee.tn.it](http://www.tee.tn.it)  
P.I./Cod. Fisc. 01946670229





## **Indice**

1	Premesse .....	7
1.1	La normativa vigente per la riduzione dell'inquinamento luminoso .....	7
1.1.1	La legge provinciale 3 ottobre 2007, n. 16 .....	9
1.1.2	La classificazione degli apparecchi luminosi e le caratteristiche richieste .....	10
1.1.3	Gli incentivi provinciali in materia di illuminazione pubblica .....	13
1.2	L'illuminazione stradale.....	16
1.2.1	Tipologie di lampade per l'illuminazione stradale .....	16
1.2.1.1	<i>Lampade a scarica ai vapori di mercurio</i> .....	16
1.2.1.2	<i>Lampade ai vapori di sodio a bassa pressione</i> .....	16
1.2.1.3	<i>Lampade ai vapori di sodio ad alta pressione</i> .....	16
1.2.1.4	<i>Lampade agli ioduri metallici</i> .....	16
1.2.1.5	<i>Lampade a LED</i> .....	17
1.2.2	Confronto fra le diverse tipologie .....	18
1.2.3	Regolatori di flusso luminoso.....	19
2	Analisi dello stato attuale .....	20
2.1	L'illuminazione stradale.....	20
2.1.1	Verifica dello stato degli impianti elettrici.....	20
2.1.1.1	<i>Stenico – Quadro della cabina del Municipio (Q6)</i> .....	22
2.1.1.2	<i>Stenico – Quadro di fronte alla chiesa (Q5)</i> .....	23
2.1.1.3	<i>Stenico – Quadro scuola elementare (Q7)</i> .....	25
2.1.1.4	<i>Stenico – Quadro nuovo impianto a led (Q8)</i> .....	26
2.1.1.5	<i>Quadro di Seo (Q1)</i> .....	27
2.1.1.6	<i>Quadro di Sclemo (Q2)</i> .....	30
2.1.1.7	<i>Quadro di Premione (Q3)</i> .....	32

2.1.1.8	<i>Quadro di Villa Banale (Q4)</i> .....	34
2.1.2	Considerazioni generali sullo stato degli impianti .....	36
2.1.2.1	<i>Condutture elettriche</i> .....	36
2.1.2.2	<i>Impianti di terra</i> .....	36
2.1.2.3	<i>Supporti</i> .....	36
2.1.3	Verifica degli apparecchi illuminanti.....	40
2.1.3.1	<i>Tratto 1: Stenico – Via di Setin (valle)</i> .....	45
2.1.3.2	<i>Tratto 2: Stenico – Via di Setin (monte)</i> .....	50
2.1.3.3	<i>Tratto 3: Stenico – Via Risorgimento</i> .....	54
2.1.3.4	<i>Tratto 4: Stenico – Via G. B. Sicheri</i> .....	59
2.1.3.5	<i>Tratto 5: Stenico – Via Brigata Torino</i> .....	63
2.1.3.6	<i>Tratto 6: Stenico – Salita di Tof</i> .....	68
2.1.3.7	<i>Tratto 7: Stenico – Strada di Coleò</i> .....	73
2.1.3.8	<i>Tratto 8: Stenico – Via Vecia</i> .....	78
2.1.3.9	<i>Tratto 9: Stenico – Località Molini</i> .....	82
2.1.3.10	<i>Tratto 10: Stenico – Via del Dos Marin</i> .....	87
2.1.3.11	<i>Tratto 11: Premione – Via di S.Lucia</i> .....	91
2.1.3.12	<i>Tratto 12: Premione – Via Alla Closura</i> .....	94
2.1.3.13	<i>Tratto 13: Villa Banale – Via della Predaia</i> .....	99
2.1.3.14	<i>Tratto 14: Villa Banale – Via delle Ville nuove</i> .....	103
2.1.3.15	<i>Tratto 15: Villa Banale – Via di Pestelan</i> .....	107
2.1.3.16	<i>Tratto 16: Villa Banale – Via Don A. Pellizzari</i> .....	110
2.1.3.17	<i>Tratto 17: Sclemo – Via dei Caputei (ovest)</i> .....	115
2.1.3.18	<i>Tratto 18: Sclemo – Via della Breda</i> .....	119
2.1.3.19	<i>Tratto 19: Sclemo – Via dei Caputei (est)</i> .....	124

2.1.3.20	<i>Tratto 20: Seo – Strada verso parco giochi</i> .....	128
2.1.4	Verifica degli apparecchi illuminanti in aree omogenee di interesse.....	133
2.1.4.1	<i>Stenico – Campo sportivo</i> .....	133
2.1.4.2	<i>Stenico – Chiesa</i> .....	135
2.1.4.3	<i>Stenico – Municipio</i> .....	138
2.1.4.4	<i>Villa Banale – Chiesa</i> .....	141
2.1.4.5	<i>Premione – Parco giochi</i> .....	144
2.1.5	Verifica dei consumi legati all’illuminazione stradale.....	147
2.2	Considerazioni sugli impianti di illuminazione privati.....	151
2.2.1.1	<i>Villa Banale – Hotel Alpino</i> .....	151
2.2.1.2	<i>Villa Banale – Hotel Bellavista</i> .....	152
2.2.1.3	<i>Stenico – Ristorante Alla Cascata</i> .....	154
2.2.1.4	<i>Stenico – Ristorante Al Castello</i> .....	154
2.2.1.5	<i>Villette e abitazioni private – corpi illuminanti del tipo a globo</i> .....	156
2.2.1.6	<i>Villette e abitazioni private – fari</i> .....	159
2.2.1.7	<i>Villette e abitazioni private – altra tipologia</i> .....	161
2.3	Il Castello di Stenico .....	163
2.4	Individuazione delle criticità .....	165
2.4.1	Criticità nell’illuminazione stradale.....	165
2.4.2	Criticità nell’illuminazione privata .....	167
2.4.3	Criticità nell’illuminazione delle aree omogenee di interesse analizzate.....	167
3	Proposte progettuali .....	169
3.1	Proposte per la rete di illuminazione stradale .....	169
3.1.1	Descrizione delle proposte avanzate per ciascun tratto stradale omogeneo .....	169
3.1.1.1	<i>Tratto 1 – Via di Setin (valle)</i> .....	171

3.1.1.2	<i>Tratto 2 – Via di Setin (monte)</i> .....	177
3.1.1.3	<i>Tratto 3 – Via Risorgimento</i> .....	183
3.1.1.4	<i>Tratto 4 - Via G.B. Sicheri</i> .....	189
3.1.1.5	<i>Tratto 5 - Via Brigata Torino</i> .....	195
3.1.1.6	<i>Tratto 6 - Salita di Tof</i> .....	201
3.1.1.7	<i>Tratto 7 – Strada di Coleò</i> .....	207
3.1.1.8	<i>Tratto 8 – Via Vecia</i> .....	213
3.1.1.9	<i>Tratto 9 – Località Molini</i> .....	219
3.1.1.10	<i>Tratto 10 – Via del Dos Marin</i> .....	225
3.1.1.11	<i>Tratto 11 - Via di S.Lucia</i> .....	231
3.1.1.12	<i>Tratto 12 Via Alla Closura</i> .....	237
3.1.1.13	<i>Tratto 13 Via Alla Predaia</i> .....	243
3.1.1.14	<i>Tratto 14 Via delle Ville Nuove</i> .....	249
3.1.1.15	<i>Tratto 15 Via di Pestelan</i> .....	255
3.1.1.16	<i>Tratto 16 – Villa banale, Via Don A. Pellizzari</i> .....	261
3.1.1.17	<i>Tratto 17 – Sclemo, Via dei Caputei (ovest)</i> .....	266
3.1.1.18	<i>Tratto 18 – Sclemo, Via alla Breda</i> .....	272
3.1.1.19	<i>Tratto 19 – Sclemo, Via dei Caputei (est)</i> .....	278
3.1.1.20	<i>Tratto 20 – Strada parco giochi</i> .....	285
3.1.2	Calcolo dei risparmi secondo la L.P. 3 ottobre 2007, n. 16 .....	292
3.2	Proposte per le aree omogenee di interesse analizzate .....	294
3.2.1	Proposta di intervento per il campo sportivo di Stenico .....	294
3.3	Proposte per gli impianti privati che presentano criticità evidenti .....	296
4	Normativa di riferimento .....	297

## **1 Premesse**

Il presente piano di intervento si basa sulla nuova normativa provinciale in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e fa riferimento alle più recenti tecnologie in ambito illuminotecnico. Nella prima parte di questo capitolo vengono riassunti i punti salienti della legge provinciale su risparmio energetico e inquinamento luminoso, mentre nella seconda viene presentata una breve rassegna delle tecnologie disponibili per l'illuminazione stradale.

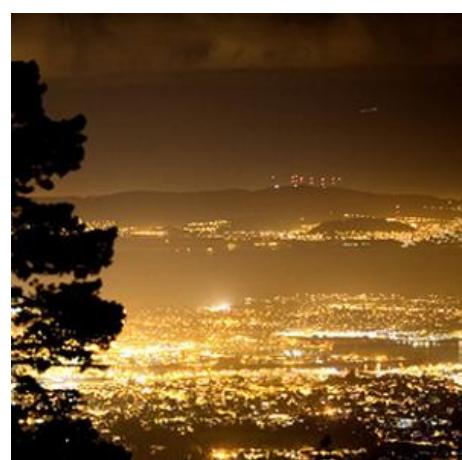


### **1.1 La normativa vigente per la riduzione dell'inquinamento luminoso**

Con l'approvazione della deliberazione della Giunta provinciale n. 3265 di data 30 dicembre 2009 e l'entrata in vigore del decreto del Presidente della Provincia del 20 gennaio 2010, n. 2-34/Leg. è stato definito il quadro normativo per l'attuazione della legge provinciale 3 ottobre 2007, n. 16 (Risparmio energetico e inquinamento luminoso).

Sono infatti entrati in vigore sia il Regolamento di attuazione della legge, sia il Piano provinciale di intervento per la prevenzione e la riduzione dei consumi energetici e dell'inquinamento luminoso. Quest'ultimo contiene le linee guida tecniche per la redazione dei piani comunali di intervento e per la progettazione dei nuovi impianti di illuminazione esterna e degli interventi di adeguamento degli impianti esistenti.

Il presente “Piano di intervento per la riduzione dell'inquinamento luminoso comunale” (PRIC) viene redatto secondo le suddette linee guida e in conformità con la normativa vigente in Provincia di Trento.



*Fig.1 - Esempi di zone con presenza di elevato inquinamento luminoso*



*Fig.2 - Confronto tra la visione del cielo in assenza o presenza di significativo inquinamento luminoso*

Per inquinamento luminoso si intende ogni alterazione del livello di illuminazione naturale, e in particolare ogni forma di dispersione di luce artificiale al di fuori delle aree a cui essa è destinata, soprattutto se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte.

La riduzione di tale forma di inquinamento può produrre benefici di tipo economico, limitando lo spreco di energia elettrica dovuto alla dispersione luminosa verso la volta celeste, ma anche ambientale, andando a salvaguardare l'alternanza del giorno e della notte, fondamentale per uomini e animali (la produzione della melatonina, l'ormone che regola il meccanismo sonno-veglia, viene bloccata già con bassissimi livelli di luce). Non va infine sottovalutato un aspetto di tipo culturale, legato alla possibilità di osservare e studiare gli astri e la volta celeste, spesso impedita dall'eccessivo livello di illuminamento verso l'alto.

La progettazione di ogni tipo di impianto d'illuminazione deve quindi essere frutto di un progetto illuminotecnico accurato, atto a minimizzare le potenze impegnate e ad ottimizzare il numero di punti luce, limitando al massimo la dispersione dei fasci luminosi verso l'alto e verso zone che non hanno bisogno di essere illuminate.

#### **1.1.1 *La legge provinciale 3 ottobre 2007, n. 16***

La Legge provinciale n. 16 del 3 ottobre 2007 contiene disposizioni per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici dovuti agli impianti di illuminazione esterna. Gli obiettivi sono la salvaguardia del cielo notturno e stellato quale patrimonio di tutta la popolazione e il miglioramento dell'efficienza luminosa degli impianti, ivi compresi quelli di carattere pubblicitario. Vengono inoltre stabiliti dei criteri di progettazione e promosso lo sviluppo di azioni di formazione e sensibilizzazione in quest'ambito.

La Legge assegna alla Provincia un ruolo di coordinamento e stabilisce l'adozione di un piano provinciale di intervento per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento luminoso, entrato in vigore il 14 aprile 2010 e pubblicato come allegato della Legge n. 16 del 2007. Quest'ultimo contiene le linee guida per la predisposizione di piani comunali o sovra comunali per la progettazione e la realizzazione degli impianti di illuminazione esterna, nonché i criteri da seguire per il graduale adeguamento degli impianti esistenti a partire dai più inquinanti.

Le indicazioni contenute nel piano provinciale interesseranno gli impianti di illuminazione di qualsiasi tipologia (stradali, destinati all'arredo urbano, residenziali, etc.), e si basano sui seguenti principi:

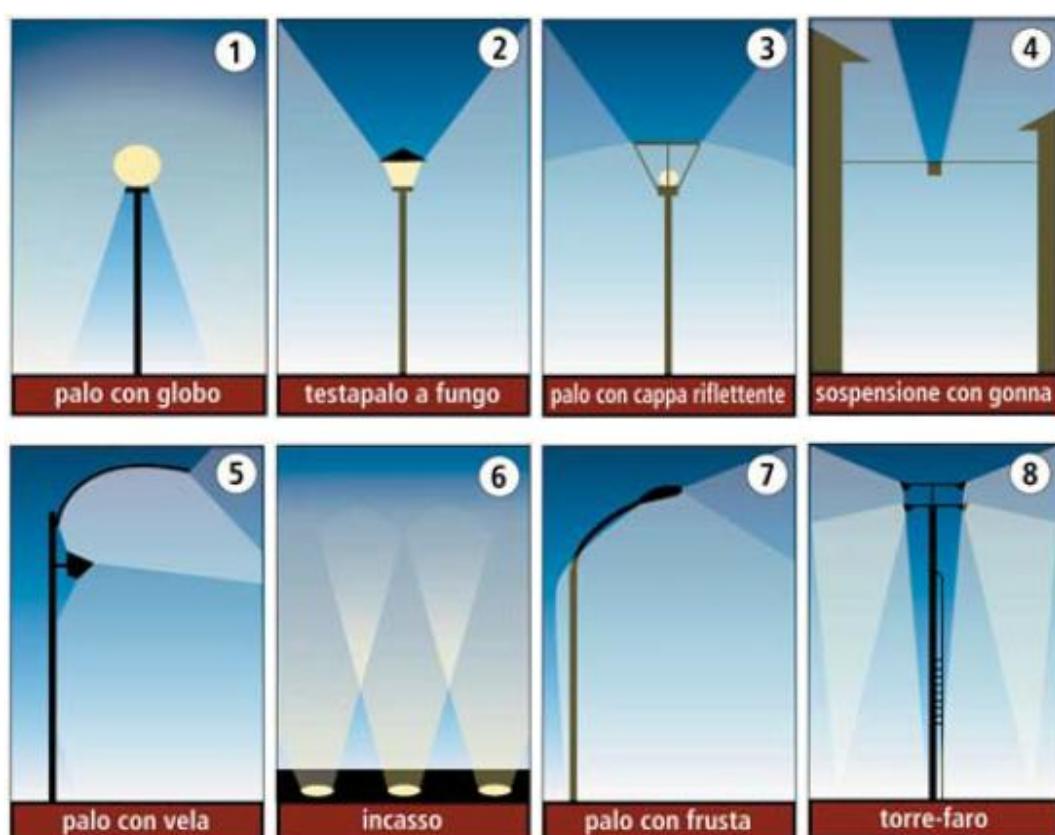
- l'illuminazione stradale e di arredo urbano deve essere effettuata con fonti luminose rivolte verso il basso;
- i livelli di luminanza devono essere conformi all'indice previsto dalle norme vigenti in funzione della tipologia di strada;
- negli impianti di illuminazione pubblica esterna devono essere utilizzate lampade ad alta efficienza;

- l'illuminazione di strutture pubbliche o di interesse pubblico va limitata temporalmente e quantitativamente all'effettiva necessità;
- deve essere vietato l'utilizzo di fari o fasci luminosi, fissi o semoventi, rivolti verso l'alto, fatti salvi motivi di interesse pubblico o casi previsti dalle norme vigenti.

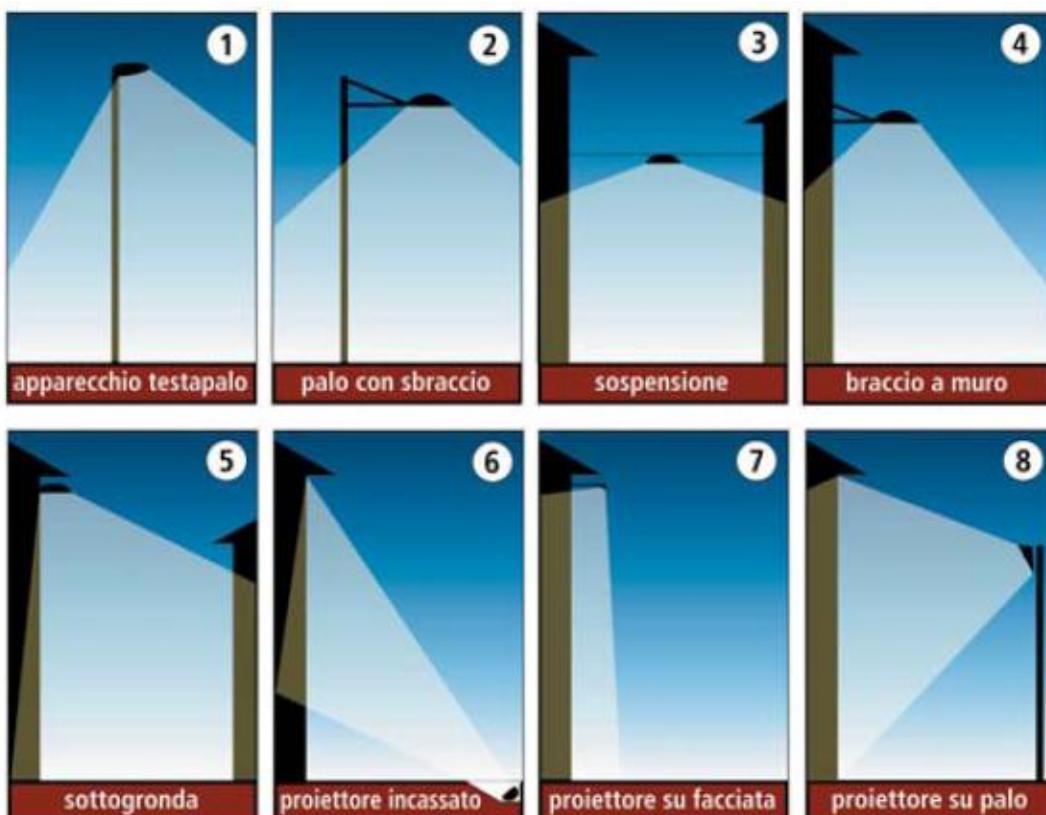
Ai comuni compete in particolare:

- l'adozione del piano comunale di intervento per la riduzione dell'inquinamento luminoso entro un anno dalla data di approvazione del piano provinciale (30 marzo 2010);
- l'adeguamento del regolamento edilizio, con particolare riguardo alle modalità di installazione degli impianti luminosi;
- la promozione di campagne di sensibilizzazione sull'inquinamento luminoso;
- il censimento dei siti e delle sorgenti di rilevante inquinamento luminoso;
- la vigilanza, tramite controlli periodici, sul rispetto delle misure stabilite per gli impianti di illuminazione esterna dalla legge provinciale e dal regolamento edilizio.

### **1.1.2 La classificazione degli apparecchi luminosi e le caratteristiche richieste**



*Fig.3 - Tipi di installazione non conformi alla L.P. 16/07. Alcune tipologie sono tollerate solo se il flusso luminoso sopra l'orizzonte non è superiore al 30% del totale e previa verifica dell'Allegato B del piano d'attuazione della Legge Provinciale*



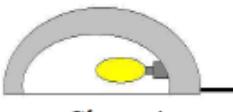
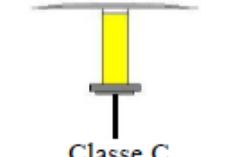
*Fig.4 - Tipi di installazione conformi alla L.P. 16/07 previa verifica mediante l'Allegato A – Soluzione conforme.  
I casi 6 - 8 sono ammessi solo per edifici storici e monumenti, mantenendo i fasci luminosi all'interno della sagoma da illuminare e con luminanze medie all'interno dei limiti di legge*

Gli apparecchi di illuminazione vengono suddivisi in 5 classi a seconda del flusso disperso sopra il piano dell'orizzonte (vedi tabella 1). Gli apparecchi di classe A sono sempre ammessi, previa verifica effettuata mediante l'Allegato A del piano d'attuazione della Legge Provinciale 3 ottobre 2007, n. 16 – Soluzione conforme. Gli apparecchi di classe B sono invece ammessi solo previa verifica eseguita utilizzando l'Allegato B del piano stesso – Soluzione calcolata. Gli apparecchi di classe C e D sono sconsigliati e utilizzabili solo in casi particolari, sempre previa verifica effettuata per mezzo dell'Allegato B. Infine, gli apparecchi di classe E, ovvero quelli che presentano un flusso luminoso sopra l'orizzonte superiore al 30% del totale, sono sempre vietati.

In generale, per quanto riguarda le caratteristiche delle fonti luminose per l'illuminazione stradale e l'arredo urbano, si precisa che:

- è preferibile presentino un'intensità luminosa al di sopra dell'orizzonte trascurabile (non superiore a 0,49 candele per 1.000 lumen)
- devono verificare i parametri presenti negli Allegati A e B della Legge Provinciale 16/07, ovvero l'indice di illuminazione disperso  $K_{ILL}$  e il coefficiente di efficienza normalizzato  $\eta$ .

- devono garantire un livello minimo di luminanza media della carreggiata o del marciapiede che rispetti parametri di uniformità nella distribuzione della luce, (al fine di evitare l’alternarsi di zone eccessivamente illuminate e di zone buie)

<p>1. <b>Apparecchi di classe A:</b> comprendono tutti gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno una distribuzione dell'intensità luminosa massima per angoli gamma maggiori o uguali a 90°, compresa tra 0,00 e 0,49 candele per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso; tipicamente armature stradali con lampada recessa nel vano ottico superiore dell'apparecchio, proiettori asimmetrici.</p>	 <p>Classe A</p> <p>Apparecchi conformi e ammessi in ogni caso (Soluzione conforme – Allegato A)</p>
<p>2. <b>Apparecchi di classe B:</b> comprendono tutti gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno una distribuzione dell'intensità luminosa per angoli gamma maggiori o uguali a 90°, maggiore di 0,49 candele per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso e flusso luminoso disperso verso l'alto inferiore al 1%; tipicamente le armature stradali con vetro ricurvo e coppa prismatica.</p>	 <p>Classe B</p> <p>Apparecchi ammessi solo previa verifica di conformità (Soluzione calcolata – Allegato B)</p>
<p>3. <b>Apparecchi di classe C:</b> comprendono tutti gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno per angoli gamma maggiori o uguali a 90° un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore dell' 1% e minore del 30%; tipicamente armature da arredo urbano con schermatura superiore, otiche secondarie, frangiluce.</p>	 <p>Classe C</p> <p>Apparecchi sconsigliati ed ammessi solo in particolari casi previa verifica di conformità (Soluzione calcolata – Allegato B)</p>
<p>4. <b>Apparecchi di classe D:</b> comprendono tutti gli apparecchi destinati a produrre illuminazione d'accentuo o effetti localizzati decorativi (incassi da terra, proiettori, applique, ecc.).</p>	 <p>Classe D</p> <p>Apparecchi ammessi solo per gli impianti non soggetti di cui al punto VIII o per alcuni impianti particolari (numeri 1 e 2 del punto VI)</p>
<p>5. <b>Apparecchi di classe E:</b> comprendono tutti gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno per angoli gamma maggiori o uguali a 90° un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore del 30%.</p>	 <p>Classe E</p> <p>Apparecchi vietati</p>

*Tab. 1 – Classificazione degli apparecchi di illuminazione*

### **1.1.3 Gli incentivi provinciali in materia di illuminazione pubblica**

La delibera della Giunta provinciale n. 1190 del 19 maggio 2010 riguardante gli incentivi per interventi di risparmio energetico e di produzione di energia da fonte rinnovabile, prevede anche contributi per interventi volti alla riduzione dell'inquinamento luminoso e al miglioramento dell'efficienza degli impianti.

#### **SCHEDA N. 22**

##### **TIPOLOGIA TECNOLOGIA: PIANI COMUNALI/SOVRACOMUNALI DI INTERVENTO PER LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO E PER L'ADEGUAMENTO DEGLI IMPIANTI PUBBLICI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA AI CRITERI TECNICI PREVISTI DALLA L.P n. 16/2007**

Sono ammesse a contributo le spese per studi relativi alla realizzazione dei Piani regolatori di illuminazione comunali o sovracomunali (di seguito PRIC) di cui alla legge provinciale 3 ottobre 2007, n. 16. I PRIC dovranno essere redatti tenendo conto delle prescrizioni della stessa l.p. n. 16/07, del relativo regolamento di attuazione (decreto del Presidente della provincia 20 gennaio 2010, n. 2-34/Leg.) e delle linee guida indicate nel Piano provinciale di intervento per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento luminoso. In particolare, si ricorda che i PRIC devono comprendere gli impianti di illuminazione esterna sia pubblici che privati, inclusi quelli di illuminazione di impianti ed attività sportive all'aperto, di edifici storici e monumenti, nonché le insegne luminose con superficie illuminata superiore a 10 m<sup>2</sup>.

	<i>SOGGETTI BENEFICIARI</i>	<b>PRIVATI</b>	<b>IMPRESE</b>	<b>ENTI PUBBLICI</b> (solo Enti locali)
1	AMMISSIBILITÀ	NO	NO	SI
2	CUMULABILITÀ			Vedi punto 5.4
3	PERCENTUALE CONTRIBUTO	-	-	80%
4	CONTRIBUTO MINIMO	-	-	4.000 €

##### **SPESA MAX AMMESSA (IVA inclusa)**

La spesa massima ammessa è calcolata con riferimento ai Punti Luce (PL) rilevati; per Punto Luce si intende il singolo corpo illuminante (su un singolo sostegno o palo possono essere installati più Punti Luce).

$\leq 250 \text{ PL} \rightarrow$	30 €/ PL * P
$250 < \text{PL} \leq 500 \rightarrow$	7.500 € + 24 €/ PL *P1
$500 < \text{PL} \leq 1.000 \rightarrow$	13.500 € + 21€/ PL *P2
$1.000 < \text{PL} \leq 2.000 \rightarrow$	24.000 € + 18€/ PL *P3
$2.000 < \text{PL} \leq 5.000 \rightarrow$	42.000 € + 15€/ PL *P5
$> 5.000 \text{ PL} \rightarrow$	87.000 € + 12€/ PL *P6

*Tab. 2 - Scheda tecnica relativa ai contributi provinciali previsti per la redazione di piani comunali o sovra comunali d'intervento*

**SCHEDA N. 23**

**TIPOLOGIA TECNOLOGIA: INTERVENTI E MISURE FINALIZZATE ALLA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO MEDIANTE IMPIANTI AD ALTO RENDIMENTO ENERGETICO**

Sono ammissibili gli interventi effettuati su impianti di illuminazione esterna esistenti finalizzati alla riduzione dell'inquinamento luminoso ed al risparmio energetico in modo conforme alla legge provinciale 3 ottobre 2007, n. 16 (di seguito "L.P.16/07"), al relativo regolamento di attuazione ed alle linee guida indicate nel Piano provinciale di intervento per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento luminoso (di seguito "Piano provinciale").

Sono ammissibili unicamente le spese relative alla sostituzione, rifacimento, adattamento, inserimento delle seguenti tipologie di componenti: lampade, corpi illuminanti, ottiche, regolatori di flusso luminoso, sistemi elettronici di controllo accensione e spegnimento.

<i>SOGGETTI BENEFICIARI</i>	<b>PRIVATI</b>	<b>IMPRESE</b>	<b>ENTI PUBBLICI</b>
1 AMMISSIBILITÀ	SI	SI	NO
2 CUMULABILITÀ	Vedi punto 5.4		
3 PERCENTUALE	30%	30%	-
4 CONTRIBUTO MINIMO	1.000 €	2.500 €	-
5 CONTRIBUTO MASSIMO	-	*semplicata: DE MINIMIS *valutativa: - DE MINIMIS o - REGOL. 800/2008	-

**CALCOLO SPESA AMMESSA:** valore inferiore tra VALORE CALCOLO 1 e VALORE CALCOLO 2:

<u>VALORE CALCOLO 1</u> € per kWh di energia annua risparmiata (*)	1,65 €/kWh
<u>VALORE CALCOLO 2</u> importo max per ogni Punto Luce (PL) di progetto (**)	€ 660

(\*) Il valore di € 1,65 per singolo kWh deve essere moltiplicato per la differenza tra i kWh consumati dall'impianto prima del rifacimento ed i kWh consumati dal nuovo impianto. Detta differenza deve essere calcolata secondo le modalità previste dal Piano provinciale approvato con deliberazione della Giunta provinciale n. 3265 di data 30 dicembre 2009.

(\*\*) Il valore di € 660 per singolo PL di progetto deve essere moltiplicato per il numero di PL del nuovo impianto. Per Punto Luce si intende il singolo corpo illuminante (su un singolo sostegno o palo possono essere installati più Punti Luce).

*Tab. 3 - Scheda tecnica relativa ai contributi provinciali previsti per la realizzazione di interventi finalizzati alla riduzione dell'inquinamento luminoso*

Sono in particolare ammessi a contributo gli interventi realizzati da privati e aziende e finalizzati alla riduzione dell'inquinamento luminoso ed al risparmio energetico in conformità alla Legge Provinciale n. 16 del 3 ottobre 2007, al relativo regolamento di attuazione e alle linee guida

indicate nel Piano Provinciale di intervento. Rientrano pertanto le spese per la sostituzione, il rifacimento, l'adattamento di lampade, corpi illuminanti, ottiche, regolatori di flusso luminoso, sistemi elettronici di controllo dell'accensione e dello spegnimento.

Viene altresì sovvenzionata la redazione di piani di intervento per la riduzione dell'inquinamento luminoso, come previsti dalla stessa Legge Provinciale n. 16 del 2007, da parte dei Comuni. Per gli anni a venire si prevede che gli interventi individuati come critici dai piani vengano anch'essi ammessi a contributo.

Nelle tabelle 2 e 3 sono riportate le schede tecniche relative ai contributi previsti rispettivamente per la redazione di piani di intervento e per la realizzazione di interventi, allegate alla delibera n. 1190 del 19 maggio 2010.

## **1.2 L'illuminazione stradale**

Esiste un'ampia varietà di lampade utilizzate per l'illuminazione stradale, alcune delle quali ormai superate per efficienza e qualità. I parametri normalmente utilizzati per valutare una sorgente luminosa sono il flusso luminoso, l'efficienza luminosa e l'indice di resa cromatica.

- Il *flusso luminoso* è una misura della potenza emessa da una sorgente luminosa nello spettro di sensibilità dell'occhio umano (si misura in lumen).
- L'*efficienza luminosa* corrisponde al flusso luminoso irradiato in funzione della potenza elettrica assorbita (si misura in lumen/watt). Una lampada con una buona efficienza luminosa assorbe meno energia a parità di flusso luminoso emesso.
- L'*indice di resa cromatica* (Ra) esprime infine la fedeltà nella restituzione delle sfumature e delle tonalità di colore di una sorgente luminosa. Tale indice può assumere valori compresi in una scala tra 0 (indice di resa nullo, tipico di una luce monocromatica) e 100 (indice di resa massimo tipico di una lampada a incandescenza). Per fare alcuni esempi l'indice di resa cromatica delle lampade al sodio è pari a 25, quello delle lampade al mercurio è di 50 e quello delle lampade a ioduri metallici è superiore a 80. La normativa per l'illuminazione stradale permette di ridurre i livelli di luminanza previsti in presenza di sorgenti luminose con una buona resa cromatica (ad esempio lampade a ioduri metallici o LED).

### **1.2.1 Tipologie di lampade per l'illuminazione stradale**

Di seguito vengono presentate le principali tipologie di lampade adatte all'illuminazione stradale.

#### **1.2.1.1 Lampade a scarica ai vapori di mercurio**

Comparse negli anni '60, presentano una discreta efficienza luminosa (circa 50 lumen/watt) e un indice di resa cromatica attorno a 50. Determinano problemi di smaltimento a fine vita data la tossicità del mercurio in esse contenuto.

#### **1.2.1.2 Lampade ai vapori di sodio a bassa pressione**

La luce emessa è monocromatica gialla, una tonalità a cui l'occhio umano è particolarmente sensibile, che permette quindi di ottenere un'efficienza luminosa molto elevata pur con un indice di resa cromatica prossimo allo zero.

#### **1.2.1.3 Lampade ai vapori di sodio ad alta pressione**

Commercializzate a partire dagli anni '70, presentano un'elevata efficienza luminosa, una buona durata (24.000 ore), ma bassi indici di resa cromatica (25 - 30).

#### **1.2.1.4 Lampade agli ioduri metallici**

Nonostante la durata inferiore rispetto alle lampade al sodio (16.000 ore), presentano un elevato indice di resa cromatica (compreso tra 80 e 90) ed un'ottima efficienza luminosa (80 - 90 lm/watt).

### **1.2.1.5 Lampade a LED**

Rappresentano la nuova frontiera nel campo dell'illuminazione, essendo una tecnologia in continuo sviluppo e con ancora elevati margini di miglioramento. I LED (Light Emitting Diode) sono uno speciale tipo di diodi, formati da un sottile strato di materiale semiconduttore drogato. Negli ultimi anni la tecnologia dei LED ha fatto significativi passi avanti al punto che essa oggi può essere utilizzata in numerose applicazioni per sostituire le lampade a scarica o a incandescenza.

Questi i principali vantaggi dei LED:

- efficienza luminosa superiore a parità di prestazioni illuminotecniche rispetto alle sorgenti tradizionali, grazie all'uso di potenze minori e ad una riduzione dei punti luce installati;
- alta resa cromatica (Ra di 75 - 80) e luce bianca. Questo fattore garantisce un elevato comfort visivo per l'occhio umano e una visione nitida e uniforme in diversi contesti ambientali;
- durata di vita superiore alle 100.000 ore. L'elemento che emette il flusso luminoso è infatti un solido (non quindi un filamento o un gas) e i LED funzionano ad una temperatura di esercizio bassa, garantita da particolari sistemi di dissipazione del calore che permettono ai diodi di essere alimentati con correnti ad amperaggio maggiore e quindi di fornire maggiori emissioni luminose.



*Fig. 5 - Fotografia del ponte Ululone in provincia di Trento nei pressi di Zambana*

I costi di questa tipologia di lampade sono attualmente superiori rispetto a quelli delle lampade a scarica, anche a causa della necessità di sostituire l'intero corpo illuminante nel caso di intervento su tratti esistenti. Per questo motivo la loro diffusione è ancora limitata, seppur in continuo aumento. La realizzazione di un impianto a LED in tratti particolarmente visibili e significativi del territorio comunale può comunque avere un'importante valenza dimostrativa accanto agli effettivi benefici economici, garantiti dai consumi ridotti e dalla ridottissima manutenzione.



*Fig. 6 - I LED sono montati con orientamenti differenti, così da ottenere un'illuminazione omogenea sul piano stradale.*

### **1.2.2 Confronto fra le diverse tipologie**

La tabella 4 riassume e confronta in forma semplificata i parametri caratteristici delle tipologie di lampade appena descritte.

PARAMETRO	LAMPADA			
	VAPORI MERCURIO	VAPORI SODIO	IODURI METALLICI	LED
Efficienza luminosa	★	★★★★★	★★★	★★★★★
Flusso luminoso	★	★★★★★	★★★	★★★★★
Tonalità	Bianco freddo	Giallo - Arancione	Bianco caldo	Tutte
Indice di Resa Cromatica	★★	★	★★★★★	★★★★★
Durata	★	★★★	★★	★★★★★
Costo	★★★★★	★★★★★	★★★	★

*Tab. 4 - Caratteristiche delle lampade utilizzate per l'illuminazione stradale a confronto*

Per individuare la tipologia di lampada che meglio si adatta a ciascuna situazione è comunque essenziale un adeguato studio illuminotecnico, che verifichi il rispetto dei requisiti minimi richiesti in funzione della tipologia di strada illuminata, o il raggiungimento di risultati specifici da un punto di vista estetico a seconda dell'importanza del luogo.

### **1.2.3 Regolatori di flusso luminoso**

Un sistema in grado di ridurre ulteriormente i consumi energetici degli impianti di illuminazione e di permettere il rispetto del parametro  $\eta$  (coefficiente di efficienza energetica) previsto dalla normativa provinciale, consiste nella regolazione del flusso luminoso delle lampade.

La regolazione avviene attraverso l'inserimento nel quadro elettrico, a monte dei corpi illuminanti, di apparecchi in grado di abbassare la tensione di alimentazione, consentendo di ridurre il flusso luminoso di gruppi di lampade secondo cicli programmabili. Modulando la potenza delle lampade si può inoltre mantenere un flusso luminoso costante nel tempo bilanciando il decadimento luminoso (funzionalità particolarmente utile per le lampade a ioduri metallici).

L'applicazione di un regolatore consente di ridurre e attenuare il flusso luminoso durante le ore notturne almeno nelle aree con minore traffico veicolare, riducendo così l'assorbimento di energia. Vengono inoltre abbattuti i costi di manutenzione grazie ad un aumento della durata di vita delle lampade: la stabilizzazione della tensione attuata dal regolatore evita infatti lo stress dovuto alle sovratensioni, mentre la riduzione della tensione quando il regolatore funziona a regime parzializzato determina un surriscaldamento minore dei corpi illuminanti.

Il costo di questi apparecchi varia da circa 6.000 € a 10.000 € a seconda della taglia.

Per poter applicare apparecchi per il controllo del flusso luminoso è necessario che siano state sostituite tutte le attuali lampade ai vapori di mercurio con lampade ai vapori di sodio o agli ioduri metallici e che tutti gli ausiliari, compresi quelli delle lampade al sodio attualmente presenti, vengano sostituiti da nuovi ausiliari dotati di reattore elettronico.

## **2 Analisi dello stato attuale**

La prima fase necessaria alla stesura del piano d'intervento ha riguardato l'analisi dello stato attuale degli impianti. L'attenzione è stata concentrata in particolare sull'illuminazione pubblica stradale, ma sono stati considerati anche gli impianti privati di illuminazione esterna, al fine di individuare eventuali situazioni critiche.

### **2.1 L'illuminazione stradale**

È stata effettuata anzitutto un'analisi dello stato attuale degli impianti. Il materiale cartografico messo a disposizione dal comune, che non contemplava le quattro frazioni del territorio comunale, è stato integrato e controllato a seguito di una serie di sopralluoghi, durante i quali sono state anche effettuate le misure strumentali necessarie per verificare il rispetto della normativa.

#### **2.1.1 Verifica dello stato degli impianti elettrici**

La rete di illuminazione stradale del Comune di Stenico è suddiviso in otto quadri elettrici, quattro dei quali a servizio di Stenico, gli altri a servizio delle quattro frazioni: Premione, Seo, Villa Banale e Sclemo.

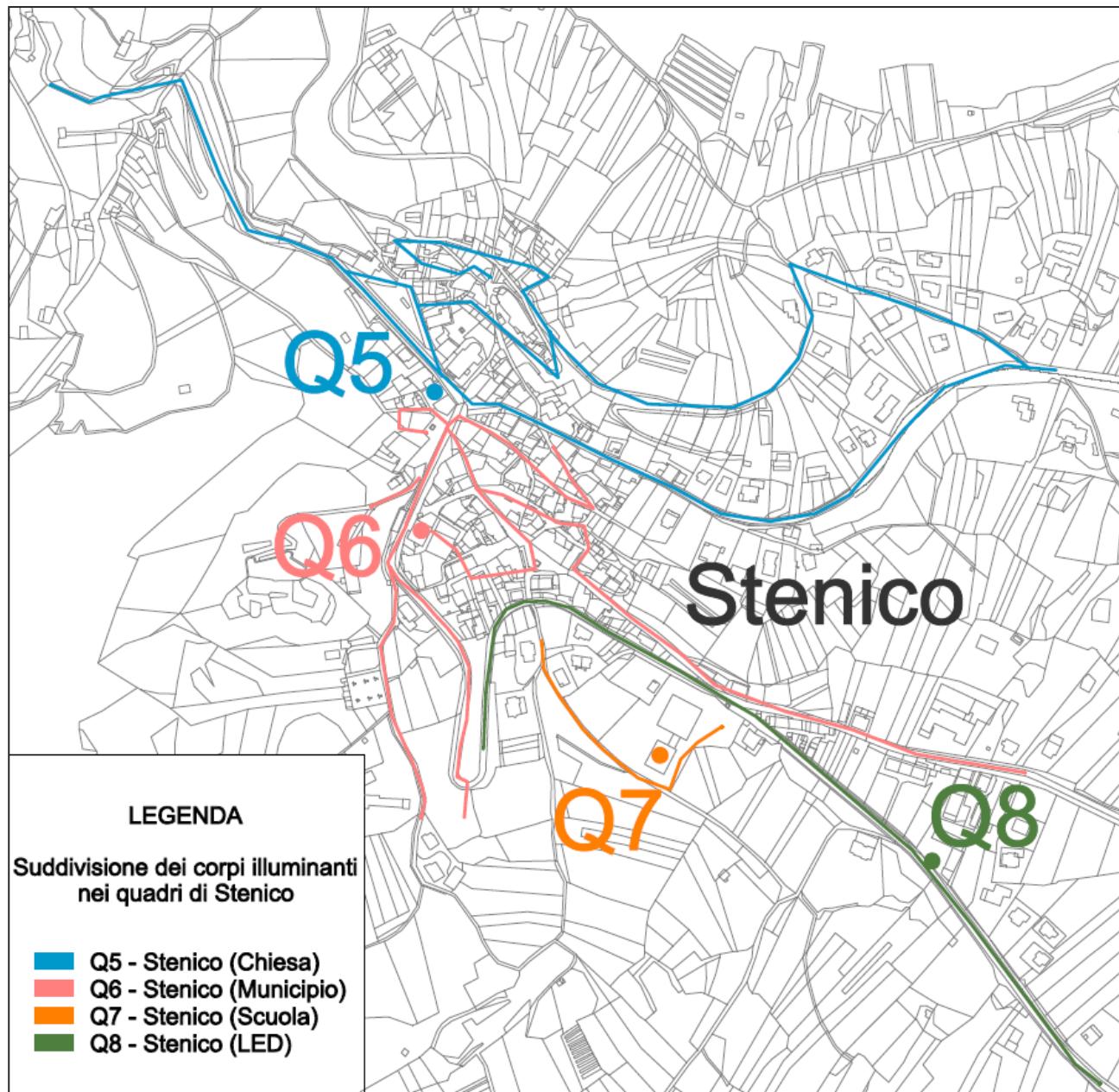
Gli impianti risultano essere tutti di categoria 1, poiché alimentati dalla rete pubblica in Bassa Tensione mediante forniture monofase e/o trifase a 230/400V, 50Hz, con masse dell'installazione collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema di alimentazione (sistema TT).

Le linee sono state realizzate in anni diversi e poiché non è stato possibile reperire una sufficiente documentazione progettuale utile alle verifiche, si è proceduto, per quanto possibile, ad un controllo generale dei requisiti minimi di sicurezza che gli impianti devono possedere per la salvaguardia delle persone e dei beni.

Vengono presentati di seguito i risultati degli accertamenti sullo stato degli impianti così come rilevato nei sopralluoghi di verifica in data 27 e 28 settembre 2010, con l'individuazione in forma sintetica delle criticità rilevate.

In figura 7 è riportata la localizzazione dei quattro quadri di Stenico, con le linee servite da ciascuno:

- quadro del Municipio (Q6)
- quadro della chiesa (Q5)
- quadro della scuola (Q7)
- quadro del nuovo impianto a led (Q8)



*Fig. 7 – Individuazione dei quattro quadri elettrici a servizio di Stenico e dei tratti di impianto serviti da ciascuno.*

### **2.1.1.1 Stenico – Quadro della cabina del Municipio (Q6)**

Il quadro è situato in un'intercapedine a fianco del municipio e la fornitura è in trifase. Si nota da subito l'assenza di interruttori salvavita, ad eccezione del circuito dedicato al parcheggio di fronte al Municipio (che è risultato funzionare correttamente dalle verifiche effettuate, con un valore di resistenza di terra  $R_t$  pari a  $7,0 \Omega$  e un tempo di intervento pari a 26 ms).

Accanto al quadro è montato un sensore crepuscolare che determina l'accensione delle linee in funzione della luminosità esterna (il sensore scatta all'incirca 20 minuti dopo il tramonto e venti prima dell'alba). È presente inoltre un orologio collegato alle linee Premione 1 e 2 e Segheria 1 e 2, che determina lo spegnimento di un lampioncino ogni due ore oltre la mezzanotte. Nelle linee Piazza e Parcheggio i lampioni rimangono invece tutti accesi fino all'alba.

Nella tabella seguente vengono riportate le potenze installate e la dispersione di corrente lungo le 6 linee servite dal quadro. Quest'ultime possono essere giudicate tollerabili data l'età delle linee e la loro lunghezza, e non giustificano una sostituzione dei cavi.

<b>Linea</b>	<b>Misura di corrente</b>	<b>Corrente di dispersione</b>	<b>Salvavita</b>	<b>Stacco</b>
Piazza	15,62 A			
	14,85 A	2,0 mA	NO	-
	17,70 A			
Parcheggio	2,90 A	2,5 mA	SI	26 ms
Segheria 1	16,30 A	6,1 mA	NO	-
Segheria 2	6,60 A	7,2 mA	NO	-
Premione 1	16,30 A	7,0 mA	NO	-
Premione 2	19,30 A	7,3 mA	NO	-

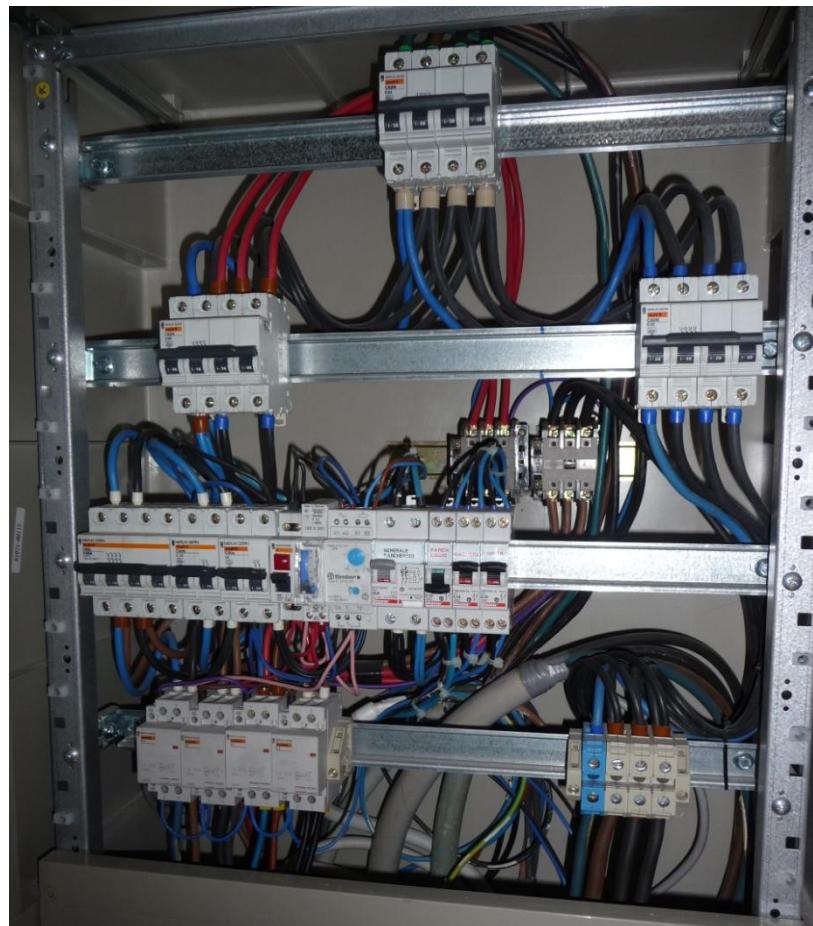
*Tab. 5 – Misura della corrente e della corrente di dispersione delle sei linee del quadro del Municipio*

È stata inoltre misurata la caduta di tensione lungo la linea più lunga servita dal quadro. La tensione misurata sul quadro con l'impianto in funzione è risultata pari a 232 V, quella sul punto luce più distante a 210 V. La caduta di tensione, pari a 22 V ovvero al 9,5%, supera quindi il 5% di scostamento massimo consigliato dalla norma CEI 64.8.

Queste in sintesi le criticità rilevate:

- mancano interruttori differenziali (salvavita) su tutti i circuiti di illuminazione ad eccezione di quello del parcheggio e le apparecchiature non sono a doppio isolamento;

- i colori identificativi dei conduttori (fase, neutro, terra ecc.) non sono rispettati;
- mancano i dati di targa;
- la caduta di tensione sul tratto più lungo è superiore ai valori consigliati.



*Fig. 8 – Il quadro presente nella cabina esterna al municipio*

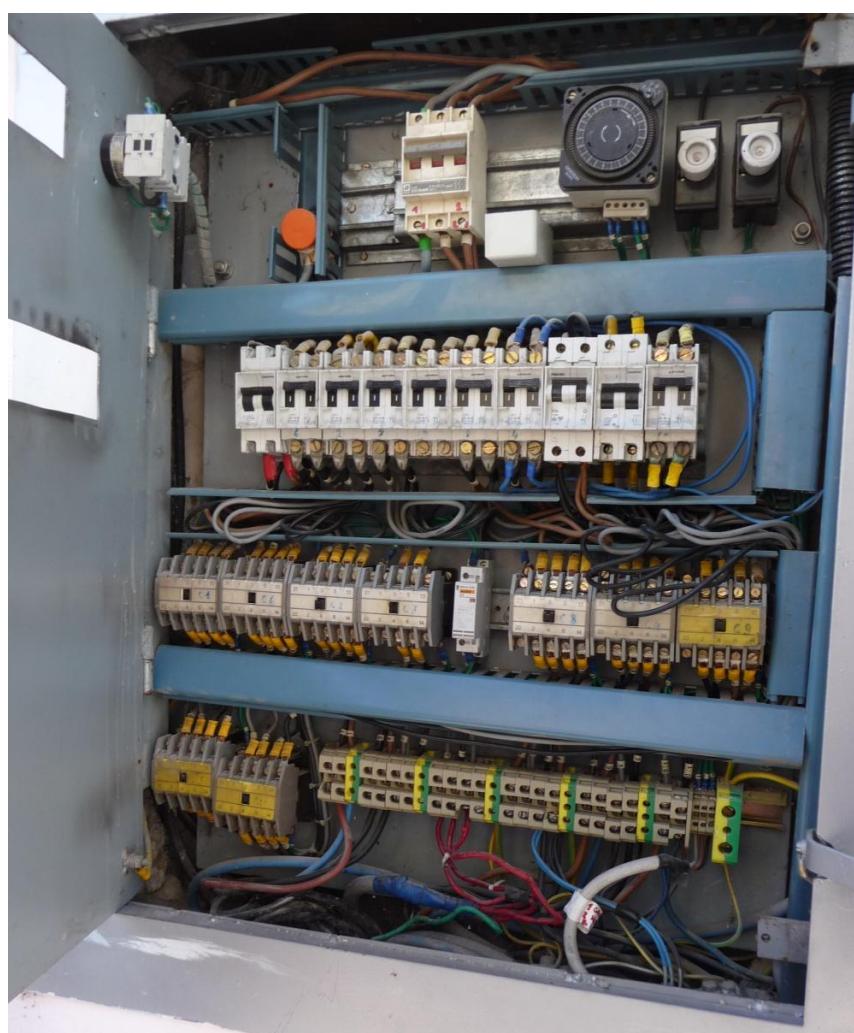
#### **2.1.1.2 Stenico – Quadro di fronte alla chiesa (Q5)**

Il quadro è situato di fronte alla chiesa, sulla parete di un'abitazione privata e la fornitura è in trifase. Già una prima analisi sommaria ha evidenziato lo stato di fatiscenza e la presenza di apparecchiature obsolete.

È stata misurata la corrente assorbita dalla 7 linee che partono dal quadro (vedi tabella n. 6). Non è invece stato possibile misurare la corrente di dispersione, data la mancanza di spazio per il corretto inserimento dello strumento di misura, e nemmeno la caduta di tensione. Lo stato del quadro rende tuttavia necessario un intervento indipendentemente dal valore di tali parametri.

<b>Linea</b>	<b>Misura di corrente</b>	<b>Corrente di dispersione</b>	<b>Salvavita</b>	<b>Stacco</b>
Linea 1	9,40 A	-	NO	-
Linea 4	6,80 A	-	NO	-
Linea 5	12,3 A	-	NO	-
Linea 6	8,35 A	-	NO	-
Linea 7	3,80 A 0,50 A	-	NO	-
Linea 9	14,8 A	-	NO	-
Linea 10	5,8 A	-	NO	-

*Tab. 6 – Misura della corrente e della corrente di dispersione delle sette linee del quadro della chiesa*



*Fig. 9 – Il quadro presente di fronte alla chiesa di Stenico*

Accanto al quadro è montato un sensore crepuscolare che determina l'accensione delle linee in funzione della luminosità esterna (il sensore scatta all'incirca 20 minuti dopo il tramonto e venti prima dell'alba).

Queste le criticità rilevate:

- il quadro con struttura in metallo è facilmente accessibili da personale non qualificato (non è chiuso a chiave);
- il grado di protezione non è adeguato per installazione all'esterno (non è stagno) e il quadro risulta costruito con apparecchiature obsolete ed in parte fatiscenti;
- i circuiti non sono chiaramente identificabili;
- mancano interruttori differenziali (salvavita) su tutti i circuiti.

#### **2.1.1.3 Stenico – Quadro scuola elementare (Q7)**

Uno dei quadri è montato nel locale caldaia della scuola elementare, con fornitura monofase. La corrente di dispersione misurata è accettabile mentre, data la brevità del tratto illuminato, non è stata misurata la caduta di tensione.

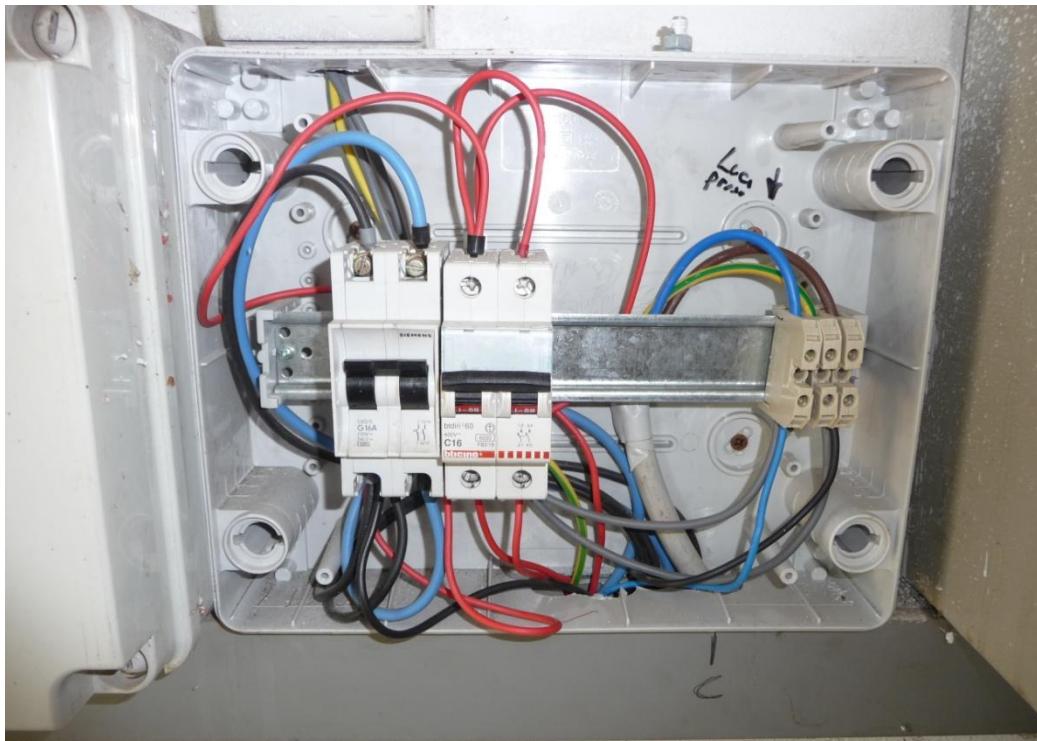
<b>Linea</b>	<b>Misura di corrente</b>	<b>Corrente di dispersione</b>	<b>Salvavita</b>	<b>Stacco</b>
Linea 1	4,35 A	5,6 mA	NO	-

*Tab. 7 – Misura della corrente e della corrente di dispersione della linea del quadro della scuola elementare*

Accanto al quadro è montato un sensore crepuscolare che determina l'accensione delle linee in funzione della luminosità esterna (il sensore scatta all'incirca 20 minuti dopo il tramonto e venti prima dell'alba).

Queste le criticità rilevate:

- mancano interruttori differenziali (salvavita) su tutti i circuiti (questo aspetto è particolarmente critico data la presenza di lampioni nel cortile della scuola, frequentato dai bambini);
- mancano i dati di targa.



*Fig. 10 – Il quadro montato nel locale caldaia della scuola elementare di Stenico*

#### **2.1.1.4 Stenico – Quadro nuovo impianto a led (Q8)**

In Via Risorgimento è stato montato un quadro elettrico a servizio dell'impianto di illuminazione con fornitura monofase, costituito in parte dai recenti lampioni a led e in parte dai vecchi corpi illuminanti.

Nella tabella seguente vengono riportate la potenza installata e la dispersione di corrente lungo la linea, che è tollerabile data l'età e la lunghezza e non giustifica una sostituzione dei cavi.

Accanto al quadro è montato un sensore crepuscolare che determina l'accensione delle linee in funzione della luminosità esterna (il sensore scatta all'incirca 20 minuti dopo il tramonto e venti prima dell'alba). È presente inoltre un orologio che determina lo spegnimento di un lampione ogni due oltre la mezzanotte.

Linea	Misura di corrente	Corrente di dispersione	Salvavita	Stacco
Linea 1	15 A	13,4 mA	SI	10 ms

*Tab. 8 – Misura della corrente e della corrente di dispersione della linea del quadro di Via Risorgimento*

Anche qui è stata misurata la caduta di tensione lungo la linea più lunga servita dal quadro. La tensione misurata sul quadro con l'impianto in funzione è risultata pari a 222 V, quella sul punto luce più distante a 214 V. La caduta di tensione, pari a 8 V ovvero al 3,5%, è inferiore al 5% di scostamento massimo consigliato dalla norma CEI 64.8.



*Fig. 11 – Il quadro montato lungo Via Risorgimento*

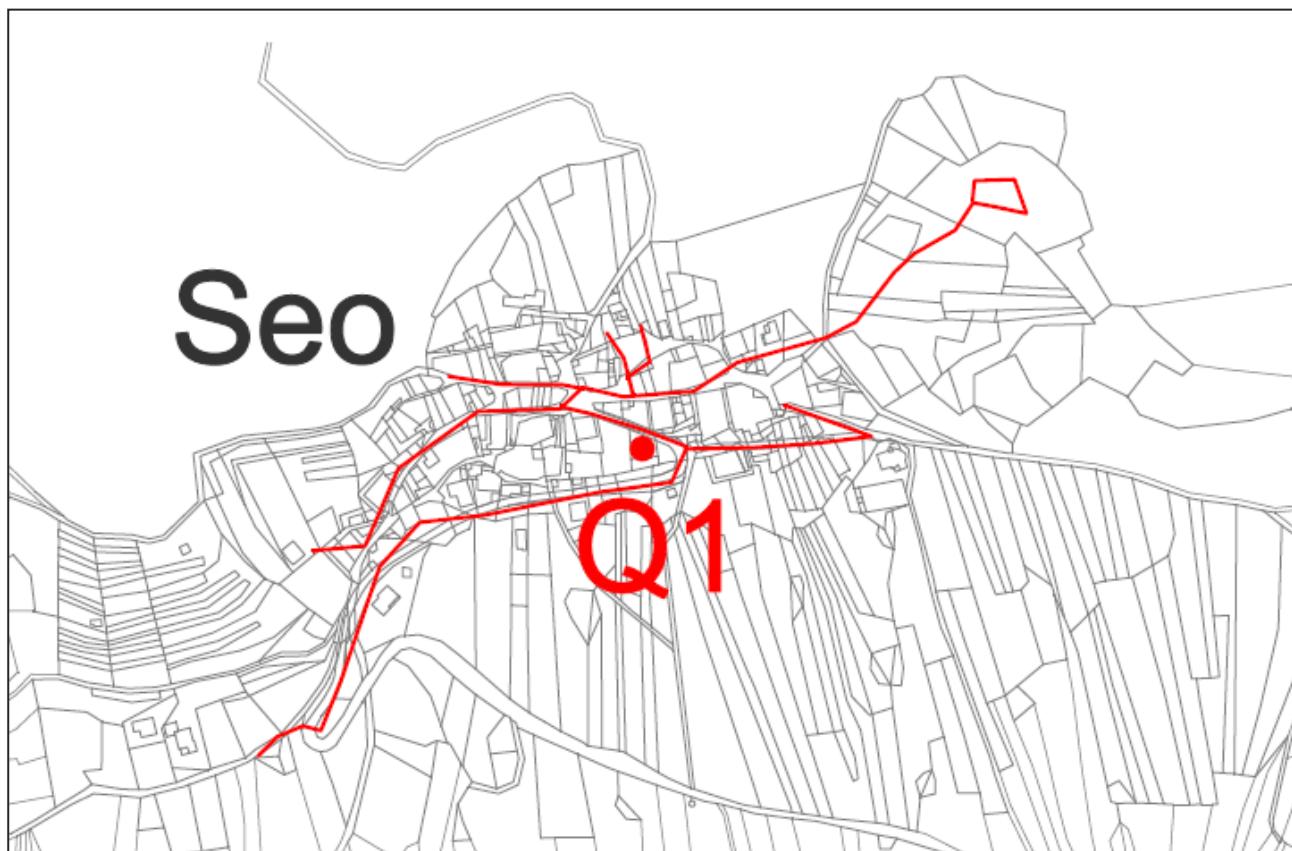
Queste le criticità rilevate:

- il quadro, di recente installazione, è realizzato in materiale isolante, è ubicato in un vano dedicato e protetto dagli agenti atmosferici. Ha tuttavia un grado di protezione IP40, non adatto per ambienti umidi.

#### **2.1.1.5 Quadro di Seo (Q1)**

Nelle frazioni di Seo il quadro, con fornitura monofase, è posizionato sulla parete di un'abitazione privata sul lato strada, riparato sotto la scala che sale al primo piano.

In tabella 8 si riporta la potenza installata e la dispersione di corrente lungo le due linee. Quest'ultima è piuttosto marcata, come ci si poteva aspettare data l'età degli apparecchi e suggerisce la necessità di un intervento di ammodernamento dell'intero impianto.



*Fig. 12 – Individuazione del quadro a servizio della frazione di Seo e dei tratti da esso alimentati*

<b>Linea</b>	<b>Misura di corrente</b>	<b>Corrente di dispersione</b>	<b>Salvavita</b>	<b>Stacco</b>
Linea 1	27 A	78 mA		
Linea 2		78 mA	NO	-

*Tab. 8 – Misura della corrente e della corrente di dispersione della linea del quadro di Seo*

Accanto al quadro è montato un sensore crepuscolare che determina l'accensione delle linee in funzione della luminosità esterna (il sensore scatta all'incirca 20 minuti dopo il tramonto e venti prima dell'alba). È presente inoltre un orologio che determina lo spegnimento di un lampione ogni due oltre la mezzanotte.

La tensione misurata sul quadro con l'impianto in funzione è risultata pari a 219 V, quella sul punto luce più distante a 208 V. La caduta di tensione è pari a 11 V ovvero al 5%, lo scostamento massimo consigliato dalla norma CEI 64.8



*Fig. 13 – Il quadro a servizio della frazione di Seo*

Queste le criticità rilevate:

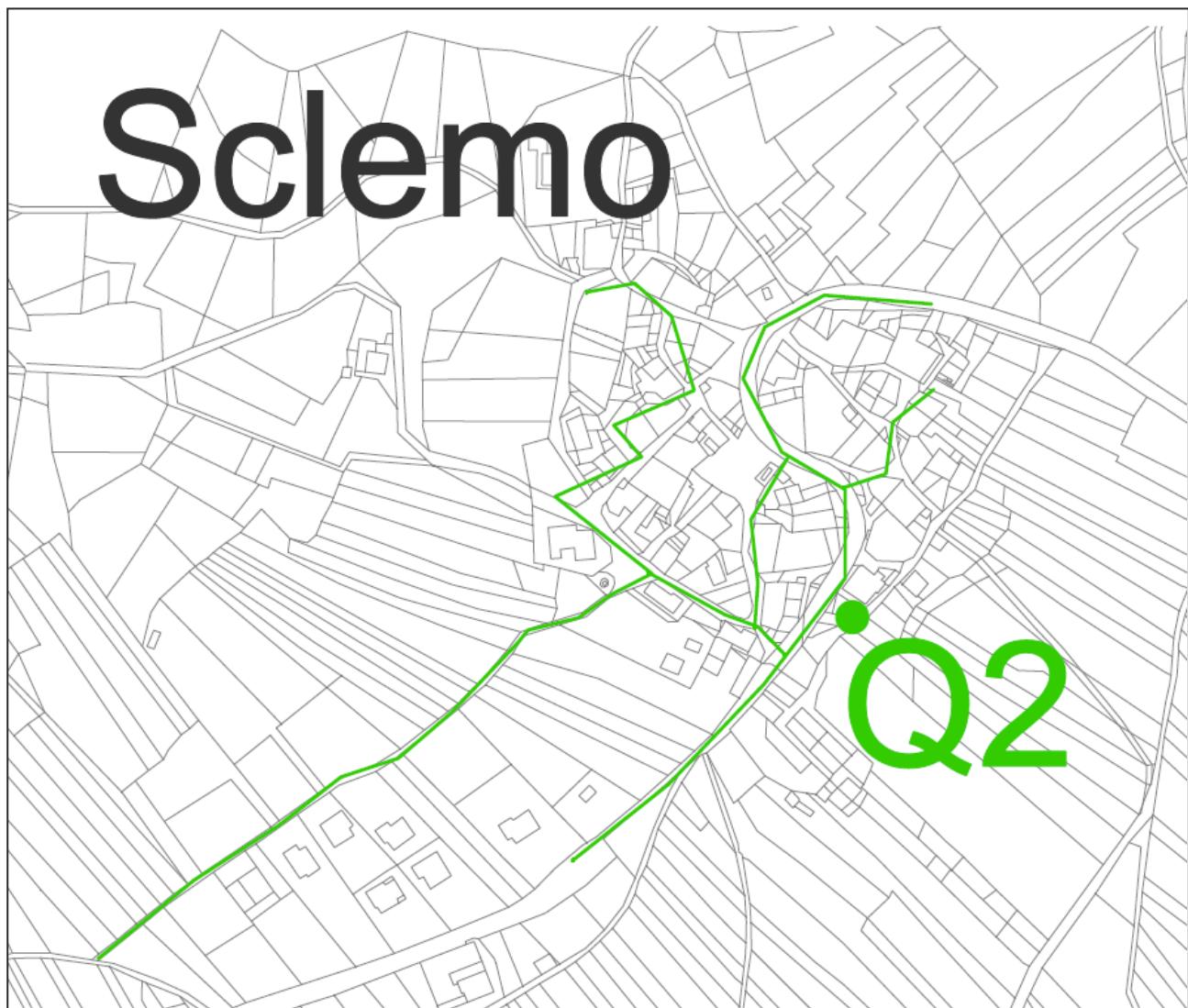
- il quadro, con struttura in metallo, non ha un grado di protezione adeguato per installazione all'esterno (non è stagno) e risulta costruito con apparecchiature obsolete ed in parte fatiscenti;
- mancano interruttori differenziali (salvavita) su tutti i circuiti;
- i colori identificativi dei conduttori (fase, neutro, terra ecc.) non sono rispettati.

### **2.1.1.6 Quadro di Sclemo (Q2)**

Nelle frazioni di Sclemo il quadro, con fornitura monofase, è posizionato su un muro di contenimento a bordo strada.

Accanto al quadro è montato un sensore crepuscolare che determina l'accensione delle linee in funzione della luminosità esterna (il sensore scatta all'incirca 20 minuti dopo il tramonto e venti prima dell'alba). È presente inoltre un orologio che determina lo spegnimento di un lampione ogni due oltre la mezzanotte.

In tabella 9 si riporta la potenza installata e la dispersione di corrente lungo le quattro linee, che è tollerabile data l'età e la lunghezza dei tratti.



*Fig. 14 – Individuazione del quadro a servizio della frazione di Sclemo e dei tratti da esso alimentati*



*Fig. 15 – Il quadro a servizio della frazione di Seo*

<b>Linea</b>	<b>Misura di corrente</b>	<b>Corrente di dispersione</b>	<b>Salvavita</b>	<b>Stacco</b>
Linea 1		4,4 mA		
Linea 2		15 mA		-
Linea 3	56 A	3,4 mA	NO	
Linea 4		18,2 mA		

*Tab. 9 – Misura della corrente e della corrente di dispersione della linea del quadro di Sclemo*

La tensione misurata sul quadro con l'impianto in funzione è risultata pari a 220 V, quella sul punto luce più distante a 192 V. La caduta di tensione è pari a 28 V (il 12,7%), ben superiore allo scostamento massimo del 5% consigliato dalla norma CEI 64.8

Queste in sintesi le criticità rilevate sul quadro:

- Mancano interruttori differenziali (salvavita) su tutti i circuiti;
- La morsettiera su cui si attestano le linee in partenza è installata a vista senza alcuna protezione;
- Sono presenti condensatori posizionati a vista senza alcuna protezione;
- Mancano i dati di targa.

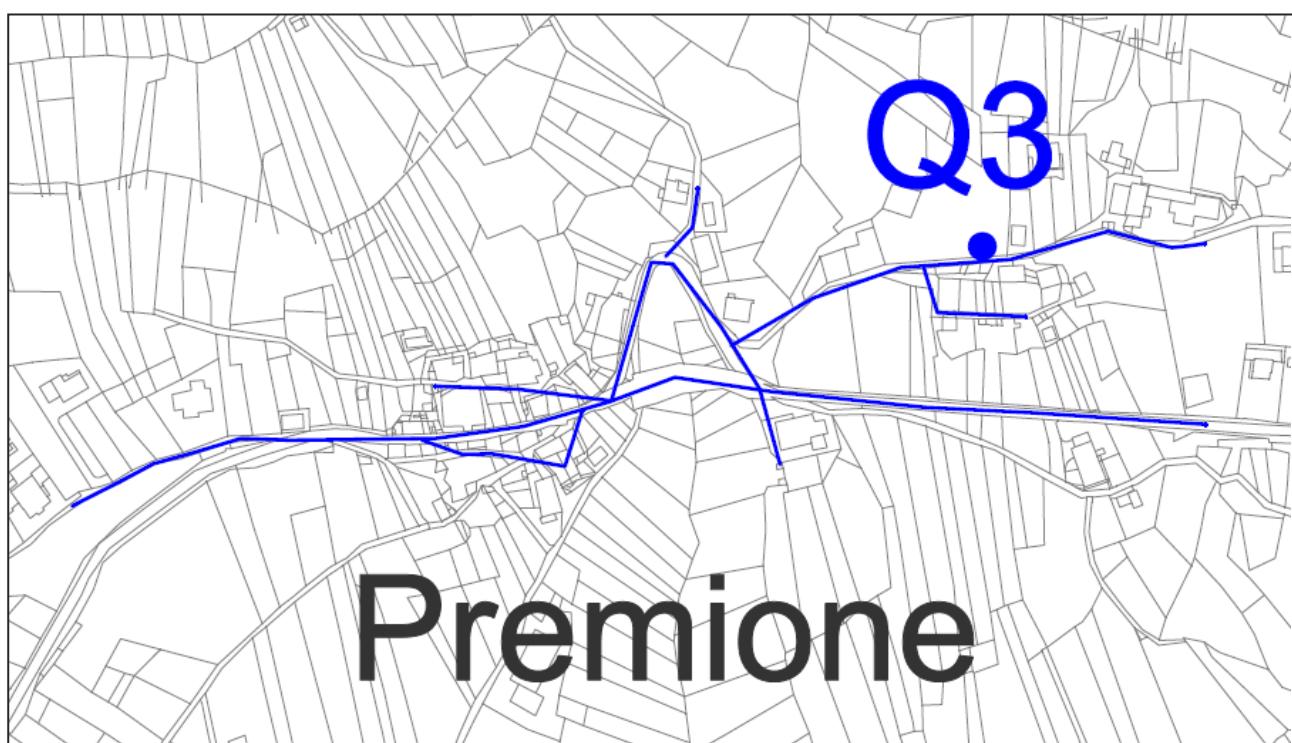
#### **2.1.1.7 Quadro di Premione (Q3)**

Nelle frazione di Premione il quadro, con fornitura monofase, è posizionato su un muro di confine a bordo strada. È presente l'interruttore salvavita, che è risultato funzionare correttamente dalle verifiche effettuate, con un tempo di intervento pari a 102 ms.

Accanto al quadro è montato un sensore crepuscolare che determina l'accensione delle linee in funzione della luminosità esterna (il sensore scatta all'incirca 20 minuti dopo il tramonto e venti prima dell'alba).

In tabella 10 si riporta la potenza installata e la dispersione di corrente lungo le quattro linee, che è tollerabile data l'età e la lunghezza dei tratti.

La tensione misurata sul quadro con l'impianto in funzione è risultata pari a 227 V, quella sul punto luce più distante a 218 V. La caduta di tensione è pari a 9 V (il 4 % circa), inferiore quindi allo scostamento massimo del 5% consigliato dalla norma CEI 64.8



*Fig. 16 – Individuazione del quadro a servizio della frazione di Premione e dei tratti da esso alimentati*



*Fig. 17 – Il quadro a servizio della frazione di Premione*

<b>Linea</b>	<b>Misura di corrente</b>	<b>Corrente di dispersione</b>	<b>Salvavita</b>	<b>Stacco</b>
Linea 1	32,3 A	19,6 mA	SI	102 ms
Linea 2				

*Tab. 10 – Misura della corrente e della corrente di dispersione della linea del quadro di Via Risorgimento*

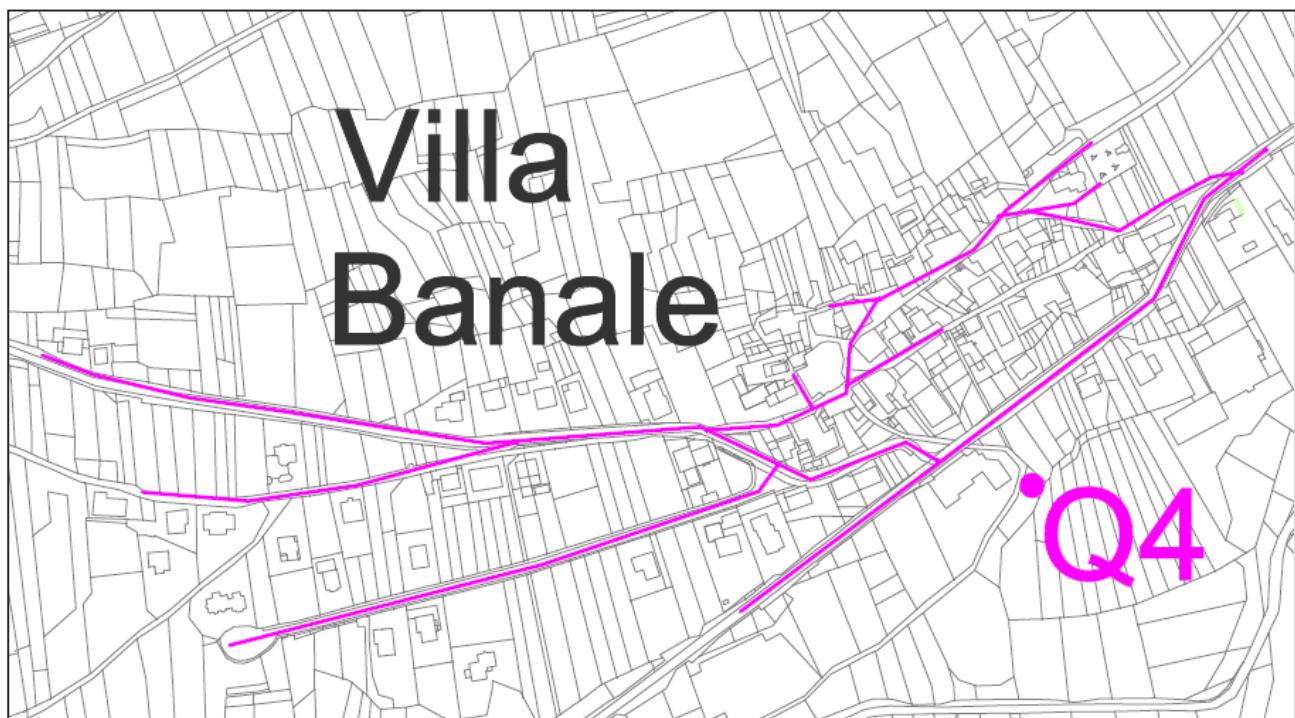
Queste in sintesi le criticità rilevate sul quadro:

- il quadro, in materiale isolante, pur essendo ubicato in vano dedicato e protetto dagli agenti atmosferici, ha grado di protezione IP40 quindi non adatto per ambienti umidi;
- l'interruttore differenziale di tipo selettivo (salvavita) funziona correttamente;
- Sono presenti condensatori posizionati a vista senza alcuna protezione;
- Mancano i dati di targa.

### **2.1.1.8 Quadro di Villa Banale (Q4)**

Nelle frazione di Villa Banale il quadro, con fornitura trifase, è posizionato nel parcheggio dell'Hotel Bellavista, accanto ad una cabina di trasformazione.

Accanto al quadro è montato un sensore crepuscolare che determina l'accensione delle linee in funzione della luminosità esterna (il sensore scatta all'incirca 20 minuti dopo il tramonto e venti prima dell'alba). È presente inoltre un orologio che determina lo spegnimento di un lampione ogni due oltre la mezzanotte.



*Fig. 18 – Individuazione del quadro a servizio della frazione di Villa Banale e dei tratti da esso alimentati*

<b>Linea</b>	<b>Misura di corrente</b>	<b>Corrente di dispersione</b>	<b>Salvavita</b>	<b>Stacco</b>
Linea 1	21,8 A		NO	-
Linea 2	21,0 A	17,3 mA	NO	-
Linea 3	17,0 A		SI	?

*Tab. 11 – Misura della corrente e della corrente di dispersione della linea del quadro di Villa Banale*

In tabella 11 si riporta la potenza installata e la dispersione di corrente lungo le tre linee, che è tollerabile data la lunghezza dei tratti.

La tensione misurata sul quadro con l'impianto in funzione è risultata pari a 231 V, quella sul punto luce più distante a 210 V. La caduta di tensione è pari a 21 V (il 9 % circa), superiore quindi allo scostamento massimo del 5% consigliato dalla norma CEI 64.8

Queste in sintesi le criticità rilevate sul quadro:

- il quadro, pur essendo si recente installazione, risulta sprovvisto di interruttori differenziali (salvavita) sui circuiti “Parte nuova” e “Paese”;
- non è stato possibile eseguire una prova di funzionamento sui differenziali presenti poiché l'impianto di messa a terra in prossimità del quadro elettrico risulta inefficiente.

### **2.1.2 Considerazioni generali sullo stato degli impianti**

L'analisi dello stato dei quadri e delle linee elettriche ha portato alle seguenti conclusioni:

- la protezione contro i contatti diretti sia sui quadri elettrici sia sui pali di illuminazione non sempre è garantita;
- la protezione dai contatti indiretti, causa la mancanza di idonee protezioni differenziali (salvavita) coordinate con i rispettivi impianti di terra, non sempre è garantita;
- la protezione delle condutture dalle sovraccorrenti non sempre è garantita.

Al fine di garantire il livello di sicurezza minimo stabilito dalla vigente normativa, gli impianti di illuminazione pubblica installati nel Comune di Stenico e frazioni, necessitano quindi di tempestivi interventi di adeguamento che dovranno essere progettati e installati a regola d'arte da personale qualificato.

Si riportano di seguito ulteriori osservazioni inerenti le condutture elettriche, gli impianti di terra e i supporti delle lampade.

#### **2.1.2.1 Condutture elettriche**

L'isolamento dei cavi risulta essere ancora efficiente anche sui tratti di linea più datati realizzati in parte con conduttori rigidi (come per esempio la linea di Seo).

Le sezioni dei conduttori non sempre sono adeguate ai carichi e alle protezioni dalle sovraccorrenti, tanto che in alcune linee i punti luce più distanti presentano cadute di tensione anche superiori al 10% (vedi quadro di Sclemo).

Non sempre i colori identificativi dei conduttori (fase, neutro, terra ecc.) sono rispettati e non sempre i cavi risultano adeguatamente protetti e/o raccordati con idonee canalizzazioni e/o scatole di giunzione.

#### **2.1.2.2 Impianti di terra**

Non è stato possibile accettare la presenza e l'efficienza di tutti gli impianti di terra, poiché in parte non visibili e/o raggiungibili. Su alcuni pali è stato interrotto in maniera evidente il collegamento di messa a terra (vedi palo con sfera luminosa in Viale Brigata Torino, figura 19, il quale dovrà essere ripristinato nel più breve tempo possibile).

#### **2.1.2.3 Supporti**

Gli impianti di illuminazione risultano essere realizzati con diverse tipologie di supporti, ovvero pali in acciaio (zincato e/o verniciato), pali in cemento, mensole a muro e funi di acciaio sospese.

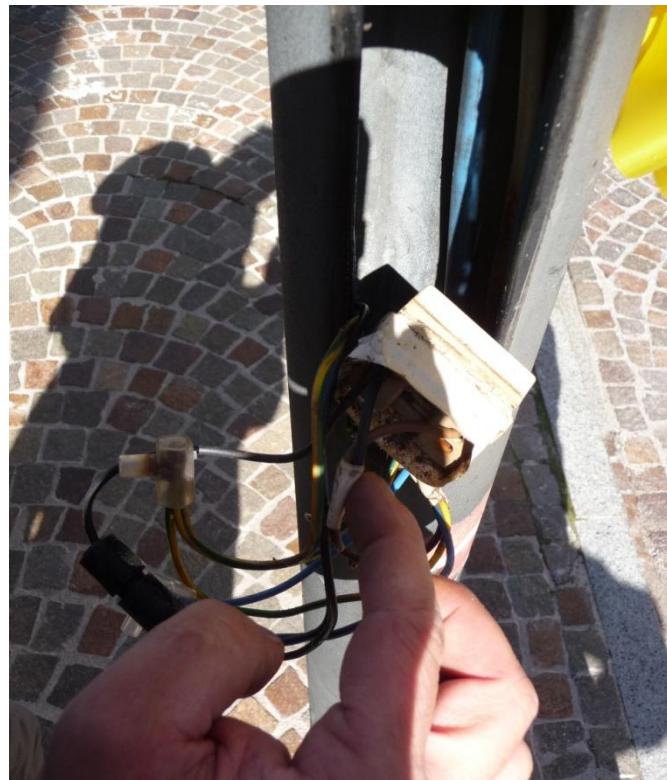
Le asole porta-morsettiera e le morsettiere posizionate sui pali più vecchi non sempre sono sufficientemente protette da idonei coperchi che ne garantiscono la tenuta "stagna" (figura 20) e la protezione dalle parti attive (morsetti). Spesso le giunzioni fra cavi all'interno delle asole risultano essere fatiscenti e pericolose (figura 21-24). Da un primo esame non sono state riscontrate situazioni pericolose per quanto riguarda l'idoneità statica dei supporti.



*Fig. 19 – Collegamento di messa a terra reciso in uno dei pali di Viale Brigata Torino, di fronte al quadro elettrico*



*Fig. 20 – Problemi di infiltrazione in uno dei pali del parcheggio di fronte al Municipio, dovuto al posizionamento errato di una guarnizione (l'acqua è stata evacuata in fase di sopralluogo)*



*Fig. 21 – Giunzioni fatiscenti su uno dei pali di fronte alla chiesa di Stenico*



*Fig. 22 – Giunzioni fatiscenti e collegamento a terra traciato su uno dei pali di fronte alla centrale termica della scuola elementare di Stenico*



*Fig. 23 – Altro esempio di collegamenti fatiscenti*

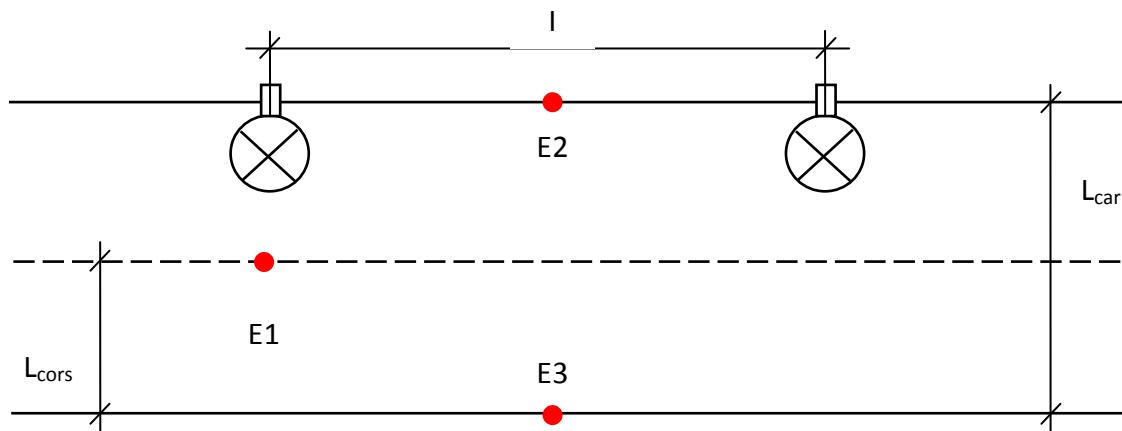


*Fig. 24 – Altro esempio di collegamenti fatiscenti*

### **2.1.3 Verifica degli apparecchi illuminanti**

Contestualmente alle verifiche sulle linee elettriche sono state raccolte informazioni sui corpi illuminanti, per i quali è stato realizzato un inventario integrando con i dati raccolti in situ le informazioni cartacee fornite dall'ufficio tecnico comunale.

Per avere una prima stima del livello di illuminazione, per ciascun tratto stradale omogeneo (ovvero con la medesima tipologia di corpi illuminanti e fondo stradale) è stato misurato mediante un luxmetro l'illuminamento sul manto stradale, come media tra quello di fronte al lampione al centro della carreggiata, quella tra un lampione e l'altro sul lato opposto della carreggiata e sullo stesso lato dei lampioni (vedi figura 25).



Illuminamento medio:

$$E_m = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3}$$

Luminanza media:

$$L_m = \frac{E_m}{14,5}$$

*Fig. 25 – Schema di calcolo semplificato della luminanza media a partire dalla misurazione dell'illuminamento in tre punti sulla carreggiata, utilizzato per avere una prima stima del rispetto delle normative e per tarare la modellazione eseguita tramite software.*

Parallelamente è stata eseguita la modellazione dei tratti tramite il software DIALux®, a partire dai dati tecnici dei corpi illuminanti attualmente installati forniti dalle aziende produttrici. Il software è in grado di calcolare i valori puntuali di luminanza a partire dalla curva fotometrica e permette quindi di simulare il reale comportamento del corpo illuminante, così come gli effetti ottenibili a seguito degli interventi ritenuti necessari.

I valori misurati sono serviti per verificare la corrispondenza della modellazione con la situazione reale e per tarare il parametro cosiddetto “di manutenzione” che nel software permette di simulare lo stato di conservazione delle lampade e ne diminuisce la resa per tener conto del calo di prestazioni dovuto all’età e alla sporcizia accumulata.

Verranno di seguito presentati i risultati della modellazione dei venti tratti stradali aventi caratteristiche omogenee individuati sul territorio comunale. In figura 26 viene riportata la tavola (inserita a formato pieno tra gli allegati della presente relazione) con evidenziati i tratti modellati, mentre in tabella 12 sono presentate le principali caratteristiche di ciascun tratto considerato.

Nella sezione successiva verranno invece presentati i risultati della modellazione di altri luoghi interessati dall’illuminazione pubblica, quali piazze, chiese, campi sportivi e parchi gioco.

Il comune non è stato in grado di fornire una classificazione di tutte le strade modellate, dal momento che in molti casi quest’ultima non è mai stata eseguita. La categoria illuminotecnica dei tratti modellati è stata ottenuta utilizzando la norma UNI 11248, avendo assegnato una classe a ciascuna strada sulla base del traffico presente, dei limiti di velocità e della presenza di incroci, rotonde, attraversamenti, etc.

La modellazione permette di ottenere, in funzione della categoria illuminotecnica (tipologia di strada o di marciapiede), il valore dei seguenti parametri:

- *luminanza minima media mantenuta ( $L_m$ )*: è il flusso luminoso emesso dalla superficie stradale nella direzione dell’osservatore per effetto della riflessione del flusso luminoso dei corpi illuminanti. E’ il parametro che permette di verificare se la strada è illuminata a sufficienza per distinguere ostacoli e pericoli sulla carreggiata;
- *uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )*: è il rapporto tra luminanza minima e media su un tratto stradale significativo ed esprime l’uniformità dell’illuminamento (o luminanza) sulla carreggiata. La norma stabilisce che la luminanza minima e la media non si possono scostare di troppo cioè non devono esserci zone eccessivamente buie sul tratto stradale in esame;
- *uniformità longitudinale minima di luminanza ( $U_l$ )*: è il rapporto fra luminanza minima e massima lungo la mezzeria di ciascuna corsia. E’ anche questo un parametro che esprime l’uniformità della luce sulla carreggiata. Stabilendone un valore minimo la norma impone che sulla mezzeria di ciascuna corsia in senso longitudinale non ci sia un’eccessiva differenza fra l’illuminamento minimo e massimo, e vi sia quindi una distribuzione regolare e uniforme della luce;

- *incremento di soglia massimo (Tl)*: questo parametro è influenzato dal tipo di armatura e ottica del copro illuminante. E' legato al flusso luminoso emesso dal corpo illuminante che può compromettere la percezione visiva senza necessariamente provocare agli osservatori sensazioni fastidiose. Si può avere un superamento del valore limite da parte di ottiche con curve fotometriche ampie che emettono luce anche in direzione sub orizzontale;
- *rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)*: si tratta di un rapporto ricavato confrontando gli illuminamenti medi presenti ai lati della strada, cioè su due fasce di opportuna larghezza all'esterno e all'interno rispetto al limite della carreggiata. La norma impone il rispetto di un valore minimo in modo tale che ai lati della strada sia consentita la visione e il conducente possa individuare con un certo anticipo un ostacolo in movimento verso la sede stradale.
- *illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )*: è il flusso luminoso medio emesso dalla sorgente nella direzione dell'osservatore. E' il parametro che permette di distinguere ostacoli e pericoli sul marciapiede;
- *illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )*: è il flusso luminoso minimo emesso dalla sorgente nella direzione dell'osservatore. E' il parametro che permette di distinguere ostacoli e pericoli sul marciapiede.

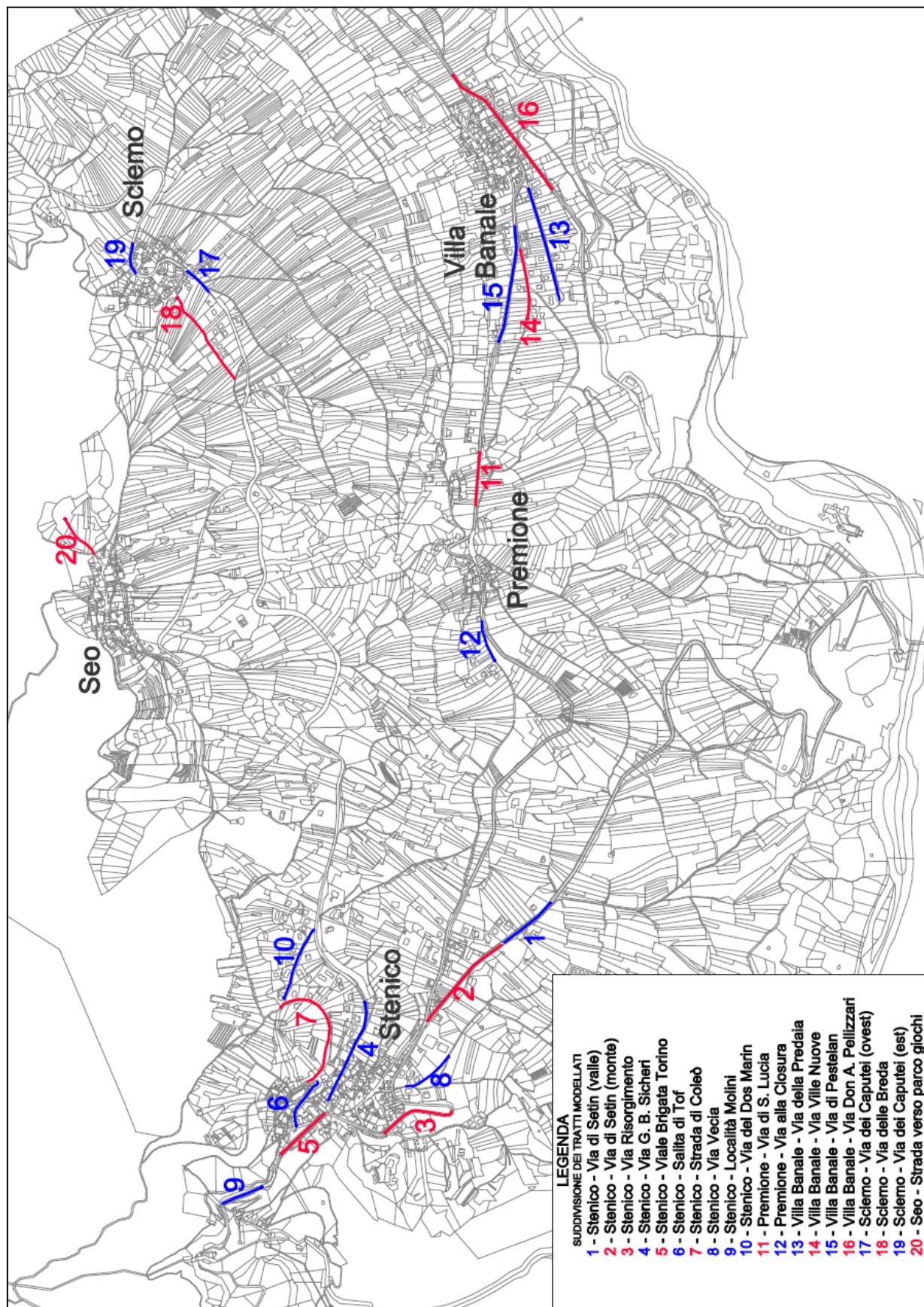
In aggiunta ai parametri appena elencati è necessario che vengano soddisfatti quelli definiti dalla L.P. 16/07, differenti a seconda si debba utilizzare per la verifica l'Allegato A oppure l'Allegato B.

l'Allegato A, utilizzato come detto in precedenza per gli apparecchi di classe A, richiede sia rispettato il coefficiente di efficienza normalizzato  $\eta$ , definito come rapporto tra energia consumata annualmente dall'impianto per produrre 100 lux di illuminamento sul piano efficace durante il periodo di funzionamento di progetto, tenuto conto delle eventuali regolazioni (intensità luminosa ed energia) nel tempo, ed area efficace.

L'Allegato B, utilizzato per gli apparecchi di classe B, C e D, richiede il rispetto sia del coefficiente di efficienza normalizzato  $\eta$  sia dell'indice di illuminazione disperso  $K_{il}$ , definito come rapporto tra l'illuminamento disperso complessivo e l'illuminamento efficace prodotto, pesato tra le rispettive aree (area di misura ed area efficace).

Nelle tabelle descrittive di ciascun tratto vengono riportati i consumi energetici annui e i costi di esercizio comprensivi del costo di sostituzione delle lampade a fine vita (l'incidenza annua di tale costo viene calcolata in base alle ore di funzionamento dichiarate dal produttore). Per il calcolo dei consumi energetici si utilizzano le ore effettive di accensione dei lampioni, tenendo conto degli orologi presenti su alcuni dei quadri che dopo la mezzanotte spengono un lampioncino ogni due.

Per la verifica del parametro  $\eta$  si utilizzano invece le ore di accensione complessive, determinate dallo scatto dei sensori crepuscolari (vedi paragrafo 2.1.4 per maggiori dettagli).



*Fig. 26 – Tavola dei tratti stradali modellati*

**PIANO DI INTERVENTO PER LA  
RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO  
LUMINOSO COMUNALE**

Comune di Stenico  
Provincia Autonoma di Trento

N°	Quadro elettrico	Ubicazione	Riferimento su tavola	Classe di progetto UNI 11248	Larghezza		Altezza palo [m]	Interasse palo [m]	Tipo lampada	Potenza lampada [W]	N° lampade	Classe apparecchio L.P. 16/07
					strada	marciapiede						
1	Q8	Stenico Via di Setin (valle)	533 - 549	ME4b	6	1,4	7	29,5	LED	59	6	A
2	Q8	Stenico Via di Setin (monte)	216 - 528	ME4b	6	1,4	7	23,5	LED	59	13	A
3	Q6	Stenico Via Risorgimento	438 - 449	ME4b	7	1	7,5	20	vap. mercurio	125	10	A
4	Q5	Stenico Via G.B. Sicheri	311 - 318	MES	5		7,5	40	vap. mercurio	125	8	A
5	Q5	Stenico Via Brigata Torino	277 - 303	MES	7	1,2	3,5	20	vap. sodio	70	11	E
6	Q5	Stenico Salita di Tof	384 - 388	MES	3		4	22	vap. mercurio	125	5	E
7	Q5	Stenico Strada di Coleò	373 - 383	MES	4,5		5	34	ioduri metallici	100	11	A
8	Q7	Stenico Via Vecia	477 - 481	MES	3,5		4	35	vap. mercurio	125	5	E
9	Q5	Stenico Località Molini	269 - 273	MES	5,5		7,5	30	vap. mercurio	125	5	A
10	Q5	Stenico Via del Dos Marin	336 - 372	MES	4,5		7,5	34	vap. mercurio	125	7	A
11	Q3	Premione Via di S. Lucia	118 - 123	MES	5,5		7,5	30	vap. mercurio	125	6	A
12	Q3	Premione Via Alla Closura	100 - 109	MES	3		6	23	vap. mercurio	80	6	A
13	Q4	Villa Banale Via della Predaia	238 - 248	MES	5	1,5	7	32	vap. mercurio	80	11	A
14	Q4	Villa Banale Via delle Ville nuove	258 - 266	MES	3,5		8	24	vap. mercurio	125	9	A
15	Q4	Villa Banale Via di Pestelan	249 - 257	MES	5		7,5	40	vap. mercurio	125	9	A
16	Q4	Villa Banale Via Don A. Pellizzari	155 - 198	ME4b	7,5	1,5+1,5	7,5	29	vap. sodio	150	14	A
17	Q2	Sclemo Via dei Caputei (ovest)	91 - 99	MES	7		7,5	12	vap. mercurio	125	9	A
18	Q2	Sclemo Via della Breda	50 - 65	MES	6	1	4,2	18	vap. mercurio	125	16	A
19	Q2	Sclemo Via dei Caputei (est)	77 - 81	MES	7		7,5	20	vap. mercurio	125	5	A
20	Q1	Seo Strada parco giochi	17 - 24	ME6	2,5		3,5	18	vap. mercurio	125	8	C

Tab. 12 – Principali caratteristiche di ciascun tratto analizzato

### **2.1.3.1 Tratto 1: Stenico – Via di Setin (valle)**

Il primo tratto analizzato è situato in Via di Setin (parte a valle) a Stenico. Lungo questa via sono presenti dei punti luce di recente installazione, del tipo testapalo con lampade a led della potenza di 59 W. Le principali caratteristiche del tratto analizzato sono riportate in tabella 13, mentre in tabella 14 è presente una stima della spesa totale annua relativa a questo tratto di strada. La classe illuminotecnica ipotizzata per la carreggiata è ME4b, mentre per il marciapiede è S2.

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	1	
Luogo	Via di Setin (valle)	
Quadro elettrico	Q8	
Rif. su tavola	533-549	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME4b	
Lampada	LED	
Tipologia lampione su tavola	R	
Numero punti luce	6	
Potenza lampada	W	59
Altezza pali	m	7
Distanza pali	m	29,5
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126

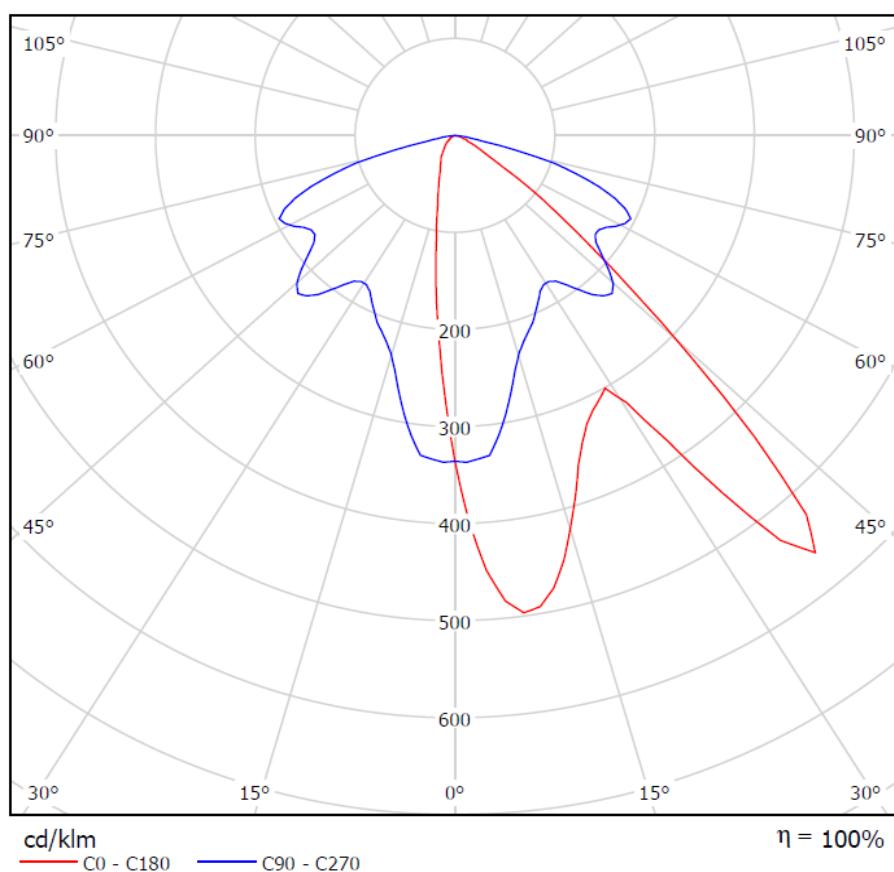


*Tab. 13 – Principali caratteristiche del tratto 1: Stenico – Via di Setin (valle)*

In base alla curva fotometrica del corpo illuminante, riportata in figura 27, l'apparecchio luminoso è classificato in classe A, per cui è necessario eseguire le verifiche utilizzando l'Allegato A, compilato secondo le direttive della LP 16/07. Tali risultati, eseguiti anche mediante l'ausilio del software DIALUX®, sono riportati in tabella 15, mentre in figura 28 è riportato il rendering della simulazione con la luminanza puntuale della strada in cd/m<sup>2</sup>.

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a LED</b>
Potenza nominale della lampada	W	59
Potenza assorbita dal punto luce	W	76
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2807
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	1318
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	27,69
Durata di una lampada	h	150.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	1.122,00
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	48,68
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	292,10

*Tab. 14 – Stima della spesa totale annua per il tratto 1: Stenico – Via di Setin (valle)*



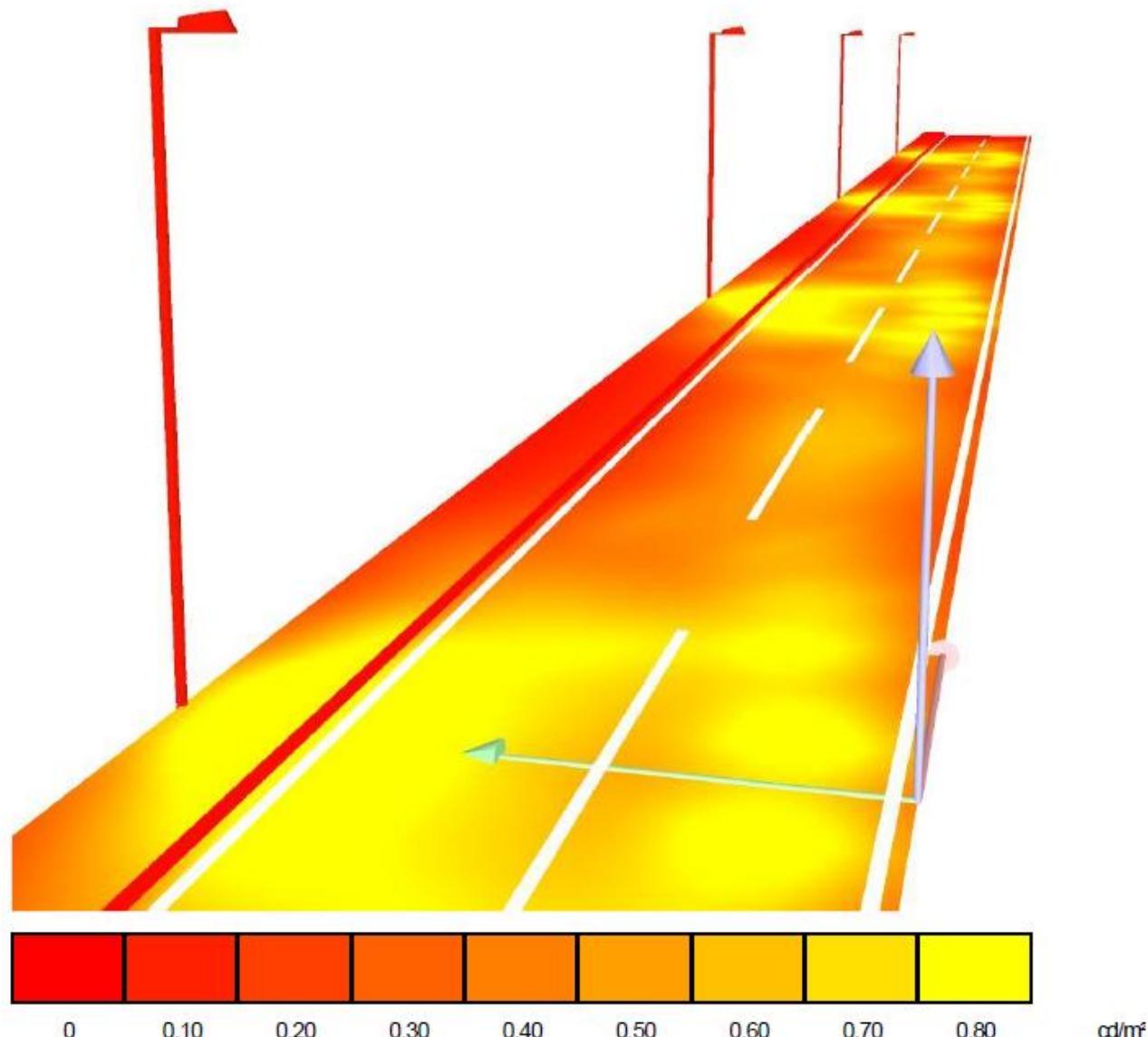
*Fig. 27 – Curva fotometrica del corpo illuminante del tratto 1: iGuzzini B220 Sistema Lavinia Potenza 59 W*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,75 ÷ 0,8625	1,00
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	10 ÷ 11,5	10
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	≥ 3	2
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,4	0,40
Uniformità longitudinale minima di luminanza (Ui)	-	≥ 0,5	0,50
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	12
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,3
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	4,80
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 15 – Risultati illuminotecnici del tratto 1: Stenico – Via di Setin (valle)*

Dall'analisi dei risultati emerge che il coefficiente di efficienza normalizzato  $\eta$  risulta inferiore al limite di legge, grazie alla ridotta potenza installata. Tuttavia, alcuni parametri illuminotecnici risultano non verificati. In particolare:

- per quanto riguarda la carreggiata, la luminanza media risulta troppo elevata, mentre il rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni SR è troppo basso. Ciò significa che la carreggiata risulta eccessivamente illuminata, mentre non risultano sufficientemente illuminati i bordi della carreggiata stessa, cosa che non consentirebbe ai conducenti una opportuna individuazione di ostacoli in movimento verso la sede stradale. Quest'ultimo problema è dovuto alla particolare ottica utilizzata e al fatto che il corpo illuminante è installato testapalo, cosa che non permette un adeguato illuminamento della parte opposta della strada;
- per quanto riguarda il marciapiede, invece, il parametro illuminotecnico non soddisfatto è l'illuminamento orizzontale minimo mantenuto  $E_{min}$ , in quanto vi sono zone troppo buie, probabilmente a causa dell'eccessiva distanza tra i punti luce e alla particolare ottica utilizzata, che non permette una distribuzione uniforme dell'illuminamento lungo il marciapiede.



*Fig. 28 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 1*

## **ALLEGATO A**

### **2.1.3.2 Tratto 2: Stenico – Via di Setin (monte)**

La Via di Setin a Stenico è stata suddivisa in 2 tratti, dal momento che la distanza media tra i punti luce risulta sensibilmente diversa nella parte a monte rispetto a quella a valle. Nella parte a monte, che presenta la stessa tipologia di punti luce e di corpi illuminanti, l'interdistanza tra i punti luce risulta inferiore, pari a 23,5 m rispetto ai 29,5 m della parte a valle (vedi tabella 16). Come nel caso precedente, si presentano di seguito una stima della spesa totale annua relativa a questo tratto di strada (tabella 17) e i risultati delle verifiche illuminotecniche (tabella 18), oltre al rendering della simulazione (figura 29).

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	2	
Luogo	Via di Setin (monte)	
Quadro elettrico	Q8	
Rif. su tavola	216-528	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME4b	
Lampada	LED	
Tipologia lampione su tavola	R	
Numero punti luce	13	
Potenza lampada	W	59
Altezza pali	m	7
Distanza pali	m	23,5
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



*Tab. 16 – Principali caratteristiche del tratto 2: Stenico – Via di Setin (monte)*

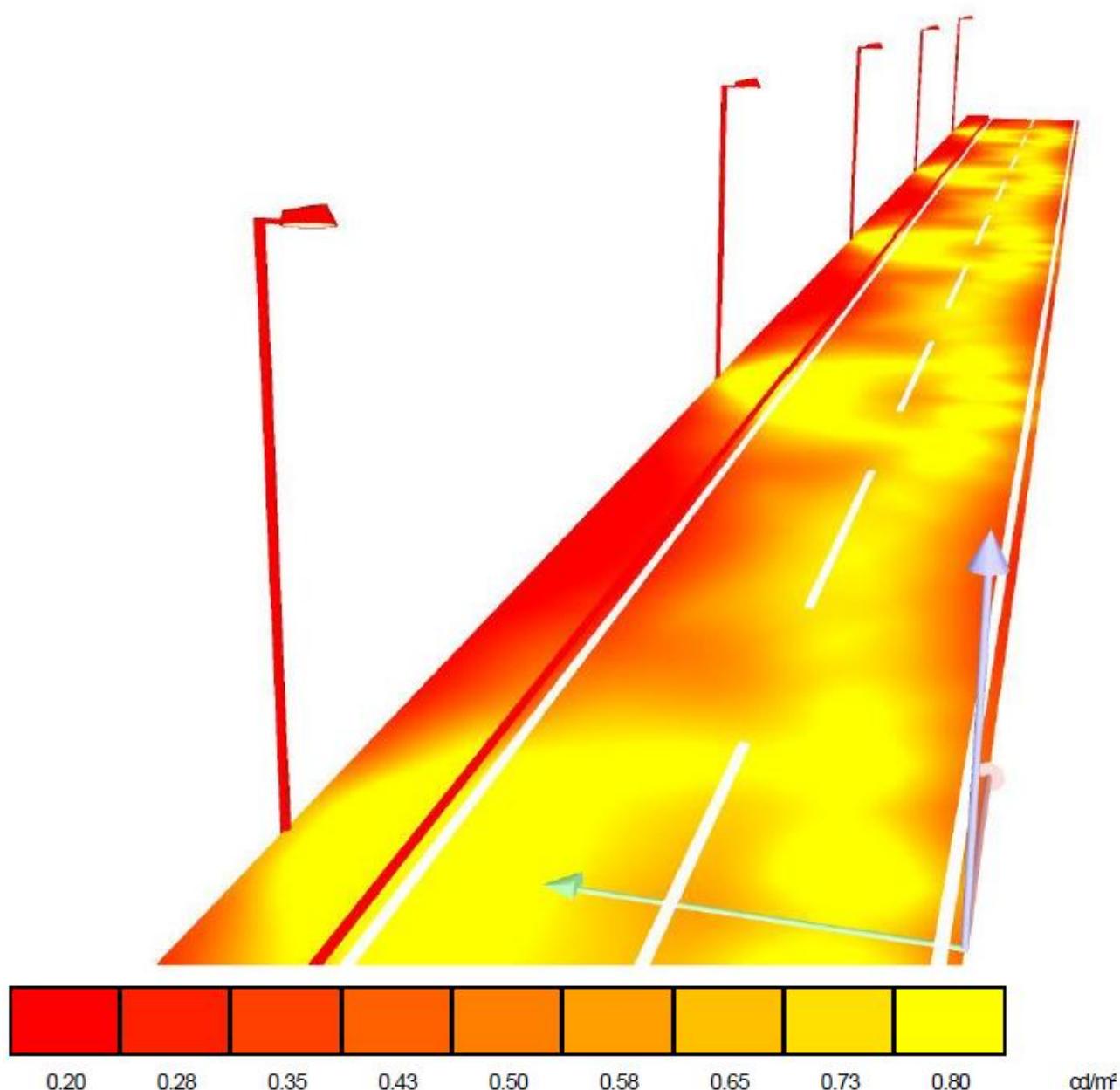
Dall'analisi dei risultati emerge che, essendo in questo tratto l'interdistanza tra i punti luce minore, vi è una luminanza media sulla carreggiata e un illuminamento orizzontale medio mantenuto sul marciapiede ancora superiori rispetto al tratto a valle. Questi parametri pertanto non rispettano i limiti imposti dalla normativa vigente, anche se il coefficiente di efficienza normalizzato  $\eta$  risulta molto contenuto, grazie al fatto che le potenze installate sono molto basse. Inoltre, analogamente a quanto emerso nel tratto a valle, un altro parametro che non soddisfa i limiti di legge è il rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni SR.

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a LED</b>
Potenza nominale della lampada	W	59
Potenza assorbita dal punto luce	W	76
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2807
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	2857
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	27,69
Durata di una lampada	h	150.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	1.122,00
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	48,68
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	632,87

*Tab. 17 – Stima della spesa totale annua per il tratto 2: Stenico – Via di Setin (monte)*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,75 ÷ 0,8625	1,25
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	10 ÷ 11,5	13
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	≥ 3	4
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,4	0,50
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $U_l$ )	-	≥ 0,5	0,70
Incremento di soglia massimo ( $T_l$ )	%	≤ 15	11
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,3
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	4,90
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 18 – Risultati illuminotecnici del tratto 2: Stenico – Via di Setin (monte)*



*Fig. 29 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 2*

## ALLEGATO A

Norme	Descrizione Intervento:	Impianto										Indici Verifica L.P. 16/2007	
		Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):					Indici qualitativi						
		Intervallo di manutenzione prevista (anni):	medio	UNI 11248	Superficie efficace (mq):	2.00	TI	U0	U1	U2	SR		
Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita:													
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)	Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	TI	SR	
ME4b	Carreggiata	ME4b	1.833,0	0,75					0,40	0,5	15%	0,5	
S2	Marcia piede	S2	427,7		10,0	3,0					-	-	
Parametri di progetto	Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	TI	SR	
ME4b	Carreggiata	ME4b	1.833,0	0,75					0,40	0,5	15%	0,5	
S2	Marcia piede	S2	427,7		10,0	3,0					-	-	
Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento													
Parametri di verifica	Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	TI	SR	
maggiori e max +15% dei valori di progetto	Carreggiata	ME4b	1.833,0	1,25	21,00				0,50	0,70	11,0%	0,30	
	Marcia piede	S2	427,7		13,00	4,00					-	-	
VERIFICA Illuminotecnica	Descrizione	Categoria	Em x S	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	TI	SR	
	Carreggiata	ME4b	38.493	NO	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NO	
	Marcia piede	S2	5.560	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
			-	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
Fattore di manutenzione; indicare la norma seguita:													
Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione	Descrizione	Lampada	Flusso	Watt	IP	h / anno	Nr.	FM	kW	kWh/anno			
Testapalo, h=7m i=23,5m	LED	4332	59			2.807	13	0,95	0,77	2.152,97	-	-	
										-	-	-	
Totali			56.316,00			36.491,00	13						
	Regolatore	NO	100,00%			0,98	0,05						
	Emh (piano efficace)	19,49											
VERIFICA L.P. 16/2007	Zona Protetta	NO											
			Kill(limite)	3,0									
			η(limite)	15,0									

Verificata

### **2.1.3.3 Tratto 3: Stenico – Via Risorgimento**

Un altro tratto analizzato nell'abitato di Stenico è quello di Via Risorgimento. Lungo questa via sono presenti dei punti luce del tipo a sbraccio, con installate lampade ai vapori di mercurio della potenza di 125 W. Le tabelle successive riportano le principali caratteristiche del tratto analizzato, una stima della spesa totale annua, la curva fotometrica del corpo illuminante e i risultati delle verifiche illuminotecniche con il relativo rendering della simulazione.

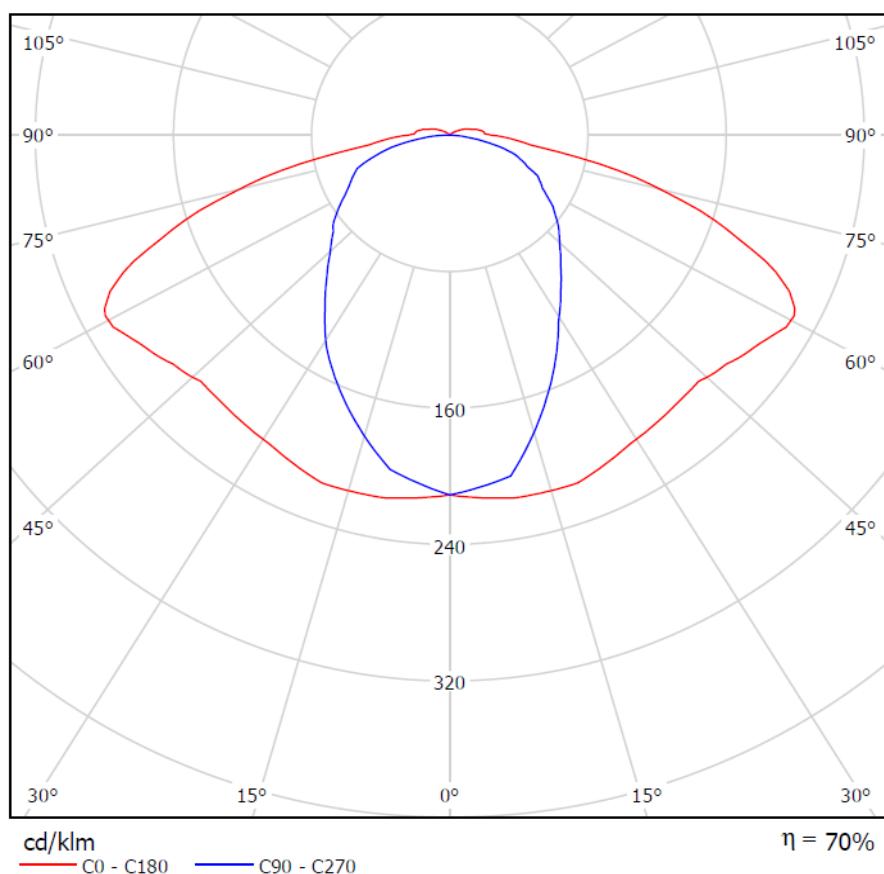
<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	3	
Luogo	Via Risorgimento	
Quadro elettrico	Q6	
Rif. su tavola	438-449	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME4b	
Lampada	vap. merc.	
Tipologia lampione su tavola	A	
Numero punti luce	10	
Potenza lampada	W	125
Altezza pali	m	7,5
Distanza pali	m	20
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



*Tab. 19 – Principali caratteristiche del tratto 3: Stenico – Via Risorgimento*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a vapori di mercurio</b>
Potenza nominale della lampada	W	125
Potenza assorbita dal punto luce	W	137,5
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2807
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	3975
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	50,09
Durata di una lampada	h	20.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	9,24
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	51,39
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	513,87

*Tab. 20 – Stima della spesa totale annua per il tratto 5: Stenico – Via Risorgimento*



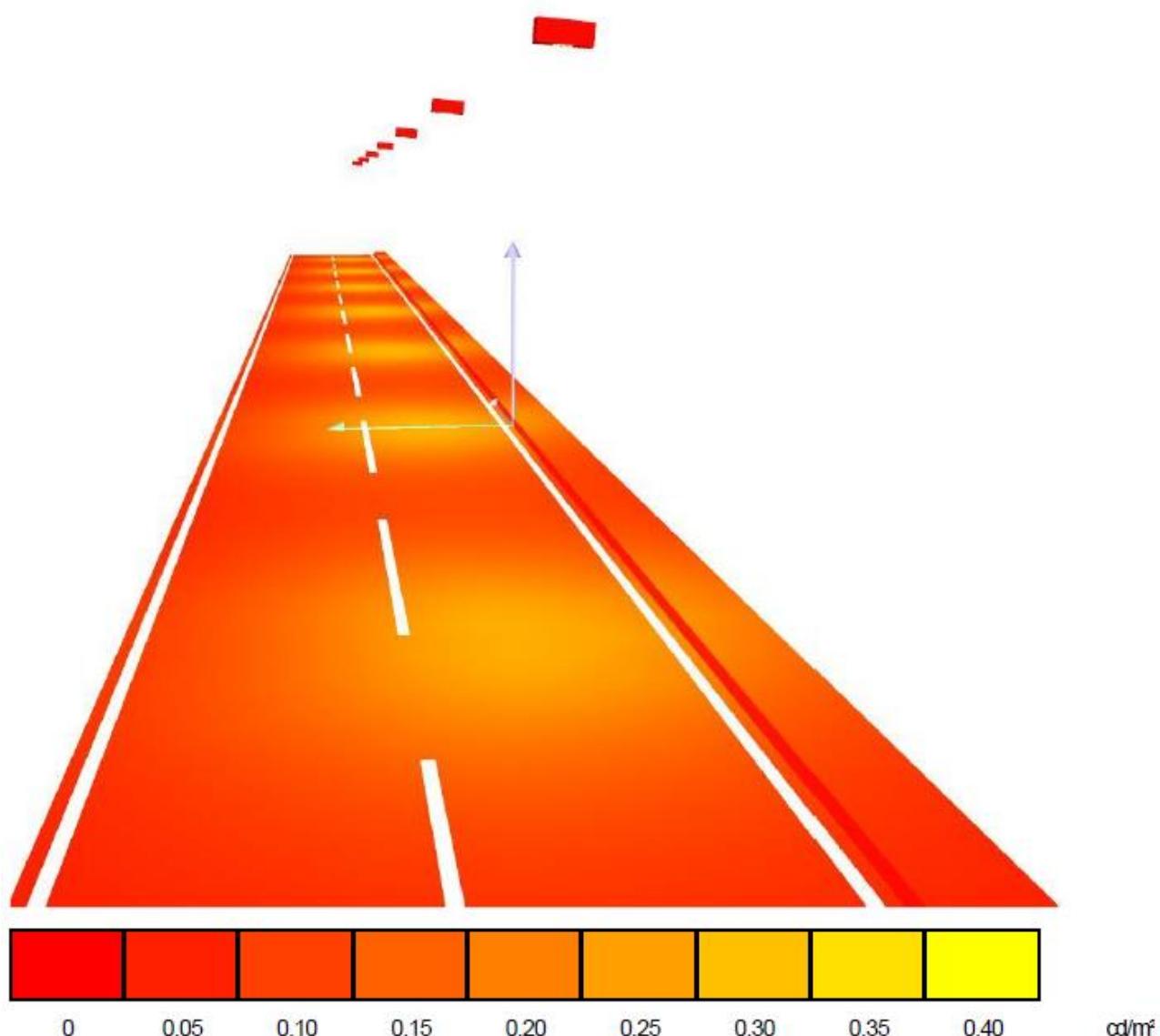
*Fig. 30 – Curva fotometrica del corpo illuminante del tratto 3: Disano 1141 Sempione Potenza 125 W*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,75 ÷ 0,8625	0,34
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	10 ÷ 11,5	5
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	≥ 3	3
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,4	0,40
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,5	0,90
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	14
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,6
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	44,70
Indice di illuminazione dispersa ( $K_{ill}$ )	-	≤ 3	2,8

*Tab. 21 – Risultati illuminotecnici del tratto 3: Stenico – Via Risorgimento*

In base alla curva fotometrica del corpo illuminante, riportata in figura 30, l'apparecchio luminoso è classificato in classe B, per cui in questo caso è necessario eseguire le verifiche utilizzando l'Allegato B, compilato secondo le direttive della LP 16/07.

Dall'analisi dei risultati emerge che la luminanza media della carreggiata e l'illuminamento orizzontale medio mantenuto sul marciapiede risultano molto inferiori rispetto ai limiti di legge. Inoltre, l'elevata potenza installata e la vicinanza dei punti luce, posti solo a 20 m di distanza fra di essi, non consente di rispettare nemmeno il coefficiente di efficienza normalizzato  $\eta$ . Al contrario, risulta verificato l'indice di illuminazione dispersa  $K_{ill}$ , grazie soprattutto alla presenza di punti luce del tipo a sbraccio e all'elevata larghezza della sede stradale; questo fa sì che il flusso luminoso investa quasi solamente l'area interessata.



*Fig. 31 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 3*

## ALLEGATO B

Norme	Descrizione Intervento	Stenico - Via Risorgimento - tratto 3										UNI 11248						
		Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):					Indici qualitativi											
		Intervallo di manutenzione prevista (anni):	medio	2,00	U0	U1	T1	U0	U1	T1	SR							
VERIFICA Illuminotecnica	Superficie efficace (mq):	1.600																
	Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita:																	
	Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)	Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	TI						
	Carreggiata	ME4b	1.400,0	0,75						0,40	0,5	15%						
	Marciapiede	S2	200,0		10,0	3,0						0,5						
	Parametri di progetto	Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	TI						
	Carreggiata	ME4b	1.400,0	0,75						0,40	0,5	15%						
	Marciapiede	S2	200,0		10,0	3,0						0,5						
	Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento																	
	Parametri di verifica	Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	TI						
maggiori e max +15% dei valori di progetto										0,40	0,90	14,0%						
0,60																		
VERIFICA Illuminotecnica	Valori di Verifica	Em x S	Lm	Em	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	TI	SR						
	Carreggiata	6.846	NO	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK						
	Marciapiede	S2	1.000	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK						
		-	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK						
Fattore di manutenzione; indicare la norma seguita:																		
VERIFICA L.P. 16/2007	Impianto	Descrizione	Flusso	Watt	IP	h/anno	Nr.	FM	kW	kWh/anno								
	Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione										3.508,75							
	Totali		63.000,00			28.070,00	10	0,35	1,25									
	Regolatore	NO	100,00%				0,68	0,65	1,25	3.508,75								
Indici Verifica		Emh (piano efficace)	4,90	Non Verificata														
VERIFICA L.P. 16/2007		Zona Protetta	NO	Ehc	EvN	EvE	EvS	EvW	Non Verificata									
		Emdis	0,09	-	0,010	0,010	0,010	0,010										
		Kill	2,8	1,8%	Kill(limite)		3,0											
		$\eta(100lx,r)$	44,7	2,19	$\eta$ (limite)		15,0											

#### **2.1.3.4 Tratto 4: Stenico – Via G. B. Sicheri**

Prendendo in considerazione il tratto che insiste su Via G.B. Sicheri a Stenico, bisogna sottolineare che in questo caso è presente la stessa tipologia di punto luce installata in Via Risorgimento, ovvero pali a sbraccio. Le lampade installate sono ai vapori di mercurio, hanno una potenza pari a 125 W e presentano caratteristiche simili a quelle del tratto 3 appena analizzato. Tuttavia, non essendo stato possibile reperire l'esatta curva fotometrica, si è utilizzata la stessa curva del caso precedente, considerando però l'apparecchio di classe A per il fatto che non è presente alcun vetro sul corpo illuminante e pertanto è impossibile che parte del flusso luminoso venga disperso sopra l'orizzonte. Rispetto al caso precedente, inoltre, la classe illuminotecnica della strada è inferiore, ovvero ME5, e presenta quindi requisiti da rispettare meno stringenti. Infine, l'interdistanza tra i pali è pari a 40 m.

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	4	
Luogo	Via G.B. Sicheri	
Quadro elettrico	Q5	
Rif. su tavola	311-318	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	vap. merc.	
Tipologia lampioncino su tavola	A	
Numero punti luce	8	
Potenza lampada	W	125
Altezza pali	m	7,5
Distanza pali	m	40
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



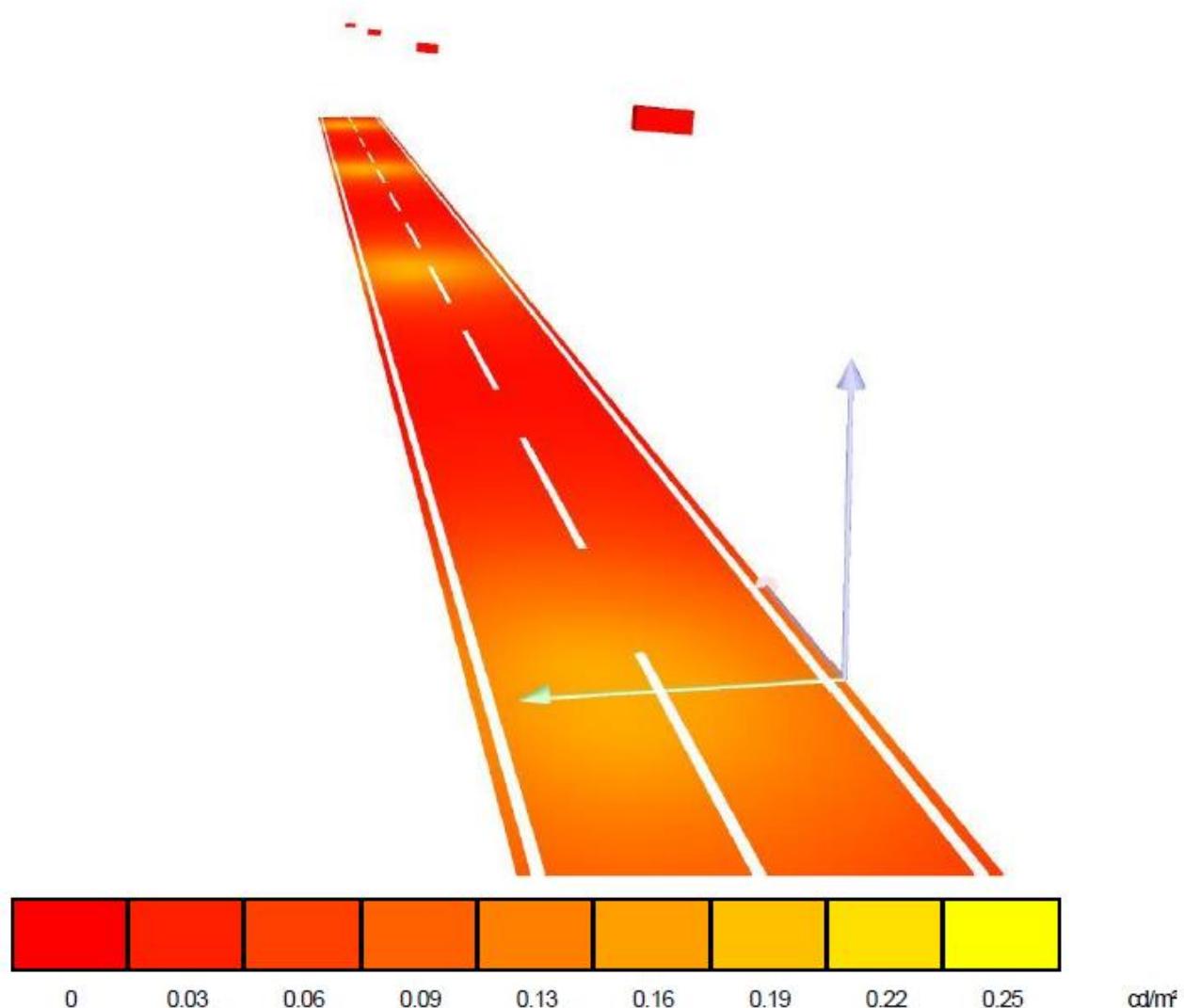
*Tab. 22 – Principali caratteristiche del tratto 4: Stenico – Via G.B. Sicheri*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a vapori di mercurio</b>
Potenza nominale della lampada	W	125
Potenza assorbita dal punto luce	W	137,5
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	3865
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	4379
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	68,97
Durata di una lampada	h	20.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	9,24
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	70,76
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	566,04

*Tab. 23 – Stima della spesa totale annua per il tratto 4: Stenico – Via G.B. Sicheri*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,10
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,36
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,4	0,40
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	14
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,7
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	134,20
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 24 – Risultati illuminotecnici del tratto 4: Stenico – Via G.B. Sicheri*



*Fig. 32 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 4*

Le verifiche illuminotecniche evidenziano anche in questo caso un livello di luminanza media molto scarso e un valore invece molto elevato del parametro  $\eta$ , che denota la scarsa efficienza dell'impianto, soprattutto a causa dell'elevata potenza delle lampade installate.

## **ALLEGATO A**

### **2.1.3.5 Tratto 5: Stenico – Via Brigata Torino**

Il quinto tratto considerato è quello di Via Brigata Torino a Stenico. Lungo questa via sono presenti punti luce del tipo a globo con lampade ai vapori di sodio della potenza di 70 W. Le principali caratteristiche del tratto analizzato sono riportate in tabella 25, mentre in tabella 26 è presente una stima della spesa totale annua relativa a questo tratto di strada. Infine, in figura 33 è riportata la curva fotometrica del corpo illuminante, in tabella 27 i risultati delle verifiche illuminotecniche e in figura 34 il rendering della simulazione.

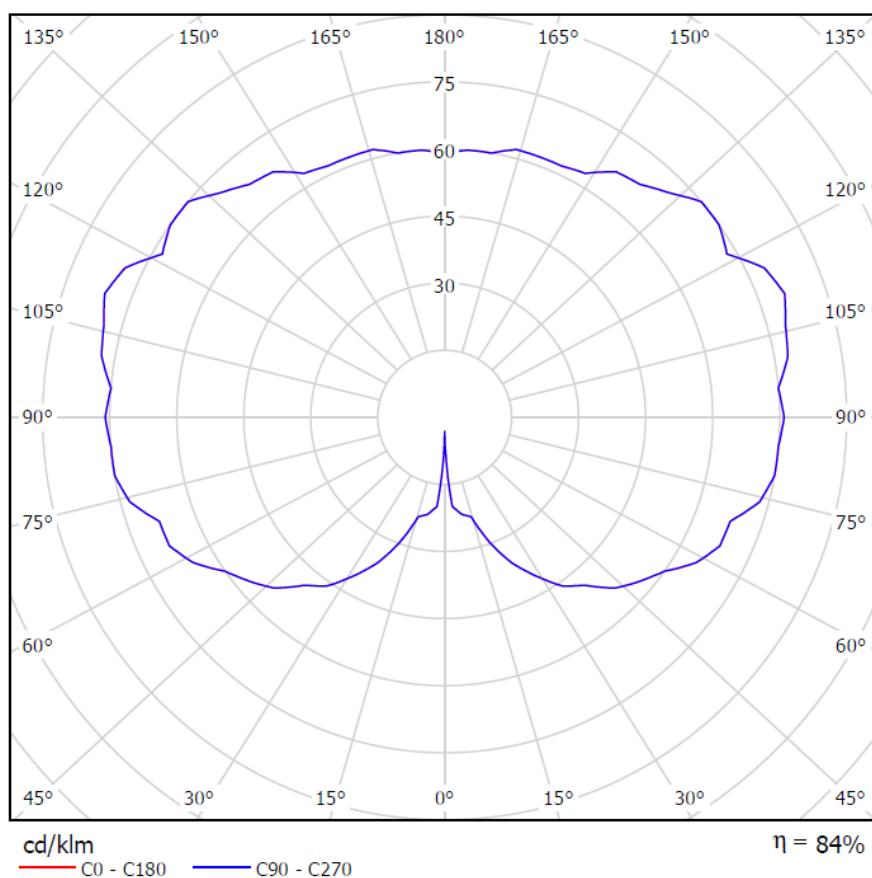
<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	5	
Luogo	Via Brigata Torino	
Quadro elettrico	Q5	
Rif. su tavola	277-303	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	vap. sodio	
Tipologia lampioncino su tavola	E	
Numero punti luce	11	
Potenza lampada	W	70
Altezza pali	m	3,5
Distanza pali	m	20
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



*Tab. 25 – Principali caratteristiche del tratto 5: Stenico – Via Brigata Torino*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a vapori di sodio</b>
Potenza nominale della lampada	W	70
Potenza assorbita dal punto luce	W	80
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	3865
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	3503
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	40,13
Durata di una lampada	h	24.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	30,88
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	45,10
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	496,10

*Tab. 26 – Stima della spesa totale annua per il tratto 5: Stenico – Via Brigata Torino*

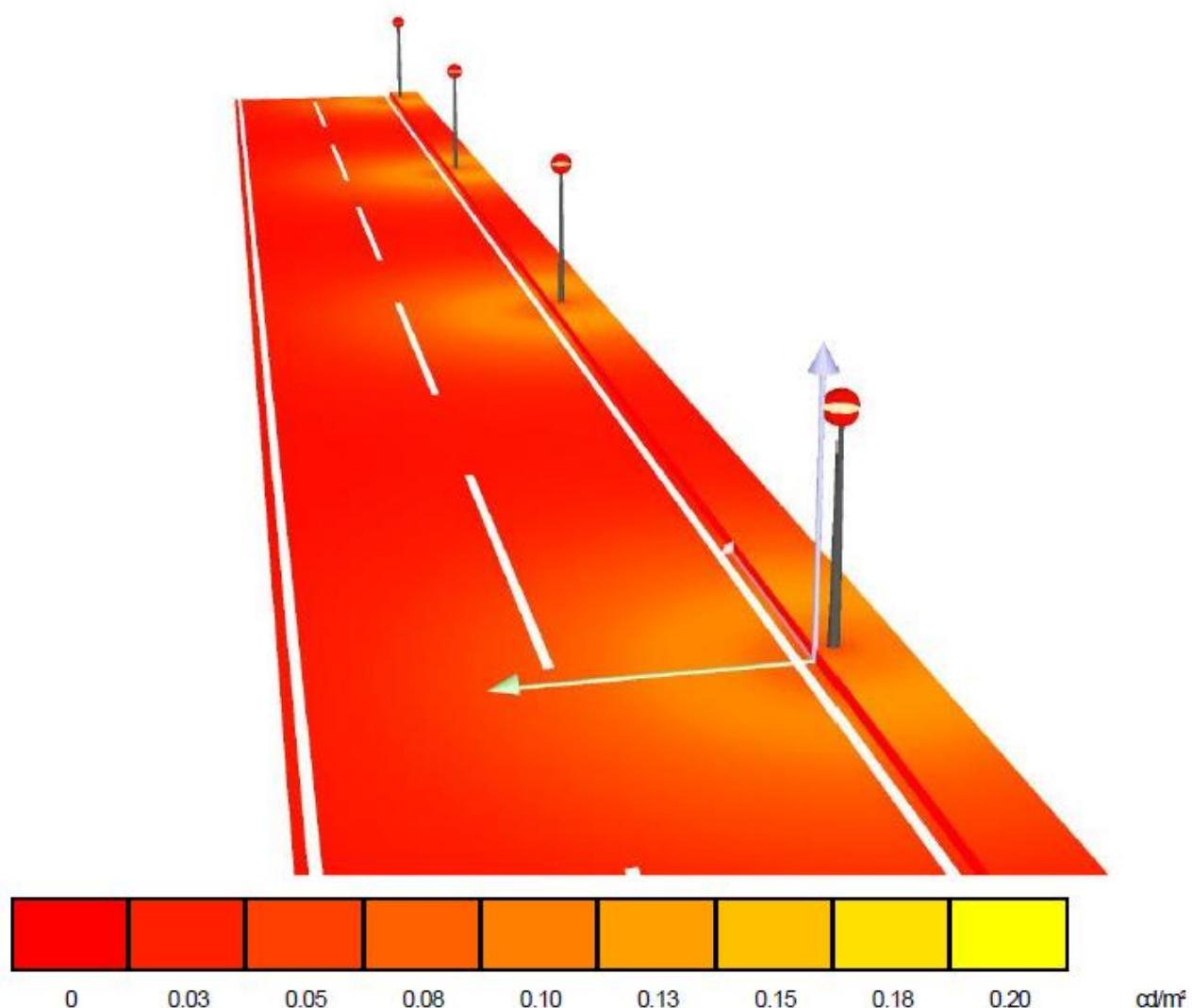


*Fig. 33 – Curva fotometrica del corpo illuminante del tratto 5: Disano 1300 OP Potenza 70 W*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,10
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	7,5 ÷ 8,625	1,9
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	≥ 1,5	0,6
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,27
Uniformità longitudinale minima di luminanza (Ui)	-	≥ 0,4	0,50
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	134
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,8
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	123,40
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 27 – Risultati illuminotecnici del tratto 5: Stenico – Via Brigata Torino*

In prima battuta è necessario sottolineare che, come si può notare dalla curva fotometrica del corpo illuminante riportata in figura 29, vi è una percentuale molto rilevante del flusso luminoso che viene disperso sopra l'orizzonte. Questo fa sì che questo corpo illuminante debba essere classificato in classe E secondo la LP 16/07. In questo modo, a prescindere dai risultati illuminotecnici ottenuti, l'apparecchio risulta vietato e necessita di essere sostituito, dal momento che provoca un inquinamento luminoso rilevante. Per completezza, tuttavia, si riportano in tabella 27 i risultati illuminotecnici ottenuti, che evidenziano il mancato rispetto di quasi tutti i limiti di legge previsti dalla normativa vigente, principalmente a causa della forte dispersione del flusso luminoso verso l'alto (cosa che non consente il rispetto di luminanza e illuminamento medio nonostante i punti luce siano posti molto vicini e presentino altezze contenute) ma anche a causa del forte abbagliamento provocato dalla lampada.



*Fig. 34 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 5*

## **ALLEGATO A**

ALLEGATO A									
Indici Verifica		Impianto		Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione		Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)		Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)	
Indici Verifica	VERIFICA	Impianto	Valori di Verifica	Descrizione	Descrizione	Descrizione	Descrizione	Descrizione	Descrizione
Indici Verifica	Kill	SODIO	Flusso	Watt	IP	h/anno	Nr.	FM	kW
Indici Verifica	Regolatore	NO	100,00%	61.600,00	42.515,00	11	0,64	0,73	2.976,05
Indici Verifica	Zona Protetta	NO	Emh (piano efficace)	1,34					
Indici Verifica	VERIFICA	L.P. 16/2007							
Indici Verifica	Non Verificata								
Indici Verifica	η(100lx,r)	123,4	1,65						
Indici Verifica	η(limite)	3,0	15,0						

### **2.1.3.6 Tratto 6: Stenico – Salita di Tof**

La Salita di Tof a Stenico presenta punti luce del tipo a lanterna con lampade ai vapori di mercurio della potenza di 125 W. A causa della vetustà dei corpi illuminanti non è stato possibile reperire la curva fotometrica dell'apparecchio; per questo motivo, si è utilizzata una curva di un apparecchio di nuova produzione che presenta caratteristiche simili a quelle delle lampade realmente installate.

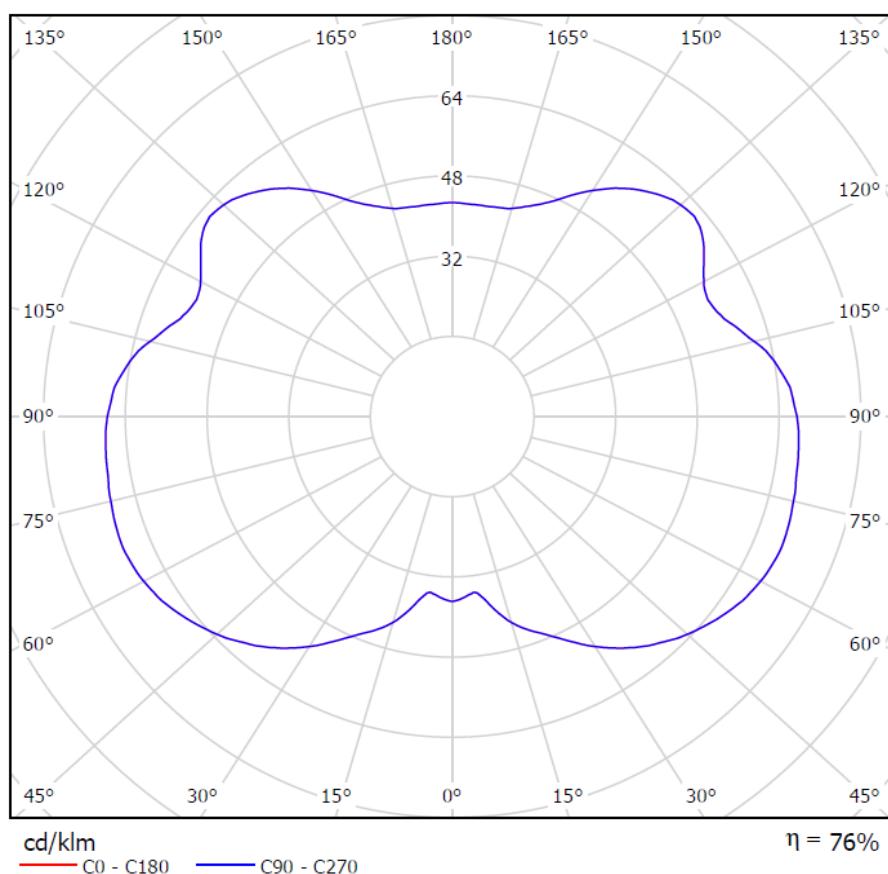
<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	6	
Luogo	Salita di Tof	
Quadro elettrico	Q5	
Rif. su tavola	384-388	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	vap. merc.	
Tipologia lampione su tavola	O	
Numero punti luce	5	
Potenza lampada	W	125
Altezza pali	m	4
Distanza pali	m	22
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



*Tab. 28 – Principali caratteristiche del tratto 6: Stenico – Salita di Tof*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a vapori di mercurio</b>
Potenza nominale della lampada	W	125
Potenza assorbita dal punto luce	W	137,5
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	3865
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	2737
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	68,97
Durata di una lampada	h	20.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	9,24
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	70,76
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	353,78

*Tab. 29 – Stima della spesa totale annua per il tratto 6: Stenico – Salita di Tof*

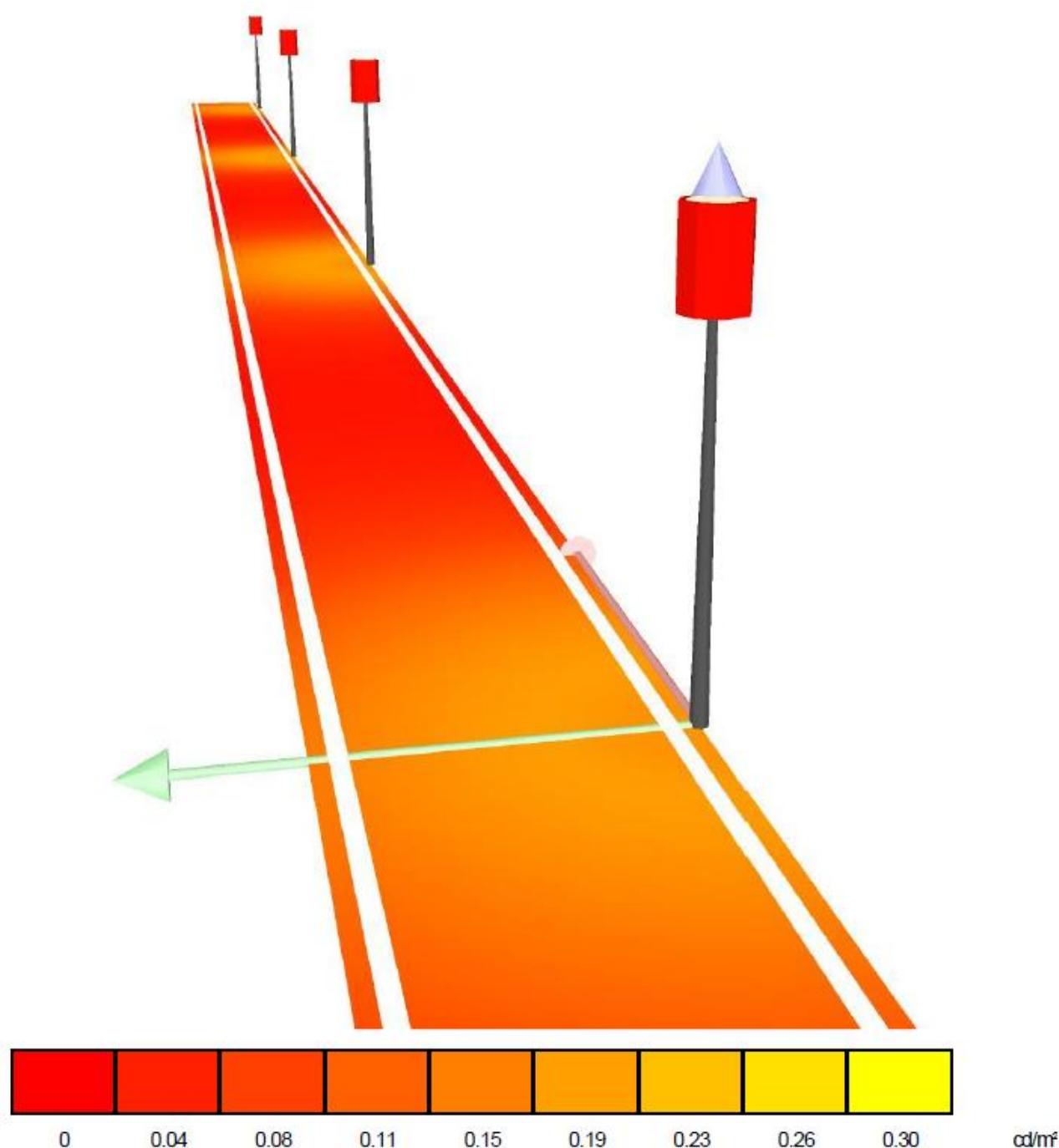


*Fig. 35 – Curva fotometrica del corpo illuminante del tratto 6: Philips Metronomis CDS580 Potenza 125 W*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,20
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	$\geq 0,35$	0,32
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	$\geq 0,4$	0,50
Incremento di soglia massimo (TI)	%	$\leq 15$	71
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	$\geq 0,5$	0,9
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	$\leq 15$	282,60
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 30 – Risultati illuminotecnici del tratto 6: Stenico – Salita di Tof*

Analogamente a quanto detto per il corpo illuminante installato nel tratto 5, anche in questo caso vi è una percentuale molto rilevante del flusso luminoso che viene disperso sopra l'orizzonte. Per questo motivo l'apparecchio deve essere classificato in classe E e pertanto risulta vietato e necessita di essere sostituito. Del resto, anche i risultati illuminotecnici ottenuti evidenziano il mancato rispetto di quasi tutti i limiti di legge previsti dalla normativa vigente, principalmente a causa della consistente dispersione del flusso luminoso verso l'alto ma anche a causa del forte abbagliamento provocato dalla lampada e dell'elevata potenza installata.



*Fig. 36 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 6*

## **ALLEGATO A**

### **2.1.3.7 Tratto 7: Stenico – Strada di Coleò**

Un altro tratto analizzato nell'abitato di Stenico è quello relativo alla Strada di Coleò. Lungo questa via, in cui l'impianto di illuminazione è di costruzione abbastanza recente, sono presenti dei punti luce del tipo a lanterna, con installate lampade agli ioduri metallici della potenza di 100 W. Le tabelle successive riportano le principali caratteristiche del tratto analizzato, una stima della spesa totale annua, la curva fotometrica del corpo illuminante e i risultati delle verifiche illuminotecniche.

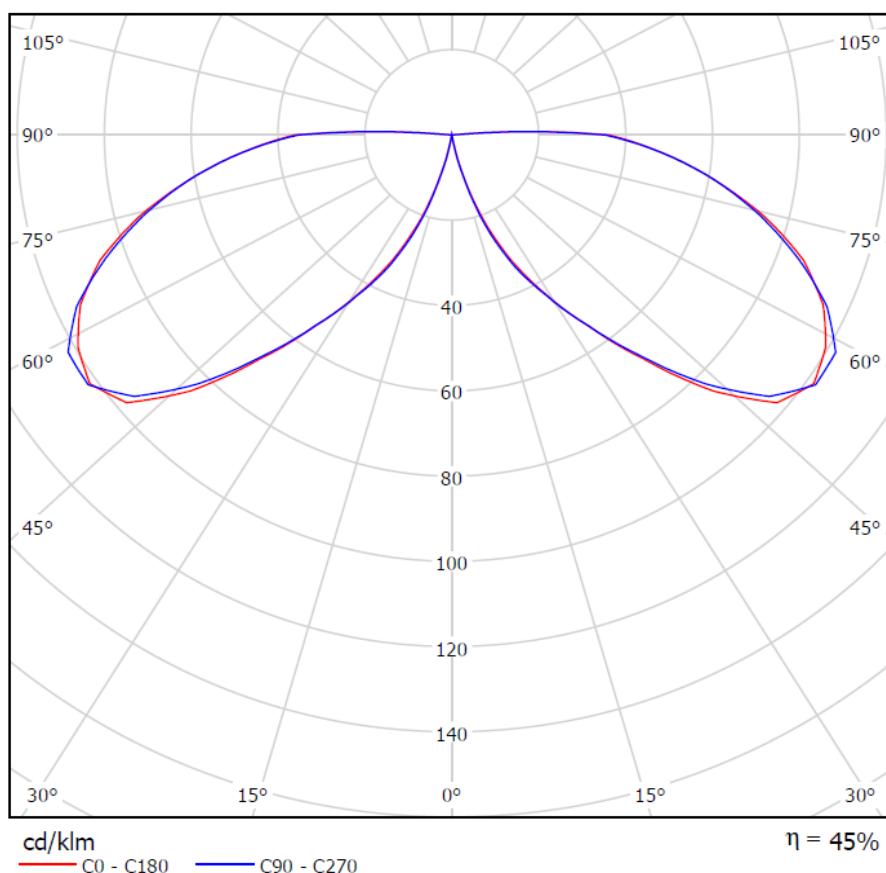
<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	7	
Luogo	Strada di Coleò	
Quadro elettrico	Q5	
Rif. su tavola	373-383	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	iod. met.	
Tipologia lampione su tavola	P	
Numero punti luce	11	
Potenza lampada	W	100
Altezza pali	m	5
Distanza pali	m	34
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



*Tab. 31 – Principali caratteristiche del tratto 7: Stenico – Strada di Coleò*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade agli ioduri metallici</b>
Potenza nominale della lampada	W	100
Potenza assorbita dal punto luce	W	115
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	3865
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	5036
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	57,68
Durata di una lampada	h	20.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	75,36
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	72,25
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	794,72

*Tab. 32 – Stima della spesa totale annua per il tratto 7: Stenico – Strada di Coleò*



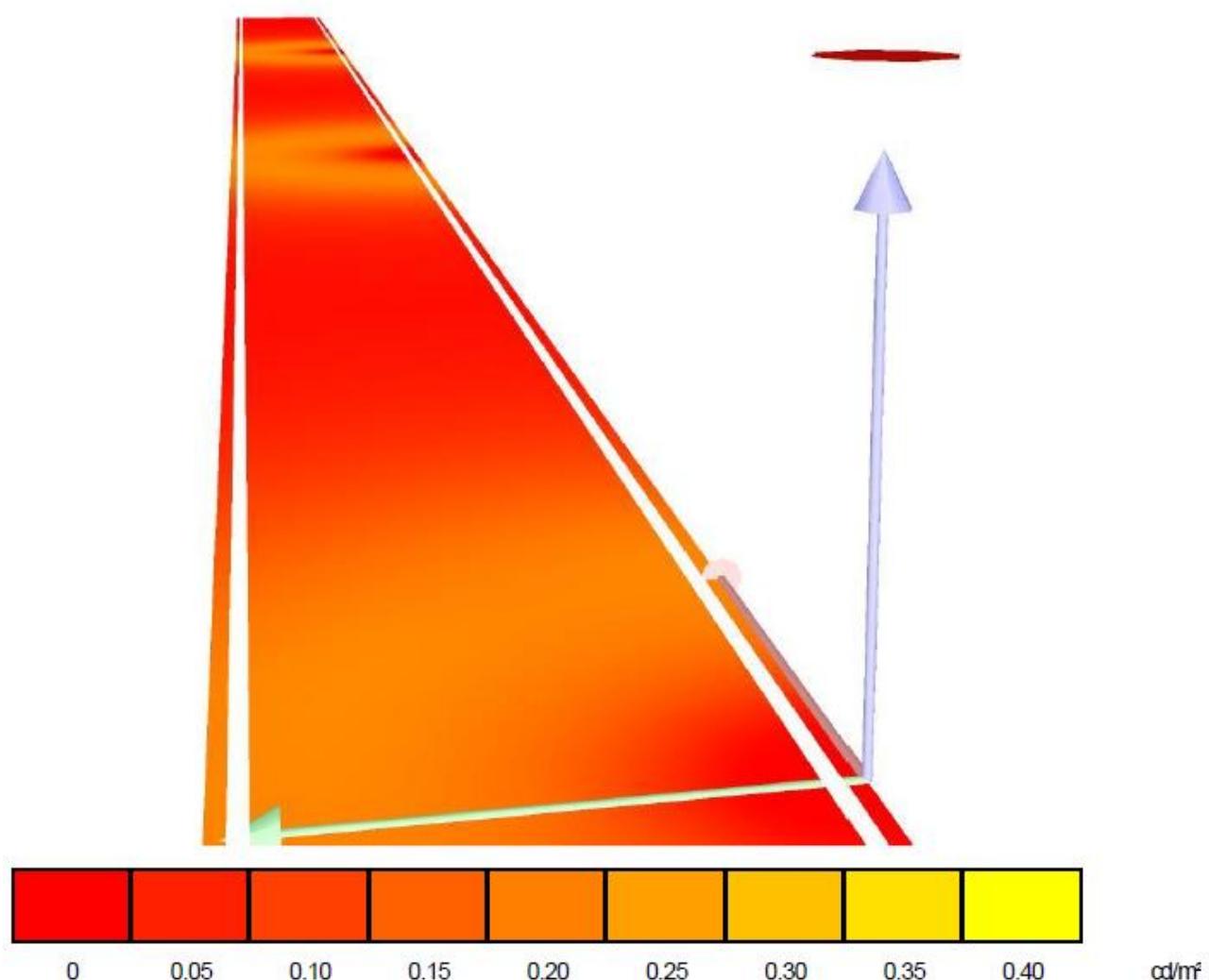
*Fig. 37 – Curva fotometrica del corpo illuminante del tratto 7: Ewo Linea PE Potenza 100 W*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,30
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	$\geq 0,35$	0,29
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	$\geq 0,4$	0,30
Incremento di soglia massimo (TI)	%	$\leq 15$	43
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	$\geq 0,5$	0,9
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	$\leq 15$	79,40
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 33 – Risultati illuminotecnici del tratto 7: Stenico – Strada di Coleò*

In base alla curva fotometrica del corpo illuminante, riportata in figura 37, l'apparecchio luminoso è classificato in classe A, per cui anche in questo caso è necessario eseguire le verifiche utilizzando l'Allegato A, compilato secondo le direttive della LP 16/07.

Dall'analisi dei risultati emerge che anche in questo caso la maggior parte dei requisiti illuminotecnici non risultano rispettati, come pure il coefficiente di efficienza normalizzato  $\eta$ . Questo è dovuto a vari motivi, in particolare alla curva fotometrica non ottimale (dal momento che la lampada non illumina in maniera adeguata verso il basso ma principalmente ai lati dell'apparecchio), all'elevata interdistanza tra i punti luce e alla consistente potenza installata.



*Fig. 38 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 7*

## **ALLEGATO A**

### **2.1.3.8 Tratto 8: Stenico – Via Vecia**

A Stenico, Via Vecia presenta la stessa tipologia di punti luce rilevati sulla Salita di Tof, ovvero del tipo a lanterna con lampade ai vapori di mercurio della potenza di 125 W. Pertanto, per effettuare le simulazioni mediante il software DIALUX® si è utilizzata la stessa curva fotometrica; l'apparecchio illuminante è stato classificato del tipo E (apparecchi vietati).

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	8	
Luogo	Via Vecia	
Quadro elettrico	Q7	
Rif. su tavola	477-481	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	vap. merc.	
Tipologia lampione su tavola	O	
Numero punti luce	5	
Potenza lampada	W	125
Altezza pali	m	4
Distanza pali	m	35
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



*Tab. 34 – Principali caratteristiche del tratto 8: Stenico – Via Vecia*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a vapori di mercurio</b>
Potenza nominale della lampada	W	125
Potenza assorbita dal punto luce	W	137,5
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	3865
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	2737
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	68,97
Durata di una lampada	h	20.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	9,24
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	70,76
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	353,78

*Tab. 35 – Stima della spesa totale annua per il tratto 8: Stenico – Via Vecia*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,10
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,17
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,4	0,20
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	68
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,9
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	256,10
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 36 – Risultati illuminotecnici del tratto 8: Stenico – Via Vecia*

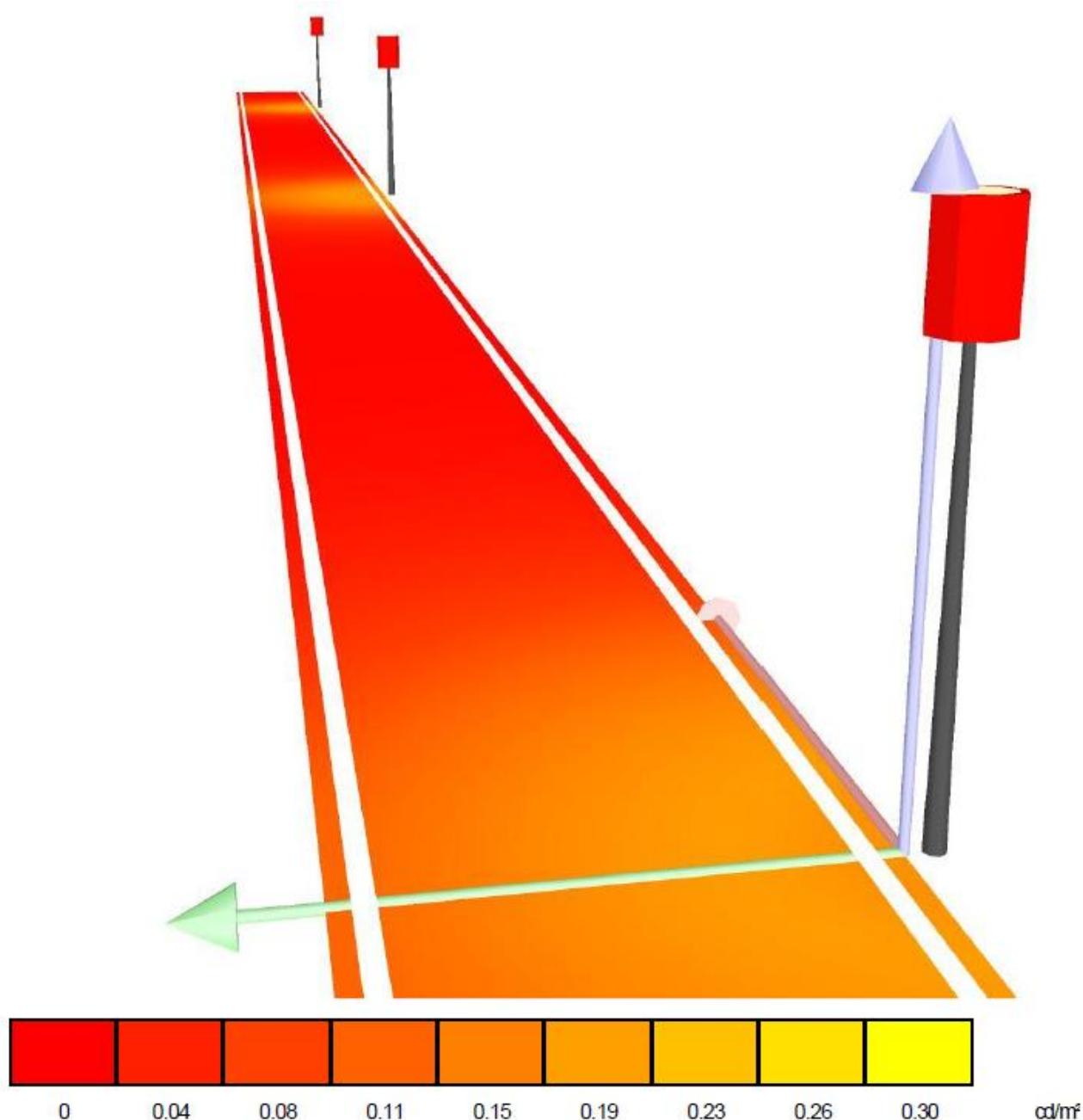


Fig. 39 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 8

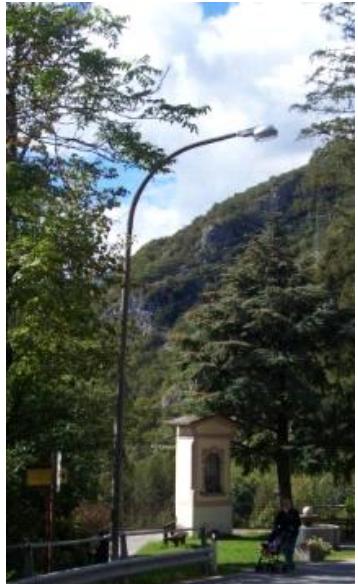
I risultati ottenuti sono dunque del tutto analoghi a quelli del tratto 6. In particolare, il mancato rispetto di quasi tutti i limiti di legge previsti dalla normativa vigente è ancora più evidente, dal momento che la distanza fra i punti luce è di circa 35 m, rispetto ai 22 m del caso precedente.

## **ALLEGATO A**

### **2.1.3.9 Tratto 9: Stenico – Località Molini**

Una ulteriore tipologia di tratto omogeneo considerato è quello situato a Stenico in Località Molini. Lungo questa via sono presenti punti luce del tipo a sbraccio con lampade ai vapori di mercurio della potenza di 125 W. Le principali caratteristiche del tratto analizzato sono riportate in tabella 37, mentre in tabella 38 è presente una stima della spesa totale annua relativa a questo tratto di strada. Infine, in figura 40 è riportata la curva fotometrica del corpo illuminante, in tabella 39 i risultati delle verifiche illuminotecniche e in figura 41 il rendering della simulazione.

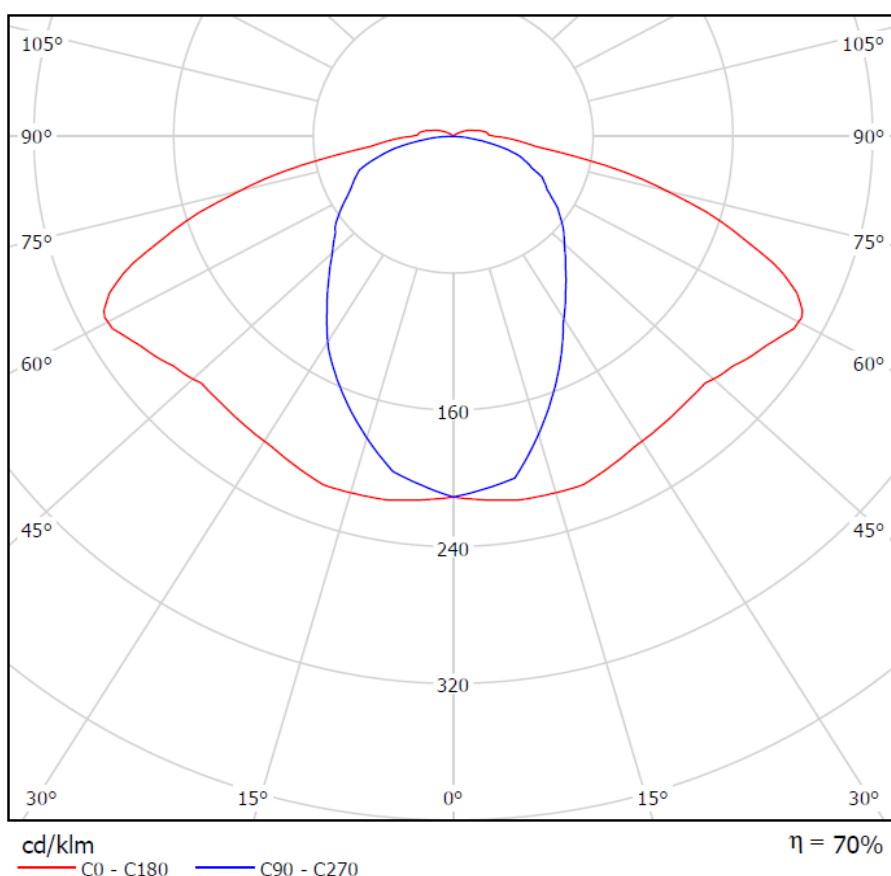
<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	9	
Luogo	Località Molini	
Quadro elettrico	Q5	
Rif. su tavola	269-273	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	vap. merc.	
Tipologia lampione su tavola	A	
Numero punti luce	5	
Potenza lampada	W	125
Altezza pali	m	7,5
Distanza pali	m	30
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



*Tab. 37 – Principali caratteristiche del tratto 9: Stenico – Località Molini*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a vapori di mercurio</b>
Potenza nominale della lampada	W	125
Potenza assorbita dal punto luce	W	137,5
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	3865
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	2737
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	68,97
Durata di una lampada	h	20.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	9,24
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	70,76
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	353,78

*Tab. 38 – Stima della spesa totale annua per il tratto 9: Stenico – Località Molini*

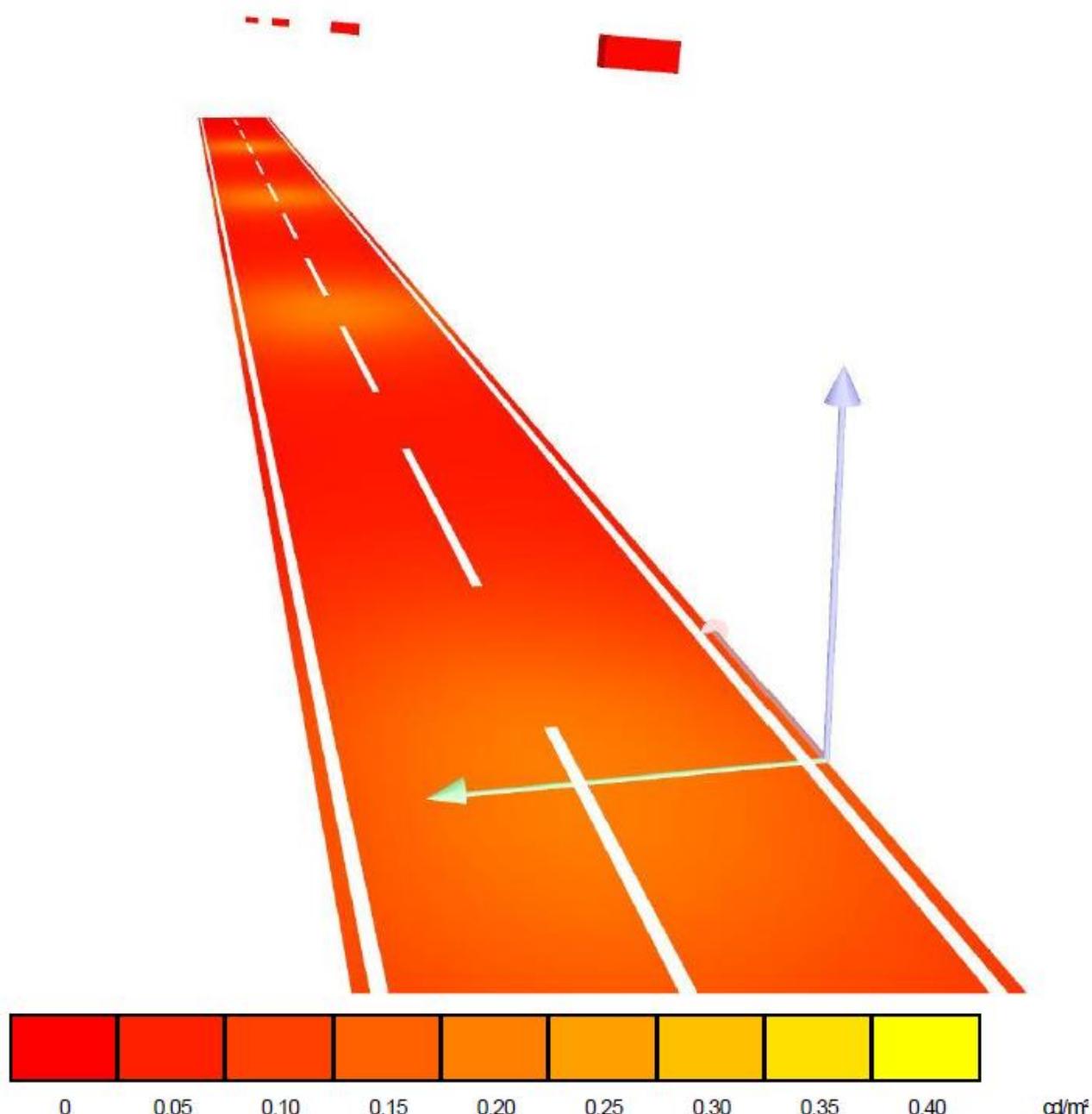


*Fig. 40 – Curva fotometrica del corpo illuminante del tratto 9: Disano 1141 Sempione Potenza 125 W*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,20
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	$\geq 0,35$	0,50
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	$\geq 0,4$	0,60
Incremento di soglia massimo (TI)	%	$\leq 15$	13
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	$\geq 0,5$	0,6
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	$\leq 15$	109,30
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	

*Tab. 39 – Risultati illuminotecnici del tratto 9: Stenico – Località Molini*

L'apparecchio, già utilizzato nel tratto 4 – Via G.B. Sicheri, è di classe A secondo la LP 16/07. In analogia con quanto emerso dalla modellazione di quel tratto, anche in questo caso alcune verifiche illuminotecniche non risultano soddisfatte. In particolare, essendo l'interdistanza tra i punti luce minore rispetto al caso precedente, si ottengono risultati leggermente migliori; tuttavia, la luminanza media della carreggiata risulta essere ancora bassa e il coefficiente di efficienza dell'impianto ancora fuori norma.



*Fig. 41 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 9*

## **ALLEGATO A**

### **2.1.3.10 Tratto 10: Stenico – Via del Dos Marin**

L'ultimo tratto analizzato a Stenico è Via del Dos Marin, in cui ancora una volta sono installati punti luce del tipo a sbraccio con lampade ai vapori di mercurio della potenza di 125 W, già analizzati nei tratti 4 e 9. In questo caso tuttavia la distanza media tra i punti luce è pari a circa 34 m.

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	10	
Luogo	Via del Dos Marin	
Quadro elettrico	Q5	
Rif. su tavola	336-372	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	vap. merc.	
Tipologia lampione su tavola	A	
Numero punti luce	7	
Potenza lampada	W	125
Altezza pali	m	7,5
Distanza pali	m	34
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



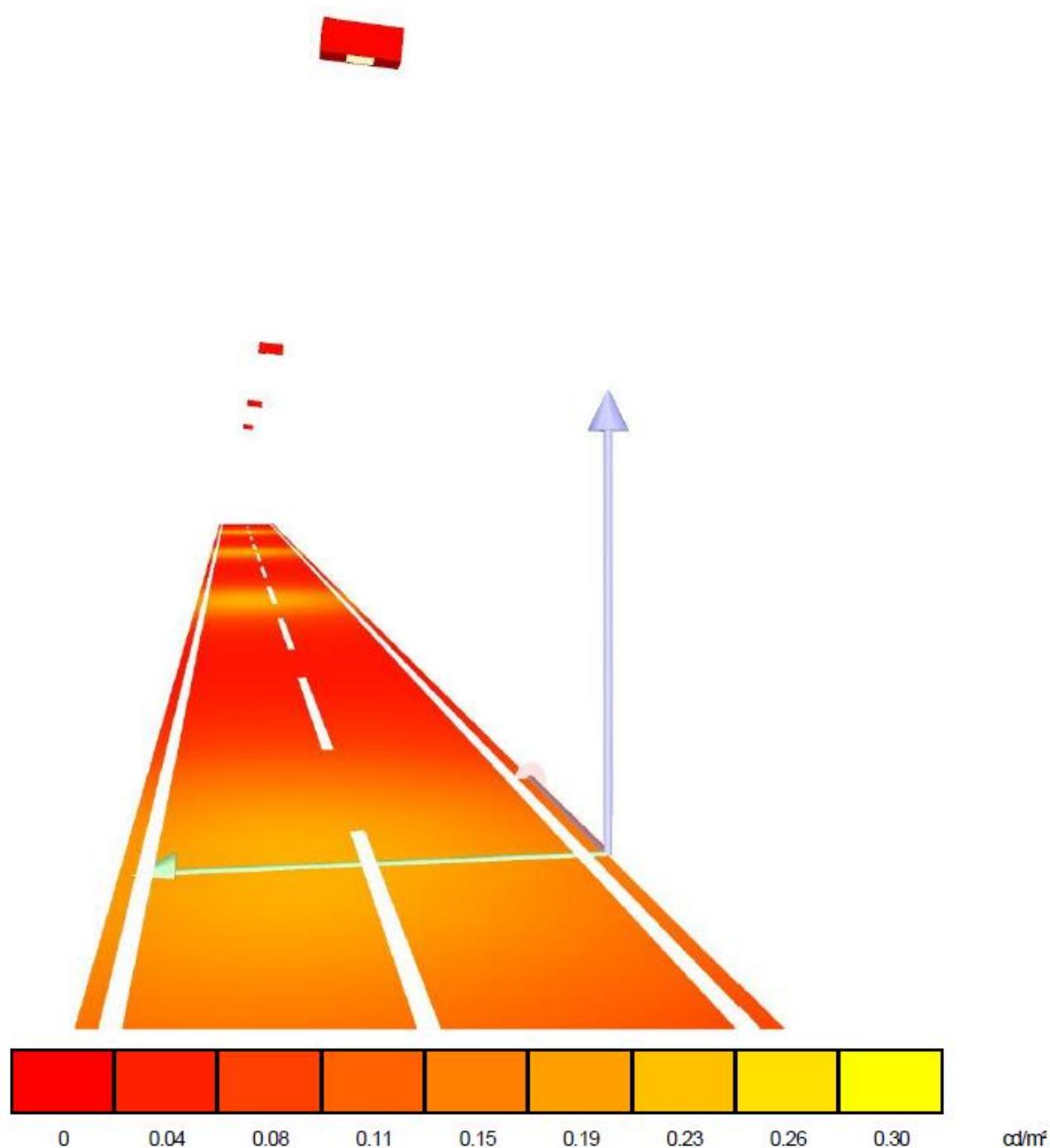
*Tab. 40 – Principali caratteristiche del tratto 10: Stenico – Via del Dos Marin*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a vapori di mercurio</b>
Potenza nominale della lampada	W	125
Potenza assorbita dal punto luce	W	137,5
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	3865
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	3832
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	68,97
Durata di una lampada	h	20.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	9,24
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	70,76
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	495,29

*Tab. 41 – Stima della spesa totale annua per il tratto 10: Stenico – Via del Dos Marin*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,20
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,45
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,4	0,50
Incremento di soglia massimo ( $Tl$ )	%	≤ 15	13
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,7
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	121,90
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	

*Tab. 42 – Risultati illuminotecnici del tratto 10: Stenico – Via del Dos Marin*



*Fig. 42 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 10*

I risultati ottenuti sono simili a quelli degli altri casi analoghi: anche in questo caso, infatti, la luminanza media del tratto stradale risulta insufficiente, mentre a causa dell'elevata potenza installata il coefficiente di efficienza normalizzato  $\eta$  risulta molto superiore rispetto al valore limite imposto dalla normativa vigente.

## **ALLEGATO A**

### **2.1.3.11 Tratto 11: Premione – Via di S.Lucia**

Il primo tratto preso in considerazione nell'analisi per quanto riguarda la frazione di Premione è Via di S.Lucia. Le caratteristiche della strada e dei punti luce disposti su di essa, tuttavia, sono identiche a quelle già considerate nel tratto 9 (Stenico – Località Molini). In particolare, il corpo illuminante non presenta alcun vetro, per cui la sua particolare forma geometrica fa sì che non venga disperso alcun flusso luminoso verso l'alto e che l'apparecchio risulti di classe A secondo la LP 16/07. Pertanto, si riportano solamente le principali caratteristiche del tratto analizzato (tabella 43) e la stima della spesa totale annua relativa a questo tratto (tabella 44), mentre si rimanda al paragrafo 2.1.3.9 per quanto riguarda le verifiche illuminotecniche e il rendering della simulazione.

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	11	
Luogo	Via di S. Lucia	
Quadro elettrico	Q3	
Rif. su tavola	118-123	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	vap. merc.	
Tipologia lampione su tavola	A	
Numero punti luce	6	
Potenza lampada	W	125
Altezza pali	m	7,5
Distanza pali	m	30
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



*Tab. 43 – Principali caratteristiche del tratto 11: Premione – Via di S.Lucia*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a vapori di mercurio</b>
Potenza nominale della lampada	W	125
Potenza assorbita dal punto luce	W	137,5
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	3865
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	3284
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	68,97
Durata di una lampada	h	20.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	9,24
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	70,76
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	424,53

*Tab. 44 – Stima della spesa totale annua per il tratto 11: Premione – Via dl S.Lucia*

## **ALLEGATO A**

ALLEGATO A									
Indicazione Intervento:		Premione - Via di Santa Lucia - tratto 11							
Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):		medio							
Intervallo di manutenzione prevista (anni):		2,00							
Superficie efficace (mq):		990							
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)		Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita: UNI 11248							
Parametri di progetto		Indici qualitativi							
Descrizione Norme		Valori Numerici							
Carreggiata		Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0
MES		MES	990,0	0,50	-	-	-	0,35	0,4
Carreggiata		Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U1
MES		MES	990,0	0,50	-	-	-	0,35	0,4
Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento		Fattore di manutenzione; indicare la norma seguita: ---							
Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto		Parametri di riferimento							
Carreggiata		Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0
MES		MES	990,0	0,20	2,68	-	-	-	0,50
Carreggiata		Categoria	Em x S	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U1
MES		MES	2.653	NO	OK	OK	OK	OK	OK
VERIFICA Illuminotecnica		Parametri di riferimento							
Regolatore		Flusso	Watt	IP	h/anno	Nr.	FM	kW	kWh/anno
Emh (piano efficace)		6300	125	3.865	6	0,26	0,75	2.898,75	
Totali		Parametri di riferimento							
in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione		Palo a sbraccio, h=7,5m i=30m							
Regolatore		NO	37.800,00	23.190,00	6	0,75	2.898,75		
Emh (piano efficace)		2,68	100,00%	0,63	0,74				
VERIFICA		Zona Protetta							
L.P. 16/2007		Non Verificata							
Indicazione Intervento		Kill(limite) 3,0							
η(100lx,r)		109,3	2,93	η(limite)	15,0				

### **2.1.3.12 Tratto 12: Premione – Via Alla Closura**

Il secondo tratto analizzato all'interno della frazione di Premione è quello di Via Alla Closura. Lungo questa strada sono installati punti luce del tipo testapalo con lampade ai vapori di mercurio della potenza di 80 W. Le principali caratteristiche del tratto analizzato sono riportate in tabella 45, mentre in tabella 46 è presente una stima della spesa totale annua relativa a questo tratto di strada.

Per quanto riguarda la curva fotometrica, non è stato possibile risalire a quella dell'apparecchio in questione. Per questo motivo, si è deciso di utilizzare una curva fotometrica relativa ad un apparecchio attualmente in commercio che presenta caratteristiche geometriche simili e che monta una lampada del tipo ai vapori di mercurio della potenza di 80 W. La curva fotometrica utilizzata è pertanto riportata in figura 43: si può notare che il flusso luminoso viene in piccola parte disperso sopra l'orizzonte, per cui questo apparecchio è di classe B secondo la LP 16/07 e è pertanto necessario utilizzare l'Allegato B per effettuare le verifiche illuminotecniche di questo tratto. Tali risultati sono presentati in tabella 47, mentre in figura 44 è riportato il rendering della simulazione eseguita con il software.

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	12	
Luogo	Via alla Closura	
Quadro elettrico	Q3	
Rif. su tavola	100-109	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	vap. merc.	
Tipologia lampione su tavola	J	
Numero punti luce	6	
Potenza lampada	W	80
Altezza pali	m	6
Distanza pali	m	23
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



*Tab. 45 – Principali caratteristiche del tratto 12: Premione – Via Alla Closura*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a vapori di mercurio</b>
Potenza nominale della lampada	W	80
Potenza assorbita dal punto luce	W	89
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	3865
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	2126
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	44,64
Durata di una lampada	h	16.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	8,47
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	46,69
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	280,13

Tab. 46 – Stima della spesa totale annua per il tratto 12: Premione – Via Alla Closura

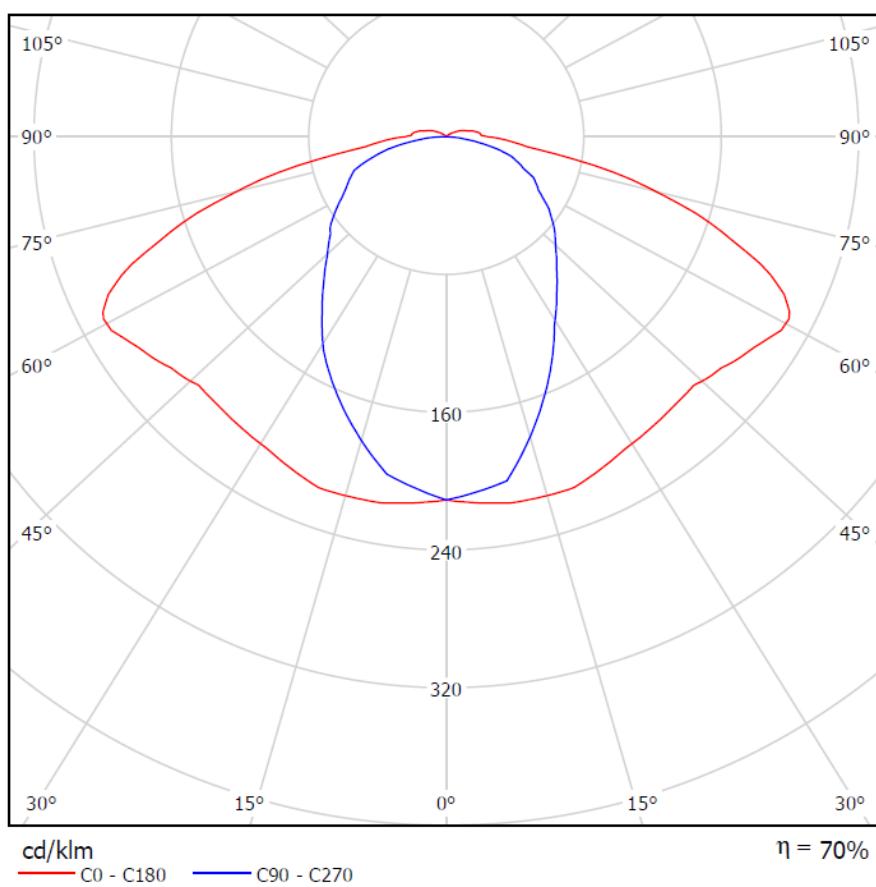
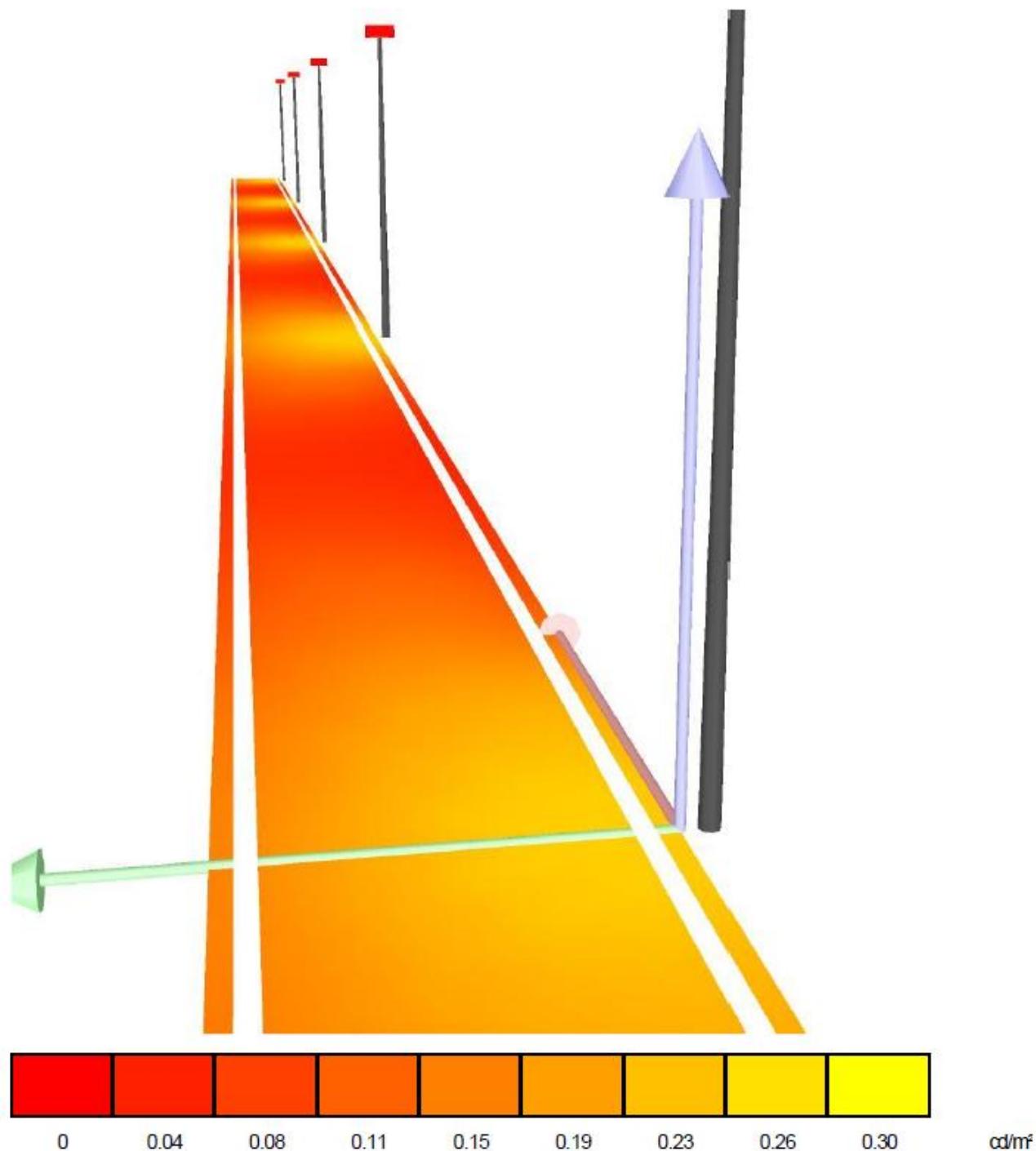


Fig. 43 – Curva fotometrica del corpo illuminante del tratto 12: Disano 1141 Sempione Potenza 80 W

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,20
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	$\geq 0,35$	0,63
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $U_i$ )	-	$\geq 0,4$	0,60
Incremento di soglia massimo (TI)	%	$\leq 15$	5
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	$\geq 0,5$	0,8
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	$\leq 15$	117,90
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	$\leq 3$	0,0

*Tab. 47 – Risultati illuminotecnici del tratto 12: Premione – Via Alla Closura*

Si nota che le carreggiate non risultano sufficientemente illuminate, nonostante la distanza media tra i punti luce sia abbastanza contenuta poiché pari a circa 23 m. Ciò è dovuto principalmente alla vetustà degli apparecchi. Inoltre, non rispetta il limite imposto dalla normativa vigente neanche il coefficiente di efficienza normalizzato  $\eta$ , soprattutto a causa della larghezza molto contenuta della strada, che fa sì che gran parte della luce emessa dal corpo illuminante vada ad insistere fuori dalle carreggiate, con un elevato spreco di energia.



*Fig. 44 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 12*

## ALLEGATO B

Norme	Descrizione Intervento	Impianto										Indici Verifica L.P. 16/2007	
		Zona Protetta					Indici qualitativi						
		NO	Ehc	EvN	EvE	EvS	U0	U1	U2	T1	SR		
Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):	Premione - Via Alla Closura - tratto 12	Carreggiata	ME5	414,0	0,50		Esc,min	Ev,min	U0	U1	U2	UNI 11248	
Intervallo di manutenzione prevista (anni):	medio								0,35	0,4	15%	0,5	
Superficie efficace (mq):	2.00												
	414												
Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita:													
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)		Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	TI	SR
Parametri di progetto		Carreggiata	ME5	414,0	0,50								
Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento		Carreggiata	ME5	414,0	0,50								
Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto		Carreggiata	ME5	414,0	0,20	3,80				0,63	0,60	5,0%	0,80
VERIFICA Illuminotecnica		Carreggiata	ME5	1.573	NO	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Valori di Verifica		Carreggiata	ME5	-	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Valori di Verifica		Carreggiata	ME5	-	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Fattore di manutenzione; indicare la norma seguita:													
Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione		Testapalo, h=6m i=23m	MERCURIO	3700	80		3.865	6	0,33	0,48		1.855,20	
Totali													
Regolatore		Regolatore	NO	22.200,00	23.190,00		23.190,00	6	0,67	0,67		0,48	1.855,20
Emh (piano efficace)		Emh (piano efficace)	3,80										
<b>Non Verificata</b>													
VERIFICA L.P. 16/2007		Zona Protetta	NO	Ehc	EvN	EvE	EvS	EvW					
Emdis		Emdis	0,00	-	-	-	-	-					
Kill		Kill	-	0,0%		Kill(limite)	3,0						
η(100lx,r)		η(100lx,r)	117,9	4,48		η(limite)	15,0						

### **2.1.3.13 Tratto 13: Villa Banale – Via della Predaia**

Il primo tratto analizzato nella frazione di Villa Banale è quello di Via della Predaia. Lungo questo tratto di strada sono presenti punti luce dello stesso tipo di quelli appena analizzati per la frazione di Premione (tratto 12 – Via Alla Closura), ovvero del tipo testapalo con lampade ai vapori di mercurio della potenza di 80 W. In questo tratto, tuttavia, la distanza tra i punti luce è maggiore, poiché mediamente è pari a 32 m, ed è presente anche un marciapiede che è stato classificato in classe S3, in accordo con la classe di progetto della carreggiata che risulta ME5.

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	13	
Luogo	Via della Predaia	
Quadro elettrico	Q4	
Rif. su tavola	238-248	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	vap. merc.	
Tipologia lampione su tavola	J	
Numero punti luce	11	
Potenza lampada	W	80
Altezza pali	m	7
Distanza pali	m	32
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



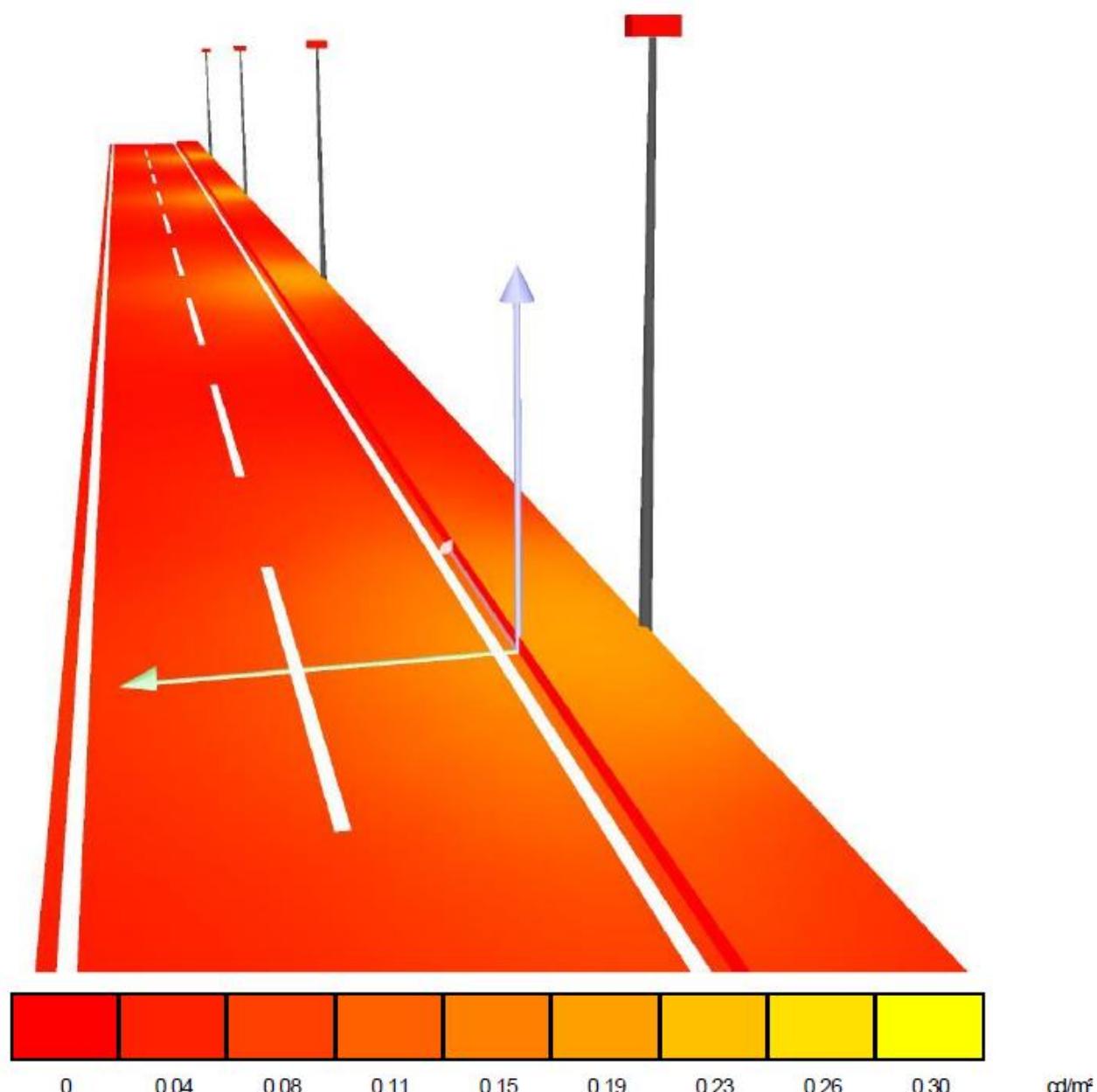
*Tab. 48 – Principali caratteristiche del tratto 13: Villa Banale – Via della Predaia*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a vapori di mercurio</b>
Potenza nominale della lampada	W	80
Potenza assorbita dal punto luce	W	89
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2807
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	2830
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	32,42
Durata di una lampada	h	16.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	8,47
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	33,91
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	372,99

*Tab. 49 – Stima della spesa totale annua per il tratto 13: Villa Banale – Via della Predaia*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,10
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	7,5 ÷ 8,625	2,5
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	≥ 1,5	0,5
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,36
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,4	0,40
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	7
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,8
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	55,00
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	≤ 3	0,0

*Tab. 50 – Risultati illuminotecnici del tratto 13: Villa Banale – Via della Predaia*



*Fig. 45 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 13*

Come ci si può aspettare, essendo maggiore l'interdistanza tra i pali, a parità di corpo illuminante la luminanza media della carreggiata e l'illuminamento orizzontale medio mantenuto del marciapiede risultano minori, e pertanto i requisiti minimi di illuminazione risultano non soddisfatti in maniera ancora più marcata. Al contrario, il coefficiente di efficienza normalizzato  $\eta$  diminuisce, anche se rimane ben al di sopra rispetto al limite massimo imposto dalla normativa vigente, fissato pari a 15.

## ALLEGATO B

**Descrizione Intervento:** Villa barnale - Via della Predaia - tratto 13

<b>Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):</b>	medio
<b>Intervallo di manutenzione prevista (anni):</b>	2,00
<b>Superficie efficace (mq):</b>	2.288

Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita: **UNI 11248**

Norme	Descrizione	CATEGORIA	Superficie	Valori Numerici			Indici qualitativi					
				Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	T1	SR
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)	Carreggiata	MES	1.760,0	0,50					0,35	0,4	15%	0,5
	Marciapiede	S3	528,0		7,5	1,5					-	-
Parametri di progetto	DESCRIZIONE	CATEGORIA	SUPERFICIE	LM	EM	EMIN	ESC,MIN	EV,MIN	U0	U1	T1	SR
	Carreggiata	MES	1.760,0	0,50					0,35	0,4	15%	0,5
	Marciapiede	S3	528,0		7,5	1,5					-	-
Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento												
VERIFICA	DESCRIZIONE	CATEGORIA	SUPERFICIE	LM	EM	EMIN	ESC,MIN	EV,MIN	U0	U1	T1	SR
	Carreggiata	MES	1.760,0	0,10	1,80				0,36	0,40	7,0%	0,80
Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto		Marciapiede	S3	528,0	2,50	0,50					-	-
VERIFICA	DESCRIZIONE	CATEGORIA	EM x S	LM	EM	EMIN	ESC,MIN	EV,MIN	U0	U1	T1	SR
	Carreggiata	MES	3.168	NO	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
VERIFICA Illuminotecnica		Marciapiede	S3	1.320	OK	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK
VERIFICA Impianto				-	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Fattore di manutenzione; indicare la norma seguita:												
Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione		LAMPADA	FLUSSO	WATT	IP	h/anno	NR.	FM	kW	kWh/anno		
Testapalo, h=7m i=32m		MERCURIO	3700	80		2.807	11	0,33	0,88	2.470,16		
Totali										-		
Regolatore		NO	100,00%					30.877,00	1,1	-		
Emh (piano efficace)		1,96						0,67	0,67	-		
VERIFICA		ZONA PROTETTA	NO	EHC	EVN	EE	EVS	EVW		-		
L.P. 16/2007		EMDIS	0,00	-	-	-	-	-	-	-		
Kill		-	0,00%		KILL(limite)	3,0				-		
$\eta(100lx,r)$		55,0	1,08		$\eta$ (limite)	15,0				-		
<b>Non Verificata</b>												

### **2.1.3.14 Tratto 14: Villa Banale – Via delle Ville nuove**

Il secondo tratto omogeneo preso in considerazione a Villa Banale è Via delle Ville nuove, lungo la quale sono presenti punti luce del tipo testapalo con installate lampade ai vapori di mercurio della potenza di 125 W. Questa tipologia di corpo illuminante è risultata essere la più frequente all'interno del Comune di Stenico; tuttavia, questo è l'unico caso in cui questo tipo di apparecchio è installato testapalo, dato che in tutti gli altri casi (tratti 3, 4, 9, 10 e 11) sono installati su un punto luce del tipo a sbraccio.

Le tabelle seguenti riportano le principali caratteristiche del tratto analizzato, una stima della spesa totale annua relativa a questo tratto di strada e i risultati delle verifiche illuminotecniche, mentre in figura 46 è presentato il rendering della simulazione. Per quanto riguarda la curva fotometrica, per la sua analisi si rimanda a uno dei tratti sopra citati. In questo caso, l'apparecchio risulta di classe B a causa della presenza del vetro ricurvo a protezione della lampada.

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	14	
Luogo	Via delle Ville Nuove	
Quadro elettrico	Q4	
Rif. su tavola	258-266	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	vap. merc.	
Tipologia lampione su tavola	C	
Numero punti luce	9	
Potenza lampada	W	125
Altezza pali	m	8
Distanza pali	m	24
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



*Tab. 51 – Principali caratteristiche del tratto 14: Villa Banale – Via delle Ville nuove*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a vapori di mercurio</b>
Potenza nominale della lampada	W	125
Potenza assorbita dal punto luce	W	137,5
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2807
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	3578
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	50,09
Durata di una lampada	h	20.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	9,24
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	51,39
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	462,48

*Tab. 52 – Stima della spesa totale annua per il tratto 14: Villa Banale – Via delle Ville nuove*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,30
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,59
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,4	0,90
Incremento di soglia massimo ( $Tl$ )	%	≤ 15	11
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,8
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	98,50
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	≤ 3	13,9

*Tab. 53 – Risultati illuminotecnicci del tratto 14: Villa Banale – Via delle Ville nuove*

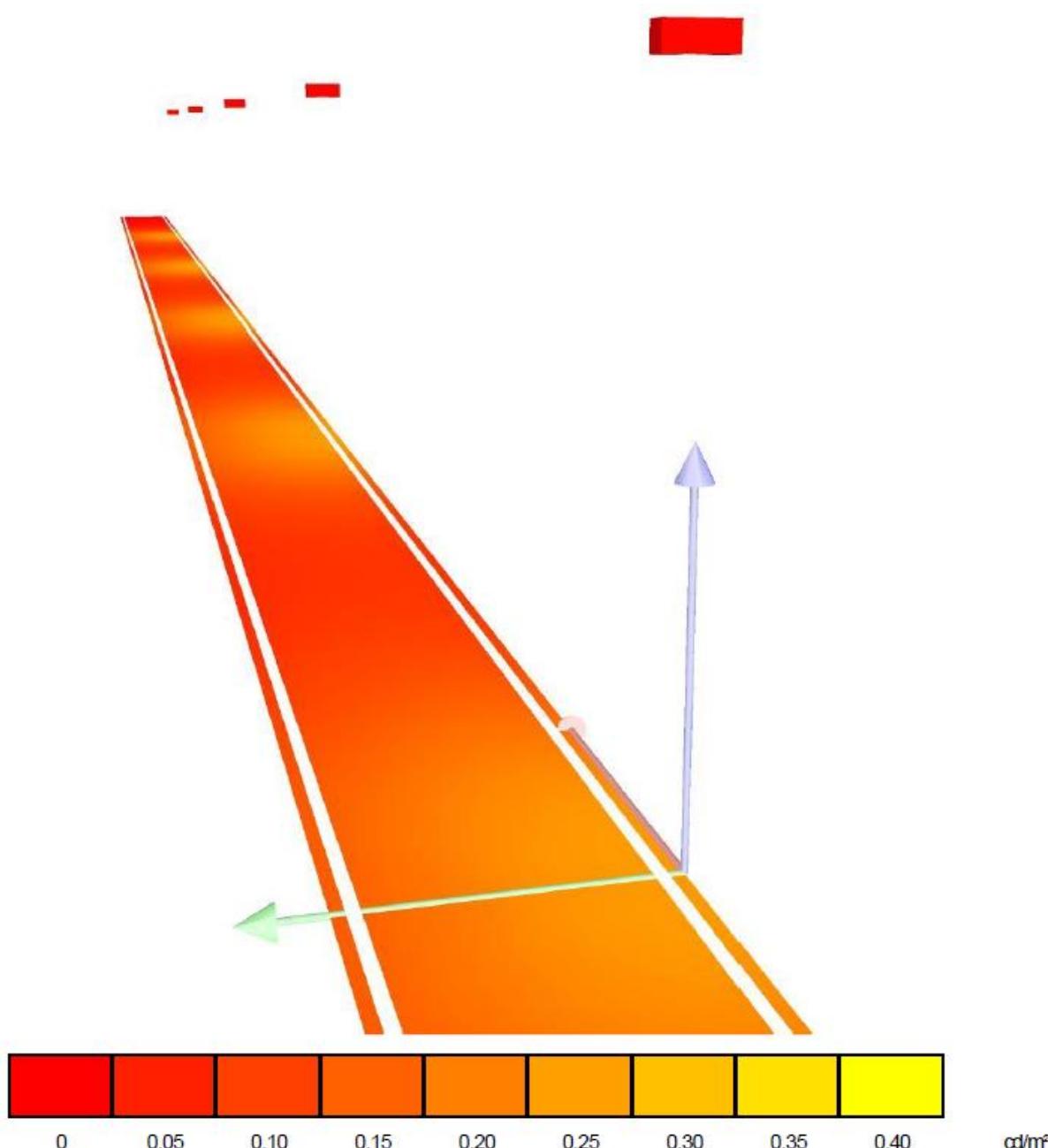


Fig. 46 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 14

Le verifiche illuminotecniche riportate in tabella 53 evidenziano come, in maniera analoga a quanto accade per i tratti che montano lo stesso corpo illuminante, la luminanza media della carreggiata risulta insufficiente a permettere una adeguata visibilità della sede stradale. Anche il coefficiente di efficienza normalizzato risulta molto elevato: questo è dovuto al fatto che l'apparecchio è montato testapalo, per cui una buona parte del flusso luminoso rivolto verso il basso viene sprecato per illuminare le zone esterne alla carreggiata. Infine, anche l'indice di illuminazione dispersa  $K_{ILL}$  risulta troppo elevato, a causa della scarsa superficie da illuminare, della cattiva resa della lampada installata e del fatto che il corpo illuminante è installata testapalo.

## ALLEGATO B

Norme	Descrizione	Impianto										Indici Verifica L.P. 16/2007
		Valori di Verifica					Indici qualitativi					
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)	<b>Descrizione</b> <b>Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):</b> <b>Intervallo di manutenzione prevista (anni):</b> <b>Superficie efficace (mq):</b>	<b>Carreggiata</b> ME5	<b>Categoria</b> Superficie Lm	<b>Em</b> 0,50	<b>Emin</b> 0,50	<b>Esc,min</b>	<b>Ev,min</b>	<b>U0</b> 0,35	<b>U1</b> 0,4	<b>T1</b> 15%	<b>SR</b> 0,5	
Parametri di progetto	<b>Descrizione</b> <b>Carreggiata</b>	<b>Carreggiata</b> ME5	<b>Categoria</b> Superficie Lm	<b>Em</b> 0,50	<b>Emin</b> 0,50	<b>Esc,min</b>	<b>Ev,min</b>	<b>U0</b> 0,35	<b>U1</b> 0,4	<b>T1</b> 15%	<b>SR</b> 0,5	
Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento												
Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto	<b>Descrizione</b> <b>Carreggiata</b>	<b>Carreggiata</b> ME5	<b>Categoria</b> Superficie Lm	<b>Em</b> 0,30	<b>Emin</b> 4,24	<b>Esc,min</b>	<b>Ev,min</b>	<b>U0</b> 0,59	<b>U1</b> 0,90	<b>T1</b> 11,0%	<b>SR</b> 0,80	
<b>VERIFICA Illuminotecnica</b>	<b>Descrizione</b> <b>Carreggiata</b>	<b>Em x S</b> 3,205	<b>Categoria</b> ME5	<b>Em</b> -	<b>Emin</b> -	<b>Esc,min</b>	<b>Ev,min</b>	<b>U0</b> OK	<b>U1</b> OK	<b>T1</b> OK	<b>SR</b> OK	
Fattore di manutenzione; indicare la norma seguita:												
Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione	<b>Descrizione</b> <b>Testapalo, h=8m i=24m</b>	<b>Lampada</b> MERCURIO	<b>Flusso</b> 6300	<b>Watt</b> 125	<b>IP</b> 2.807	<b>h/anno</b> 9	<b>Fm</b> 0,35	<b>Kw</b> 1,13	<b>kWh/anno</b> 3.157,88			
Totali	<b>Regolatore</b> <b>Emh (piano efficace)</b>	<b>NO</b> 4,24	<b>NO</b> 56.700,00	<b>100,00%</b>	<b>25.263,00</b>	<b>9</b>	<b>0,68</b>	<b>0,65</b>	<b>9</b>	<b>1,13</b>	<b>3.157,88</b>	
<b>VERIFICA</b> L.P. 16/2007	<b>Zona Protetta</b> <b>Emdis</b>	<b>NO</b> 0,18	<b>Ehc</b> -	<b>EvN</b> 0,020	<b>EvE</b> 0,020	<b>EvS</b> 0,020	<b>EvW</b> 0,020					<b>Non Verificata</b>
	<b>Kill</b> <b>η(100lx,r)</b>	<b>13,9</b> <b>98,5</b>	<b>4,2%</b> <b>4,18</b>	<b>Kill(limite)</b> <b>η(limite)</b>	<b>3,0</b> <b>15,0</b>							

### **2.1.3.15 Tratto 15: Villa Banale – Via di Pestelan**

Un altro tratto omogeneo che insiste nella frazione di Villa Banale è costituito dall'impianto di Via di Pestelan. Le caratteristiche della strada e dei punti luce disposti su di essa, tuttavia, sono identiche a quelle già considerate in Via G.B. Sicheri a Stenico. Pertanto, si riportano solamente le principali caratteristiche del tratto analizzato (tabella 54) e la stima della spesa totale annua relativa a questo tratto (tabella 55), mentre si rimanda al paragrafo 2.1.3.4 per quanto riguarda le verifiche illuminotecniche e il rendering della simulazione.

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	15	
Luogo	Via di Pestelan	
Quadro elettrico	Q4	
Rif. su tavola	249-257	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	vap. merc.	
Tipologia lampione su tavola	A	
Numero punti luce	9	
Potenza lampada	W	125
Altezza pali	m	7,5
Distanza pali	m	40
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



*Tab. 54 – Principali caratteristiche del tratto 15: Villa Banale – Via di Pestelan*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a vapori di mercurio</b>
Potenza nominale della lampada	W	125
Potenza assorbita dal punto luce	W	137,5
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2807
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	3578
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	50,09
Durata di una lampada	h	20.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	9,24
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	51,39
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	462,48

*Tab. 55 – Stima della spesa totale annua per il tratto 15: Villa Banale – Via di Pestelan*

## **ALLEGATO A**

### **2.1.3.16 Tratto 16: Villa Banale – Via Don A. Pellizzari**

L'ultima via per la quale è stata effettuata la modellazione nella frazione di Villa Banale è Via Don A. Pellizzari. In questo tratto, di recente installazione, sono presenti punti luce con sbraccio e lampade ai vapori di sodio della potenza di 150 W. Per quanto riguarda la classe illuminotecnica, in questo caso si è stimata una classe ME4b, dal momento che la via risulta più trafficata rispetto alle strade secondarie poste all'interno delle frazioni (tutte di classe ME5). Si riportano di seguito le principali caratteristiche del tratto analizzato e una stima della spesa totale annua relativa a questo tratto di strada.

Come si può notare dalla curva fotometrica di figura 47, questo corpo illuminante non permette che il flusso luminoso venga disperso sopra l'orizzonte, per cui l'apparecchio risulta di classe A. Le verifiche, eseguite mediante l'ausilio dell'Allegato A della LP 16/07, sono riportate in tabella 58, mentre in figura 48 è presentato il rendering ottenuto dalla simulazione effettuata con il software DIALUX®.

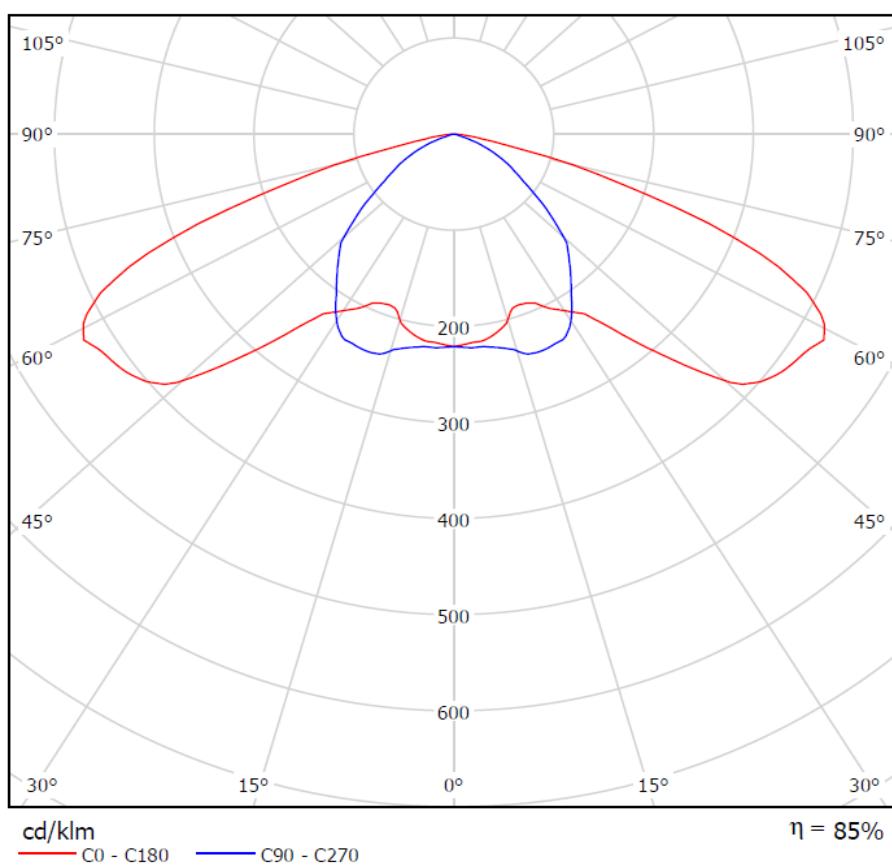
<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	16	
Luogo	Via Don A. Pellizzari	
Quadro elettrico	Q4	
Rif. su tavola	155-198	
Classificazione strada	C	
Classe illuminotecnica	ME4b	
Lampada	vap. sodio	
Tipologia lampione su tavola	M	
Numero punti luce	14	
Potenza lampada	W	150
Altezza pali	m	7,5
Distanza pali	m	29
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



*Tab. 56 – Principali caratteristiche del tratto 16: Villa Banale – Via Don A. Pellizzari*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a vapori di sodio</b>
Potenza nominale della lampada	W	150
Potenza assorbita dal punto luce	W	170
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2807
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	6881
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	61,93
Durata di una lampada	h	32.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	38,30
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	65,29
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	914,06

*Tab. 57 – Stima della spesa totale annua per il tratto 16: Villa Banale – Via Don A. Pellizzari*

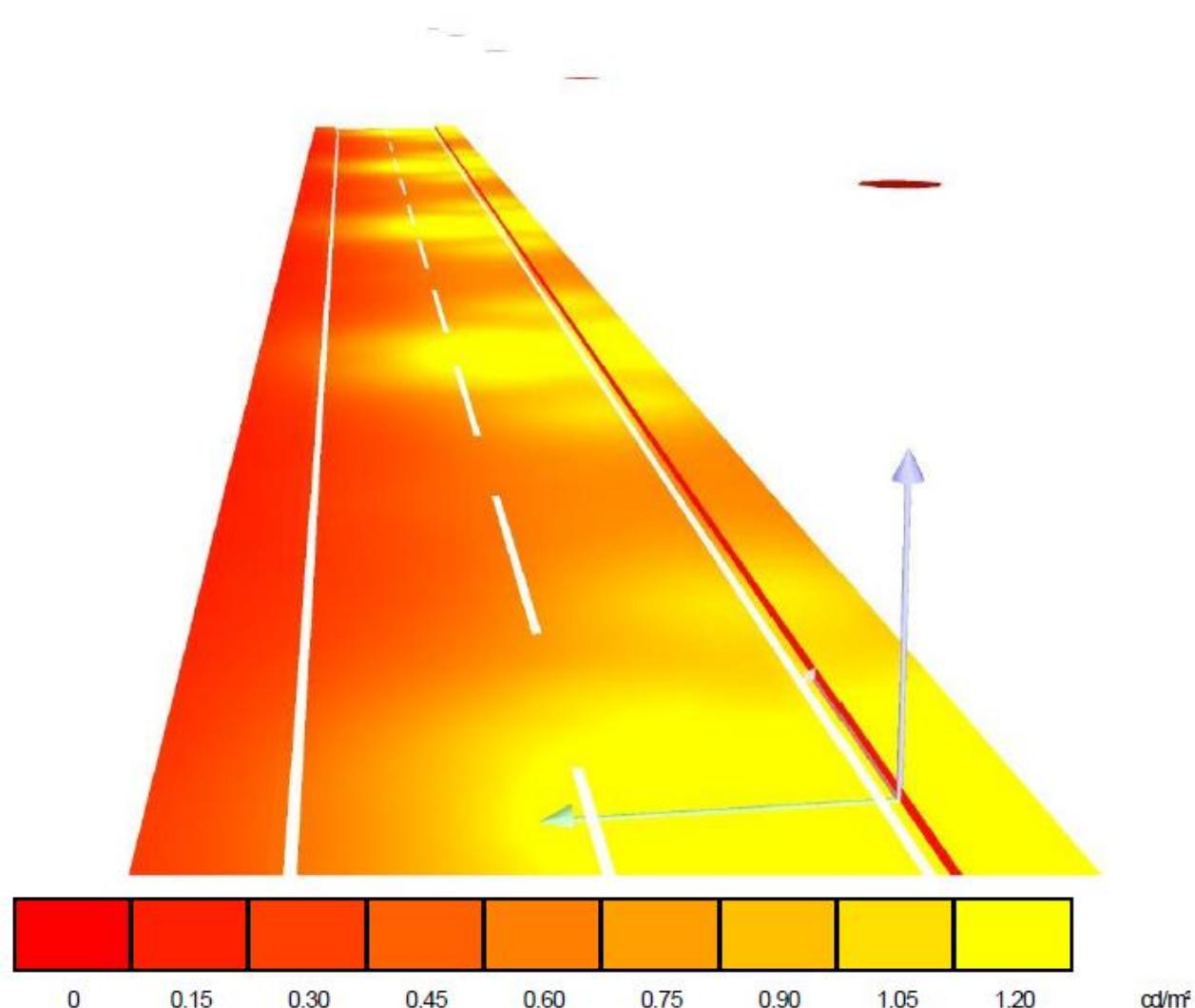


*Fig. 47 – Curva fotometrica del corpo illuminante del tratto 16: Ewo Linea SM03 Potenza 150 W*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,75 ÷ 0,8625	1,63
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	10 ÷ 11,5	8
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	≥ 3	5
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,4	0,3
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,5	0,50
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	12,00
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,7
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	6,00
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	

*Tab. 58 – Risultati illuminotecnici del tratto 16: Villa Banale – Via Don A. Pellizzari*

Dall'analisi dei risultati emerge che, nonostante la potenza installata sia molto elevata in quanto ogni lampada assorbe una potenza pari a 150 W, il coefficiente di efficienza normalizzato  $\eta$  risulta all'interno dei limiti di legge. Questo è dovuto al fatto che l'area da illuminare è molto consistente (sono presenti in questo caso 2 marciapiedi di larghezza pari a 1,5 m e una carreggiata di larghezza pari a circa 7,5 m) e che l'interdistanza tra i pali risulta pari a circa 30 m. Le verifiche che non risultano soddisfatte riguardano invece la luminanza media della carreggiata, troppo elevata a causa dell'eccessiva potenza installata, e l'illuminamento orizzontale medio mantenuto del marciapiede posto sul lato opposto rispetto ai punti luce, a causa della consistente larghezza della sede stradale. Tuttavia, questo parametro non risulta molto inferiore al limite imposto dalla normativa vigente.



*Fig. 48 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 16*

## **ALLEGATO A**

### **2.1.3.17 Tratto 17: Sclemo – Via dei Caputei (ovest)**

All'interno della frazione di Sclemo sono presenti 3 tratti omogenei che sono stati presi in considerazione nell'analisi. Il primo di questi è il tratto ad ovest di Via dei Caputei, nel quale sono presenti punti luce del tipo a sbraccio con lampade ai vapori di mercurio della potenza di 125 W, peraltro già considerati in molti altri tratti stradali del Comune di Stenico; in questo caso, l'interdistanza tra i punti luce è pari a circa 12 m. Si rimanda ai paragrafi precedenti per quanto riguarda la curva fotometrica, che in questo caso consente di considerare il corpo illuminante di classe A, in quanto non vi è flusso luminoso disperso sopra l'orizzonte anche a causa dell'assenza di un vetro ricurvo a protezione della lampada.

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	17	
Luogo	Via dei Caputei (ovest)	
Quadro elettrico	Q2	
Rif. su tavola	91-99	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	vap. merc.	
Tipologia lampione su tavola	A	
Numero punti luce	9	
Potenza lampada	W	125
Altezza pali	m	7,5
Distanza pali	m	12
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



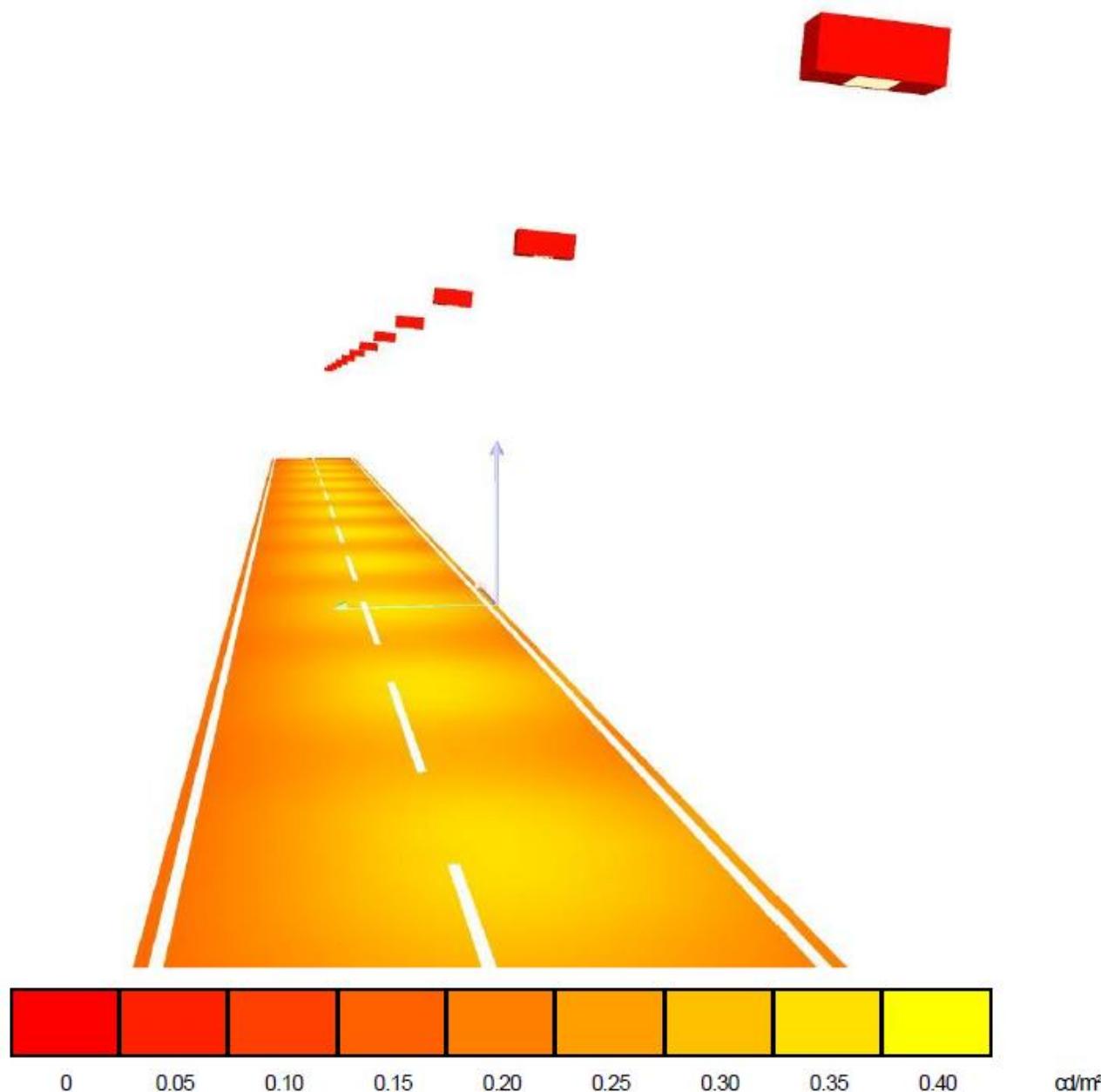
*Tab. 59 – Principali caratteristiche del tratto 17: Sclemo – Via dei Caputei (ovest)*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a vapori di mercurio</b>
Potenza nominale della lampada	W	125
Potenza assorbita dal punto luce	W	137,5
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2807
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	3578
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	50,09
Durata di una lampada	h	20.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	9,24
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	51,39
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	462,48

*Tab. 60 – Stima della spesa totale annua per il tratto 17: Sclemo – Via dei Caputei (ovest)*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,60
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,51
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $U_l$ )	-	≥ 0,4	0,90
Incremento di soglia massimo ( $T_l$ )	%	≤ 15	12,00
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,5
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	49,30
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	

*Tab. 61 – Risultati illuminotecnici del tratto 17: Sclemo – Via dei Caputei (ovest)*



*Fig. 49 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 17*

I risultati ottenuti evidenziano come, analogamente ai casi in cui sono installati gli stessi corpi illuminanti, il coefficiente di efficienza normalizzato  $\eta$  risulta superiore rispetto al valore limite imposto dalla normativa vigente, a causa dell'elevata potenza installata nel tratto in esame. Per quanto riguarda invece la luminanza media della carreggiata, essa risulta di poco al di sopra del limite fissato dalla normativa, cosa che non accadeva negli altri casi. Questo è dovuto alla vicinanza dei punti luce, in questo caso posti a circa 12 m l'uno dall'altro. In sintesi, il problema più rilevante riscontrato su questo tratto stradale risiede nell'elevata potenza installata, che potrebbe essere migliorata utilizzando lampade nuove aventi rese migliori.

## **ALLEGATO A**

### **2.1.3.18 Tratto 18: Sclemo – Via della Breda**

Il secondo tratto analizzato all'interno della frazione di Sclemo è quello di Via della Breda. Lungo questa strada sono installati punti luce del tipo a globo con lampade ai vapori di mercurio della potenza di 125 W. Le principali caratteristiche del tratto analizzato sono riportate in tabella 62, mentre in tabella 63 è presente una stima della spesa totale annua relativa a questo tratto di strada.

La curva fotometrica, rappresentata in figura 50, mette in luce che questo corpo illuminante deve essere classificato in classe B secondo la LP 16/07, dal momento che disperde parte del flusso luminoso verso l'alto. Ciò è dovuto alle sue particolari caratteristiche geometriche: nonostante infatti presenti delle alette che indirizzano il flusso luminoso verso il basso, l'apparecchio è del tipo a globo e vi è pertanto una piccola parte di flusso luminoso dispersa sopra l'orizzonte.

I risultati delle verifiche illuminotecniche eseguite per questa via sono riportati in tabella 64, mentre in figura 51 è riportato il rendering della simulazione eseguita con il software.

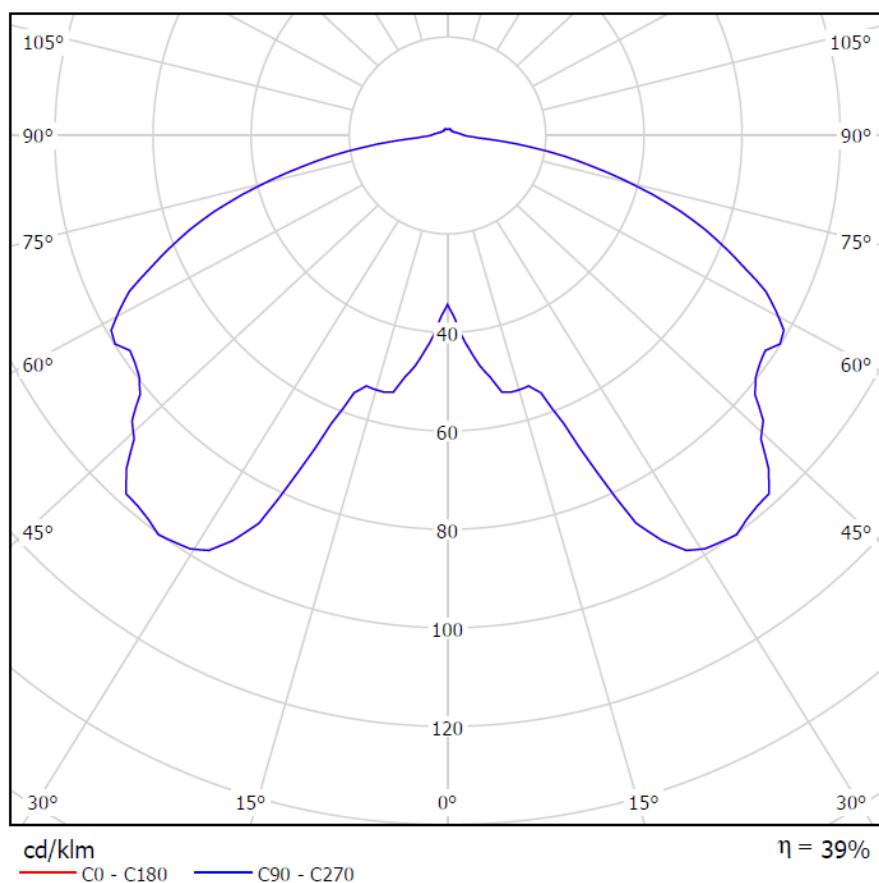
<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	18	
Luogo	Via della Breda	
Quadro elettrico	Q2	
Rif. su tavola	50-65	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	vap. merc.	
Tipologia lampioncino su tavola	H	
Numero punti luce	16	
Potenza lampada	W	125
Altezza pali	m	4,2
Distanza pali	m	18
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



*Tab. 62 – Principali caratteristiche del tratto 18: Sclemo – Via della Breda*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a vapori di mercurio</b>
Potenza nominale della lampada	W	125
Potenza assorbita dal punto luce	W	137,5
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2807
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	6361
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	50,09
Durata di una lampada	h	20.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	9,24
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	51,39
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	822,19

*Tab. 63 – Stima della spesa totale annua per il tratto 18: Sclemo – Via della Breda*

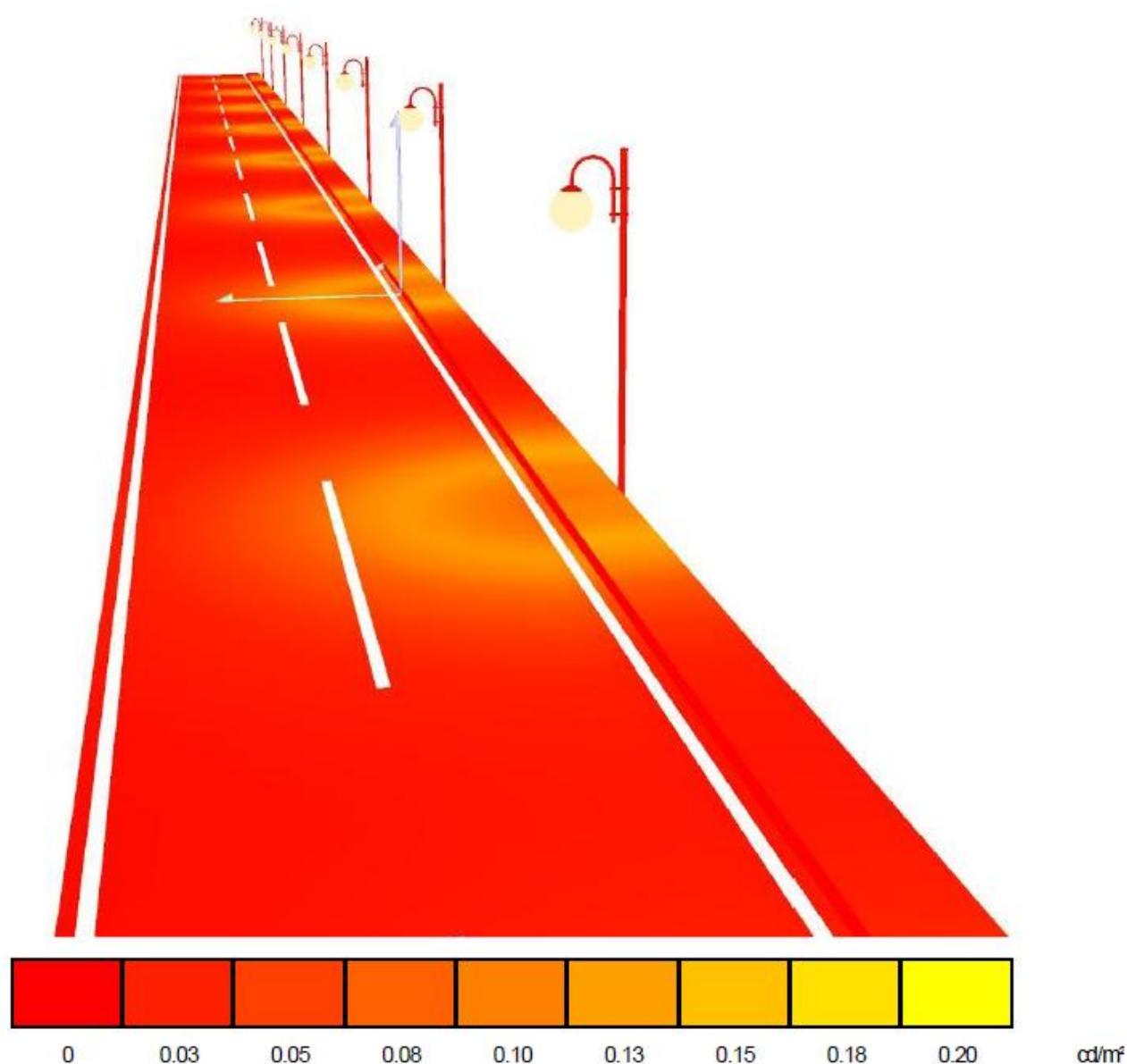


*Fig. 50 – Curva fotometrica del corpo illuminante del tratto 18: iGuzzini Sistema PUBLIC Potenza 125 W*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,10
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	7,5 ÷ 8,625	2
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	≥ 1,5	0,6
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,20
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,4	0,40
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	15,00
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,7
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	168,90
Indice di illuminazione dispersa ( $K_{ill}$ )	-	≤ 3	7,6

*Tab. 64 – Risultati illuminotecnici del tratto 18: Sclemo – Via della Breda*

Dai risultati emerge che quasi tutte le verifiche eseguite risultano non rispettate; ciò è dovuto in prima battuta all'elevata potenza installata, che determina un coefficiente di efficienza normalizzato  $\eta$  molto elevato. Inoltre, anche la luminanza media della carreggiata e l'illuminamento orizzontale medio mantenuto sul marciapiede risultano molto scarsi, a causa dello sbraccio ridotto e della particolare ottica utilizzata, che non consente un adeguato illuminamento della sede stradale. Infine, anche l'indice di illuminazione dispersa  $K_{ill}$  è superiore al limite imposto dalla normativa, sempre a causa del piccolo sbraccio del punto luce ma anche della scarsa resa dell'apparecchio in rapporto alla sua potenza installata.



*Fig. 51 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 18*

## **ALLEGATO B**

ALLEGATO B									
Descrizione Intervento:		Sciemo - Via della Breda - tratto 18							
Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):		medio 2,00							
Intervallo di manutenzione prevista (anni):		2,016							
Superficie efficace (mq):									
Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita: UNI 11248									
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)		Indici qualitativi							
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)		Valori Numerici	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	Ul	TI
Carreggiata		Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	0,35	0,4	15%
Marciapiede 1	MES	1.728,0	0,50						
	S3	288,0		7,5	1,5				
Parametri di progetto		Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	0,35	0,4	15%
Carreggiata		1.728,0	0,50						
Marciapiede 1	MES	288,0		7,5	1,5				
	S3	-							
Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento									
Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto		Indici qualitativi							
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)		Valori Numerici	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	Ul	TI
Carreggiata		Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	0,20	0,40	15,0%
Marciapiede 1	MES	1.728,0	0,10	1,59	2,00	0,60			
	S3	288,0							
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)		Indici qualitativi	Em x S	Em	Emin	Esc,min	U0	Ul	TI
Carreggiata		Indici qualitativi	2.748	NO	OK	NO	NO	OK	OK
Marciapiede 1	MES		576	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	S3		-	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Fattore di manutenzione; indicare la norma seguita:									
Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione		Indici qualitativi							
Parametri di riferimento		Valori Numerici	Lampada	Flusso	Watt	IP	h/anno	Nr.	Fm
Palla, h=4,2m i=18m		MERCURIO	5700	125		2.807	16	0,19	2,00
VERIFICA Illuminotecnica									
Totali									
			91.200,00				44.912,00	16	2,00
			Regolatore	NO	100,00%		0,60	0,81	5.614,00
			Enh (piano efficace)	1,65					
Indici Verifica		Non Verificata							
VERIFICA		Zona Protetta	NO	Ehc	EVN	EV E	EV S	EV W	
L.P. 16/2007		Emdis	0,10	-	0,010	0,010	0,010	0,010	
Kill	Kill	7,6	6,1%			Kill(limite)	3,0		
	η(100lx,r)	168,9	2,78			η(limite)	15,0		

### **2.1.3.19 Tratto 19: Sclemo – Via dei Caputei (est)**

Nella parte a est di Via dei Caputei a Sclemo è installata la stessa tipologia di punto luce e di corpo illuminante della parte a ovest. Tuttavia, la distanza tra i pali è in questo caso maggiore, cioè pari a 20 m. Si riportano di seguito le principali caratteristiche di questo tratto, una stima della spesa totale annua e i risultati della simulazione, oltre al rendering ottenuto mediante l'ausilio del software DIALUX®.

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	19	
Luogo	Via dei Caputei (est)	
Quadro elettrico	Q2	
Rif. su tavola	77-81	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	vap. merc.	
Tipologia lampione su tavola	A	
Numero punti luce	5	
Potenza lampada	W	125
Altezza pali	m	7,5
Distanza pali	m	20
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



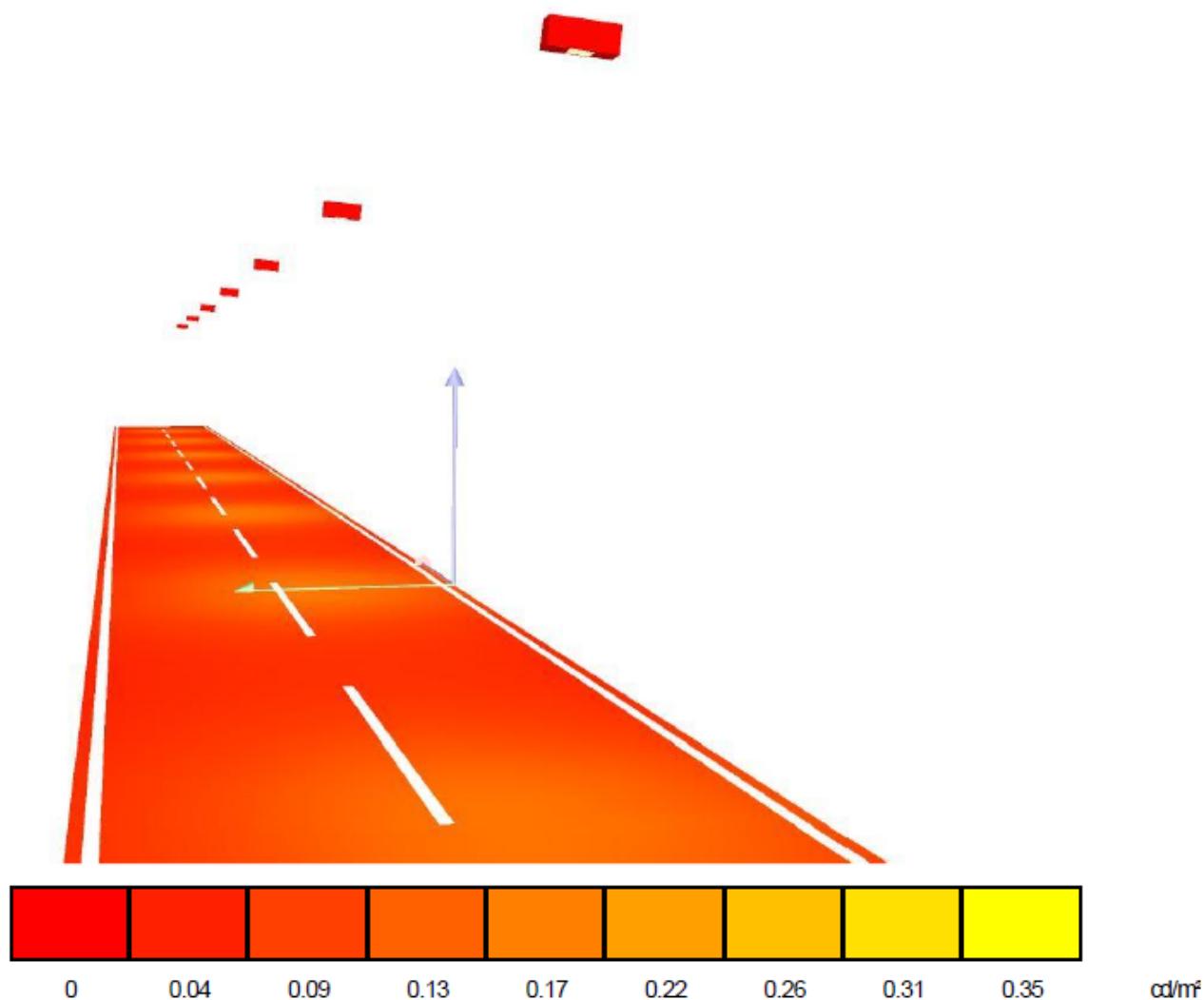
*Tab. 65 – Principali caratteristiche del tratto 19: Sclemo – Via dei Caputei (est)*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a vapori di mercurio</b>
Potenza nominale della lampada	W	125
Potenza assorbita dal punto luce	W	137,5
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2807
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	1988
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	50,09
Durata di una lampada	h	20.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	9,24
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	51,39
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	256,94

*Tab. 66 – Stima della spesa totale annua per il tratto 19: Sclemo – Via dei Caputei (est)*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,20
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,50
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,4	0,90
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	14,00
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,5
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	86,40
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	

*Tab. 67 – Risultati illuminotecnici del tratto 19: Sclemo – Via dei Caputei (est)*



*Fig. 52 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 19*

I risultati ottenuti sono del tutto analoghi a quelli del tratto 17 (Sclemo – Via dei Caputei ovest). L'unica differenza sta nel fatto che essendo l'interdistanza maggiore la sede stradale non risulta adeguatamente illuminata, dal momento che la luminanza media della carreggiata è inferiore al limite di legge. Questo risultato è in linea con quanto ottenuto dall'analisi di tutti i tratti in cui è installata questa tipologia di punto luce; pertanto, qualora questi pali siano installati ad una distanza maggiore di 20 m, non è possibile garantire una sufficiente visibilità della sede stradale.



### **2.1.3.20 Tratto 20: Seo – Strada verso parco giochi**

L'ultimo tratto preso in considerazione è situato nella frazione di Seo ed è costituito dalla strada sterrata che porta al parco giochi posto a nord – est dell'abitato. Trattandosi di un tratto scarsamente utilizzato e raramente trafficato si è scelto di assegnare a questa tipologia la classe illuminotecnica ME6, che presenta i limiti di legge meno restrittivi. Si presentano di seguito le principali caratteristiche del tratto analizzato (tabella 68), una stima della spesa totale annua (tabella 69), la curva fotometrica del corpo illuminante (figura 53), i risultati delle verifiche illuminotecniche (tabella 70) e il rendering della simulazione (figura 54).

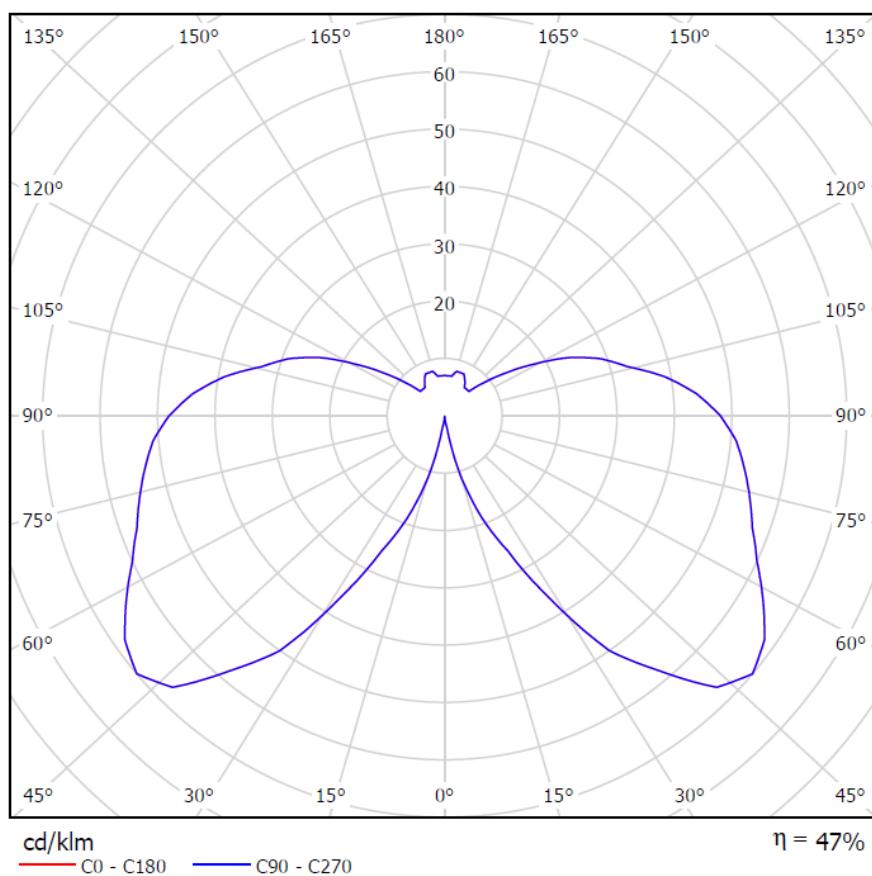
<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	20	
Luogo	Strada verso parco giochi	
Quadro elettrico	Q1	
Rif. su tavola	17-24	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME6	
Lampada	vap. merc.	
Tipologia lampioncino su tavola	L	
Numero punti luce	8	
Potenza lampada	W	125
Altezza pali	m	3,5
Distanza pali	m	18
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



*Tab. 68 – Principali caratteristiche del tratto 20: Seo – Strada verso parco giochi*

<b>Analisi stato di fatto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato attuale - Lampade a vapori di mercurio</b>
Potenza nominale della lampada	W	125
Potenza assorbita dal punto luce	W	137,5
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	1023
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	1159
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	18,26
Durata di una lampada	h	20.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	9,24
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	18,73
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	149,82

*Tab. 69 – Stima della spesa totale annua per il tratto 20: Seo – Strada verso parco giochi*

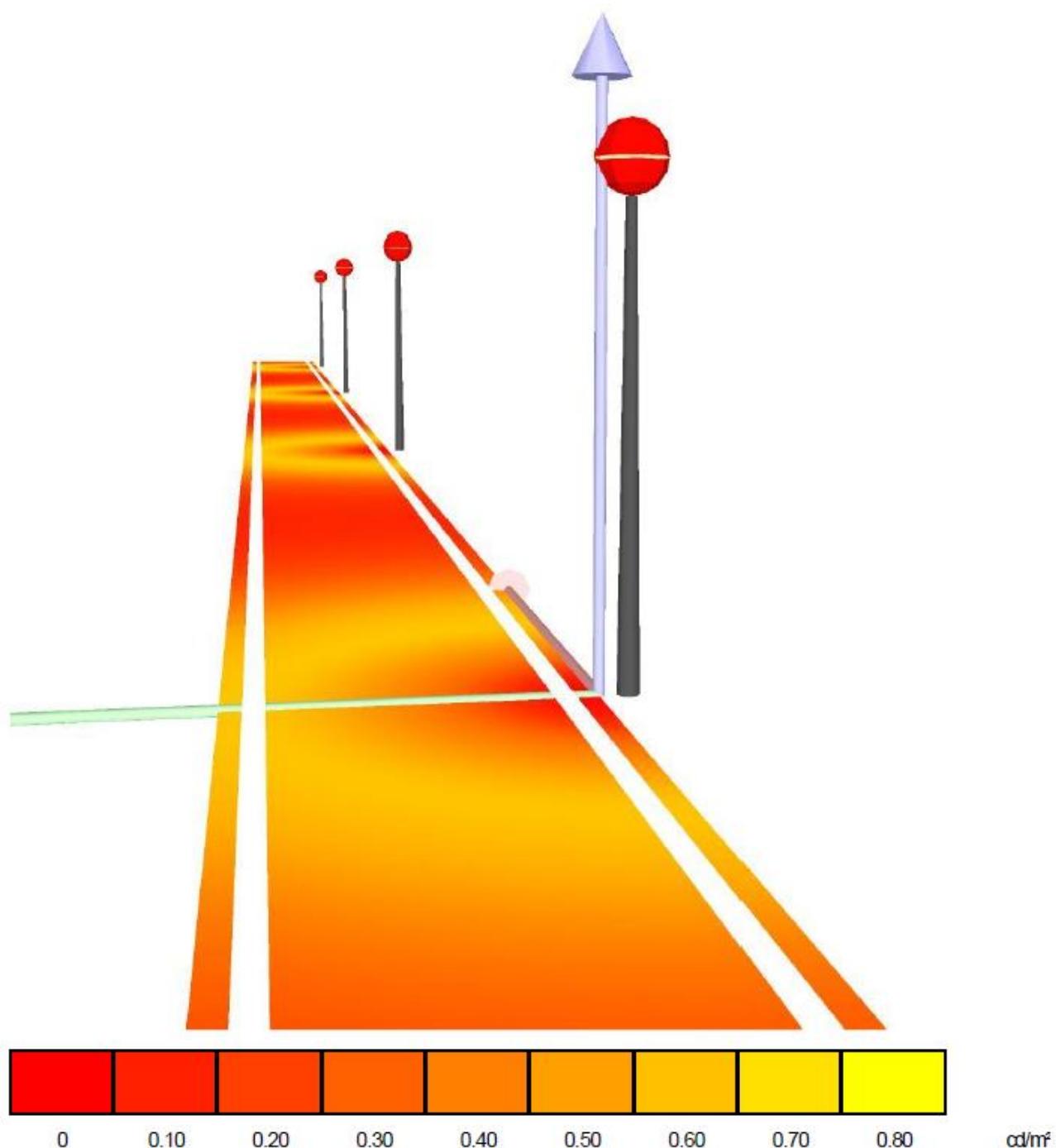


*Fig. 53 – Curva fotometrica del corpo illuminante del tratto 20: Disano 1300 TR Potenza 125 W*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,3 ÷ 0,345	0,40
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,40
Uniformità longitudinale minima di luminanza (Ui)	-	≥ 0,4	0,50
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	74,00
Rapporto minimo intensità illuminazione dintorni (SR)	-	non previsto	-
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	63,10
Indice di illuminazione dispersa ( $K_{ill}$ )	-	≤ 3	25,7

*Tab. 70 – Risultati illuminotecnici del tratto 20: Seo – Strada verso parco giochi*

Come si può notare dalla curva fotometrica di figura 53, una quota parte del flusso luminoso viene emesso e quindi disperso sopra l'orizzonte. La percentuale rispetto al totale è tuttavia inferiore al 30% e pertanto il corpo illuminante è classificato di classe C. Per questo, secondo la LP 16/07 è necessario eseguire le verifiche utilizzando per questo tratto l'Allegato B, che include la valutazione dell'indice di illuminazione disperda  $K_{ill}$ , parametro adimensionale che deve risultare inferiore a 3. Dall'analisi dei risultati emerge invece che, nonostante la luminanza media risulti accettabile (anche se leggermente al di sopra del limite di legge), i parametri  $K_{ill}$  e  $\eta$  risultano molto distanti dal limite imposto dalla normativa. Questo è dovuto sia alla potenza troppo elevata delle lampade sia al fatto che gran parte del flusso luminoso non va a incidere sulla sede stradale (anzi, una porzione consistente viene emessa sopra l'orizzonte), che presenta una larghezza molto limitata. Infine, anche l'incremento di soglia massimo TI, un parametro che è indice del grado di abbagliamento, risulta molto elevato a causa della particolare curva fotometrica dell'apparecchio illuminante, che non consente di indirizzare il flusso luminoso solamente verso il basso ma anche in direzione sub – orizzontale.



*Fig. 54 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada per il tratto 20*

## **ALLEGATO B**

ALLEGATO B									
Indicazione Intervento:		Seo - Via verso parco giochi							
<b>Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):</b>		medio							
<b>Intervallo di manutenzione prevista (anni):</b>		2,00							
<b>Superficie efficace (mq):</b>		495							
Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita: UNI 11248									
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)		Indici qualitativi							
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)		Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min
strada		ME6	ME6	495,0	0,30	-	-	-	-
Parametri di progetto		Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min
strada		strada	ME6	495,0	0,30	-	-	-	-
Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento									
Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto		Valori Numerici							
Parametri di riferimento		Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min
strada		strada	ME6	495,0	0,40	4,50	-	-	-
VERIFICA Illuminotecnica		Verifica	Em x S	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	---
VERIFICA Illuminotecnica		VERIFICA Illuminotecnica	ME6	2.228	NO	OK	OK	OK	---
VERIFICA Illuminotecnica		VERIFICA Illuminotecnica	ME6	-	OK	OK	OK	OK	---
VERIFICA Illuminotecnica		VERIFICA Illuminotecnica	ME6	-	OK	OK	OK	OK	---
Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione									
Parametri di riferimento		Impianto							
Parametri di riferimento		Descrizione	Lampada	Flusso	Watt	IP	h/anno	Nr.	FM
Palla + alette, h=3,5m i=18m		MERCURIO	6300	125	-	1.023	11	0,57	1,38
Totali		Totali		69.300,00		11.253,00	11	0,79	1,38
Indicazioni Verifica		Regolatore	NO	100,00%		0,43			1.406,63
Indicazioni Verifica		Enh (piano efficace)	4,50						
VERIFICA		Non Verificata							
L.P. 16/2007		Zona Protetta	NO	Ehc	EVN	EV E	EV S	EV W	
Emissione		Emissione	0,23	-	0,030	0,030	0,030	0,030	
Kill		Kill	25,7	5,1%		Kill(limite)	3,0		
Eta (100lx,r)		Eta (100lx,r)	63,1	2,84		Eta(limite)	15,0		

## **2.1.4 Verifica degli apparecchi illuminanti in aree omogenee di interesse**

Accanto all'analisi dei principali tratti stradali è stata eseguita anche la valutazione di altri impianti a servizio di aree di interesse architettonico, culturale o sportivo, così come richiesto esplicitamente al capo VI della LP 16/07. In particolare, la normativa stabilisce di prendere in considerazione l'inquinamento luminoso prodotto dagli impianti destinati all'illuminazione di edifici storici e monumenti, impianti sportivi, aree verdi, impianti di illuminazione esterna in zone coperte (ad esempio portici, sottopassi, ecc.), fasci di luce, insegne luminose, ecc. Si è cercato pertanto di analizzare le situazioni più importanti dal punto di vista illuminotecnico, per poter stabilire quali necessitino di un intervento di sistemazione o adeguamento più urgente.

### **2.1.4.1 Stenico – Campo sportivo**

Il campo sportivo di Stenico è attualmente illuminato utilizzando alcuni punti luce posti esclusivamente sul suo lato ovest (vedi figura 55). Sono presenti:

- 2 punti luce del tipo a globo con lampade ai vapori di sodio, ciascuna della potenza di 70 W. La tipologia è la stessa già analizzata nel paragrafo 2.1.3.5, pertanto questi apparecchi sono classificati in classe E – apparecchi vietati, in quanto più del 30% del flusso luminoso emesso viene disperso sopra l'orizzonte;
- 1 punto luce con installati 4 fari agli ioduri metallici della potenza di 400 W, per una potenza totale di 1600 W. Questi fari sono orientati in maniera differente in modo tale da cercare di illuminare al meglio la superficie dell'impianto sportivo;
- 1 punto luce con installati 3 fari agli ioduri metallici della potenza di 400 W, per una potenza totale di 1200 W. Anche in questo caso i corpi illuminanti sono orientati nella maniera migliore possibile allo scopo di coprire con il loro fascio di luce tutta la superficie da illuminare.

Il campo sportivo è stato modellato utilizzando il software DIALUX®, in modo da poter avere un riscontro visivo di quanto rilevato in situ e per riuscire a stimare il livello di illuminamento del manto erboso. I risultati del rendering tridimensionale sono riportati in figura 56, mentre in tabella 71 è riportata la verifica dei parametri imposti dalla normativa vigente nella Provincia Autonoma di Trento.

Dal rendering si nota che la parte ad ovest del campo sportivo raggiunge luminanze molto elevate: in alcuni casi si raggiungono valori addirittura superiori a  $5 \text{ cd/m}^2$ , mentre la parte ad est non supera in alcuni punti le  $0,3 \text{ cd/m}^2$ . Questo è indice di una grande disuniformità nella distribuzione dell'illuminazione, cosa sicuramente non positiva sia per coloro che usufruiscono della struttura sia per coloro che assistono alle manifestazioni. Anche la verifica illuminotecnica, limitata in questo caso alla valutazione dell'indice di illuminazione dispersa  $K_{ILL}$ , evidenzia come non sia rispettato il limite imposto dalla normativa vigente, principalmente a causa dell'elevata potenza totale installata e quindi della consistente quantità di luce riflessa verso l'alto. La scelta ottimale sarebbe

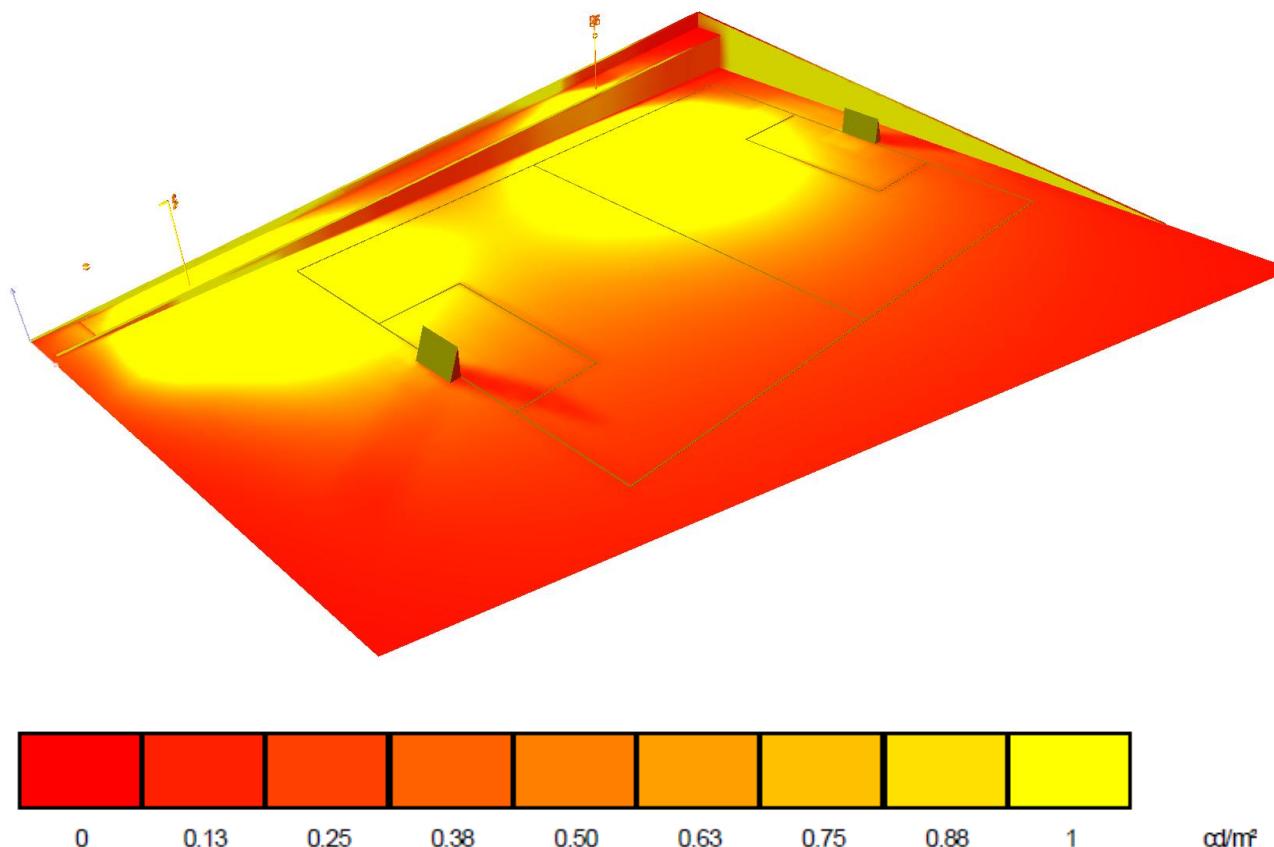
quella di utilizzare 4 punti luce posti in prossimità dei vertici dell'impianto sportivo. Ciò permetterebbe di diminuire la potenza totale installata.



*Fig. 55 – Tipologie di corpi illuminanti utilizzati per l'illuminazione del campo sportivo:  
punto luce del tipo a globo (a sinistra), punto luce con 4 fari (al centro) e punto luce con 3 fari (a destra)*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>	<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>	
Indice di illuminazione dispersa nel caso di nuove realizzazioni e rifacimenti ( $k_{\text{ill}}$ )	-	$\leq 3$	12,3
Indice di illuminazione dispersa nel caso di adeguamenti con sistemi meccanici come visiere o alette( $k_{\text{ill}}$ )	-	$\leq 4$	12,3

*Tab. 71 – Risultati illuminotecnici per il campo sportivo di Stenico*



*Fig. 56 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale del campo sportivo*

#### **2.1.4.2 Stenico – Chiesa**

Per quanto riguarda l'illuminazione di facciate di edifici storici e monumenti, la LP 16/07 stabilisce che la luminanza media deve essere inferiore a  $0,8 \text{ cd/m}^2$  sulla superficie illuminata ovvero (nel caso di forme illuminare da illuminare) sul rettangolo circoscritto alla figura stessa. Inoltre, è necessario che, nel caso si utilizzino proiettori, i fasci di luce da essi prodotti siano mantenuti rigorosamente all'interno della sagoma da illuminare.

Il primo scenario di questo genere è la chiesa di Stenico, nei pressi della quale sono presenti:

- 4 punti luce del tipo a globo con lampade ai vapori di sodio, ciascuna della potenza di 70 W.  
La tipologia è la stessa già analizzata nel paragrafo precedente, pertanto questi apparecchi sono classificati in classe E – apparecchi vietati;

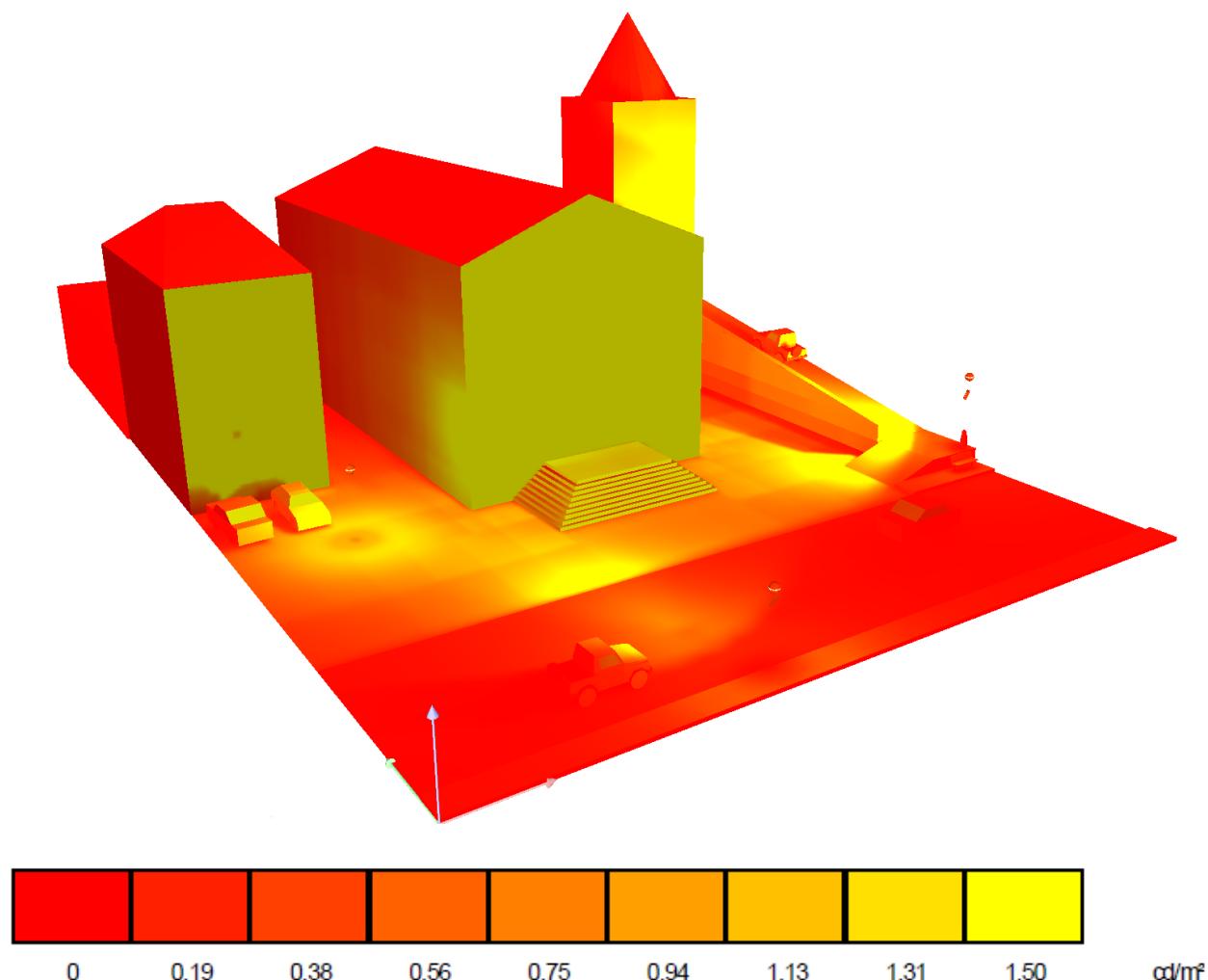
- 2 fari ai vapori di sodio ciascuno della potenza di 250 W, montati sui 2 punti luce presenti di fronte alla chiesa e orientati verso la chiesa e verso il campanile adiacente ad essa (figura 57).



*Fig. 57 – Fari ai vapori di sodio della potenza di 250 W montati sui 2 punti luce presenti di fronte alla chiesa*

Il rendering della simulazione è presentato in figura 58, mentre in tabella 72 è riportata la verifica dei parametri imposti dalla normativa vigente avendo individuato 2 superfici da illuminare, ovvero la facciata della chiesa e quella del campanile.

Le verifiche illuminotecniche risultano non soddisfatte per entrambe le superfici di calcolo, a causa dell'eccessiva potenza dei fari installati. In tabella 72 è anche riportata una stima dell'indice di illuminazione dispersa  $K_{ILL}$ , anche se non esplicitamente richiesto dalla normativa. Si nota che l'inquinamento luminoso presente in questa zona è particolarmente elevato, a causa del fatto che parte del flusso luminoso non investe le superfici da illuminare (cosa che è necessario venga ottimizzato al massimo) e che parte della luce viene riflessa verso l'alto dalle superfici della chiesa e del campanile. Contribuisce infine ad aumentare l'inquinamento luminoso anche la presenza di corpi illuminanti di classe E, su 2 dei quali sono installati i fari.



*Fig. 58 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale delle facciate della chiesa di Stenico, delle superfici adiacenti e del piazzale antistante*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>	<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>	
Luminanza media della facciata della chiesa ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	$\leq 0,8$	2,9
Luminanza media della facciata del campanile ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	$\leq 0,8$	1,9
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	$\leq 3$	73,8

*Tab. 72 – Risultati illuminotecnici per le facciate della chiesa e del campanile di Stenico*

### **2.1.4.3 Stenico – Municipio**

Un altro edificio che ha richiesto la verifica della luminanza media delle superfici illuminate è il municipio di Stenico. Su di esso sono infatti presenti 8 fari (2 per ogni facciata) ai vapori di sodio della potenza di 250 W ciascuno (figura 59). Inoltre, nel piazzale sottostante sono posti 5 punti luce con installate lampade ai vapori di mercurio della potenza di 125 W (figura 60) del tutto analoghi a quelli già descritti nel paragrafo 2.1.3.20, mentre sulla strada principale adiacente alla struttura sono presenti 2 punti luce con lampade agli ioduri metallici di potenza pari a 100 W ciascuno (classificati di classe A secondo la LP 18/07).

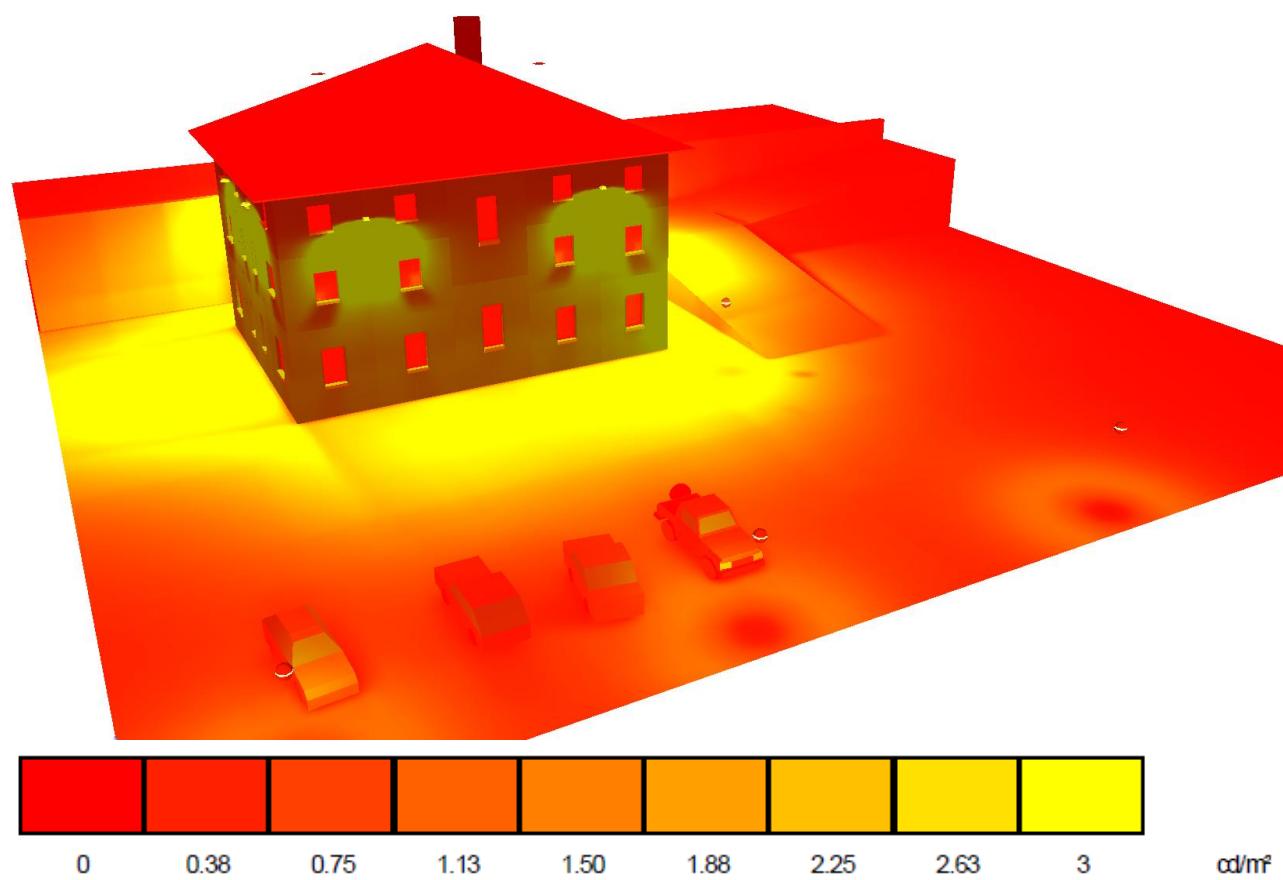


*Fig. 59 – Fari ai vapori di sodio della potenza di 250 W montati sulla facciata del municipio di Stenico*

Anche in questo caso è stata eseguita la simulazione mediante il software di calcolo; il rendering di questa simulazione è riportato in figura 61, mentre le verifiche illuminotecniche, eseguite per le 4 facciate del municipio, sono riportate in tabella 73. A causa della presenza di una elevata potenza installata e di corpi illuminanti di tipo C nel piazzale antistante il municipio, è stata eseguita in questo caso anche la verifica dell'indice di illuminazione dispersa  $K_{ILL}$ , anche se non esplicitamente richiesta dalla normativa, per testare l'entità dell'inquinamento luminoso presente in questa zona.



*Fig. 60 – Punti luce presenti nel piazzale antistante il municipio di Stenico con installate lampade ai vapori di mercurio della potenza di 125 W. Questo corpi illuminanti sono classificati di classe C secondo la LP 16/07*



*Fig. 61 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale delle facciate  
del municipio di Stenico, delle superfici adiacenti e del piazzale antistante*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>
Luminanza media della facciata nord ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	$\leq 0,8$	3,8
Luminanza media della facciata sud ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	$\leq 0,8$	2,8
Luminanza media della facciata ovest ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	$\leq 0,8$	4,1
Luminanza media della facciata est ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	$\leq 0,8$	3,3
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	$\leq 3$	6,2

*Tab. 73 – Risultati illuminotecnici per le facciate del municipio e calcolo dell’indice di illuminazione disperso  $K_{ILL}$*

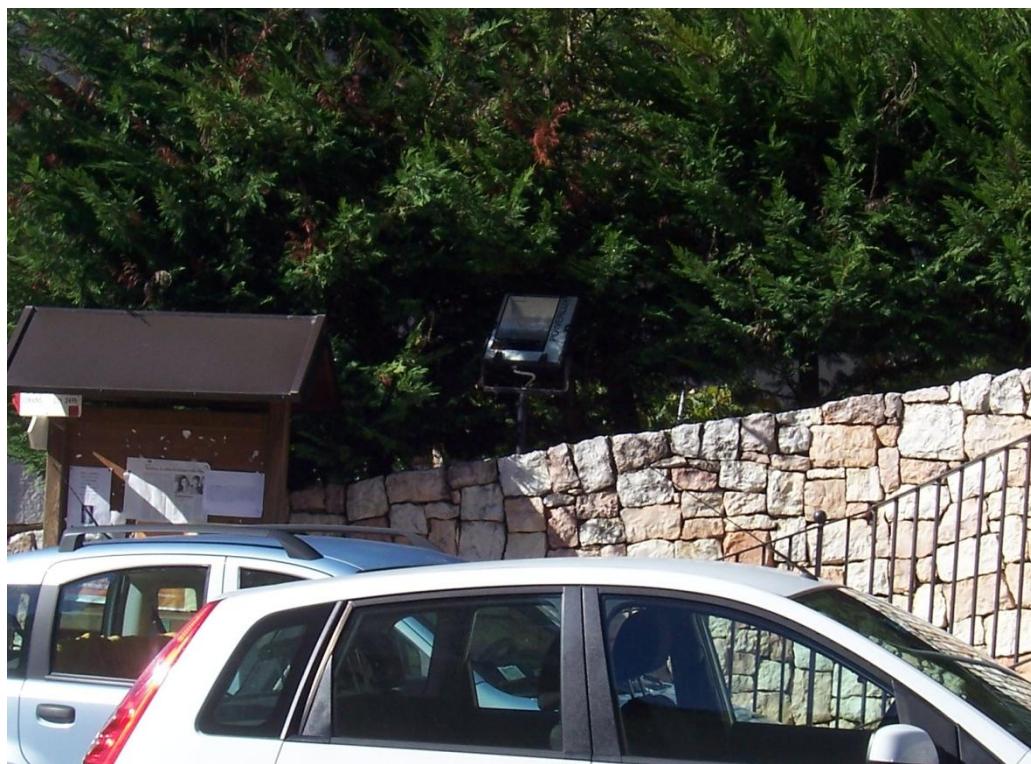
Come si può notare dal rendering, essendo i fari installati direttamente sulle facciate del municipio, vi è una forte disomogeneità per quanto riguarda la luminanza di queste superfici. Anche sul piazzale antistante all’edificio si raggiungono valori di luminanza estremamente differenti, ed in alcuni casi superiori a 5 cd/m<sup>2</sup>, sintomo di una eccessiva potenza installata e di una cattiva distribuzione del flusso luminoso.

Per quanto riguarda i limiti imposti dalla normativa vigente, nessuna delle facciate rispetta i requisiti previsti. In particolare, le superfici che presentano le luminanze maggiori sono quelle ovest e nord, ovvero quelle rivolte verso la strada provinciale e verso la strada che conduce al piazzale e al parcheggio del municipio. Questo è dovuto all’elevata potenza installata e alla presenza di muri posti a una distanza limitata dall’edificio, che riflettono parte del flusso luminoso emesso dai corpi illuminanti. Infine, anche l’indice di illuminazione dispersa risulta troppo elevato, soprattutto a causa dell’eccessiva potenza installata che fa sì che una buona parte del flusso luminoso venga riflesso sopra l’orizzonte, oltre alla presenza nel piazzale di corpi illuminanti di classe C, che emettono una consistente percentuale del flusso luminoso totale verso l’alto.

#### **2.1.4.4 Villa Banale – Chiesa**

L'ultimo edificio che ha richiesto il rispetto del limite di  $0,8 \text{ cd/m}^2$  sulle sue superfici illuminate è la chiesa di Villa Banale. Di fronte alla sua facciata principale è infatti installato un faro ai vapori di sodio della potenza di 250 W (figura 62), mentre nella piazza antistante sono presenti 9 punti luce del tipo con sbraccio con installate lampade agli ioduri metallici della potenza di 70 W ciascuna (figura 63). Questa tipologia di corpo illuminante è classificata di classe C secondo la LP 16/07, come si può vedere dalla curva fotometrica riportata in figura 64.

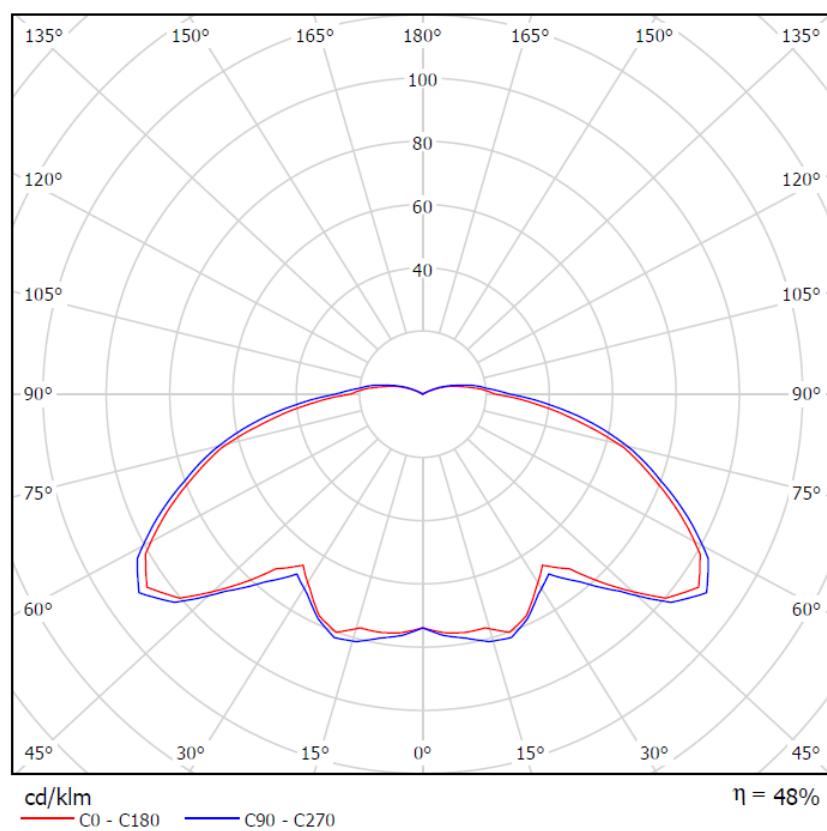
Si riporta anche in questo caso il rendering della simulazione (figura 65), con riportata la luminanza puntuale delle facciate della chiesa, delle superfici adiacenti e della piazza. Infine, in tabella 74 sono riportate le verifiche illuminotecniche, eseguite sia sulla facciata principale della chiesa sia su quella del campanile (per quanto riguarda la valutazione della luminanza media delle superfici), e la valutazione dell'indice di illuminazione dispersa  $K_{ILL}$ , eseguita anche se non strettamente necessaria a livello normativo per dare un'indicazione dell'inquinamento luminoso presente.



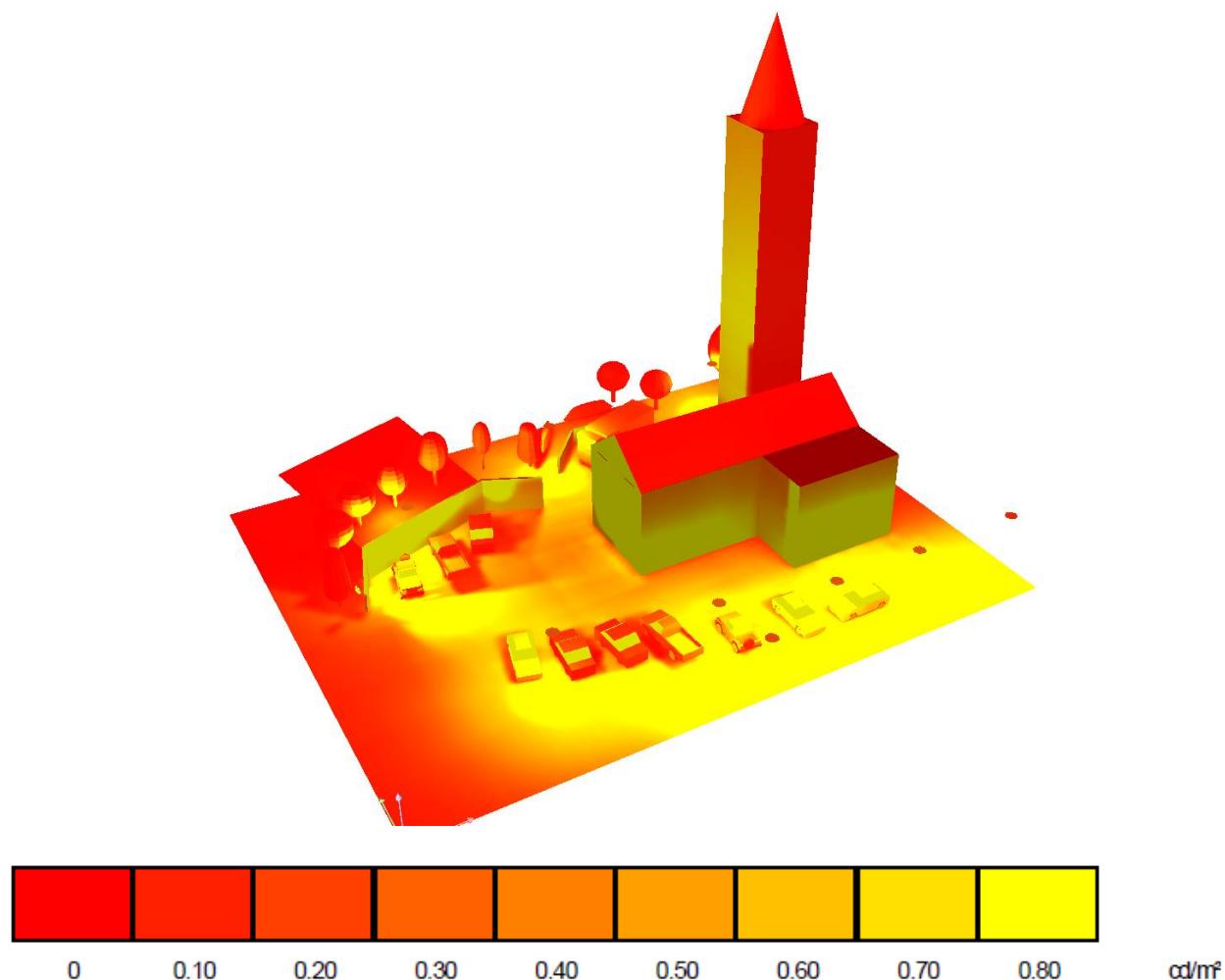
*Fig. 62 – Faro ai vapori di sodio della potenza di 250 W installato in prossimità della chiesa di Villa Banale*



*Fig. 63 – Punti luce del tipo con sbraccio con installate lampade agli ioduri metalici della potenza di 70 W*



*Fig. 64 – Curva fotometrica del corpo illuminante installato nella piazza di Villa Banale: Ewo Linea KM Potenza 70 W*



*Fig. 65 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale delle facciate della chiesa di Villa Banale, delle superfici adiacenti e della piazza antistante*

<b>Verifiche illuminotecniche</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>	<b>Requisiti</b>	<b>Stato attuale</b>	
Luminanza media della facciata della chiesa ( $L_m$ )	$\text{cd}/\text{m}^2$	$\leq 0,8$	1,6
Luminanza media della facciata del campanile ( $L_m$ )	$\text{cd}/\text{m}^2$	$\leq 0,8$	0,3
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	$\leq 3$	21,4

*Tab. 74 – Risultati illuminotecnici: valutazione della luminanza media delle facciate della chiesa e del campanile e dell'indice di illuminazione dispersa  $K_{ill}$*

Dall'analisi del rendering di figura 65 si può notare che la piazza è illuminata in maniera abbastanza uniforme, grazie alla buona distribuzione dei punti luce lungo il suo perimetro. Per quanto riguarda invece le verifiche illuminotecniche, si nota che:

- il campanile risulta illuminato in maniera adeguata, essendo la luminanza media della sua superficie pari a  $0,3 \text{ cd/m}^2$ . Questo valore risulta pertanto a norma, ed è reso possibile sia dalla distanza del faro dalla superficie da illuminare sia dal fatto che esso non è indirizzato direttamente verso il campanile;
- la facciata principale della chiesa risulta eccessivamente illuminata, a causa dell'elevata potenza del faro installato di fronte ad essa. In questo caso, sarebbe possibile rimanere al di sotto del limite di legge solamente cambiando tipologia di faro, installandone pertanto uno di potenza minore e con un flusso luminoso emesso più contenuto;
- l'indice di illuminazione disperso  $K_{ILL}$  risulta particolarmente elevato: questo è dovuto al fatto che il faro è rivolto verso l'alto e pertanto parte del flusso luminoso viene disperso sopra l'orizzonte. Sarebbe invece necessario che la luce emessa investisse solamente la facciata della chiesa, per cui si consiglia di verificare la reale orientazione del faro.

#### **2.1.4.5 Premione – Parco giochi**

L'ultima area omogenea analizzata all'interno del comune di Stenico è il parco giochi situato nella frazione di Premione. In questo caso, la normativa prevede di effettuare solamente considerazioni di tipo qualitative, mirate all'analisi del grado di illuminamento delle aree verdi, dell'omogeneità del flusso luminoso e all'individuazione di possibili criticità. Nel caso in questione, tuttavia, sono presenti 5 punti luce del tipo a lanterna con installate lampade ai vapori di mercurio della potenza di 125 W; questi corpi illuminanti, come si può notare dalla curva fotometrica riportata in figura 66, ricade in classe C secondo la LP 16/07. Pertanto, è stato calcolato anche l'indice di illuminazione dispersa  $K_{ILL}$ , in modo tale da valutare l'inquinamento luminoso prodotto in questa zona dell'abitato.

Come emerge dal rendering di figura 67, il parco giochi è illuminato in maniera abbastanza disuniforme. Questo è dovuto alla presenza di molti alberi all'interno dell'area verde, che creano zone d'ombra e ostacoli al flusso luminoso emesso dai punti luce. Per questo motivo, risulta difficile aumentare l'uniformità dell'illuminamento di quest'area, se non aumentando il numero di punti luce installati, cosa tuttavia non fondamentale dato lo scarso uso notturno della zona.

Per quanto riguarda invece l'inquinamento luminoso prodotto, anche se non è richiesto il rispetto di un limite preciso dalla normativa vigente, esso risulta abbastanza consistente, ed è dovuto principalmente all'utilizzo di apparecchi di tipo C. Sarebbe invece necessario utilizzare corpi illuminante di classe A (full cut - off), in modo da limitare al minimo il flusso luminoso emesso sopra l'orizzonte.

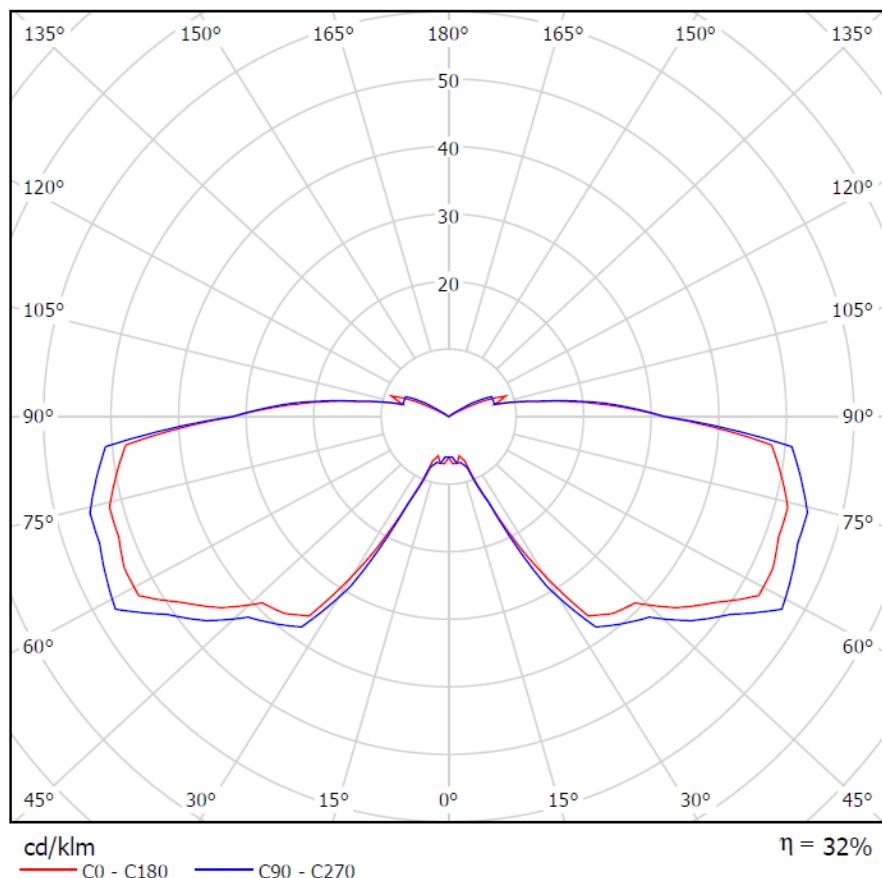
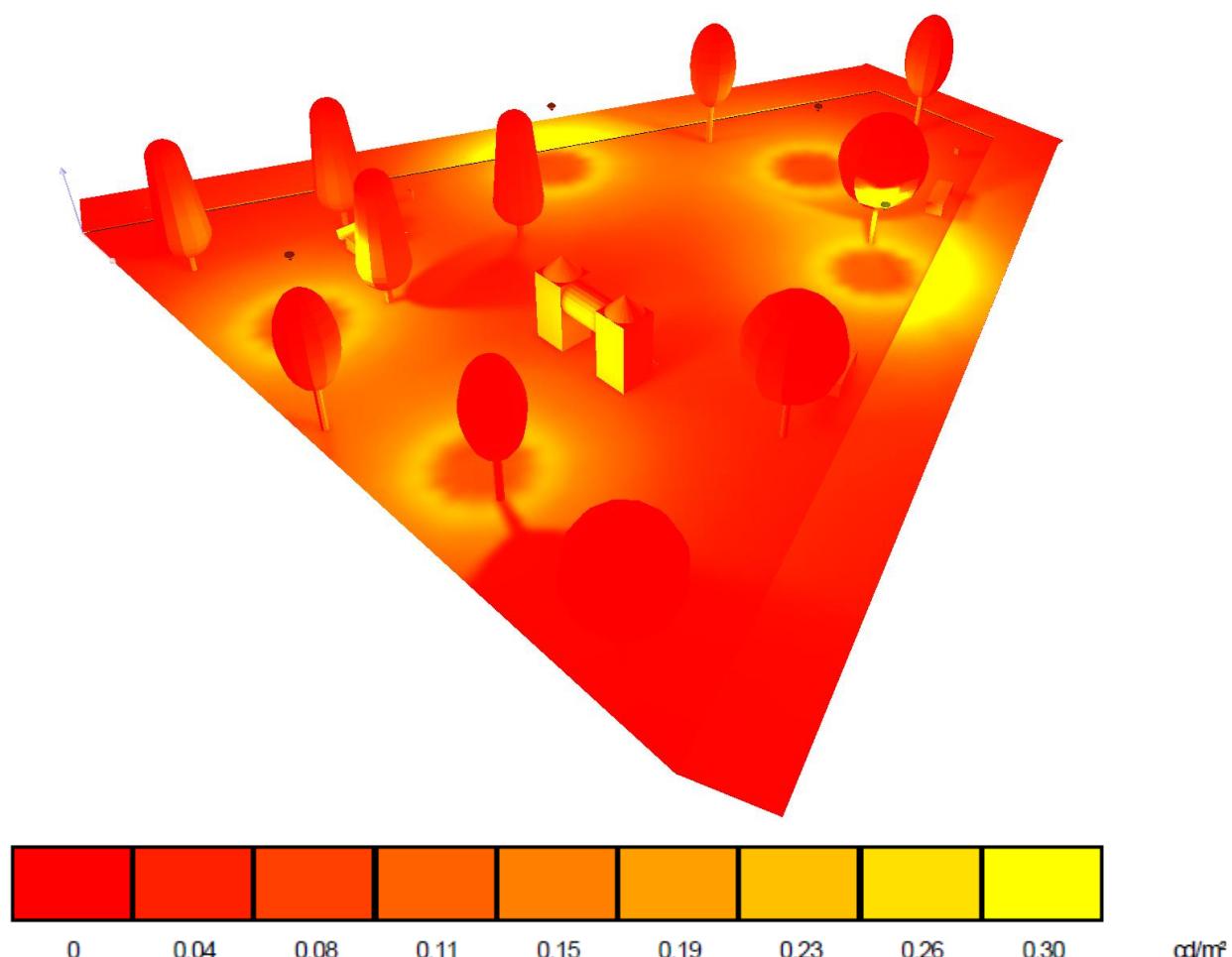


Fig. 66 – Curva fotometrica del corpo illuminante installato nel parco di Premione: Disano 1504 Clima Potenza 125 W

Verifiche illuminotecniche			
Verifiche secondo norma L. P. 16/2007	Requisiti	Stato attuale	
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	$\leq 3$	7,3

Tab. 75 – Risultati illuminotecnici per il parco giochi di Premione



*Fig. 67 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale del parco giochi di Premione*

### **2.1.5 Verifica dei consumi legati all'illuminazione stradale**

L'analisi dello stato attuale si è conclusa con la verifica dei consumi di energia elettrica. Gli otto quadri a servizio dei tratti illuminati sono collegati a sei contatori (due per Stenico e uno per ciascuna frazione), per i quali sono state fornite le bollette del periodo 2007-2009 (tabelle 71-73).

<b>2007</b>		<b>Potenza contrattuale</b>	<b>Potenze assorbita (stima)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Spesa</b>	<b>Costo energia</b>
						<b>€/kWh</b>
<b>1° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	17.340	€ 1.787,40	0,103
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	4.021	€ 414,48	0,103
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	6.213	€ 640,44	0,103
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	9.443	€ 973,38	0,103
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	5.039	€ 519,42	0,103
<b>2° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	13.997	€ 1.453,58	0,104
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	3.166	€ 328,79	0,104
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	5.387	€ 559,43	0,104
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	7.543	€ 795,86	0,106
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	4.458	€ 462,95	0,104
<b>3° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	11.155	€ 1.187,67	0,106
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	2.519	€ 268,20	0,106
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	4.149	€ 441,74	0,106
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	6.278	€ 668,44	0,106
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	3.660	€ 389,69	0,106
<b>4° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	12.306	€ 1.327,58	0,108
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	2.927	€ 315,76	0,108
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	4.261	€ 459,68	0,108
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	5.846	€ 648,51	0,111
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	3.943	€ 425,36	0,108
<b>5° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	15.667	€ 1.727,41	0,110
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	3.622	€ 399,36	0,110
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	5.800	€ 639,50	0,110
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	7.475	€ 827,61	0,111
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	4.961	€ 546,98	0,110
<b>6° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	19.538	€ 2.199,20	0,113
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	4.154	€ 467,58	0,113
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	6.757	€ 760,58	0,113
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	9.714	€ 1.093,40	0,113
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	5.760	€ 648,36	0,113

**Consumo energetico annuo (kWh) 217.099**

**Spesa complessiva € 23.378**

Tab. 71 – Riepilogo dei consumi e dei costi energetici legati all'illuminazione stradale per l'anno 2007, suddivisa per bimestri e contatori

Nei tre anni considerati è possibile notare un progressivo calo dell'energia consumata (da 217.000 a 208.000 kWh circa), imputabile all'ammodernamento di alcuni tratti, e in particolare quello illuminato a led in Via di Setin a Stenico (tratti 1 e 2) e quello con lampade al sodio ad alta pressione da 150 W di Via Pellizzari a Villa Banale (tratto 16).

<b>2008</b>		Potenza contrattuale	Potenze assorbita (stima)	Consumo	Spesa	Costo energia
		kW	kW	kWh	€	€/kWh
<b>1° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	17.835	€ 2.096,55	0,118
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	3.823	€ 449,39	0,118
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	6.472	€ 760,79	0,118
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	8.663	€ 1.018,36	0,118
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	5.332	€ 626,80	0,118
<b>2° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	14.632	€ 1.801,70	0,123
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	3.169	€ 390,22	0,123
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	5.341	€ 657,64	0,123
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	6.636	€ 817,14	0,123
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	4.433	€ 545,86	0,123
<b>3° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	11.532	€ 1.486,55	0,129
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	2.736	€ 352,69	0,129
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	3.931	€ 506,74	0,129
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	5.375	€ 707,09	0,132
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	3.336	€ 430,04	0,129
<b>4° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	12.542	€ 1.722,84	0,137
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	3.016	€ 414,29	0,137
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	4.338	€ 595,88	0,137
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	5.931	€ 818,35	0,138
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	3.456	€ 474,73	0,137
<b>5° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	15.306	€ 2.144,14	0,140
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	3.547	€ 496,87	0,140
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	6.095	€ 853,80	0,140
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	7.446	€ 1.044,18	0,140
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	4.931	€ 690,77	0,140
<b>6° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	17.797	€ 2.539,91	0,143
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	4.205	€ 600,12	0,143
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	7.634	€ 1.089,50	0,143
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	8.453	€ 1.206,36	0,143
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	5.629	€ 803,35	0,143

**Consumo energetico annuo (kWh)      213.572**  
**Spesa complessiva      € 28.143**

Tab. 72 – Riepilogo dei consumi e dei costi energetici legati all'illuminazione stradale per l'anno 2008, suddivisa per bimestri e contatori

Nel 2009 il consumo complessivo si è attestato sui 208.000 kWh circa, per una spesa annua di 26.700 €.

<b>2009</b>		<b>Potenza contrattuale</b>	<b>Potenze assorbita (stima)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Spesa</b>	<b>Costo energia</b>
<b>1° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	16.266	€ 2.136,97	0,131
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	3.631	€ 477,02	0,131
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	5.040	€ 662,14	0,131
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	8.094	€ 1.063,36	0,131
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	5.015	€ 658,86	0,131
<b>2° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	13.438	€ 1.757,04	0,131
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	3.167	€ 414,10	0,131
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	5.452	€ 712,85	0,131
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	6.760	€ 883,86	0,131
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	4.475	€ 585,11	0,131
<b>3° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	10.855	€ 1.412,30	0,130
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	2.672	€ 347,63	0,130
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	3.889	€ 505,98	0,130
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	5.284	€ 687,48	0,130
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	3.617	€ 470,58	0,130
<b>4° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	12.541	€ 1.576,72	0,126
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	3.069	€ 385,85	0,126
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	4.537	€ 570,38	0,126
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	5.544	€ 697,01	0,126
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	3.759	€ 472,58	0,126
<b>5° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	15.782	€ 1.987,82	0,126
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	3.943	€ 496,63	0,126
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	6.097	€ 767,95	0,126
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	7.006	€ 882,46	0,126
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	4.715	€ 593,89	0,126
<b>6° BIMESTRE</b>	Stenico - Via Setin + Risorgimento	31,3	30,7	17.517	€ 2.210,31	0,126
	Seo - Via Cristoforo Baschenis	6,6	7,5	4.856	€ 612,72	0,126
	Sclemo - Piazza Corpi Franchi	11	7,7	6.992	€ 882,25	0,126
	Villa - Via Don A. Pellizzari	16,5	10,3	8.433	€ 1.064,06	0,126
	Premione - Via dei Borghi	11	6,7	5.679	€ 716,57	0,126

**Consumo energetico annuo (kWh) 208.125**

**Spesa complessiva € 26.692**

Tab. 73 – Riepilogo dei consumi e dei costi energetici legati all’illuminazione stradale per l’anno 2009, suddivisa per bimestri e contatori

Date le opere eseguite, i consumi del 2009 risultano essere i più significativi per poter stimare i benefici ottenibili a seguito dell'esecuzione degli interventi proposti dal presente piano d'intervento. Per fare ciò è stata calcolata la potenza assorbita dalla rete di illuminazione. Nel calcolo sono stati considerati i seguenti fattori:

- somma delle potenze assorbite dalle lampade su ciascun tratto;
- potenza assorbita dagli ausiliari (reattori, accenditori e condensatori);
- perdite di rete stimate pari al 3% della potenza assorbita (a partire dalla caduta di tensione misurata per ciascun tratto);
- potenza assorbita dalle luci natalizie collegate ad alcuni lampioni, stimata pari a 10 kW per la durata di un mese.

Per il calcolo delle ore di accensione di ciascun tratto si è tenuto conto della presenza di sensori crepuscolari che determinano l'accensione delle lampade al calare della luce naturale. È stata considerata inoltre la presenza di orologi su alcuni tratti che fanno spegnere un lampioncino ogni due dopo la mezzanotte. Il periodo di tempo che intercorre tra l'ora del tramonto e lo scatto del sensore crepuscolare che determina l'accensione delle lampade (pari a quello che passa tra lo spegnimento dell'impianto e l'alba) è stato tarato confrontando i consumi reali del 2009 con quelli stimati ed è risultato pari a 30 minuti circa.

In tabella 74 sono riportate potenza ed energia assorbite da ciascun quadro, con l'energia consumata complessivamente dall'impianto di illuminazione comunale, calcolata grazie al modello realizzato con le ipotesi appena descritte.

		Ore di accensione annue	Potenza assorbita (kW)	Energia assorbita (kWh)
<b>Stenico</b>	<b>Municipio</b>	3.353	16,1	53.858
	<b>Chiesa</b>	3.865	10,4	40.250
	<b>Led</b>	2.807	3,0	8.371
	<b>Scuola</b>	3.865	1,3	4.927
	<b>Seo</b>	2.807	7,5	21.070
	<b>Villa Banale</b>	2.807	10,3	29.010
	<b>Premione</b>	3.865	6,7	26.015
	<b>Sclemo</b>	2.807	7,7	21.481
		<b>Tot.</b>	63,0	<b>204.982</b>
<b>Tot. con luci natalizie (10 kW per un mese)</b>			73,0	<b>207.695</b>

*Tab. 74 – Stima dell'energia assorbita complessivamente dall'impianto di illuminazione comunale, calcolata grazie al modello realizzato a partire dai consumi reali e dalle potenze assorbite dalle lampade*

## **2.2 Considerazioni sugli impianti di illuminazione privati**

Accanto agli impianti già analizzati, dediti all'illuminazione stradale, a quella di impianti sportivi, aree verdi e all'illuminazione di facciate di edifici storici e monumenti, all'interno del territorio comunale sono presenti impianti privati, utilizzati principalmente per l'illuminazione di giardini, viali di accesso e parcheggi. Il Piano Regolatore per l'Illuminazione Comunale prevede che vengano individuate in questo senso le situazioni più rilevanti e che vengano così descritte le principali criticità presenti, anche se è necessario tenere in considerazione che non è stato possibile avere a disposizione le reali potenze installate e, in alcuni casi, nemmeno risalire alla tipologia di lampada presente. Si ritiene tuttavia che nella maggior parte dei casi siano installate lampade fluorescenti, che presentano potenze abbastanza contenute (circa 30 W), mentre per quanto riguarda i fari l'incertezza risulta maggiore. Si riportano nei paragrafi seguenti le aree più critiche dal punto di vista illuminotecnico.

### **2.2.1.1 Villa Banale – Hotel Alpino**

La prima situazione anomala rilevata riguarda l'Hotel Alpino sito nella frazione di Villa Banale. Come si può notare nelle figure 68 e 69, all'esterno della struttura sono presenti 8 corpi illuminanti del tipo a globo (quindi di classe E – apparecchi vietati – secondo la LP 16/07) e 2 fari utilizzati per l'illuminazione della facciata dell'hotel. L'inquinamento luminoso risulta quindi consistente.



*Fig. 68 – Corpi illuminanti installati all'esterno del Ristorante Alpino: globi (a sinistra) e fari (a destra)*



*Fig. 69 – Corpi illuminanti del tipo a globo installati in prossimità dell'accesso del Ristorante Alpino*

#### **2.2.1.2 Villa Banale – Hotel Bellavista**

Nella frazione di Villa Banale, un'altra situazione che presenta una concentrazione particolarmente elevata di corpi illuminanti è quella dell'Hotel Bellavista (figure 70 e 71). In prossimità dell'albergo sono infatti presenti ben 25 apparecchi illuminanti, così suddivisi:

- 14 punti luce del tipo a globo, apparecchi di classe E secondo la LP 16/07;
- 5 fari installati nel parco giochi – solarium e 2 dediti all'illuminazione del parcheggio dell'albergo;
- 4 corpi montati sulla parete dell'Hotel, anch'essi utilizzati per l'illuminazione del parco giochi – solarium e della stradina a fianco;



*Fig. 70 – Corpi illuminanti del tipo a globo (classe E) installati ai lati del parcheggio dell’Hotel Bellavista*



*Fig. 71 – Fari installati nel giardino – solarium e apparecchi montati sulla parete dell’albergo  
per l’illuminazione dell’area verde e della stradina a lato*

### **2.2.1.3 Stenico – Ristorante Alla Cascata**

Per quanto riguarda l'abitato di Stenico, la prima situazione rilevante dal punto di vista illuminotecnico è costituita dal giardino del Ristorante Alla Cascata. Come si può vedere in figura 72, all'interno di questo giardino sono presenti 5 corpi illuminanti del tipo a globo, pertanto classificati ancora una volta di classe E. Tali apparecchi sono vietati dalla normativa vigente, in quanto una percentuale molto rilevante del flusso luminoso emesso viene disperso sopra l'orizzonte.



*Fig. 72 – Corpi illuminanti del tipo a globo installati nel giardino del Ristorante Alla Cascata*

### **2.2.1.4 Stenico – Ristorante Al Castello**

Anche nel cortile e nel giardino del Ristorante Al Castello di Stenico è stata rilevata una discreta concentrazione di corpi illuminanti (figure 73 e 74). In questo caso sono infatti presenti 14 apparecchi, così suddivisi:

- 2 fari a sospensione dediti principalmente all'illuminazione del parcheggio scoperto;
- 1 faro utilizzato per illuminare la facciata principale del Ristorante;
- 3 faretti posti ai lati del bocciodromo che servono per la sua illuminazione;

- 8 punti luce del tipo a globo, ancora una volta di classe E – apparecchi vietati – secondo la LP 16/07, posti sul ciglio del giardino per illuminare l'accesso alla struttura.

Si sottolinea pertanto che anche in questo caso la potenza installata risulta eccessiva. Inoltre, la presenza di corpi illuminanti di classe E fa sì che l'inquinamento luminoso risulti consistente.



*Fig. 73 – Fari a sospensione utilizzati per l'illuminazione del parcheggio e corpi illuminanti del tipo a globo posti sul ciglio del giardino e dediti all'illuminazione dell'accesso alla struttura*



*Fig. 74 – Faretti predisposti per l'illuminazione del bocciodromo (a sinistra) e faro utilizzato per l'illuminazione della facciata principale del Ristorante Al Castello (a destra)*

#### **2.2.1.5 Villette e abitazioni private – corpi illuminanti del tipo a globo**

Prendendo in considerazione a questo punto le villette e le abitazioni private, è emerso che vi sono alcune situazioni in cui sono installati corpi illuminanti del tipo a globo classificati come apparecchi vietati (classe E) secondo la normativa vigente in Provincia Autonoma di Trento. In tabella 75 sono riportati i casi più rilevanti, mentre nelle figure successive sono presentate alcune foto di questi impianti, utilizzati principalmente per l'illuminazione di giardini, viali e strade di accesso.

Caratteristiche tratto	
Frazione e via	Numero di punti luce
Stenico - Via di Setin 1	4
Stenico - Via di Setin 2	5
Stenico - Via G.B. Sicheri	8
Stenico - Via Risorgimento	7

*Tab. 75 – Casi più rilevanti in cui sono installati punti luce del tipo a globo in prossimità di abitazioni e villette private*



*Fig. 75 – Corpi illuminanti del tipo a globo installati a Stenico in Via di Setin (impianto 1)*



*Fig. 76 – Corpi illuminanti del tipo a globo installati a Stenico in Via di Setin (impianto 2)*



*Fig. 77 – Corpi illuminanti del tipo a globo installati a Stenico in Via G.B. Sicheri*



*Fig. 76 – Corpi illuminanti del tipo a globo installati a Stenico in Via Risorgimento*

### **2.2.1.6 Villette e abitazioni private – fari**

Accanto ai corpi illuminanti del tipo a globo (apparecchi vietati secondo la normativa vigente) si sono riscontrate altre situazioni in cui è presente una rilevante concentrazione di impianti privati con installati dei fari, utilizzati in modo del tutto analogo al caso precedente per l'illuminazione di strade di accesso e giardini. In tabella 76 sono riportati i casi più rilevanti, mentre nelle figure successive sono presentate alcune foto relative a questi impianti.

<b>Caratteristiche tratto</b>	
<b>Frazione e via</b>	<b>Numero di punti luce</b>
Stenico - Risorgimento	9
Stenico - Via G.B. Sicheri	9
Stenico - Via del Dos Marin	11

*Tab. 76 – Casi più rilevanti in cui sono installati fari in prossimità di abitazioni e villette private*



*Fig. 77 – Fari installati a Stenico in Via Risorgimento*



*Fig. 78 – Fari installati a Stenico in Via G.B. Sicheri*



*Fig. 79 – Fari installati a Stenico in Via del Dos Marin – foto 1*



*Fig. 80 – Fari installati a Stenico in Via del Dos Marin – foto 2*

#### **2.2.1.7 Villette e abitazioni private – altra tipologia**

Un ultimo caso in cui è stata riscontrata una elevata concentrazione di corpi illuminanti in prossimità di villette e abitazioni private è quello di Via Vecia a Stenico. Lungo questa via è infatti presente una abitazione la cui strada di accesso e l'ingresso sono illuminati mediante 8 apparecchi del tipo a lanterna (figura 81). Non avendo tuttavia a disposizione la curva fotometrica dell'apparecchio, non è possibile stabilire se questa tipologia di corpo illuminante sia di classe A (apparecchi consentiti previa verifica di conformità eseguita mediante l'Allegato A della LP 16/07), B o C (apparecchi consentiti previa verifica illuminotecnica e compilazione dell'Allegato B) oppure E (apparecchi vietati). Tuttavia, l'elevata concentrazione di apparecchi determina molto probabilmente un illuminamento e un inquinamento luminoso eccessivi.

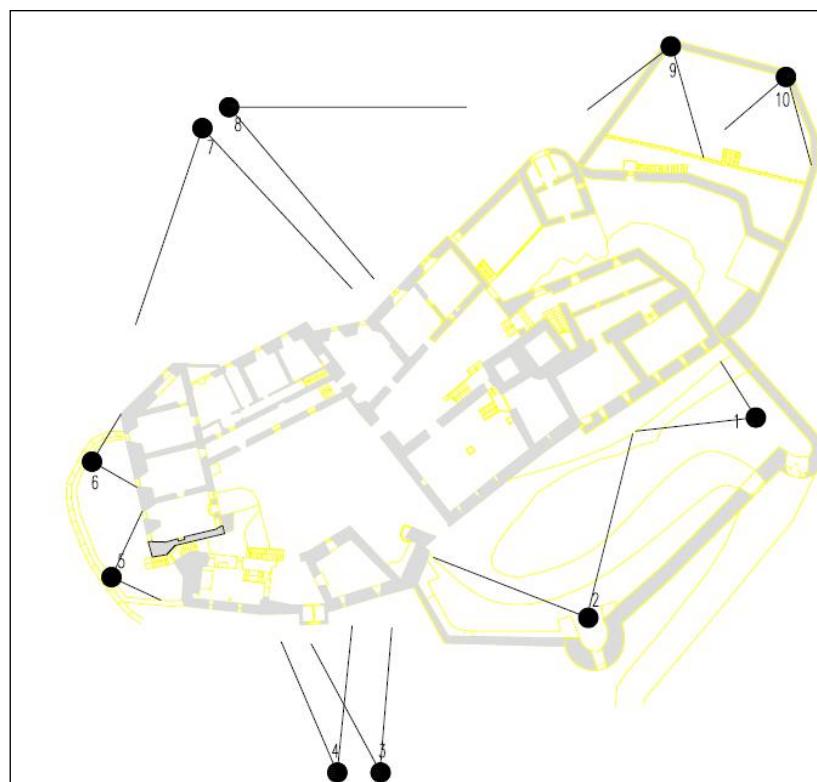


*Fig. 81 – Corpi illuminanti del tipo a lanterna installati a Stenico in Via Vecia*

## 2.3 Il Castello di Stenico

Vengono di seguito presentate alcune considerazioni riguardo l'illuminazione del Castello di Stenico, che essendo di competenza provinciale non è stata fatta rientrare nell'illuminazione comunale, né in quella privata.

Il castello è situato nella parte ad ovest del centro abitato. Esso risulta attualmente illuminato mediante 10 fari disposti lungo il suo perimetro, alla base della costruzione. In particolare, i corpi illuminanti sono dislocati come visibile in figura 82; il faro numero 1 si trova in prossimità dell'entrata.



*Fig. 82 – Pianta del castello di Stenico con disposizione e orientamento dei fari*

Per quanto riguarda i fari numero 1, 2, 5, 6, 9 e 10, essi montano lampade ai vapori di sodio della potenza di 250 W (figura 83), mentre per gli altri non è stato possibile risalire alla potenza delle lampade installate. Tuttavia, è noto che i fari numero 3 e 4 montano lampade ai vapori di mercurio, mentre il 7 e l'8 ai vapori di sodio. Presumibilmente, per analogia con i fari di cui si conosce la potenza, è probabile che anch'essi presentino una potenza installata di 250 W.



*Fig. 83 – Fari installati per l’illuminazione delle facciate del Castello di Stenico  
che montano lampade ai vapori di sodio della potenza di 250 W*

Si ricorda che per quanto riguarda i monumenti, la LP 16/2007 stabilisce che la luminanza media della superficie delle facciate non deve superare le  $0,80 \text{ cd/m}^2$ . Inoltre, il flusso luminoso deve essere indirizzato in modo tale da insistere solamente sulla facciate di interesse, in modo che non sia disperso sopra l’orizzonte andando a determinare un consistente inquinamento luminoso. In definitiva, si ritiene che con tutta probabilità la potenza installata sia eccessiva e che la luminanza media delle superfici del castello risulti superiore di  $0,8 \text{ cd/m}^2$ : per questo si suggerisce di valutare l’ipotesi di sostituire i proiettori esistenti con altri nuovi di potenza minore, che garantiscano tuttavia il rispetto del limite di legge imposto dalla normativa vigente.

## **2.4 Individuazione delle criticità**

Riassumiamo di seguito le criticità individuate nella fase di analisi dello stato attuale, così da stabilire un ordine di priorità degli interventi da effettuare, che saranno poi discussi in dettaglio nel capitolo successivo.

Come previsto dal Piano provinciale di intervento per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento luminoso, gli interventi individuati dal presente P.R.I.C. verranno analizzati dall'Agenzia Provinciale per l'Energia e suddivisi in urgenti e ordinari, in base al prodotto dei valori degli indici rilevati ( $K_{ILL}$  e  $\eta$ ) per ciascun intervento moltiplicato per le relative aree efficaci  $A_{eff}$  (tali prodotti sono infatti maggiori per gli impianti più inquinanti, meno efficienti e più estesi).

Gli interventi urgenti, da attuarsi entro i tre anni successivi all'approvazione del presente Piano provinciale e motivatamente prorogabili al massimo di altri tre anni, potranno godere di incentivi economici provinciali fino al 100% della spesa ammessa, nel caso di richiesta da parte di enti pubblici, e fino al 50% della spesa ammessa nel caso di richiesta da parte di soggetti privati o imprese. Gli interventi ordinari potranno invece essere realizzati compatibilmente con la disponibilità tecnica e finanziaria dei soggetti coinvolti.

### **2.4.1 Criticità nell'illuminazione stradale**

Per determinare una scala di criticità degli interventi necessari sono state realizzate due tabelle:

- la prima con i tratti per i quali è stata verificata la rispondenza all'Allegato A del piano provinciale, ordinati in base al prodotto  $A_{eff} * \eta$  (tabella 77) e alla presenza di apparecchi vietati di classe E
- la seconda con i tratti per i quali è stata verificata la rispondenza all'Allegato B del piano provinciale, ordinati in base al prodotto  $A_{eff} * k_{ILL}$  (tabella 78)

Nella tabella 77 ai primi tre posti sono stati posizionati gli apparecchi di classe E, che presentano anche valori elevati del parametro  $A_{eff} * \eta$ . Poi nell'ordine sono stati inseriti gli altri tratti in funzione del valore  $A_{eff} * \eta$ . Così può notare l'intervento più urgente riguarda il tratto 5 che, pur montando lampade ai vapori sodio, presenta ottiche a globo e valori di  $\eta$  molto elevati. I quattro casi successivi riguardano tutti lampade ai vapori di mercurio. Abbiamo poi un caso di tratto con lampade agli ioduri metallici con  $\eta$  elevato e altri 6 tratti con lampade ai vapori di mercurio.

Laddove sono montate lampade ai vapori di mercurio si ritiene urgente la sostituzione con lampade più efficienti, indipendentemente dalla bontà dell'ottica montata.

I tratti elencati nella tabella 78, che quindi presentavano una quantità di luce proiettata al di sopra del piano dell'orizzonte non trascurabile, montano tutti lampade ai vapori di mercurio. Anche in questi casi si ritiene quindi urgente un intervento.

In conclusione si è riscontrato che la maggior parte degli apparecchi illuminanti, anche quelli di più recente installazione, non sono conformi alla Legge PAT del 3 ottobre 2007 n.16 e alle successive

linee guida di applicazione. Pur non avendo dovuto ipotizzare la classificazione delle strade ai sensi della Norme UNI11248 e UNI EN 13201, è emerso che la maggioranza dei tracciati sono scarsamente e non uniformemente illuminati (luminanza media inferiore a 0,3 cd/m<sup>2</sup>).

Nella frazione di Villa Banale la via principale risulta essere illuminati in modo eccessivo (superiore a 1,5 cd/m<sup>2</sup>) con apparecchi illuminanti fortemente abbaglienti.

N° Tratto	Ubicazione	Area Efficace	$\eta$	K ill	K ill*A eff	$\eta^*A$ eff
		[m <sup>2</sup> ]	[kWh·anno/m <sup>2</sup> ]			
5	Stenico Via Brigata Torino	1804	123,4	3	5412	222614
8	Stenico Via Vecia	613	256,1	3	1839	156989
6	Stenico Salita di Tof	330	282,6	3	990	93258
4	Stenico Via G.B. Sicheri	1600	134,2	3	4800	214720
15	Villa Banale Via di Pestelan	1600	97,5	3	4800	156000
7	Stenico Strada di Coleò	1683	79,4	3	5049	133630
10	Stenico Via del Dos Marin	1071	121,9	3	3213	130555
13	Villa Banale Via della Predaia	2288	55,0	3	6864	125840
9	Stenico Località Molini	990	109,3	3	2970	108207
11	Premione Via di S. Lucia	990	109,3	3	2970	108207
19	Sclemo Via dei Caputei (est)	700	86,4	3	2100	60480
12	Premione Via Alla Closura	414	117,9	3	1242	48811
16	Villa Banale Via Don A. Pellizzari	4263	6,0	3	12789	25578
2	Stenico Via di Setin (monte)	2261	4,9	3	6783	11079
1	Stenico Via di Setin (valle)	1310	4,8	3	3930	6288

Tab. 77 – Scala di criticità degli interventi necessari nei tratti per i quali è stata verificata la rispondenza all’Allegato A del piano provinciale, ordinati in base al prodotto  $A_{eff}^*\eta$

N° Tratto	Ubicazione	Area Efficace	$\eta$	K <sub>ill</sub>	K <sub>ill</sub> *A eff	$\eta^*A$ eff
		[m <sup>2</sup> ]	[kWh·anno/m <sup>2</sup> ]			
<b>18</b>	Sclemo Via della Breda	2016	168,9	7,6	15322	340502
<b>20</b>	Seo Strada parco giochi	495	63,1	25,7	12722	31235
<b>14</b>	Villa Banale Via delle Ville nuove	756	98,5	13,9	10508	74466
<b>3</b>	Stenico Via Risorgimento	1600	44,7	2,8	4480	71520

*Tab. 78 – Scala di criticità degli interventi necessari nei tratti per i quali è stata verificata la rispondenza all’Allegato B del piano provinciale, ordinati in base al prodotto K<sub>ill</sub>\* $\eta$*

#### **2.4.2 Criticità nell’illuminazione privata**

Per quanto riguarda la tipologia di apparecchi presenti, si è riscontrato che il tipo di lampada più diffusa e utilizzata per l’illuminazione di giardini privati e vialetti di accesso è del tipo a globo, vietato dalla L.P. 16/2007.

Sono stati inoltre censiti nel paese di Stenico alcuni impianti che montano fari per l’illuminazione di giardini e viali d’accesso; ad un esame visivo è risultato che le lampade installate possano essere alogenе di media potenza. Sebbene in tutti i casi i corpi siano risultati orientati verso il basso e non sembra quindi che possano essere impattanti dal punto di vista dell’inquinamento luminoso, risulterebbe utile un censimento della loro potenza, in modo da poter calcolare l’indice di illuminazione dispersa K<sub>ILL</sub>. In questo modo si potrebbe verificare il rispetto dei parametri fissati dalla legge provinciale ed eventualmente raccomandare interventi per l’adeguamento della situazione esistente. Ad ogni modo, l’elevato numero di punti luce presente fa presumere un sovradimensionamento della maggior parte degli impianti esistenti.

Per quanto riguarda infine le strutture alberghiere prese in considerazione, si evidenzia l’eccesiva concentrazione di punti luce e la presenza di numerosi apparecchi del tipo a globo.

#### **2.4.3 Criticità nell’illuminazione delle aree omogenee di interesse analizzate**

Dall’analisi delle aree omogenee particolari, costituite dalla chiesa e dal municipio di Stenico, dalla chiesa di Villa Banale e dal parco giochi di Premione, sono emerse considerazioni del tutto analoghe a quelle già evidenziate nel paragrafo relativo agli impianti privati.

In primo luogo, in prossimità della chiesa di Stenico si è riscontrata la presenza di corpi illuminanti del tipo a globo, classificati dalla LP 16/07 di classe E – apparecchi vietati.

In secondo luogo, la presenza di fari installati allo scopo di illuminare gli edifici storici (il municipio di Stenico) e i monumenti (le chiese di Stenico e di Villa Banale) fa sì che debba essere rispettato il limite di  $0,8 \text{ cd/m}^2$  imposto dalla normativa per quanto riguarda le superfici da illuminare. Come visto in precedenza, tale limite non risulta quasi mai rispettato.

Un altro vincolo relativo a questa tipologia di apparecchio consiste nella necessità che il flusso luminoso insista solamente sulle superfici degli edifici considerati, poiché altrimenti parte di esso verrebbe disperso sopra l'orizzonte causando un elevato inquinamento luminoso. Quest'ultimo è messo in evidenza dagli elevati valori dell'indice di illuminazione dispersa  $K_{ILL}$ , calcolati anche se non espressamente richiesto dalla normativa.

### **3 Proposte progettuali**

Alla luce delle criticità riscontrate e delle nuove tecnologie a disposizione nel campo dell'illuminotecnica, sono state valutate in via preliminare proposte progettuali differenti, in grado di permettere risparmi in termini di energia, pur garantendo prestazioni qualitativamente superiori e in linea con le normative vigenti in Provincia di Trento.

Per ciascuno dei tratti individuati sono state avanzate proposte progettuali aventi gradi di complessità e costi di realizzazione differenti, così da offrire all'Amministrazione Comunale un supporto decisionale e uno strumento utile in sede di pianificazione degli interventi di manutenzione e adeguamento degli impianti. Per ogni proposta è stata inoltre effettuata una valutazione economica, con il calcolo del rapporto tra costi e benefici dell'intervento.

#### **3.1 Proposte per la rete di illuminazione stradale**

Per ciascuno dei tratti individuati nella fase di analisi dello stato attuale viene di seguito riportata una scheda con la descrizione della proposta progettuale suggerita e alcune valutazioni riguardo i benefici ottenibili in termini energetici e di qualità della luce.

##### **3.1.1 Descrizione delle proposte avanzate per ciascun tratto stradale omogeneo**

Nella descrizione riportata di seguito per ciascun tratto omogeneo viene riportata la tipologia di lampada proposta, con le eventuali variazioni di altezza del palo e interdistanza tra i corpi illuminanti.

In alcuni casi è risultato difficile trovare la combinazione ottimale in grado di rispettare i parametri illuminotecnici imposti dalla normativa e dal piano provinciale per la riduzione dell'inquinamento luminoso. In particolare nel caso di strade strette, con carreggiata pari o inferiore a 3 m, nessuna tra le lampade commercializzate dai marchi più noti del settore è risultata in grado di rispettare il parametro  $\eta$ , se non utilizzando regolatori di flusso per modulare la potenza illuminante in funzione dell'orario di accensione. Ciò è dovuto alle ottiche utilizzate, che al restringersi della carreggiata disperdonano una crescente parte del flusso luminoso al di fuori di essa.

I regolatori di flusso sono stati proposti per quasi tutti i tratti, ad eccezione di quelli ritenuti più trafficati. In questi casi è stato considerato idoneo un declassamento della tipologia di strada negli orari notturni, dato lo scarso flusso veicolare. In generale si è considerata una riduzione del flusso al 75% dopo la mezzanotte e al 50 % dopo le 2 di notte. In alcuni casi si è ipotizzato di passare al 50% del flusso già dopo la mezzanotte.

Anche in tratti recentemente ammodernati, come per esempio l'1 e il 2 dove sono montate lampade a led, non sono risultati rispettati tutti i requisiti, seppur di poco. È stato quindi necessario proporre soluzioni in grado di rispettare le norme, alle volte suggerendo di tornare a montare lampade di tipo tradizionale, pur considerandole meno performanti. È chiaro che in casi

del genere si sconsiglia di intervenire nell'immediato, attendendo piuttosto la commercializzazione di prodotti in grado di rispettare le nuove normative e di garantire rese migliori degli attuali.

Per ciascuna proposta progettuale è stato stimato il costo di realizzazione dell'intervento. Come per l'analisi dello stato attuale, sono stati calcolati inoltre i costi di esercizio annuali. Non tutti gli interventi sono risultati sostenibili da un punto di vista strettamente economico. In alcuni casi infatti l'adeguamento degli impianti alla normativa ha reso indispensabile un aumento dei consumi energetici e dei costi.

Laddove l'intervento risulta economicamente conveniente è stato calcolato il tempo di rientro degli investimenti, che non viene invece considerato negli altri casi.

Nel calcolo dei costi di realizzazione dei singoli interventi non sono stati considerati il costo di sostituzione dei quadri (che può essere stimato in circa un migliaio di euro a unità) e il costo di installazione dei regolatori di flusso. Quest'ultimi vengono generalmente installati sul quadro, a servizio quindi di più tratti. Solo a seguito dell'adeguamento di tutti i tratti serviti da un quadro è quindi possibile montarli e avere un'idea chiara dei costi (mediamente si possono stimare 5-6.000 € a unità).

### **3.1.1.1 Tratto 1 – Via di Setin (valle)**

Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade a LED da 59 W, con pali aventi un'altezza di 7 m ed interasse medio di 29,5 m.

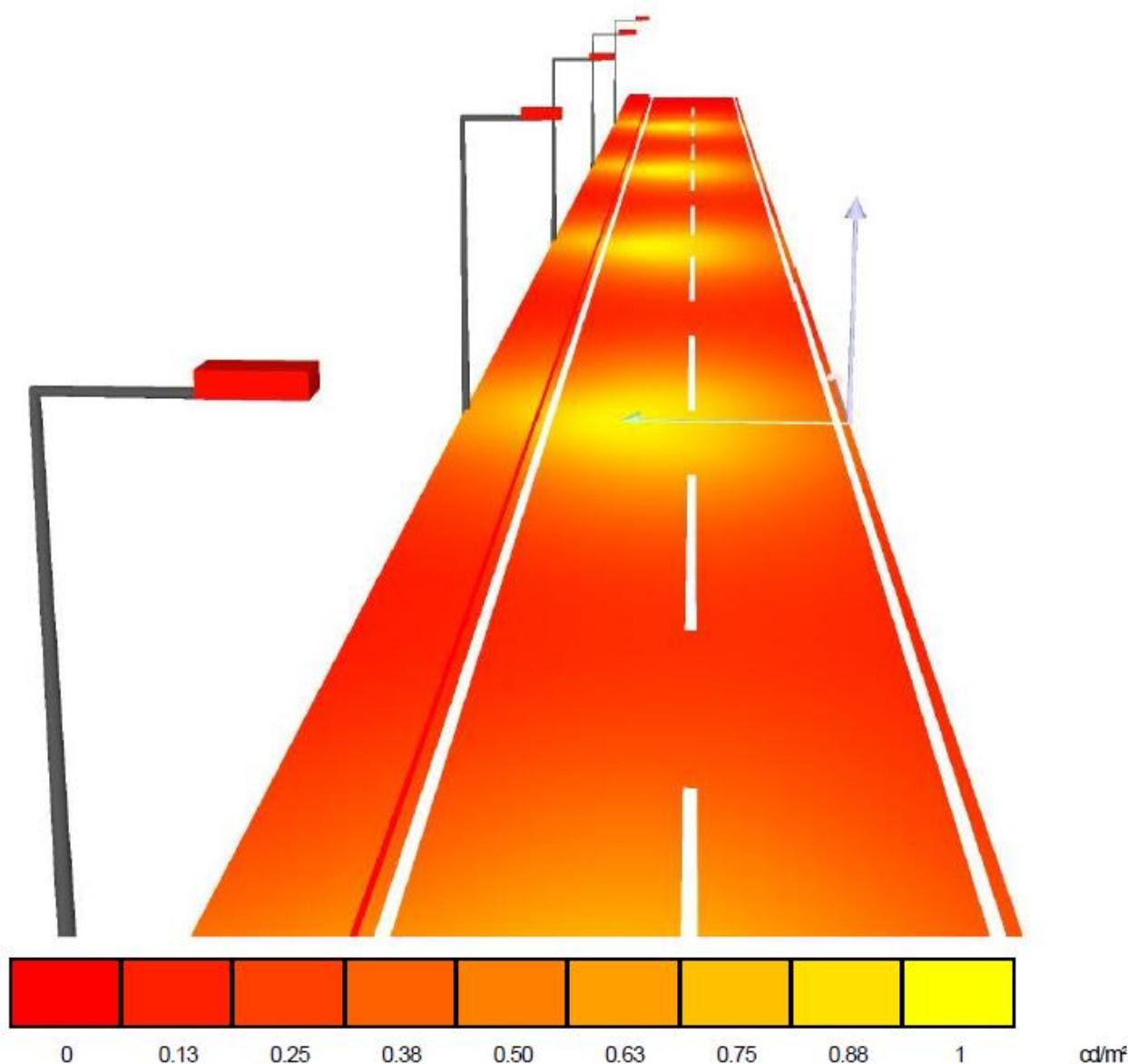
Il parametro di verifica dell'efficienza energetica η risulta verificato e il modello di lampada è conforme alle direttive provinciali. Per quanto riguarda i parametri illuminotecnici, sulla carreggiata non viene rispettata la luminanza media (che con un valore di 1,00 cd/mq risulta superiore al limite di 0,8625 cd/mq) ed il parametro SR (pari a 0,3, inferiore alla soglia minima di 0,5). In seguito a svariati tentativi si è evinto come nessuna delle lampade a LED più diffuse attualmente in commercio ne consente il rispetto e dunque, per soddisfare i requisiti imposti dalle norme tecniche, sarebbe necessario provvedere nuovamente alla sostituzione dei corpi e all'adeguamento dell'altezza e dell'interdistanza dei pali. Le lampade che meglio soddisfano i requisiti sono lampade al sodio ad alta pressione da 70W alloggiate in appositi corpi full cut-off montati su pali a 6 m di altezza.

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia. In figura 82 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.

Caratteristiche tratto		
Tratto	1	
Luogo	Via di Setin (valle)	
Quadro elettrico	Q8	
Rif. su tavola	533-549	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME4b	
Lampada	Vapor di sodio HP	
Numero punti luce	7	
Potenza lampada	W	70
Altezza pali	m	6
Sbraccio	m	1,5
Distanza pali	m	23,5
Ore di accensione impianto	h	3865



*Tab. 79 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*



*Fig. 84– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

In tabella 81 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

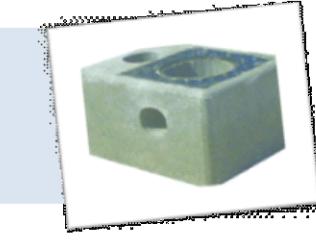
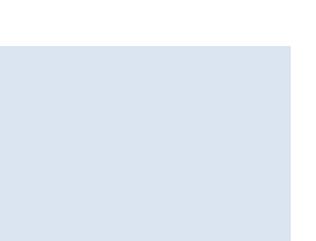
<b>Analisi stato di progetto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato di progetto</b>
Potenza nominale della lampada	W	70
Potenza assorbita dal punto luce	W	81
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	3865
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	2257
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	40,63
Durata di una lampada	h	24.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	30,88
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	45,60
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	319,21
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	-27,12

*Tab. 80 – Ore di accensione e costi di esercizio*

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,3 ÷ 0,345	0,30
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	$\geq 0,35$	0,63
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	$\geq 0,4$	0,70
Incremento di soglia massimo ( $Ti$ )	%	$\leq 15$	9,00
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	non previsto	-
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	$\leq 15$	8,40
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 81 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

## TRATTO 1 - Stenico Via di Setin "bassa" (rif. 533 - 549)

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) da sostegno esistente di altezza pari a 7 metri circa. Compresi il nolo di autoscala, l'operatore addetto alla manovra, l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	6	€ 39,00	€ 234,00	
Rimozione di pali e relativi bracci ed accessori da illuminazione pubblica d'arredo, di altezza complessiva pari a 7 mt circa. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	6	€ 35,00	€ 210,00	
Fornitura e posa in opera di plinto prefabbricato per palo illuminazione da 5-5,5 m di altezza di dimensioni 48x65x48 cm, con predisposizione per alloggiamento palo e pozzetto per collegamento cavi di alimentazione elettrica, comprensivo di chiusino in ghisa carrabile e sistemazione della pavimentazione adiacente.	n°	7	€ 164,00	€ 1.148,00	
Formazione di nuova risalita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozzetto.	n°	7	€ 32,50	€ 227,50	
Fornitura e posa in opera di palo per illuminazione pubblica in acciaio zincato con diametro in sommità di 60 mm, completo di finestrella d'ispezione a filo palo, morsettiera con fusibili, asola per passaggio dei conduttori, altezza fuori terra 6 metri, diametro della base =138 mm, spessore 4 mm. Inclusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	7	€ 380,00	€ 2.660,00	
<b>Fornitura e posa di braccio curvo o prolunga diritta.</b>	n°	7	€ 60,00	€ 420,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione (tipo Philips Iridium sgs253 od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 66, classe II di isolamento, completo di accessori e diffusore in vetro temperato. Completo di lampada a vapori di sodio ad alta pressione, potenza 70 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	7	€ 397,00	€ 2.779,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>				<b>€ 7.678,50</b>	
<b>Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)</b>				<b>€ 770,00</b>	
<b>IVA 20%</b>				<b>€ 844,85</b>	
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>				<b>€ 8.523,35</b>	

Tab. 82 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto

Per concludere in tabella 82 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento che però, considerata la recente installazione in questo tratto dei nuovi corpi illuminanti a LED e il buon risultato attuale complessivamente ottenuto, non risultano prioritari. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe degli extracosti rispetto allo stato attuale, con un maggiore esborso di circa 30 €/anno. Per questo motivo è impossibile parlare di tempi di ritorno degli investimenti e anche alla luce di queste considerazioni è necessario, qualora si decidesse di intervenire in futuro su questo tratto, rivalutare l'installazione di lampade a LED che nel frattempo avranno sicuramente sviluppato delle ottiche capaci di garantire i livelli qualitativi richiesti.

## **ALLEGATO A**

### **3.1.1.2 Tratto 2 – Via di Setin (monte)**

Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade a LED da 59 W, con pali aventi un'altezza di 7 m ed interasse medio di 23,5 m.

Dall'analisi dei risultati emerge che, essendo in questo tratto l'interdistanza tra i punti luce minore rispetto al tratto a valle precedentemente analizzato, vi è una luminanza media sulla carreggiata superiore, pari a 1,25 cd/mq. Ciononostante in analogia al caso precedente il parametro SR risulta inferiore al limite e il coefficiente di efficienza energetica η risulta verificato.

Come per il tratto 1, anche in questo caso non si evidenziano interventi prioritari. Per rientrare nei limiti della normativa provinciale tuttavia, sarebbe necessario provvedere nuovamente alla sostituzione dei corpi e all'adeguamento dell'altezza e dell'interdistanza dei pali con la soluzione descritta per il tratto precedente.

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono sempre il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata della stessa, e del consumo di energia.

In figura 85 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	2	
Luogo	Via di Setin (monte)	
Quadro elettrico	Q8	
Rif. su tavola	216-528	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME4b	
Lampada	Vapori di sodio HP	
Numero punti luce	13	
Potenza lampada	W	70
Altezza pali	m	6
Sbraccio	m	1,5
Distanza pali	m	23,5
Ore di accensione impianto	h	3865



*Tab. 83 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*



*Fig. 85– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

In tabella 85 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

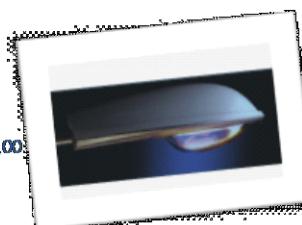
<b>Analisi stato di progetto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato di progetto</b>
Potenza nominale della lampada	W	70
Potenza assorbita dal punto luce	W	81
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	3865
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	4192
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	40,63
Durata di una lampada	h	24.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	30,88
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	45,60
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	592,82
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	40,05

*Tab. 84 – Ore di accensione e costi di esercizio*

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>	<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>	
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,75 ÷ 0,8625	0,78
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	10 ÷ 11,5	11
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	≥ 3	4
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,4	0,40
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,5	0,50
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	6
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,5
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	11,60
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 85 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

**TRATTO 2 - Stenico Via di Setin "alta" (rif. 216 - 528)**

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione e ripristino di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) da sostegno esistente di altezza pari a 7 metri circa. Compresi il nolo di autoscala, l'operatore addetto alla manovra.	n°	13	€ 39,00	507,00	
Rimozione di pali e relativi bracci ed accessori da illuminazione pubblica d'arredo, di altezza complessiva pari a 7 mt circa. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	13	€ 35,00	455,00	
Formazione di nuova risalita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozzetto.	n°	13	€ 32,50	422,50	
Fornitura e posa in opera di palo per illuminazione pubblica in acciaio zincato con diametro in sommità di 60 mm, completo di finestrella d'ispezione a filo palo, morsettiera con fusibili, asola per passaggio dei conduttori, altezza fuori terra 6 metri, diametro della base =138 mm, spessore 4 mm. Inclusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	13	€ 380,00	4.940,00	
Fornitura e posa di braccio curvo o prolunga diritta.	n°	13	€ 60,00	780,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione (tipo Philips Iridium sgs253 od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 66, classe II di isolamento, completo di accessori e diffusore in vetro temperato. Completo di lampada a vapori di sodio ad alta pressione, potenza 70 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	13	€ 397,00	5.161,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>			€ 12.265,50		
Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)			€ 1.230,00		
<b>IVA 20%</b>			€ 1.349,55		
<b>TOTALE</b>			€ 13.615,05		

Tab. 86 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto

Per concludere in tabella 86 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento che però, considerata la recente installazione in questo tratto dei nuovi corpi illuminanti a LED e il buon risultato attuale complessivamente ottenuto, non risultano prioritari. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe in questo caso dei risparmi rispetto allo stato attuale, con una riduzione dei costi di esercizio di circa 40 €/anno. Dati gli esigui risparmi ottenuti e l'importo delle opere di adeguamento, è inopportuno calcolare il tempo di ritorno degli investimenti e anche alla luce di queste considerazioni è necessario, qualora si decidesse di intervenire in futuro su questo tratto, rivalutare l'installazione di lampade a LED che nel frattempo avranno sicuramente sviluppato delle ottiche capaci di garantire i livelli qualitativi richiesti.

## **ALLEGATO A**

### **3.1.1.3 Tratto 3 – Via Risorgimento**

Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade ai vapori di mercurio da 125 W, con pali aventi un'altezza di 7,5 m, sbraccio di 2,5 m ed interasse medio di 20 m.

La curva fotometrica dell'apparecchio indica la presenza di dispersione luminosa sopra la linea dell'orizzonte, facendolo classificare come appartenente alla classe B. La verifica del parametro di riferimento per la dispersione luminosa  $K_{ILL}$  risulta positiva, con un valore di 2,8 inferiore al limite massimo di 3.

I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 0,34 cd/mq risulta inferiore alle 0,75 cd/mq poste come soglia minima) ed il parametro  $\eta$  (pari a 53,10%, superiore al limite massimo 15%).

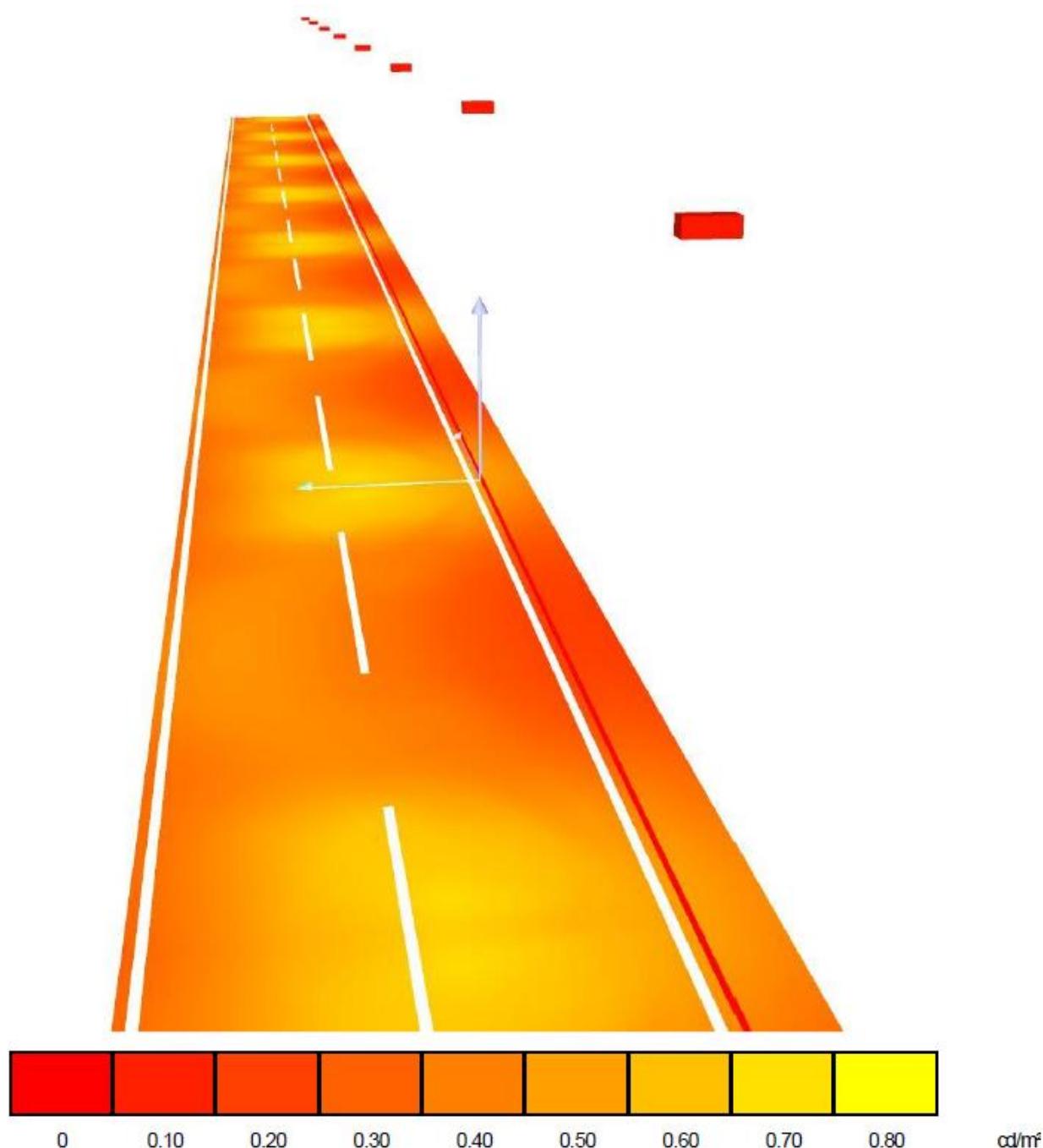
Per verificare i parametri illuminotecnici e garantire un risparmio energetico si suggerisce di installare pali aventi un'altezza di 8,5 m, uno sbraccio pari a 1m ed una lampada ai vapori di sodio ad alta pressione da 70 W. Per limitare le spese di intervento è stata scelta una soluzione in cui l'interasse attuale rimanga invariato.

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia. In figura 86 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	3	
Luogo	Via Risorgimento	
Quadro elettrico	Q6	
Rif. su tavola	438-449	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME4b	
Lampada	Vapori di sodio HP	
Numero punti luce	10	
Potenza lampada	W	70
Altezza pali	m	8,5
Sbraccio	m	1
Distanza pali	m	20
Ore di accensione impianto	h	3865



*Tab. 87 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*



*Fig. 86– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

In tabella 89 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

<b>Analisi stato di progetto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato di progetto</b>
Potenza nominale della lampada	W	70
Potenza assorbita dal punto luce	W	83
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	3865
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	3304
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	41,63
Durata di una lampada	h	24.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	30,88
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	46,61
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	466,05
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	47,82

*Tab. 88 – Ore di accensione e costi di esercizio*

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>	<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>	
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,75 ÷ 0,8625	0,75
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	10 ÷ 11,5	10
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	≥ 3	6
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,4	0,70
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,5	0,70
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	4
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,6
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	12,50
Indice di illuminazione dispersa ( $k_d$ )	-	non previsto	-

*Tab. 89 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

### TRATTO 3 - Stenico Via Risorgimento (rif. 438 - 449)

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) da sostegno esistente di altezza pari a 7 metri circa. Compresi il nolo di autoscala, l'operatore addetto alla manovra, l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	10	€ 39,00	€ 390,00	
Rimozione di pali e relativi bracci ed accessori da illuminazione pubblica d'arredo, di altezza complessiva pari a 7 mt circa. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	10	€ 35,00	€ 350,00	
Formazione di nuova risalita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozzetto.	n°	10	€ 32,50	€ 325,00	
Fornitura e posa in opera di palo per illuminazione pubblica in acciaio zincato con diametro in sommità di 60 mm, completo di finestrella d'ispezione a filo palo, morsettiera con fusibili, asola per passaggio dei conduttori, altezza fuori terra 8,5 metri, diametro della base =158 mm, spessore 4 mm. Indusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	10	€ 460,00	€ 4.600,00	
Fornitura e posa di braccio curvo o prolunga diritta.	n°	10	€ 60,00	€ 600,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione (tipo DISANO Minitonale 1651 od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 66, classe II di isolamento, completo di accessori. Diffusore in vetro temperato spessore 5 mm resistente agli shock termici e agli urti. Completo di lampada a vapori di sodio ad alta pressione, potenza 70 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio grafite, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	10	€ 200,00	€ 2.000,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>				<b>€ 8.265,00</b>	
Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)				€ 830,00	
<b>IVA 20%</b>				<b>€ 909,50</b>	
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>				<b>€ 9.174,50</b>	

Tab. 90 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto

Per concludere in tabella 90 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento che, vista anche l'età degli attuali corpi illuminanti, dovrebbe essere presa in considerazione. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la Provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe anche in questo caso, oltre ad un miglioramento della qualità dell'illuminazione, anche a dei risparmi nell'ordine del 10 % rispetto allo stato attuale, con una riduzione dei costi di esercizio di circa 50 €/anno. Anche in questo caso il confronto con la stima della spesa necessaria che si aggira attorno ai 9.000 €, rende assurdo un calcolo del tempo di ritorno.

## **ALLEGATO A**

### **3.1.1.4 Tratto 4 - Via G.B. Sicheri**

Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade ai vapori di mercurio da 125 W, con pali a sbraccio aventi un'altezza di 7,5 m ed interasse medio di 40 m.

I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 0,10 cd/mq risulta inferiore a 0,50 cd/mq) ed il parametro  $\eta$  (pari a 115,80, superiore a 15).

Per soddisfare i parametri illuminotecnici si suggerisce di installare pali aventi un'altezza di 9,0 m con corpo testa-palo ed una lampada ai vapori di sodio ad alta pressione da 70 W; l'interasse attuale viene mantenuto tale.

Tale soluzione, presentando lampade che assorbono una potenza inferiore all'attuale, permette anche una riduzione considerevole dei consumi elettrici.

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia anche in considerazione del funzionamento del regolatore di flusso secondo i livelli riportati in figura 87.

In figura 88 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	4	
Luogo	Via G.B. Sicheri	
Quadro elettrico	Q5	
Rif. su tavola	311-318	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	Vapori di sodio HP	
Numero punti luce	8	
Potenza lampada	W	70
Altezza pali	m	9
Sbraccio	m	-
Distanza pali	m	40
Ore di accensione impianto	h	3865



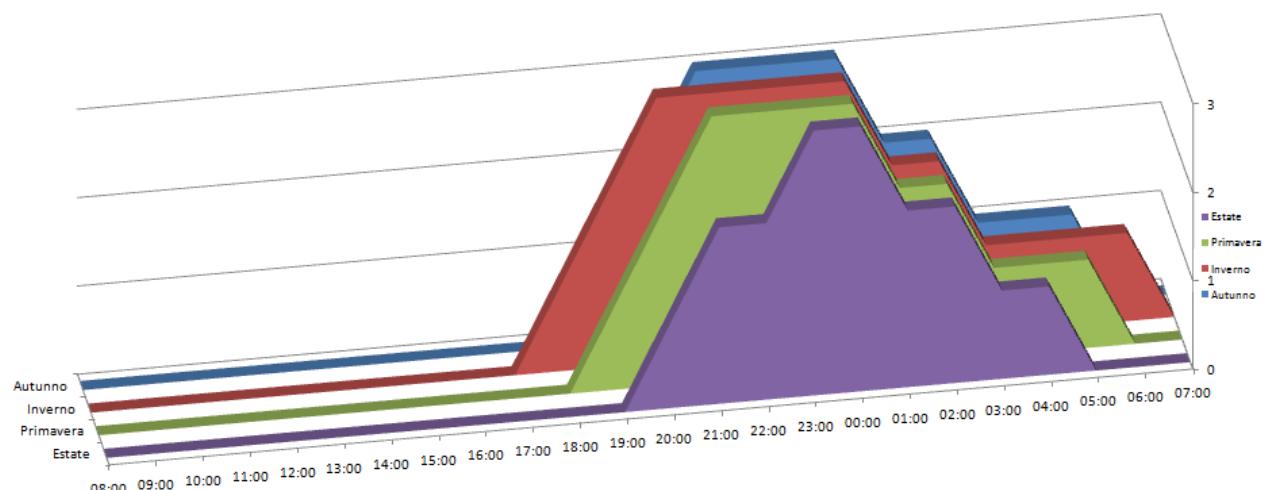
*Tab. 91 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*

<b>Analisi stato di progetto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato di progetto</b>
Potenza nominale della lampada	W	70
Potenza assorbita dal punto luce	W	81
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2983
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	1991
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	31,36
Durata di una lampada	h	24.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	30,88
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	35,20
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	281,56
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	284,48

*Tab. 92 – Ore di accensione e costi di esercizio*

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>	<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>	
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,50
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	$\geq 0,35$	0,38
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	$\geq 0,4$	0,40
Incremento di soglia massimo (TI)	%	$\leq 15$	5
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	$\geq 0,5$	0,5
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	$\leq 15$	12,00
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 93 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

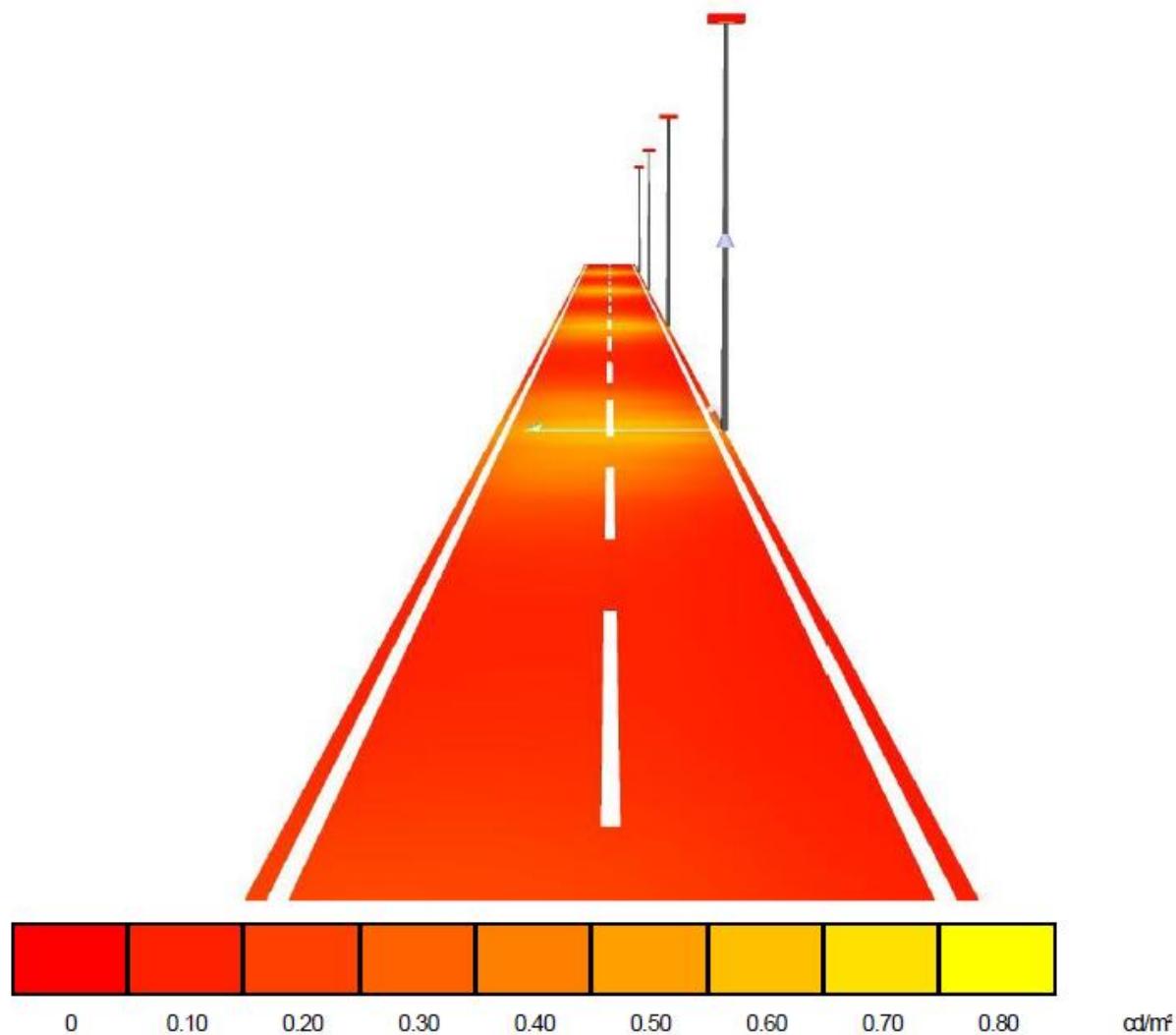


*Fig. 87– Ipotesi di programmazione del regolatore di flusso (Livello 1 = 50% - Livello 2 = 75% - Livello 3 = 100%)*

In tabella 93 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

Per concludere in tabella 94 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento che, vista anche l'età degli attuali corpi illuminanti, dovrebbe essere presa in considerazione. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la Provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe anche in questo caso, oltre ad un miglioramento della qualità dell'illuminazione, anche a dei risparmi dell'ordine del 50 % rispetto allo stato attuale, con una riduzione dei costi di esercizio di circa 280 €/anno. In questo caso il confronto del risparmio con la stima della spesa necessaria per l'adeguamento del tratto, che si aggira attorno agli 8.500 €, porta ad un tempo di ritorno di circa 30 anni. In caso di contributi pubblici quest'ultimo potrebbe scendere ulteriormente e risultare ancora più interessante.



*Fig. 88– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

## TRATTO 4 - Stenico Via G.B. Sicheri (rif. 311 - 318)

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) da sostegno esistente di altezza pari a 7 metri circa. Compresi il nolo di autoscala, l'operatore addetto alla manovra, l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	8	€ 39,00	€ 312,00	
<b>Rimozione di pali e relativi bracci ed accessori da illuminazione pubblica d'arredo, di altezza complessiva pari a 7 mt circa. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.</b>	n°	8	€ 35,00	€ 280,00	
Formazione di nuova risalita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozzetto.	n°	8	€ 32,50	€ 260,00	
Fornitura e posa in opera di palo per illuminazione pubblica in acciaio zincato con diametro in sommità di 60 mm, completo di finestrella d'ispezione a filo palo, morsettiera con fusibili, asola per passaggio dei conduttori, altezza fuori terra 9 metri, diametro della base =158 mm, spessore 4 mm. Indusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	8	€ 460,00	€ 3.680,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione (tipo Philips Iridium sgs253 od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 66, classe II di isolamento, completo di accessori e diffusore in vetro temperato. Completo di lampada a vapori di sodio ad alta pressione, potenza 70 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	8	€ 397,00	€ 3.176,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>				<b>€ 7.708,00</b>	
<b>Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)</b>				<b>€ 770,00</b>	
<b>IVA 20%</b>				<b>€ 847,80</b>	
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>				<b>€ 8.555,80</b>	

Tab. 94 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto

**ALLEGATO A**

### **3.1.1.5 Tratto 5 - Via Brigata Torino**

Il tratto è costituito da corpi con lampade ai vapori di sodio da 70 W, con corpo a sfera senza sbraccio avente un'altezza di 3,5 m ed interasse medio di 20 m.

L'apparecchio, per via del fatto che disperde significativamente sopra l'orizzonte risulta vietato (classe E) e necessita di essere sostituito, dal momento che provoca un inquinamento luminoso molto rilevante.

I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 0,10 cd/mq risulta inferiore a 0,50 cd/mq), Uo (pari a 0,27 inferiore a 0,35), TI (pari a 134%, superiore a 15%) ed il parametro  $\eta$  (pari a 106,5 superiore a 15).

Per soddisfare i parametri illuminotecnici si suggerisce di installare pali aventi un'altezza di 5,5 m con corpo testa-palo ed una lampada a LED da 22W; l'interasse dovrebbe essere ridotto a 12 m e di conseguenza i punti luce di questo tratto saranno incrementati a 18 dagli attuali 11.

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia anche in considerazione del funzionamento del regolatore di flusso secondo i livelli riportati in figura 89.

In figura 90 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.

<b>Caratteristiche tratto</b>		
<b>Tratto</b>	5	
<b>Luogo</b>	Via Brigata Torino	
<b>Quadro elettrico</b>	Q5	
<b>Rif. su tavola</b>	277-303	
<b>Classificazione strada</b>	F	
<b>Classe illuminotecnica</b>	ME5	
<b>Lampada</b>	LED	
<b>Numero punti luce</b>	18	
<b>Potenza lampada</b>	W	22
<b>Altezza pali</b>	m	5,5
<b>Sbraccio</b>	m	-
<b>Distanza pali</b>	m	12
<b>Ore di accensione impianto</b>	h	3865



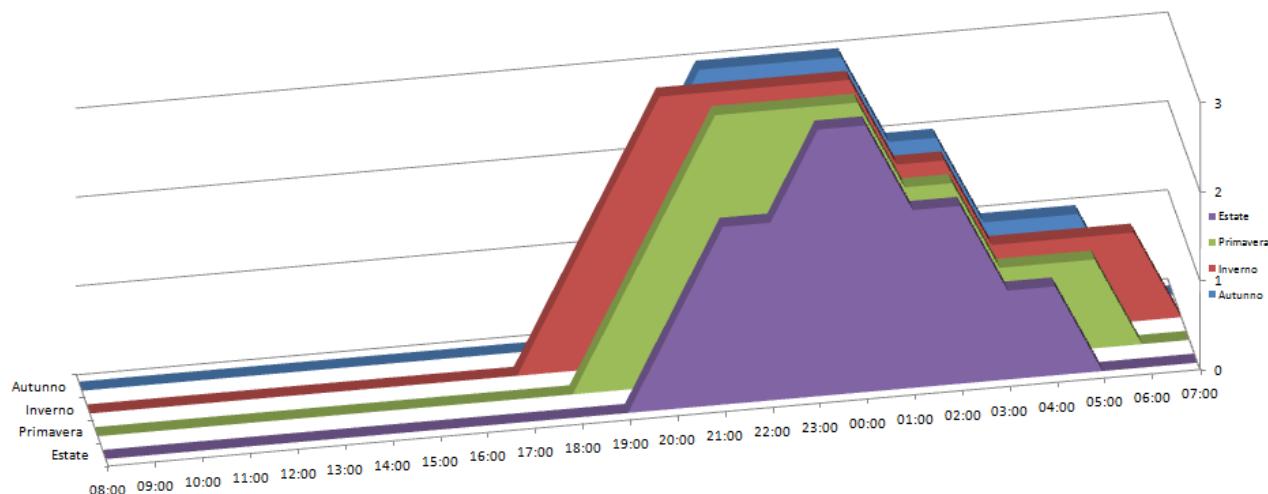
*Tab. 95 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*

<b>Analisi stato di progetto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato di progetto</b>
Potenza nominale della lampada	W	22
Potenza assorbita dal punto luce	W	30
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2983
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	1659
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	11,61
Durata di una lampada	h	150.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	1.188,00
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	35,24
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	634,31
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	-138,21

*Tab. 96 – Ore di accensione e costi di esercizio*

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>				
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>	
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,50	
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	7,5 ÷ 8,625	8	
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	≥ 1,5	7,1	
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,35	
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,4	0,90	
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	13	
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,5	
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kwh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	12,20	
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{\text{d}}$ )	-	non previsto	-	

*Tab. 97 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

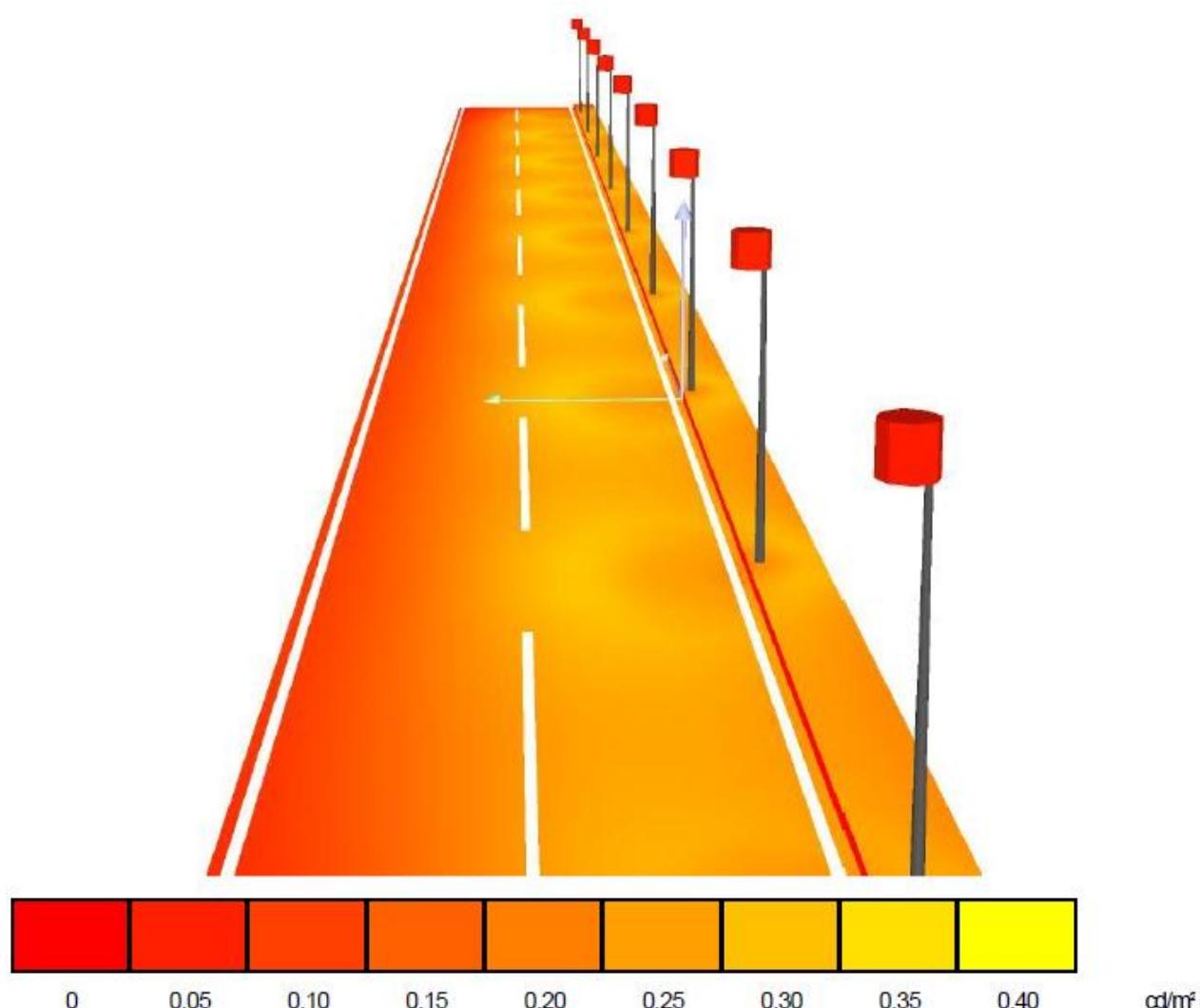


*Fig. 89– Ipotesi di programmazione del regolatore di flusso (Livello 1 = 50% - Livello 2 = 75% - Livello 3 = 100%)*

In tabella 97 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

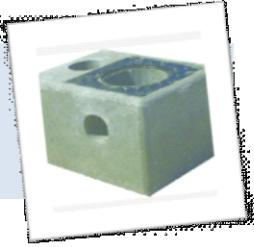
Per concludere in tabella 98 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la Provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe ad un incremento dei costi di esercizio rispetto allo stato attuale, con un maggiore esborso di circa 140 €/anno.



*Fig. 90– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

## TRATTO 5 - Stenico Via Brigata Torino (rif. 277 - 303)

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione, inclusa base portalampada e lampada, da sostegno esistente di altezza pari a 3 mt circa. Compreso l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	11	€ 15,00	€ 165,00	
<b>Rimozione di pali (h= 3 mt circa) per illuminazione pubblica. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.</b>	n°	11	€ 20,00	€ 220,00	
Fornitura e posa in opera di plinto prefabbricato per palo illuminazione da 5-5,5 m di altezza di dimensioni 48x65x48 cm, con predisposizione per alloggiamento palo e pozzetto per collegamento cavi di alimentazione elettrica, comprensivo di chiusino in ghisa carrabile e sistemazione della pavimentazione adiacente.	n°	18	€ 164,00	€ 2.952,00	
Formazione di nuova risalita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozzetto.	n°	18	€ 32,50	€ 585,00	
Fornitura e posa in opera di palo in alluminio estruso rigato per illuminazione pubblica, h= 5,5 mt fuori terra, sezione circolare con diametro da 120 mm e riduzione in pressofusione di alluminio in sommità da 60 mm, colore grafite, con finestrella per l'ispezione ed il cablaggio, portafusibile di protezione, morsettiera asportabile. Classe di isolamento II.	n°	18	€ 435,00	€ 7.830,00	
Inclusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.					
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione con sorgente luminosa a led di potenza 30W (tipo Philips CitySpirit Cone BDS470 od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 65, classe II di isolamento, completo di accessori. Diffusore in vetro temperato spessore 4 mm resistente agli shock termici e agli urti. Completo di lampada a LED neutral white 4000K, potenza 30 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	18	€ 990,00	€ 17.820,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>				<b>€ 29.572,00</b>	
Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)				€ 2.940,00	
<b>IVA 20%</b>				<b>€ 3.251,20</b>	
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>				<b>€ 32.823,20</b>	

Tab. 98 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto

## **ALLEGATO A**

### **3.1.1.6 Tratto 6 - Salita di Tof**

Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade ai vapori di mercurio da 125 W, con corpo testa-palo avente un'altezza di 4,0 m ed interasse medio di 22 m.

L'apparecchio, per via del fatto che disperde significativamente sopra l'orizzonte risulta vietato (classe E) e necessita di essere sostituito, dal momento che provoca un inquinamento luminoso molto rilevante.

I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 0,20 cd/mq risulta inferiore a 0,50 cd/mq), Uo (pari a 0,32 inferiore a 0,35), TI (pari a 71%, superiore a 15%) ed il parametro  $\eta$  (pari a 243,8 superiore a 15).

Per soddisfare i parametri illuminotecnici si suggerisce di installare pali aventi un'altezza di 5,5 m con corpo testa-palo ed una lampada a LED da 22W; l'interasse dovrebbe essere ridotto a 21 m e di conseguenza i punti luce di questo tratto saranno ridotti a 3 dagli attuali 5.

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia anche in considerazione del funzionamento del regolatore di flusso secondo i livelli riportati in figura 91.

In figura 92 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.

<b>Caratteristiche tratto</b>		
<b>Tratto</b>	6	
<b>Luogo</b>	Salita di Tof	
<b>Quadro elettrico</b>	Q5	
<b>Rif. su tavola</b>	384-388	
<b>Classificazione strada</b>	F	
<b>Classe illuminotecnica</b>	ME5	
<b>Lampada</b>	LED	
<b>Numero punti luce</b>	3	
<b>Potenza lampada</b>	W	22
<b>Altezza pali</b>	m	5
<b>Sbraccio</b>	m	1
<b>Distanza pali</b>	m	21
<b>Ore di accensione impianto</b>	h	3865



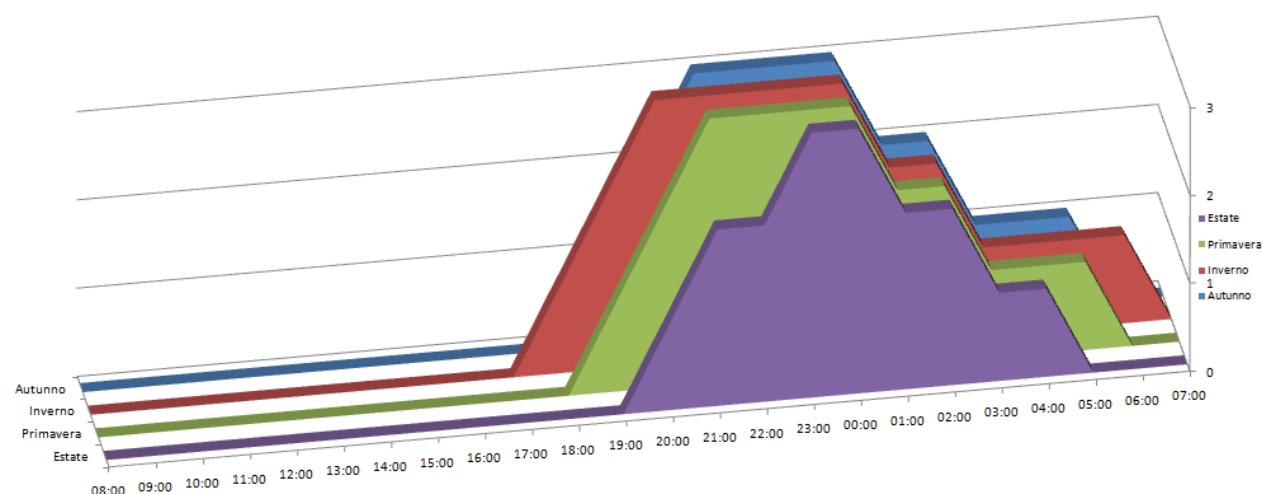
Tab. 99 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto

<b>Analisi stato di progetto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato di progetto</b>
Potenza nominale della lampada	W	22
Potenza assorbita dal punto luce	W	30
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2983
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	277
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	11,61
Durata di una lampada	h	150.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	1.188,00
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	35,24
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	105,72
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	248,06

*Tab. 100 – Ore di accensione e costi di esercizio*

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>	<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>	
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,50
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,66
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $U_l$ )	-	≥ 0,4	0,50
Incremento di soglia massimo ( $T_l$ )	%	≤ 15	14
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,9
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	14,30
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 101 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

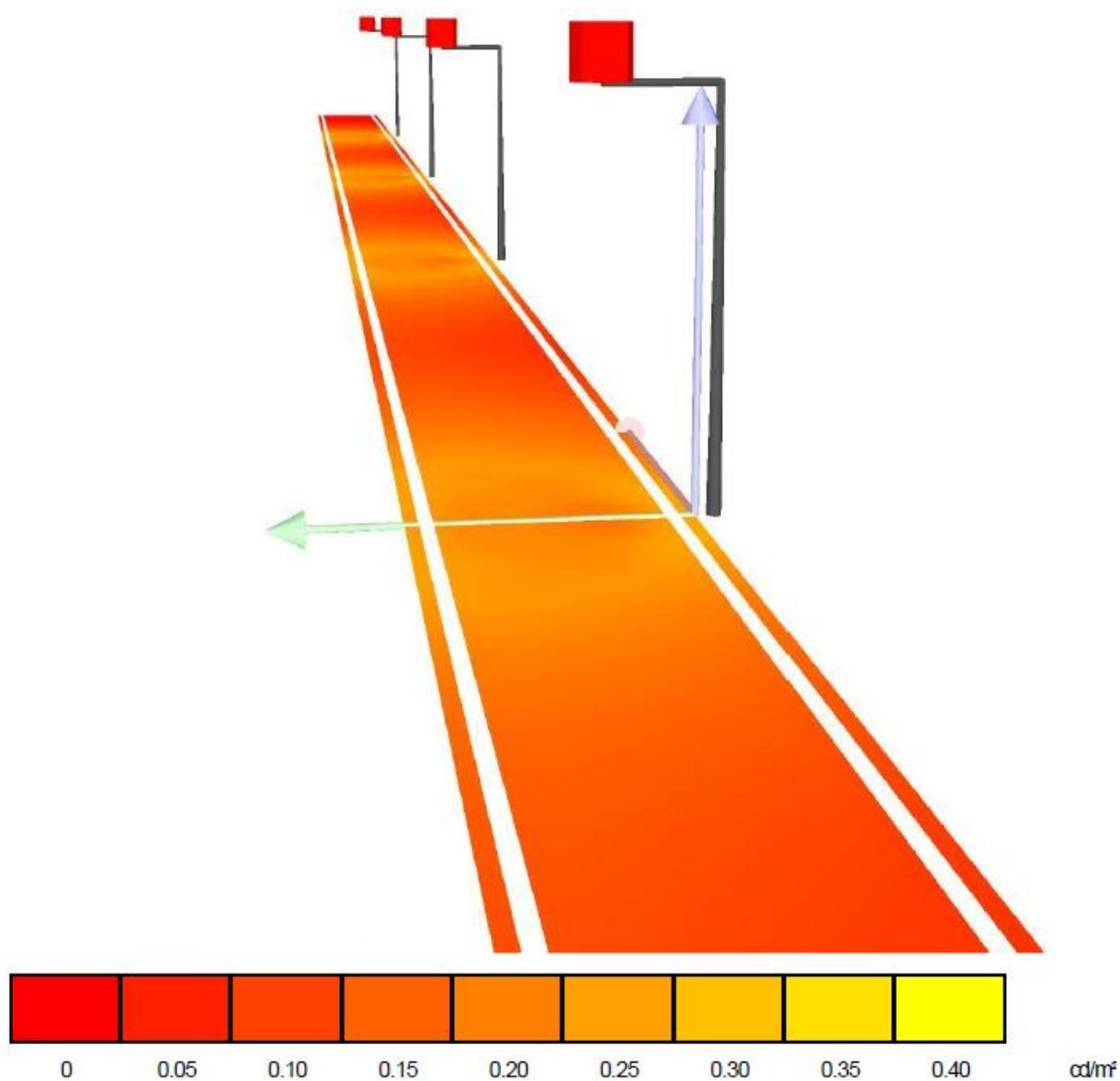


*Fig. 91– Ipotesi di programmazione del regolatore di flusso (Livello 1 = 50% - Livello 2 = 75% - Livello 3 = 100%)*

In tabella 97 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

Per concludere in tabella 102 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la Provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe ad una riduzione dei costi di esercizio rispetto allo stato attuale, con un risparmio di circa 250 €/anno pari al 70% del costo attuale.



*Fig. 92– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

## TRATTO 6 - Stenico Salita di Tof (rif. 384 - 388)

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) con corpo in metallo e diffusore in policarbonato da sostegno esistente di altezza pari a 4,5 mt circa. Compreso l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	5	€ 35,00	€ 175,00	
Rimozione di pali (h= 3 mt circa) per illuminazione pubblica. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	5	€ 20,00	€ 100,00	
Fornitura e posa in opera di plinto prefabbricato per palo illuminazione da 7,8-8,2 m di altezza di dimensioni 60x85x73h, con predisposizione per alloggiamento palo e pozzetto per collegamento cavi di alimentazione elettrica, comprensivo di chiusino in ghisa carribile e sistemazione della pavimentazione adiacente.	n°	3	€ 284,00	€ 852,00	
Formazione di nuova risalita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozzetto.	n°	3	€ 32,50	€ 97,50	
Fornitura e posa in opera di palo per illuminazione pubblica in acciaio zincato con diametro in sommità di 60 mm, completo di finestrella d'ispezione a filo palo, morsettiera con fusibili, asola per passaggio dei conduttori, altezza fuori terra 7 metri, diametro della base =138 mm, spessore 4 mm. Inclusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	3	€ 380,00	€ 1.140,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione con sorgente luminosa a led di potenza 30W (tipo Philips CitySpirit Cone BDS470 od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 65, classe II di isolamento, completo di accessori. Diffusore in vetro temperato spessore 4 mm resistente agli shock termici e agli urti. Completo di lampada a LED neutral white 4000K, potenza 30 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	3	€ 990,00	€ 2.970,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>				<b>€ 5.334,50</b>	
Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)				€ 520,00	
<b>IVA 20%</b>				<b>€ 585,45</b>	
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>				<b>€ 5.919,95</b>	

Tab. 102 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto

## **ALLEGATO A**

### **3.1.1.7 Tratto 7 – Strada di Coleò**

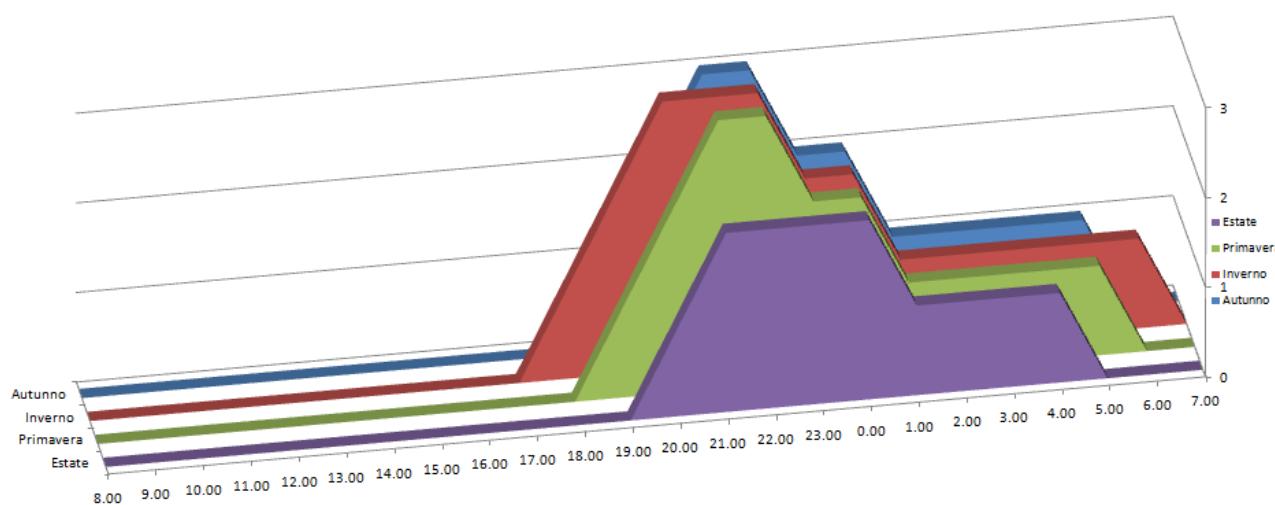
Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade agli ioduri metallici da 100 W, con corpo testa-palo avente un'altezza di 5,0 m ed interasse medio di 34 m.

I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 0,30 cd/mq risulta inferiore a 0,50 cd/mq), Uo (pari a 0,29 inferiore a 0,35), Ui (pari a 0,30 inferiore a 0,40), TI (pari a 43%, superiore a 15%) ed il parametro  $\eta$  (pari a 79,4 superiore a 15).

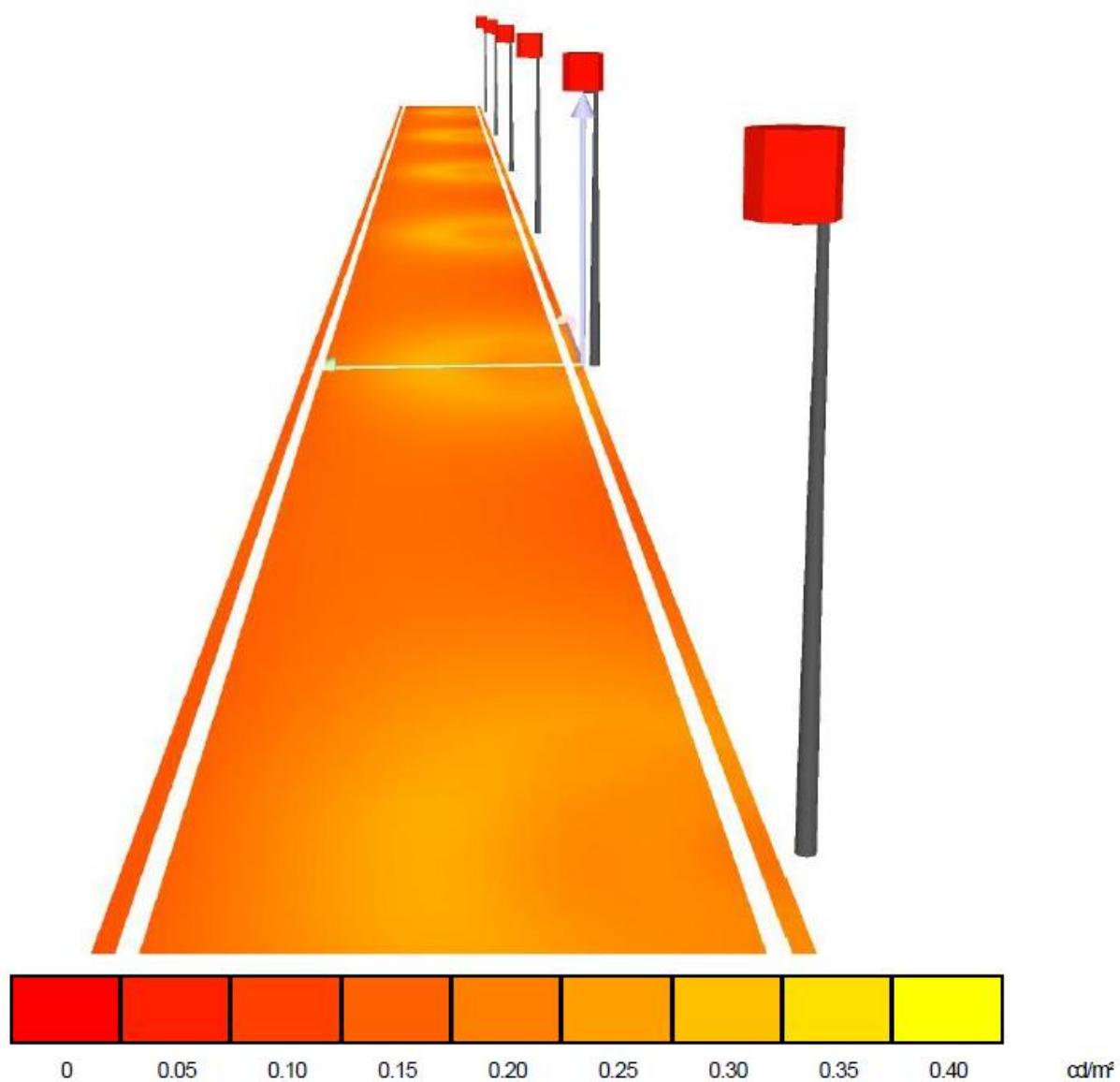
Per soddisfare i parametri illuminotecnici si suggerisce di installare pali aventi un'altezza di 5,5 m con corpo testa-palo ed una lampada a LED da 22W; l'interasse dovrebbe essere ridotto a 18 m e di conseguenza i punti luce di questo tratto saranno portati a 20 dagli attuali 11.

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia anche in considerazione del funzionamento del regolatore di flusso secondo i livelli riportati in figura 91.

In figura 92 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.



*Fig. 93– Ipotesi di programmazione del regolatore di flusso (Livello 1 = 50% - Livello 2 = 75% - Livello 3 = 100%)*



*Fig. 94– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

<b>Caratteristiche tratto</b>		
<b>Tratto</b>	<b>7</b>	
<b>Luogo</b>	<b>Strada di Coleò</b>	
<b>Quadro elettrico</b>	<b>Q5</b>	
<b>Rif. su tavola</b>	<b>373-383</b>	
<b>Classificazione strada</b>	<b>F</b>	
<b>Classe illuminotecnica</b>	<b>MES</b>	
<b>Lampada</b>	<b>LED</b>	
<b>Numero punti luce</b>	<b>20</b>	
<b>Potenza lampada</b>	<b>W</b>	<b>22</b>
<b>Altezza pali</b>	<b>m</b>	<b>5</b>
<b>Sbraccio</b>	<b>m</b>	<b>-</b>
<b>Distanza pali</b>	<b>m</b>	<b>18</b>
<b>Ore di accensione impianto</b>	<b>h</b>	<b>3865</b>



*Tab. 103 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*

<b>Analisi stato di progetto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato di progetto</b>
Potenza nominale della lampada	W	22
Potenza assorbita dal punto luce	W	30
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2527
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	1562
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	9,84
Durata di una lampada	h	150.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	1.188,00
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	29,85
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	597,05
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	197,67

*Tab. 104 – Ore di accensione e costi di esercizio*

In tabella 101 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

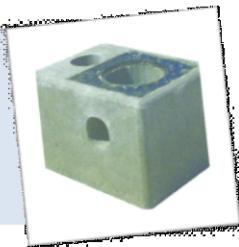
<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,50
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	$\geq 0,35$	0,49
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	$\geq 0,4$	0,80
Incremento di soglia massimo (TI)	%	$\leq 15$	14
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	$\geq 0,5$	6
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	$\leq 15$	14,90
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 105 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

Per concludere in tabella 106 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la Provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe ad una riduzione dei costi di esercizio rispetto allo stato attuale, con un risparmio di circa 200 €/anno pari al 25% del costo attuale.

**TRATTO 7 - Stenico Strada di Coleò (rif. 373 - 383)**

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada indusa) con corpo in metallo e diffusore in policarbonato da sostegno esistente di altezza pari a 5 mt circa. Compreso l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	11	€ 35,00	€ 385,00	
Rimozione di pali e relativi bracci ed accessori da illuminazione pubblica d'arredo, di altezza complessiva pari a 5 mt circa. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	11	€ 35,00	€ 385,00	
Fornitura e posa in opera di plinto prefabbricato per palo illuminazione da 5-5 m di altezza di dimensioni 48x65x48 cm, con predisposizione per alloggiamento palo e pozzetto per collegamento cavi di alimentazione elettrica, comprensivo di chiusino in ghisa carrabile e sistemazione della pavimentazione adiacente.	n°	20	€ 164,00	€ 3.280,00	
Formazione di nuova risalita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG/R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozzetto.	n°	20	€ 32,50	€ 650,00	
Fornitura e posa in opera di palo in alluminio estruso rigato per illuminazione pubblica, h= 5 mt fuori terra, sezione circolare con diametro da 120 mm e riduzione in pressofusione di alluminio in sommità da 60 mm, colore grafite, con finestrella per l'ispezione ed il cablaggio, portafusibile di protezione, morsettiera asportabile. Classe di isolamento II. Inclusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	20	€ 435,00	€ 8.700,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione con sorgente luminosa a led di potenza 30W (tipo Philips CitySpirit Cone BDS470 od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 65, classe II di isolamento, completo di accessori. Diffusore in vetro temperato spessore 4 mm resistente agli shock termici e agli urti. Completo di lampada a LED neutral white 4000K, potenza 30 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	20	€ 990,00	€ 19.800,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>			<b>€ 33.200,00</b>		
Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)			€ 3.280,00		
<b>IVA 20%</b>			<b>€ 3.648,00</b>		
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>			<b>€ 36.848,00</b>		

Tab. 106 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto

# ALLEGATO A

		Descrizione Intervento:		Stenico - Strada di Coleò - tratto 7																																										
<b>Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):</b>		medio																																												
<b>Intervallo di manutenzione prevista (anni):</b>		2,00																																												
<b>Superficie efficace (mq):</b>		1.683																																												
Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita: UNI 11248																																														
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)	Norme	Descrizione		Categoria		Superficie		Lm		Em		Emin		Esc,min		Ev,min		U0		U1		TI		SR		Indici qualitativi																				
		Carreggiata		ME5		1.683,0		0,50		7,5						0,35		0,4		15%		0,5																								
Parametri di progetto	Descrizione	Descrizione		Categoria		Superficie		Lm		Em		Emin		Esc,min		Ev,min		U0		U1		TI		SR																						
		Carreggiata		ME5		1.683,0		0,50		7,5						0,35		0,4		15%		0,5																								
Eventuale spigazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento																																														
Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto	Norme	Descrizione		Categoria		Superficie		Lm		Em		Emin		Esc,min		Ev,min		U0		U1		TI		SR																						
		Carreggiata		ME5		1.683,0		0,50		6,09						0,49		0,80		14,0%		6,00																								
VERIFICA Illuminotecnica	VERIFICA Illuminotecnica	Descrizione		Categoria		Em x S		Lm		Em		Emin		Esc,min		Ev,min		U0		U1		TI		SR																						
		Carreggiata		ME5		10.249		OK		NO		OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK																						
Valori di Verifica																								Legge PAT n° 16 / 2007																						
Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione	Impianto	Descrizione		Lampada		Flusso		Watt		IP		h/anno		Nr.		FM		kW		kWh/anno																										
		Lanterne, h = 5 m i = 18m		LED		2956		30		IP 67		3.865		20		0,80		0,60		2.319,00																										
Totali	Indici Verifica L.P. 16/2007	Regolatore		si		65,32%		6,09		0,90		20		0,60		2.319,00						Verificata																								
		Emh (piano efficace)		η(100lx,r)		14,8		0,90		0,90		0,20																																		
Zona Protetta																																														
VERIFICA L.P. 16/2007																																														
Indici Verifica																																														
Kil(limite)																																														
n(limite)																																														
3,0																																														
15,0																																														

### **3.1.1.8 Tratto 8 – Via Vecia**

Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade ai vapori di mercurio da 125 W, con corpo testa-palo avente un'altezza di 4,0 m ed interasse medio di 35 m.

L'apparecchio, per via del fatto che disperde significativamente sopra l'orizzonte risulta vietato (classe E) e necessita di essere sostituito, dal momento che provoca un inquinamento luminoso molto rilevante.

I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 0,10 cd/mq risulta inferiore a 0,50 cd/mq), Uo (pari a 0,17 inferiore a 0,35), (pari a 0,20 inferiore a 0,40), TI (pari a 68%, superiore a 15%) ed il parametro  $\eta$  (pari a 256.10 superiore a 15).

Per verificare i parametri illuminotecnici si suggerisce di installare pali aventi un'altezza maggiore e pari a 7,0 m con corpo testa-palo ed una lampada da 50 W a vapori di sodio ad alta pressione; l'interasse ed il numero di punti luce possono essere mantenuti in modo analogo allo stato attuale.

Anche in questo caso si consiglia di installare un regolatore di flusso al tratto per aumentarne l'efficienza e rendere verificato il parametro  $\eta$ , cosa che non dovrebbe risultare difficolcosa per via del fatto che il tratto in questione coincide con il quadro della scuola (Q7).

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia anche in considerazione del funzionamento del regolatore di flusso secondo i livelli riportati in figura 95. In figura 96 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.

In tabella 109 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

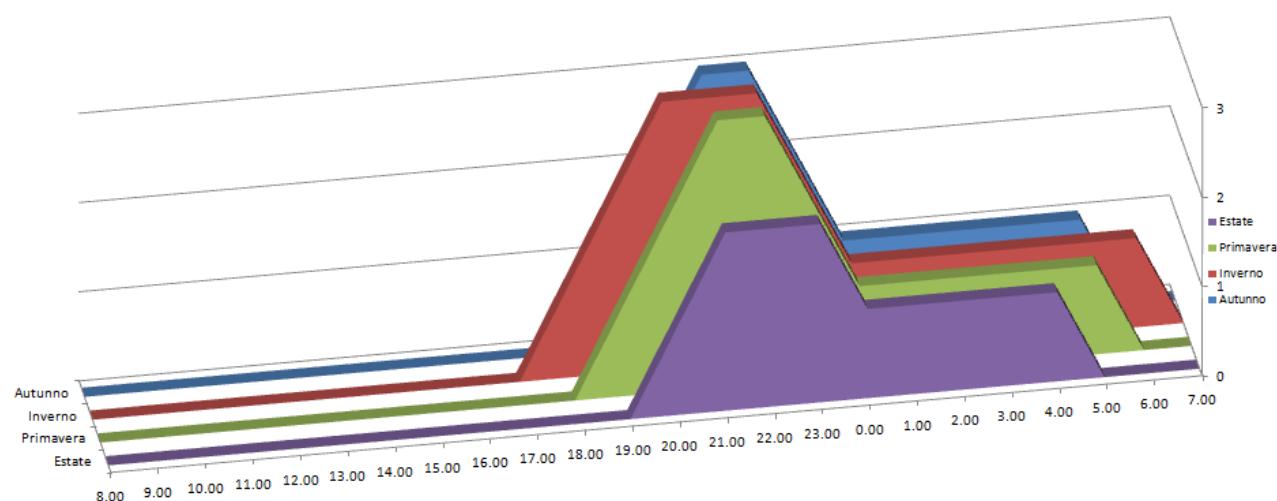
Per concludere in tabella 110 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe ad una riduzione dei costi di esercizio rispetto allo stato attuale, con un risparmio superiore ai 200 €/anno pari al 70% del costo attuale.

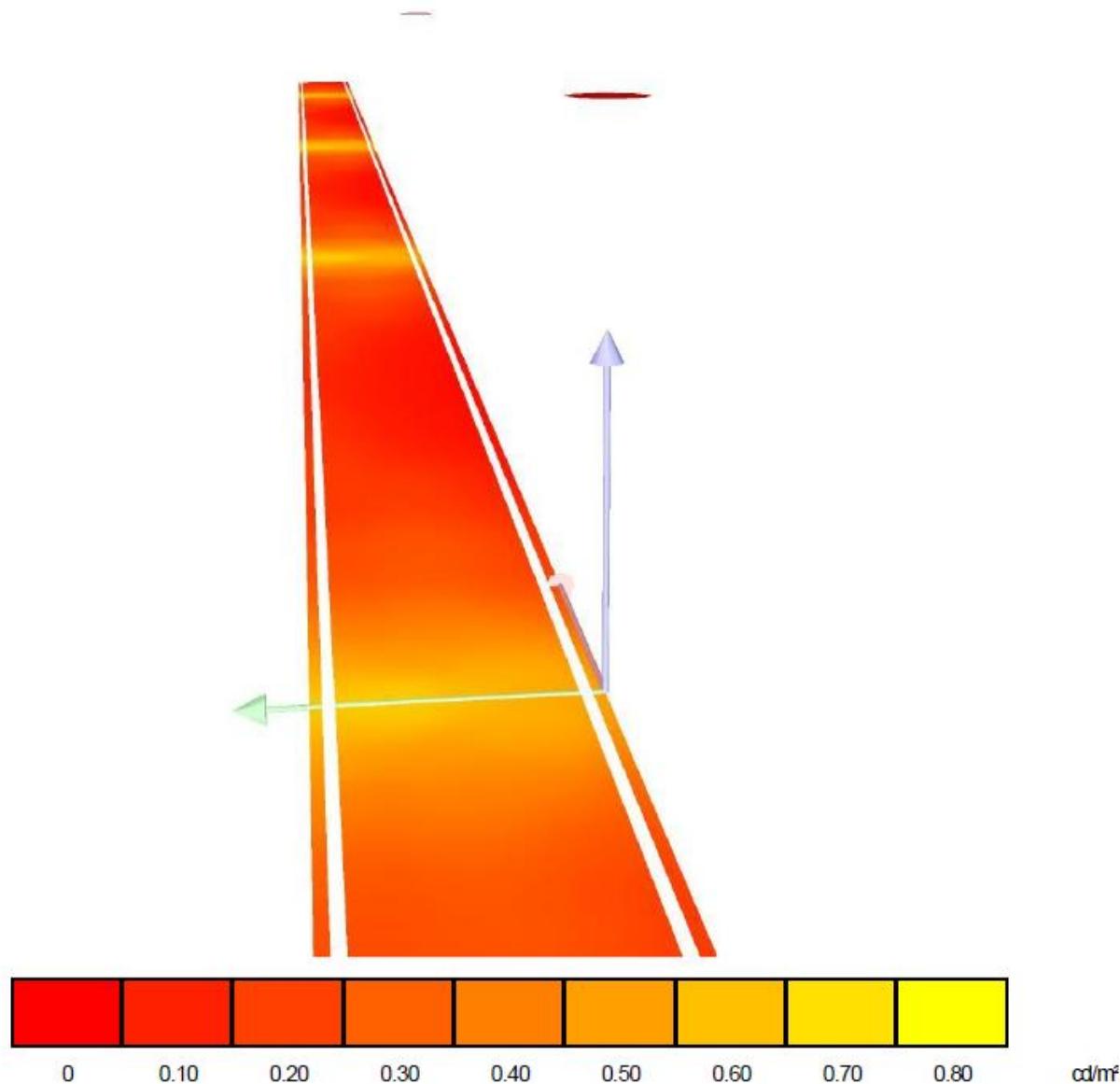
Caratteristiche tratto		
Tratto	8	
Luogo	Via Vecia	
Quadro elettrico	Q7	
Rif. su tavola	477-481	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	Vapori di sodio HP	
Numero punti luce	5	
Potenza lampada	W	50
Altezza pali	m	7
Sbraccio	m	-
Distanza pali	m	35
Ore di accensione impianto	h	3865



*Tab. 107 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*



*Fig. 95– Ipotesi di programmazione del regolatore di flusso (Livello 1 = 50% - Livello 2 = 75% - Livello 3 = 100%)*



*Fig. 96– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

<b>Analisi stato di progetto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato di progetto</b>
Potenza nominale della lampada	W	50
Potenza assorbita dal punto luce	W	60
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2801
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	866
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	21,81
Durata di una lampada	h	24.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	30,88
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	25,41
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	127,07
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	226,71

*Tab. 108 – Ore di accensione e costi di esercizio*

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>	<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>	
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,50
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	$\geq 0,35$	0,59
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	$\geq 0,4$	0,50
Incremento di soglia massimo (TI)	%	$\leq 15$	11
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	$\geq 0,5$	0,9
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	$\leq 15$	14,70
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 109 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

## TRATTO 8 - Stenico Via Vecia (rif. 477 - 481)

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) con corpo in metallo e diffusore in policarbonato da sostegno esistente di altezza pari a 4 mt circa. Compreso l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	5	€ 35,00	€ 175,00	
<b>Rimozione di pali (h= 4 mt circa) per illuminazione pubblica. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.</b>	n°	5	€ 20,00	€ 100,00	
Formazione di nuova risalita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozzetto.	n°	5	€ 32,50	€ 162,50	
Fornitura e posa in opera di palo per illuminazione pubblica in acciaio zincato con diametro in sommità di 60 mm, completo di finestrella d'ispezione a filo palo, morsettiera con fusibili, asola per passaggio dei conduttori, altezza fuori terra 7 metri, diametro della base =138 mm, spessore 4 mm.  Indusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	5	€ 380,00	€ 1.900,00	
Fornitura e posa in opera di di corpo illuminante di tipo ornamentale (tipo EWO PLO od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 65, classe II di isolamento, completo di accessori. Diffusore in vetro temperato resistente agli shock termici e agli urti. Completo di lampada ad alogenuri metallici, potenza 70 W. Verniciatura con polvere poliestere color antracite resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	5	€ 800,00	€ 4.000,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>			€ 6.337,50		
<b>Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)</b>			€ 620,00		
<b>IVA 20%</b>			€ 695,75		
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>			€ 7.033,25		

Tab. 110 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto

## **ALLEGATO A**

ALLEGATO A									
		Descrizione Intervento:		Stenico - Via Vecia - tratto 8					
<b>Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):</b>		medio						2,00	
<b>Intervallo di manutenzione prevista (anni):</b>		2,00						613	
<b>Superficie efficace (mq):</b>		613							
Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita: <b>UNI 11248</b>									
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)		Descrizione		Categoria		Superficie		Valori Numerici	
Norme		Carreggiata		MIE5		Lm		Em	
				612,5		0,50		7,5	
Parametri di progetto		Descrizione		Categoria		Superficie		Emin	
Parametri di progetto		Carreggiata		MIE5		Lm		Esc,min	
				612,5		0,50		7,5	
Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento									
Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto		Descrizione		Categoria		Superficie		Em	
VERIFICA Illuminotecnica		Carreggiata		MIE5		Lm		Emin	
				612,5		0,50		6,66	
Fattore di manutenzione; indicare la norma seguita: <b>Legge P.A.T. n° 16 / 2007</b>									
Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione		Descrizione		Lampada		Flusso		Watt	
Impianto		Lanterne, h=7m i=35m		SODIO		4400		50	
				IP 65		3.865		5	
Indici Verifica		Regolatore		SI		63,04%		0,90	
VERIFICA		Emh (piano efficace)		6,66					
VERIFICA		Zona Protetta		NO					
L.P. 16/2007									
Indici Verifica									
KWh/anno								966,25	
KWh(limite)				3,0					
η(limite)				15,0					

### **3.1.1.9 Tratto 9 – Località Molini**

Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade ai vapori di mercurio da 125 W, con pali a sbraccio aventi un'altezza di 7,5 m ed interasse medio di 30 m.

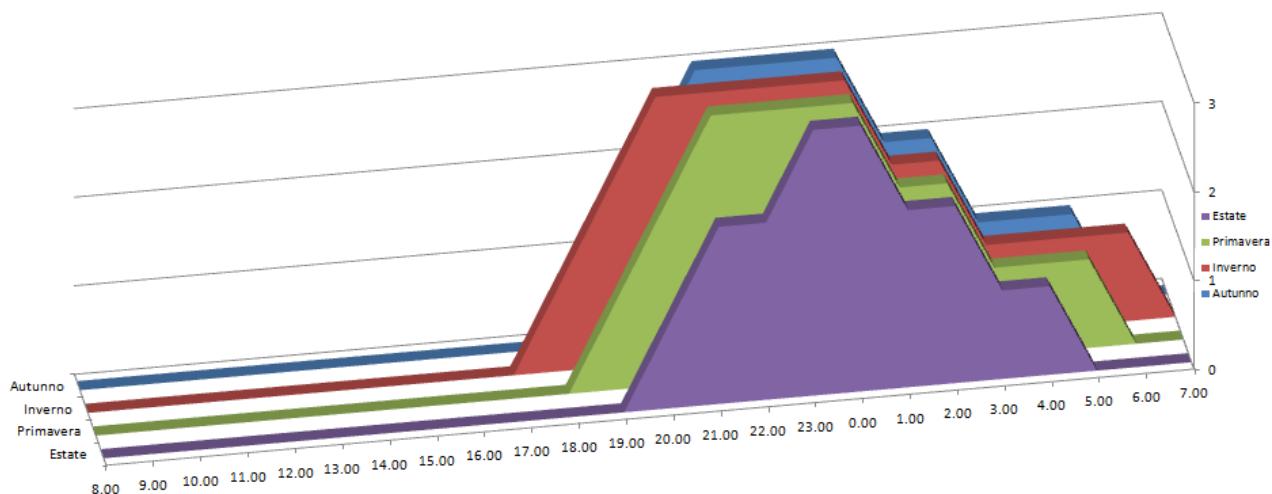
I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 0,20 cd/mq risulta inferiore a 0,50 cd/mq) ed il parametro  $\eta$  (pari a 109,30 , superiore a 15).

Per soddisfare i parametri illuminotecnici si suggerisce di installare pali con sbraccio da 1,2 m aventi un'altezza di 9,5 m con una lampada ai vapori di sodio ad alta pressione da 70 W; l'interasse attuale viene aumentato a 34 m ma il numero di pali non cambia (4).

Tale soluzione, presentando lampade che assorbono una potenza inferiore all'attuale, permette anche una riduzione dei consumi elettrici che risulta considerevole anche per il fatto che è necessario installare un regolatore di flusso.

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia anche in considerazione del funzionamento del regolatore di flusso secondo i livelli riportati in figura 97.

In figura 98 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.



*Fig. 97– Ipotesi di programmazione del regolatore di flusso (Livello 1 = 50% - Livello 2 = 75% - Livello 3 = 100%)*



*Fig. 98– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	9	
Luogo	Località Molini	
Quadro elettrico	Q5	
Rif. su tavola	269-273	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	Vapori di sodio HP	
Numero punti luce	4	
Potenza lampada	W	70
Altezza pali	m	9,5
Sbraccio	m	1,2
Distanza pali	m	34
Ore di accensione impianto	h	3865



*Tab. 111 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*

<b>Analisi stato di progetto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato di progetto</b>
Potenza nominale della lampada	W	70
Potenza assorbita dal punto luce	W	81
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2983
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	995
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	31,36
Durata di una lampada	h	24.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	30,88
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	35,20
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	140,78
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	213,00

*Tab. 112 – Ore di accensione e costi di esercizio*

In tabella 113 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,50
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,39
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,4	0,60
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	4
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,6
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	12,50
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 113 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

Per concludere in tabella 114 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la Provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe ad una riduzione dei costi di esercizio rispetto allo stato attuale, con un risparmio superiore ai 200 €/anno pari al 60% del costo attuale.

**TRATTO 9 - Stenico Località Molini (rif. 269 - 273)**

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) da sostegno esistente di altezza pari a 7,5 metri circa. Compresi il nolo di autoscalza, l'operatore addetto alla manovra, l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	5	€ 39,00	€ 195,00	
Rimozione di pali e relativi bracci ed accessori da illuminazione pubblica d'arredo, di altezza complessiva pari a 7,5 mt circa. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	5	€ 35,00	€ 175,00	
Fornitura e posa in opera di plinto prefabbricato per palo illuminazione da 8,7-9,2 m di altezza di dimensioni 90x70x80h cm, con predisposizione per alloggiamento palo e pozzetto per collegamento cavi di alimentazione elettrica, comprensivo di chiusino in ghisa carribile e sistemazione della pavimentazione adiacente.	n°	4	€ 327,00	€ 1.308,00	
Formazione di nuova rialita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozzetto.	n°	4	€ 32,50	€ 130,00	
Fornitura e posa in opera di palo per illuminazione pubblica in acciaio zincato con diametro in sommità di 60 mm, completo di finestrella d'ispezione a filo palo, morsettiera con fusibili, asola per passaggio dei conduttori, altezza fuori terra 10 metri, diametro della base >158 mm, spessore 4 mm. Inclusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	4	€ 460,00	€ 1.840,00	
Fornitura e posa di braccio curvo o prolunga diritta.	n°	4	€ 60,00	€ 240,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione (tipo Philips Mantha 621HGV od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 66, classe II di isolamento, completo di accessori e diffusore in vetro temperato. Completo di lampada a vapori di sodio ad alta pressione, potenza 70 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	4	€ 375,00	€ 1.500,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>				<b>€ 5.388,00</b>	
<b>Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)</b>				<b>€ 540,00</b>	
<b>IVA 20%</b>				<b>€ 592,80</b>	
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>				<b>€ 5.980,80</b>	

*Tab. 114 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto*

## ALLEGATO A

	<b>Descrizione Intervento:</b> Stenico - Località Molini - tratto 9									
	<b>Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):</b>									<b>Norme</b>
	<b>Intervallo di manutenzione prevista (anni):</b>									<b>2,00</b>
	<b>Superficie efficace (mq):</b>									<b>990</b>
	Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita: <b>UNI 11248</b>									
		<b>Descrizione</b>	<b>Categoria</b>	<b>Superficie</b>	<b>Lm</b>	<b>Em</b>	<b>Emin</b>	<b>Esc,min</b>	<b>Ev,min</b>	<b>Indici qualitativi</b>
	Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)	Carreggiata	ME5	990,0	0,50	7,5			0,35	0,4
	Parametri di progetto	Carreggiata	ME5	990,0	0,50	7,5			0,35	0,4
	Eventuale spigazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento									
	Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto	Carreggiata	ME5	990,0	0,50	8,71			0,39	0,60
	<b>VERIFICA Illuminotecnica</b>	Carreggiata	ME5	8.623	OK	NO	OK	OK	OK	OK
	Valori di Verifica			-	OK	OK	OK	OK	OK	OK
				-	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione									
	<b>Impianto</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Categoria</b>	<b>En x S</b>	<b>Lm</b>	<b>Em</b>	<b>Emin</b>	<b>Esc,min</b>	<b>Ev,min</b>	<b>Indici qualitativi</b>
	Totali	Palo a sbraccio, h=9,5m l=34m	SODIO	6000	70	IP 65	3.856	5	0,80	0,35
		Regolatore	si	30.000,00	19.280,00	5				-
		Emh (piano efficace)	8,71	74,42%	0,90	0,20				-
	<b>VERIFICA</b>	Zona Protetta	NO							
	L.P. 16/2007									
	Indici Verifica	Kill(limite)	3,0							
		η(limite)	15,0							

**Verificata**

### **3.1.1.10 Tratto 10 – Via del Dos Marin**

Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade ai vapori di mercurio da 125 W, con pali a sbraccio aventi un'altezza di 7,5 m ed interasse medio di 30 m.

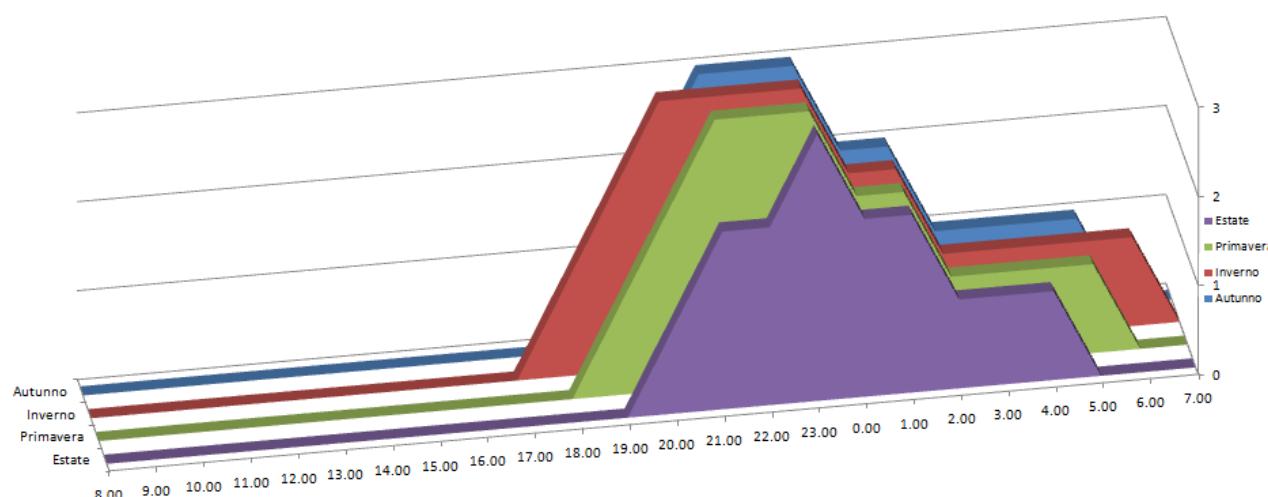
I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 0,20 cd/mq risulta inferiore a 0,50 cd/mq) ed il parametro  $\eta$  (pari a 121,90, superiore a 15).

Per verificare i parametri illuminotecnici si suggerisce di installare pali aventi un'altezza di 10,0 m con uno sbraccio di 0,2 m ed una lampada ai vapori di sodio ad alta pressione da 70 W; l'interasse attuale viene mantenuto tale.

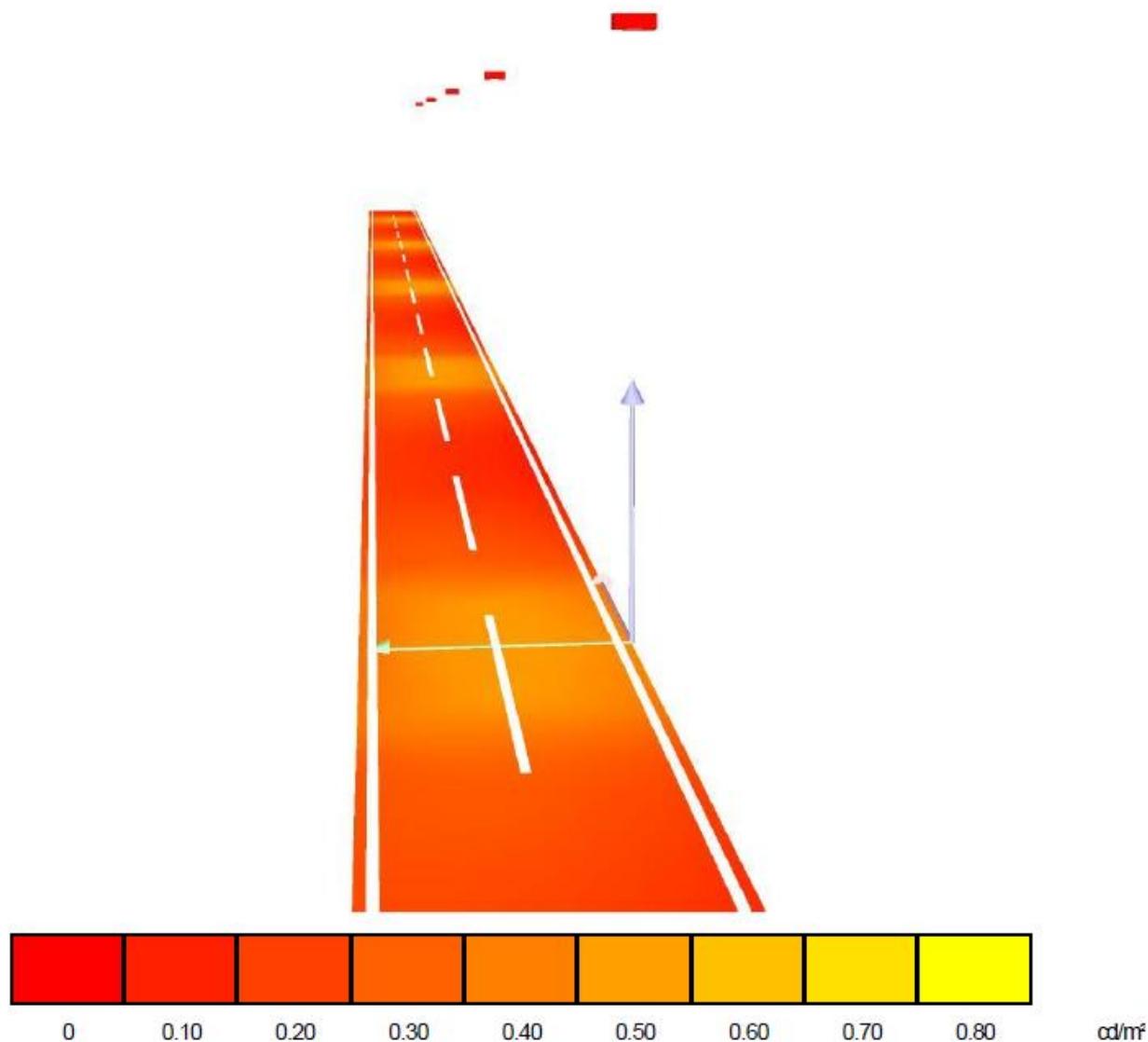
Tale soluzione, andrebbe possibilmente realizzata contemporaneamente all'installazione di un riduttore di flusso.

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia anche in considerazione del funzionamento del regolatore di flusso secondo i livelli riportati in figura 99.

In figura 100 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.



*Fig. 99– Ipotesi di programmazione del regolatore di flusso (Livello 1 = 50% - Livello 2 = 75% - Livello 3 = 100%)*



*Fig. 100 – Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	10	
Luogo	Via del Dos Marin	
Quadro elettrico	Q5	
Rif. su tavola	336-372	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	Vapori di sodio HP	
Numero punti luce	7	
Potenza lampada	W	70
Altezza pali	m	10
Sbraccio	m	0,2
Distanza pali	m	34
Ore di accensione impianto	h	3865



*Tab. 115 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*

<b>Analisi stato di progetto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato di progetto</b>
Potenza nominale della lampada	W	70
Potenza assorbita dal punto luce	W	83
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2801
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	1676
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	30,17
Durata di una lampada	h	24.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	30,88
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	33,78
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	236,43
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	258,86

*Tab. 116 – Ore di accensione e costi di esercizio*

In tabella 117 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>	<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>	
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,50
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	$\geq 0,35$	0,71
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	$\geq 0,4$	0,70
Incremento di soglia massimo (TI)	%	$\leq 15$	6
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	$\geq 0,5$	0,8
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	$\leq 15$	14,70
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 117 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

Per concludere in tabella 118 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la Provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro. Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe ad una riduzione dei costi di esercizio rispetto allo stato attuale, con un risparmio superiore ai 250 €/anno pari a oltre il 50% del costo attuale.

## TRATTO 10 - Stenico Via del Dos Marin (rif. 336 - 372)

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) da sostegno esistente di altezza pari a 7 metri circa. Compresi il nolo di autoscala, l'operatore addetto alla manovra, l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	7	€ 39,00	€ 273,00	
<b>Rimozione di pali e relativi bracci ed accessori da illuminazione pubblica d'arredo, di altezza complessiva pari a 7 mt circa. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.</b>	n°	7	€ 35,00	€ 245,00	
Formazione di nuova risalita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozzetto.	n°	7	€ 32,50	€ 227,50	
<b>Fornitura e posa in opera di palo per illuminazione pubblica in acciaio zincato con diametro in sommità di 60 mm, completo di finestrella d'ispezione a filo palo, morsettiera con fusibili, asola per passaggio dei conduttori, altezza fuori terra 10 metri, diametro della base =158 mm, spessore 4 mm. Inclusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.</b>	n°	7	€ 460,00	€ 3.220,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione (tipo DISANO Minitonale 1651 od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 66, classe II di isolamento, completo di accessori. Diffusore in vetro temperato spessore 5 mm resistente agli shock termici e agli urti. Completo di lampada a vapori di sodio ad alta pressione, potenza 70 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio grafite, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	7	€ 200,00	€ 1.400,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>				€ 5.365,50	
<b>Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)</b>				€ 540,00	
<b>IVA 20%</b>				€ 590,55	
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>				€ 5.956,05	

Tab. 118 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto

## ALLEGATO A

		Descrizione Intervento: Stenico - Via de Dos Marin- tratto 10														
<b>Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):</b>		medio														
<b>Intervallo di manutenzione prevista (anni):</b>		2,00														
<b>Superficie efficace (mq):</b>		1.071														
		Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita: UNI														
		Indici qualitativi														
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marcia piede)	<b>Norme</b>		<b>Descrizione</b>		<b>Categoria</b>	<b>Superficie</b>	<b>Lm</b>	<b>Em</b>	<b>Emin</b>	<b>Esc,min</b>	<b>Ev,min</b>	<b>U0</b>	<b>UI</b>	<b>TI</b>	<b>SR</b>	
	Carreggiata		ME5		1.071,0	0,50	7,5					0,35	0,4	15%	0,5	
Parametri di progetto	<b>Descrizione</b>		<b>Categoria</b>		<b>Superficie</b>	<b>Lm</b>	<b>Em</b>	<b>Emin</b>	<b>Esc,min</b>	<b>Ev,min</b>	<b>U0</b>	<b>UI</b>	<b>TI</b>	<b>SR</b>		
	Carreggiata		ME5		1.071,0	0,50	7,5					0,35	0,4	15%	0,5	
		Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento														
Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto	<b>Norme</b>		<b>Descrizione</b>		<b>Categoria</b>	<b>Superficie</b>	<b>Lm</b>	<b>Em</b>	<b>Emin</b>	<b>Esc,min</b>	<b>Ev,min</b>	<b>U0</b>	<b>UI</b>	<b>TI</b>	<b>SR</b>	
	Carreggiata		ME5		1.071,0	0,50	8,22					0,71	0,70	6,0%	0,80	
		VERIFICA Illuminotecnica														
		Valori di Verifica														
		VERIFICA Illuminotecnica														
		Parametri di manutenzione in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione														
		Impianto														
		Indici Verifica L.P. 16/2007														
		VERIFICA L.P. 16/2007														
		Regolatore SI														
		Emh (piano efficace) 8,22														
		Zona Protetta NO														
		Totali														
		46.200,00														
		Regolatore SI 69,87%														
		Emh (piano efficace) 8,22														
		Totali														
		46.200,00														
		Regolatore SI 69,87%														
		Emh (piano efficace) 8,22														
		Totali														
		46.200,00														
		Regolatore SI 69,87%														
		Emh (piano efficace) 8,22														
		Totali														
		46.200,00														
		Regolatore SI 69,87%														
		Emh (piano efficace) 8,22														
		Totali														
		46.200,00														
		Regolatore SI 69,87%														
		Emh (piano efficace) 8,22														
		Totali														
		46.200,00														
		Regolatore SI 69,87%														
		Emh (piano efficace) 8,22														
		Totali														
		46.200,00														
		Regolatore SI 69,87%														
		Emh (piano efficace) 8,22														
		Totali														
		46.200,00														
		Regolatore SI 69,87%														
		Emh (piano efficace) 8,22														
		Totali														
		46.200,00														
		Regolatore SI 69,87%														
		Emh (piano efficace) 8,22														
		Totali														
		46.200,00														
		Regolatore SI 69,87%														
		Emh (piano efficace) 8,22														
		Totali														
		46.200,00														
		Regolatore SI 69,87%														
		Emh (piano efficace) 8,22														
		Totali														
		46.200,00														
		Regolatore SI 69,87%														
		Emh (piano efficace) 8,22														

### **3.1.1.11 Tratto 11 - Via di S.Lucia**

Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade ai vapori di mercurio da 125 W, con pali a sbraccio aventi un'altezza di 7,5 m ed interasse medio di 30 m.

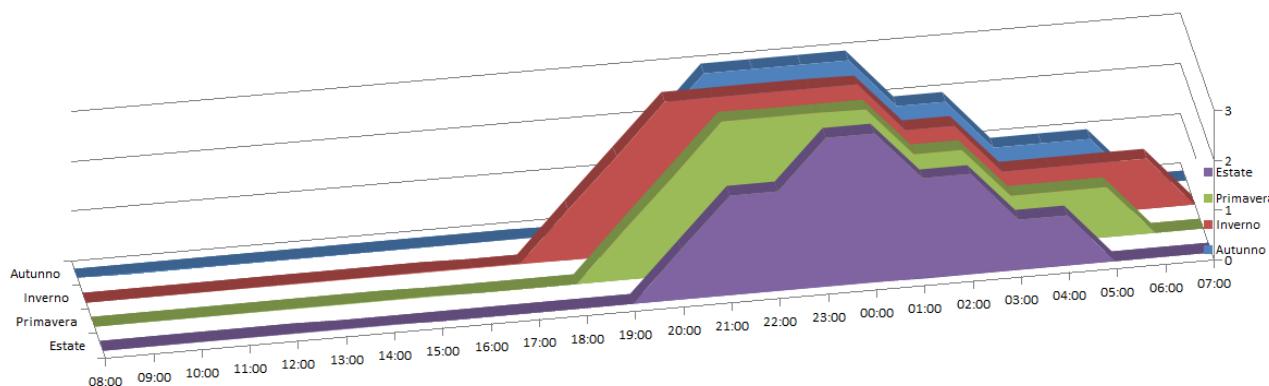
I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 0,20 cd/mq risulta inferiore a 0,50 cd/mq) ed il parametro  $\eta$  (pari a 94,20, superiore a 15).

Per verificare i parametri illuminotecnici si suggerisce di installare pali con sbraccio da 1,2 m aventi un'altezza di 9,5 m con una lampada ai vapori di sodio ad alta pressione da 70 W; l'interasse attuale viene aumentato a 34 m ed il numero di pali diminuisce di un'unità (5).

Tale soluzione va accoppiata all'installazione di un regolatore di flusso.

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia anche in considerazione del funzionamento del regolatore di flusso secondo i livelli riportati in figura 99.

In figura 100 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.



*Fig. 99– Ipotesi di programmazione del regolatore di flusso (Livello 1 = 50% - Livello 2 = 75% - Livello 3 = 100%)*



*Fig. 100– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

Caratteristiche tratto		
Tratto	11	
Luogo	Via di S. Lucia	
Quadro elettrico	Q3	
Rif. su tavola	118-123	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	Vaporì di sodio HP	
Numero punti luce	5	
Potenza lampada	W	70
Altezza pali	m	9,5
Sbraccio	m	1,2
Distanza pali	m	34
Ore di accensione impianto	h	3865



*Tab. 119 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*

Analisi stato di progetto		
Descrizione		Stato di progetto
Potenza nominale della lampada	W	70
Potenza assorbita dal punto luce	W	81
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2983
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	1244
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	31,36
Durata di una lampada	h	24.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	30,88
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	35,20
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	175,98
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	248,56

*Tab. 120 – Ore di accensione e costi di esercizio*

In tabella 121 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>	<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>	
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,50
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	$\geq 0,35$	0,39
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $U_i$ )	-	$\geq 0,4$	0,60
Incremento di soglia massimo (TI)	%	$\leq 15$	4
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	$\geq 0,5$	0,6
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	$\leq 15$	12,50
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 121 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

Per concludere in tabella 122 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la Provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe ad una riduzione dei costi di esercizio rispetto allo stato attuale, con un risparmio di circa 250 €/anno pari al 59% del costo attuale.

**TRATTO 11- Premione Via di S Lucia (rif. 118 - 123)**

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) da sostegno esistente di altezza pari a 7 metri circa. Compresi il nolo di autoscalza, l'operatore addetto alla manovra, l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	6	€ 39,00	€ 234,00	
<b>Rimozione di pali e relativi bracci ed accessori da illuminazione pubblica d'arredo, di altezza complessiva pari a 7 mt circa. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.</b>	n°	6	€ 35,00	€ 210,00	
Fornitura e posa in opera di plinto prefabbricato per palo illuminazione da 8,7-9,2 m di altezza di dimensioni 90x70x80h cm, con predisposizione per alloggiamento palo e pozzetto per collegamento cavi di alimentazione elettrica, comprensivo di chiusino in ghisa carribile e sistemazione della pavimentazione adiacente.	n°	5	€ 327,00	€ 1.635,00	
<b>Formazione di nuova risalita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozzetto.</b>	n°	5	€ 32,50	€ 162,50	
Fornitura e posa in opera di palo per illuminazione pubblica in acciaio zincato con diametro in sommità di 60 mm, completo di finestrella d'ispezione a filo palo, morsettiera con fusibili, asola per passaggio dei conduttori, altezza fuori terra 10 metri, diametro della base =158 mm, spessore 4 mm. Inclusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	5	€ 460,00	€ 2.300,00	
<b>Fornitura e posa di braccio curvo o prolunga diritta.</b>	n°	5	€ 60,00	€ 300,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione (tipo Philips Mantha 621HGV od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 66, classe II di isolamento, completo di accessori e diffusore in vetro temperato. Completo di lampada a vapori di sodio ad alta pressione, potenza 70 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	5	€ 375,00	€ 1.875,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>				<b>€ 6.716,50</b>	
<b>Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)</b>				<b>€ 670,00</b>	
<b>IVA 20%</b>				<b>€ 738,65</b>	
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>				<b>€ 7.455,15</b>	

*Tab. 122 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto*

# ALLEGATO A

**Descrizione Intervento:** Premione - Via di Santa Lucia - tratto 11

**Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):**

**Intervallo di manutenzione prevista (anni):**

**Superficie efficace (mq):**

medio

2,00

990

Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita: UNI 11248

Norme	Descrizione	Valori Numerici						Indici qualitativi				
		Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	T1	SR
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)	Carreggiata	ME5	990,0	0,50	7,5	-	-	-	0,35	0,4	15%	0,5
Parametri di progetto	Carreggiata	ME5	990,0	0,50	7,5	-	-	-	0,35	0,4	15%	0,5

Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento

Norme	Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	T1	SR	
Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto	Carreggiata	ME5	990,0	0,50	8,71	-	-	-	0,39	0,60	4,0%	0,60	
VERIFICA Illuminotecnica	Descrizione	Categoria	Em x S	Lm	Em	Em	Em	Em	U0	U1	T1	SR	
	Carreggiata	ME5	8.623	OK	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
				-	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
				-	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

Fattore di manutenzione; indicare la norma seguita: Legge P.A.T. n° 16 / 2007

Impianto	Descrizione	Lampada	Flusso	Watt	IP	h/anno	Nr.	FM	kW	kWh/anno
Totali										
	Regolatore	si	74,42%							
	Emh (piano efficace)	8,71								
	Zona Protetta	NO								

Indici Verifica L.P. 16/2007	Kill(limite)	3,0
	η(limite)	15,0

Verificata

### **3.1.1.12 Tratto 12 Via Alla Closura**

Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade ai vapori di mercurio da 80 W, ottica a testa-palo aventi un'altezza di 6,0 m ed interasse medio di 23 m.

L'apparecchio presenta un'emissione luminosa al di sopra dell'orizzonte (classe B) ma il parametro Kill risulta verificato.

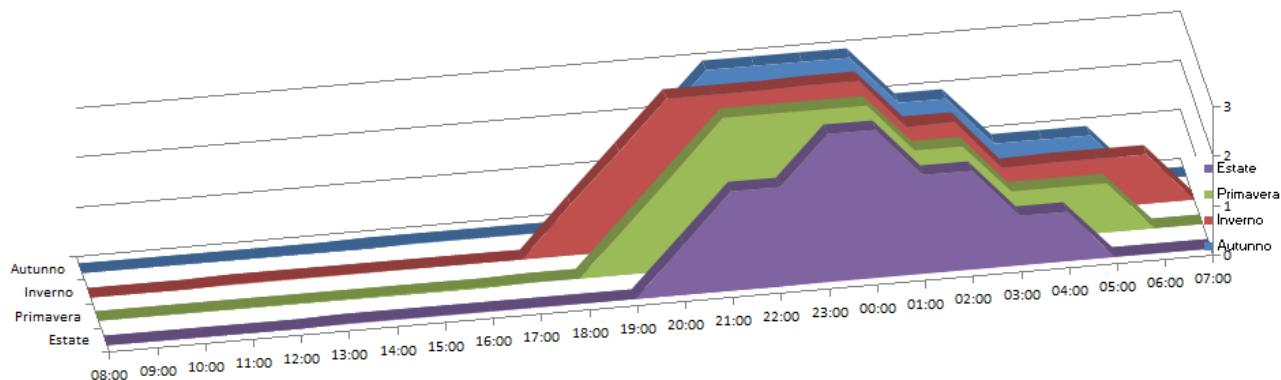
I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 0,2 cd/mq risulta inferiore a 0,50 cd/mq) ed il parametro  $\eta$  (pari a 101,7, superiore a 15).

Per verificare i parametri illuminotecnici e garantire un risparmio energetico si suggerisce di installare pali aventi un'altezza di 7,5 m ed interdistanza di 35 m senza sbraccio ed una lampada a LED da 39 W. Il numero di pali diminuisce di una unità (4).

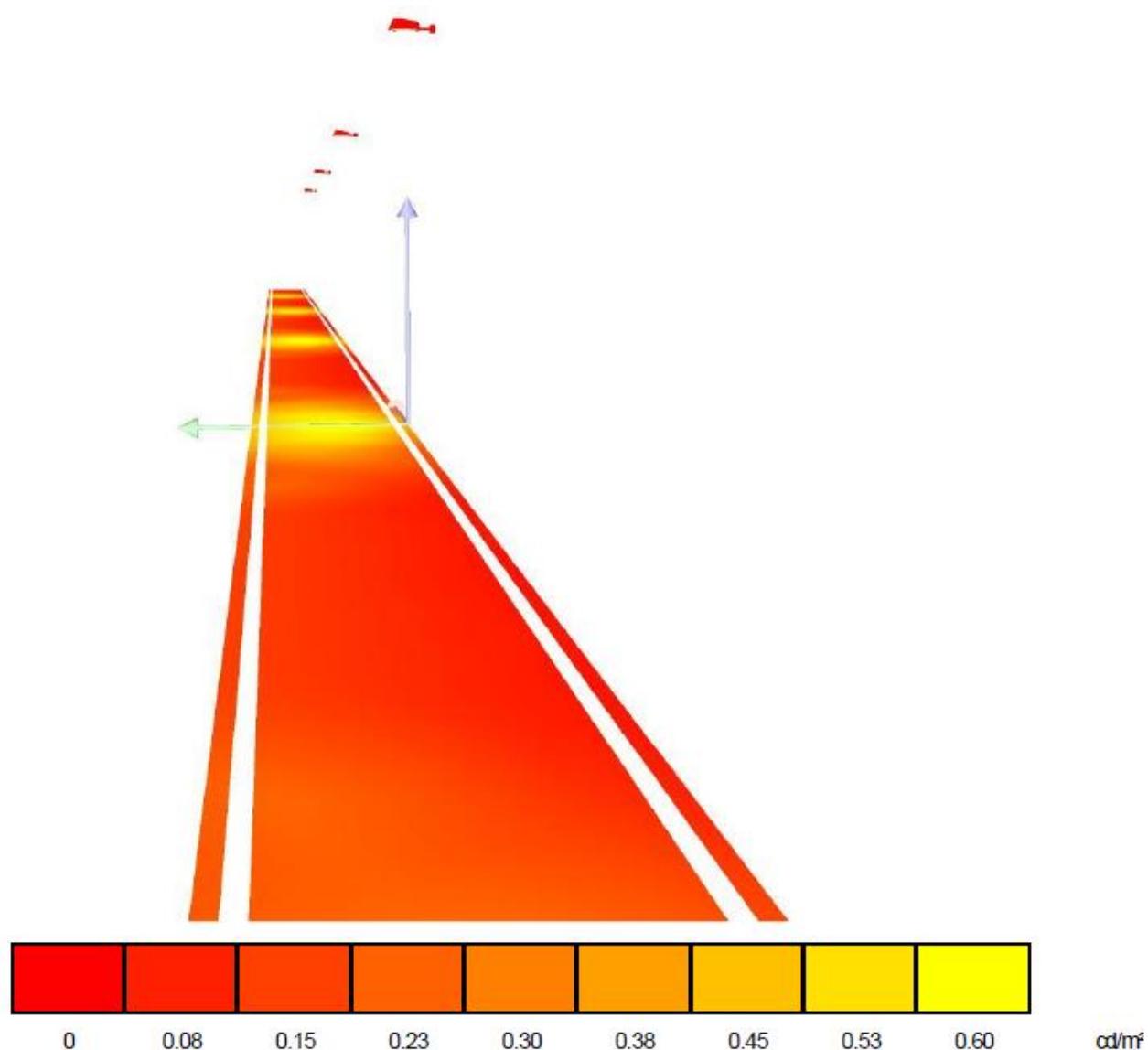
Per verificare il parametro  $\eta$  si ritiene necessario installare un regolatore di flusso.

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia anche in considerazione del funzionamento del regolatore di flusso secondo i livelli riportati in figura 101.

In figura 102 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.



*Fig. 101 – Ipotesi di programmazione del regolatore di flusso (Livello 1 = 50% - Livello 2 = 75% - Livello 3 = 100%)*



*Fig. 102 – Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

Caratteristiche tratto		
Tratto	12	
Luogo	Via alla Closura	
Quadro elettrico	Q3	
Rif. su tavola	100-109	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	LED	
Numero punti luce	4	
Potenza lampada	W	39
Altezza pali	m	7,5
Sbraccio	m	-
Distanza pali	m	35
Ore di accensione impianto	h	3865



*Tab. 123 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*

Analisi stato di progetto		
Descrizione		Stato di progetto
Potenza nominale della lampada	W	39
Potenza assorbita dal punto luce	W	55
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2983
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	676
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	21,29
Durata di una lampada	h	150.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	1.002,00
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	41,22
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	164,88
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	115,26

*Tab. 124 – Ore di accensione e costi di esercizio*

In tabella 125 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

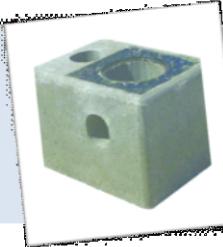
<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,50
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	$\geq 0,35$	0,61
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	$\geq 0,4$	0,70
Incremento di soglia massimo (TI)	%	$\leq 15$	2
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	$\geq 0,5$	1,2
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	$\leq 15$	13,80
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 125 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

Per concludere in tabella 126 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la Provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe ad una riduzione dei costi di esercizio rispetto allo stato attuale, con un risparmio di circa 115 €/anno pari al 41% del costo attuale.

**TRATTO 12 - Premione Via Alla Closur (rif. 100 - 109)**

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) da sostegno esistente di altezza pari a 6 metri circa. Compresi il nolo di autoscala, l'operatore addetto alla manovra, l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	6	€ 39,00	€ 234,00	
<b>Rimozione di pali e relativi bracci ed accessori da illuminazione pubblica d'arredo, di altezza complessiva pari a 6 mt circa. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.</b>	n°	6	€ 35,00	€ 210,00	
Fornitura e posa in opera di plinto prefabbricato per palo illuminazione da 7,8-8,2 m di altezza di dimensioni 60x85x73h, con predisposizione per alloggiamento palo e pozetto per collegamento cavi di alimentazione elettrica, comprensivo di chiusino in ghisa carribile e sistemazione della pavimentazione adiacente.	n°	4	€ 284,00	€ 1.136,00	
<b>Formazione di nuova rialita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozetto.</b>	n°	4	€ 32,50	€ 130,00	
Fornitura e posa in opera di palo per illuminazione pubblica in acciaio zincato con diametro in sommità di 60 mm, completo di finestrella d'ispezione a filo palo, morsettiera con fusibili, asola per passaggio dei conduttori, altezza fuori terra 7 metri, diametro della base =138 mm, spessore 4 mm. Inclusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	4	€ 380,00	€ 1.520,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione con sorgente luminosa a led di potenza 39W (tipo iGuzzini Lavinia BD87 od equivalente), compreso braccio cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 66, classe II di isolamento, completo di accessori. Diffusore in vetro temperato spessore 4 mm resistente agli shock termici e agli urti. Completo di lampada a LED cool white 4000K, potenza 39 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	4	€ 835,00	€ 3.340,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>				<b>€ 6.570,00</b>	
Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)				€ 660,00	
<b>IVA 20%</b>				<b>€ 723,00</b>	
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>				<b>€ 7.293,00</b>	

Tab. 126 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto

# ALLEGATO A

**Descrizione Intervento:** Premione - Via Alla Closura - tratto 12

**Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):**

medio

**Intervallo di manutenzione prevista (anni):**

2,00

**Superficie efficace (mq):**

414

Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita: UNI 11248

Norme	Descrizione	Valori Numerici						Indici qualitativi				
		Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	T1	SR
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)	Carreggiata	ME5	414,0	0,50	7,5				0,35	0,4	15%	0,5
Parametri di progetto	Carreggiata	ME5	414,0	0,50	7,5				0,35	0,4	15%	0,5

Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento

Valori di Progetto	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	T1	SR
Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto	Carreggiata	ME5	414,0	0,50	7,26			0,61	0,70	2,0%	1,20

Fattore di manutenzione; indicare la norma seguita: Legge P.A.T. n° 16/2007

Impianto	Descrizione	Lampada	Flusso	Watt	IP	h/anno	Nr.	FM	kW	kWh/anno
	Testapalo, h=7,5m i=35m	LED	2965	39	IP 66	3.865	4	0,80	0,16	602,94

Totali	Regolatore	si	11.860,00	74,42%	0,90	4	0,16	602,94
	Emh (piano efficace)	7,26						
	Zona Protetta	NO						

VERIFICA  
L.P. 16/2007

Verificata

Indici Verifica

Kill(limite)	3,0
η(limite)	15,0

### **3.1.1.13 Tratto 13 Via Alla Predaia**

Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade ai vapori di mercurio da 80 W, ottica a testa-palo aventi un'altezza di 7,0 m ed interasse medio di 32 m.

L'apparecchio presenta un'emissione luminosa al di sopra dell'orizzonte (classe B) ma il parametro Kill risulta verificato.

I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 0,1 cd/mq risulta inferiore a 0,75 cd/mq) ed il parametro  $\eta$  (pari a 55,0, superiore a 15).

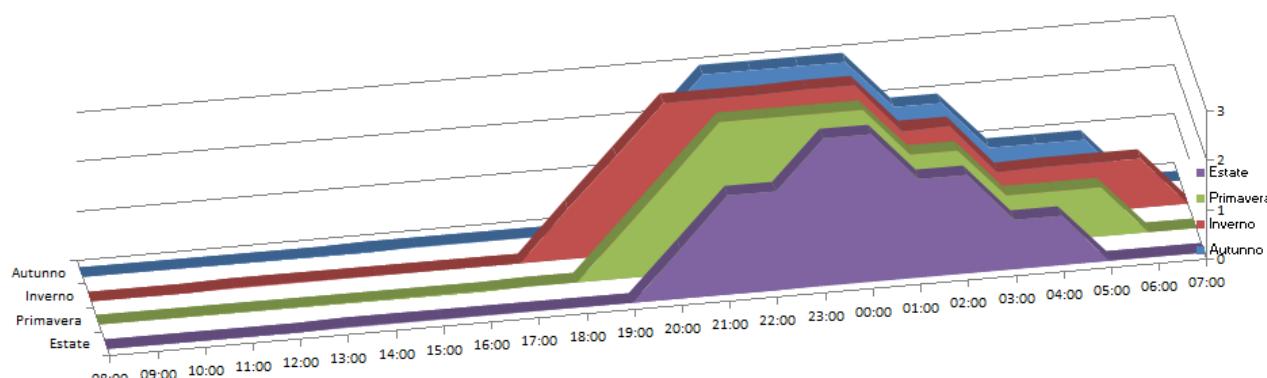
Per quanto riguarda invece il marciapiede, non risultano rispettati né l'illuminamento orizzontale medio mantenuto (pari a 2,5 lux, inferiore a 7,5 lux) né l'illuminamento orizzontale minimo mantenuto (che con 0,5 lux è inferiore a 1,5 lux).

Per soddisfare i parametri illuminotecnici e garantire un risparmio energetico si suggerisce di installare pali aventi la medesima altezza ed interdistanza degli attuali ma uno sbraccio pari a 1,5 m ed una lampada ai vapori di sodio ad alta pressione da 70 W.

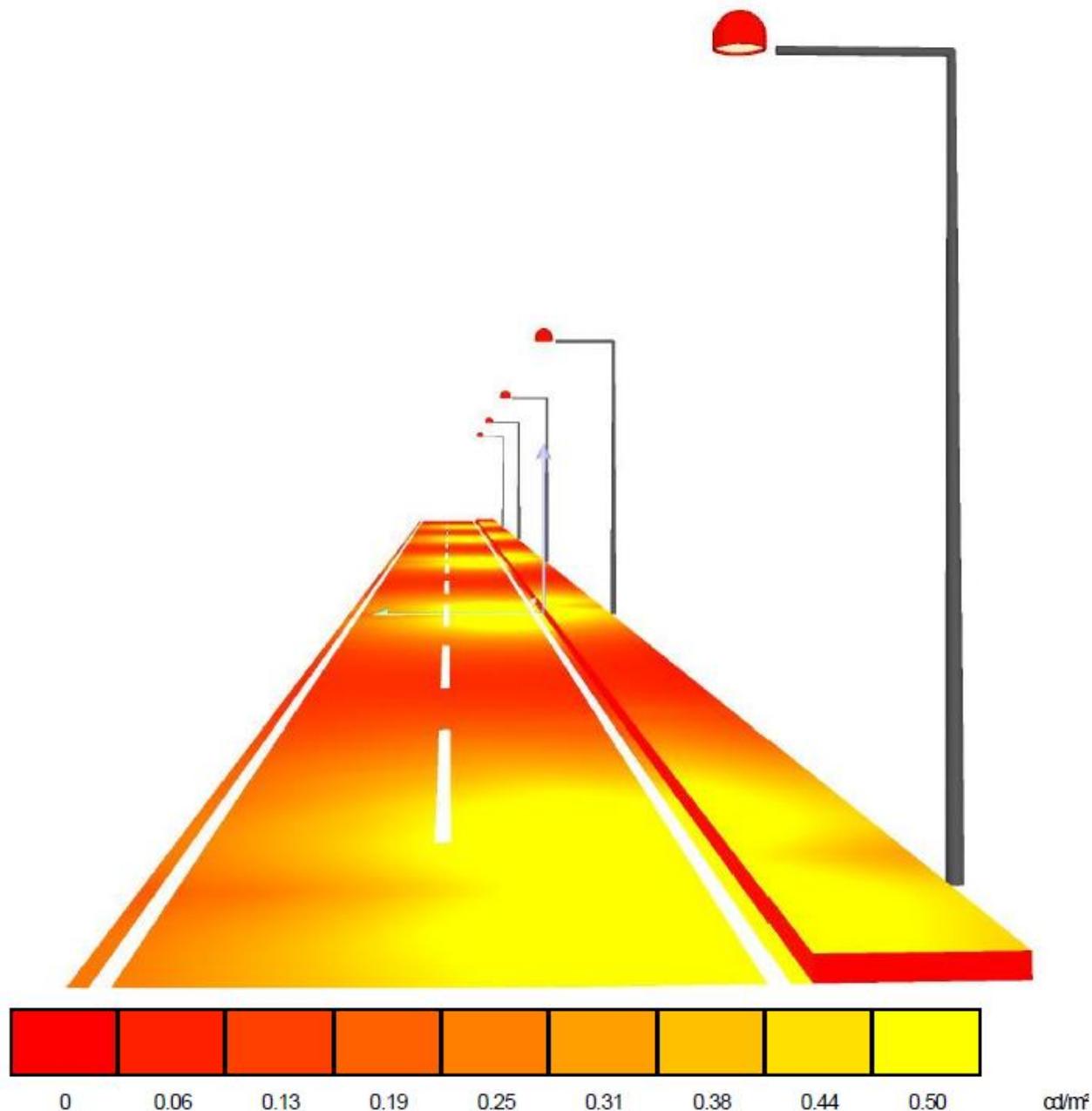
Per verificare il parametro  $\eta$  si ritiene necessario installare un regolatore di flusso.

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia anche in considerazione del funzionamento del regolatore di flusso secondo i livelli riportati in figura 103.

In figura 104 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.



*Fig. 103– Ipotesi di programmazione del regolatore di flusso (Livello 1 = 50% - Livello 2 = 75% - Livello 3 = 100%)*



*Fig. 104– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	13	
Luogo	Via della Predaia	
Quadro elettrico	Q4	
Rif. su tavola	238-248	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	Vaporì di sodio HP	
Numero punti luce	11	
Potenza lampada	W	70
Altezza pali	m	7
Sbraccio	m	1,5
Distanza pali	m	32
Ore di accensione impianto	h	3865



*Tab. 127 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*

<b>Analisi stato di progetto</b>		
<b>Descrizione</b>	<b>Stato di progetto</b>	
Potenza nominale della lampada	W	70
Potenza assorbita dal punto luce	W	83
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2983
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	2805
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	32,13
Durata di una lampada	h	24.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	30,88
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	35,97
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	395,67
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	-22,68

*Tab. 128 – Ore di accensione e costi di esercizio*

In tabella 129 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,50
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	7,5 ÷ 8,625	8,4
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	≥ 1,5	2
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,42
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,4	0,50
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	8
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,7
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	11,70
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 129 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

Per concludere in tabella 130 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la Provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe ad un aumento dei costi di esercizio rispetto allo stato attuale, anche se di una quantità molto contenuta, pari a circa 23 €/anno.

## TRATTO 13 - Villa Banale Via della Predaia (rif. 238 - 248)

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) da sostegno esistente di altezza pari a 7 metri circa. Compresi il nolo di autoscala, l'operatore addetto alla manovra, l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	11	€ 39,00	€ 429,00	
<b>Formazione di nuova risalita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozzetto.</b>	n°	11	€ 32,50	€ 357,50	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione (tipo iGuzzini Cut-Off ARGO BC82 od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 66, classe II di isolamento, completo di accessori. Diffusore in vetro temperato spessore 5 mm resistente agli shock termici e agli urti. Completo di lampada a vapori di sodio ad alta pressione, potenza 70 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio grafite, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	11	€ 320,00	€ 3.520,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>					€ 4.306,50
<b>Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)</b>					€ 430,00
<b>IVA 20%</b>					€ 473,65
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>					€ 4.780,15

*Tab. 130 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto*

# ALLEGATO A

**Descrizione Intervento:** Villa banale - Via della Predaia - tratto 13

**Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):**

**Intervallo di manutenzione prevista (anni):**

**Superficie efficace (mq):**

medio

2,00

**2,288**

Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita: **UNI 11248**

Norme	Descrizione	Valori Numerici						Indici qualitativi				
		Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	T1	SR
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)	Carreggiata	ME5	1.760,0	0,50	7,5	7,5	1,5		0,35	0,4	15%	0,5
	Marciapiede	S3	528,0									
Parametri di progetto	Carreggiata	ME5	1.760,0	0,50	7,5	7,5	1,5		0,35	0,4	15%	0,5
	Marciapiede	S3	528,0									

Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento

Norme	Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	Valori di Progetto			Indici Verifica
									U0	U1	T1	SR
Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto	Carreggiata	ME5	1.760,0	0,50	8,56				0,42	0,50	8,0%	0,70
	Marciapiede	S3	528,0		8,40	2,00						
VERIFICA Illuminotecnica	Carreggiata	ME5	15.066	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	Marciapiede	S3	4.435	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Fattore di manutenzione; indicare la norma seguita: **Legge P.A.T. n° 16 / 2007**

Impianto	Descrizione	Lampada	Flusso	Watt	IP	h/anno	Nr.	FM	Indici Verifica	
									kW	kWh/anno
Totali	Testapalo, h=7m i=32m	SODIO	6500	70	IP 66	3.865	11	0,80	0,77	2.976,05
									-	-

<b>Totali</b>	<b>Regolatore</b>	<b>si</b>	<b>74,42%</b>	<b>0,90</b>	<b>0,20</b>	<b>0,77</b>	<b>2.976,05</b>
	<b>Emh (piano efficace)</b>	<b>8,52</b>					

**Verificata**

**L.P. 16/2007**

**Indici Verifica**

<b>Kwh(limite)</b>	<b>3,0</b>
<b>η(limite)</b>	<b>15,0</b>

### **3.1.1.14 Tratto 14 Via delle Ville Nuove**

Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade ai vapori di mercurio da 125 W, ottica a testa-palo aventi un'altezza di 8,0 m ed interasse medio di 24 m.

L'apparecchio presenta un'emissione luminosa significativa al di sopra dell'orizzonte (classe B) ed il parametro Kill non risulta verificato (13,9 superiore al limite massimo di 3).

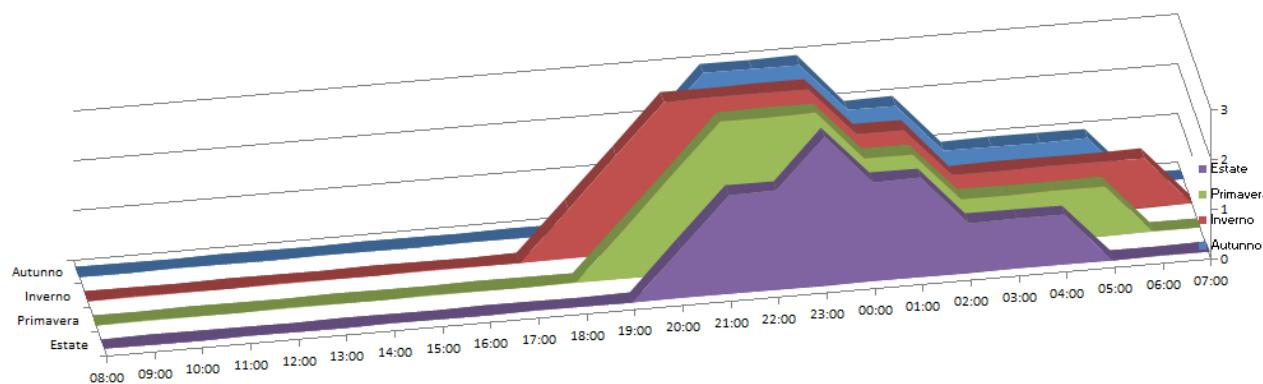
I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 0,3 cd/mq risulta inferiore a 0,50 cd/mq) ed il parametro  $\eta$  (pari a 98,5 superiore a 15).

Per verificare i parametri illuminotecnici e garantire un risparmio energetico si suggerisce di installare pali aventi una altezza ed un interasse inferiori (pari rispettivamente a 5,0 m e 21 m) con una lampada a LED da 17 W montata a testa-palo. Lo sbraccio proposto è pari a 1,2 m, mentre il numero di pali aumenta di un'unità (10).

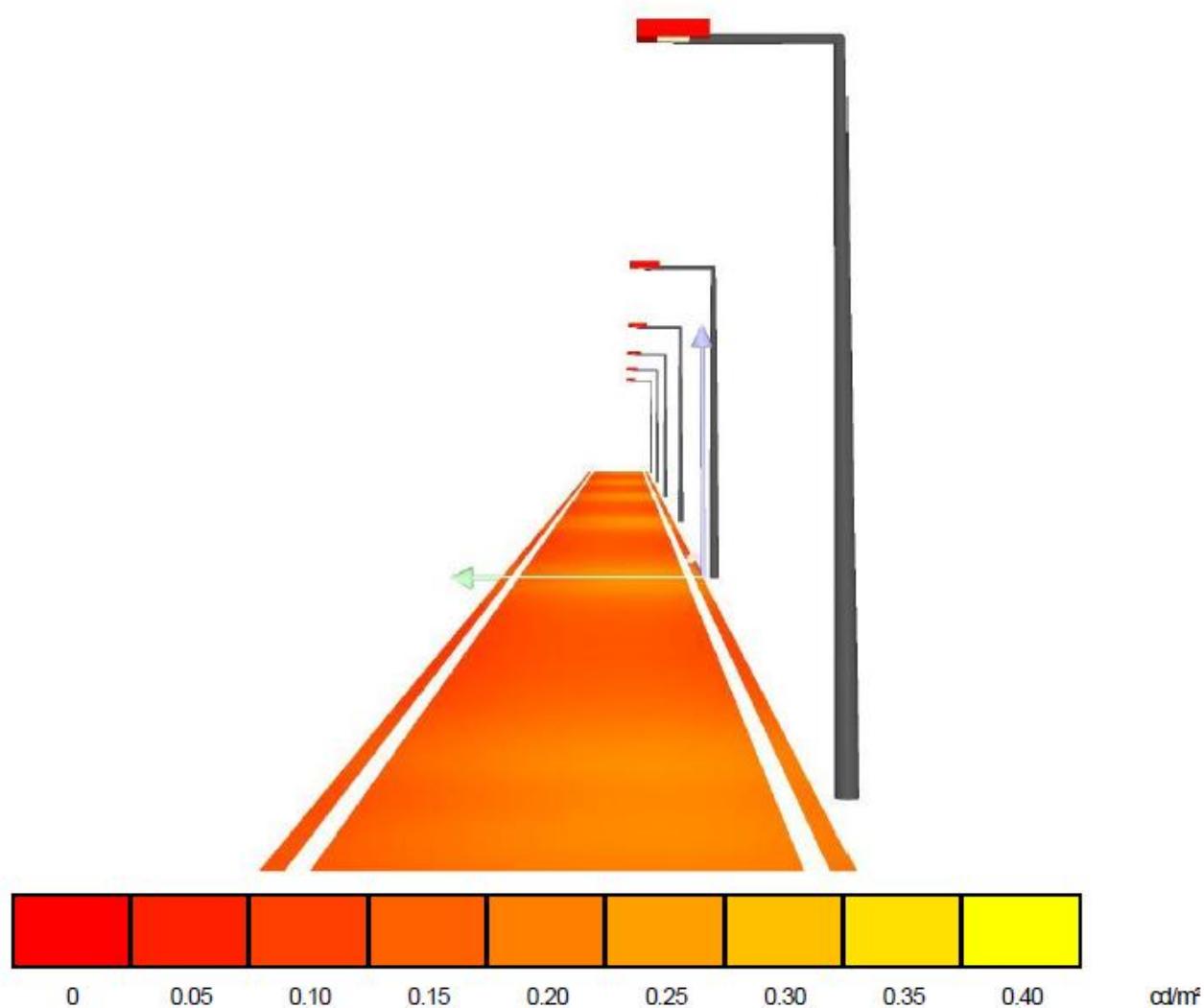
Per verificare il parametro  $\eta$  si ritiene necessario installare un regolatore di flusso.

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia anche in considerazione del funzionamento del regolatore di flusso secondo i livelli riportati in figura 105.

In figura 106 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.



*Fig. 105 – Ipotesi di programmazione del regolatore di flusso (Livello 1 = 50% - Livello 2 = 75% - Livello 3 = 100%)*



*Fig. 106– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	14	
Luogo	Via delle Ville Nuove	
Quadro elettrico	Q4	
Rif. su tavola	258-266	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	LED	
Numero punti luce	10	
Potenza lampada	W	17
Altezza pali	m	5
Sbraccio	m	1,2
Distanza pali	m	21
Ore di accensione impianto	h	3865



*Tab. 131 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*

<b>Analisi stato di progetto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato di progetto</b>
Potenza nominale della lampada	W	17
Potenza assorbita dal punto luce	W	22
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2801
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	635
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	8,00
Durata di una lampada	h	150.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	956,40
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	25,86
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	258,56
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	203,92

*Tab. 132 – Ore di accensione e costi di esercizio*

In tabella 133 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,50
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,43
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,4	0,50
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	15
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	6
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	14,90
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 133 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

Per concludere in tabella 134 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la Provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe ad una riduzione dei costi di esercizio rispetto allo stato attuale, con un risparmio di circa 205 €/anno pari al 44% del costo attuale.

**TRATTO 14- Villa Banale Via delle Ville nuove (rif. 258 - 266)**

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) da sostegno esistente di altezza pari a 8 metri circa. Compresi il nolo di autoscala, l'operatore addetto alla manovra, l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	9	€ 39,00	351,00	
Rimozione di pali e relativi bracci ed accessori da illuminazione pubblica d'arredo, di altezza complessiva pari a 8 mt circa. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	9	€ 35,00	315,00	
Fornitura e posa in opera di plinto prefabbricato per palo illuminazione da 5,5 m di altezza di dimensioni 48x65x48 cm, con predisposizione per alloggiamento palo e pozetto per collegamento cavi di alimentazione elettrica, comprensivo di chiusino in ghisa carrabile e sistemazione della pavimentazione adiacente.	n°	10	€ 164,00	1.640,00	
Formazione di nuova rialita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozetto.	n°	10	€ 32,50	325,00	
Fornitura e posa in opera di palo in alluminio estruso rigato per illuminazione pubblica, h=5 mt fuori terra, sezione circolare con diametro da 120 mm e riduzione in pressofusione di alluminio in sommità da 60 mm, colore grafite, con finestrella per l'ispezione ed il cablaggio, portafusibile di protezione, morsettiera asportabile. Classe di isolamento II. Inclusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	10	€ 435,00	4.350,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione con sorgente luminosa a led di potenza 20W (tipo led philips mini iridium od equivalente), compreso attacco dima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 66, classe II di isolamento, completo di accessori. Diffusore in vetro temperato spessore 4 mm resistente agli shock termici e agli urti. Completo di lampada a LED neutral white 4000K, potenza 20 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	10	€ 797,00	7.970,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>				<b>€ 14.951,00</b>	
Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)				€ 1.500,00	
<b>IVA 20%</b>				<b>€ 1.645,10</b>	
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>				<b>€ 16.596,10</b>	

Tab. 134 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto



### **3.1.1.15 Tratto 15 Via di Pestelan**

Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade ai vapori di mercurio da 125 W, con pali a sbraccio aventi un'altezza di 7,5 m ed interasse medio di 40 m.

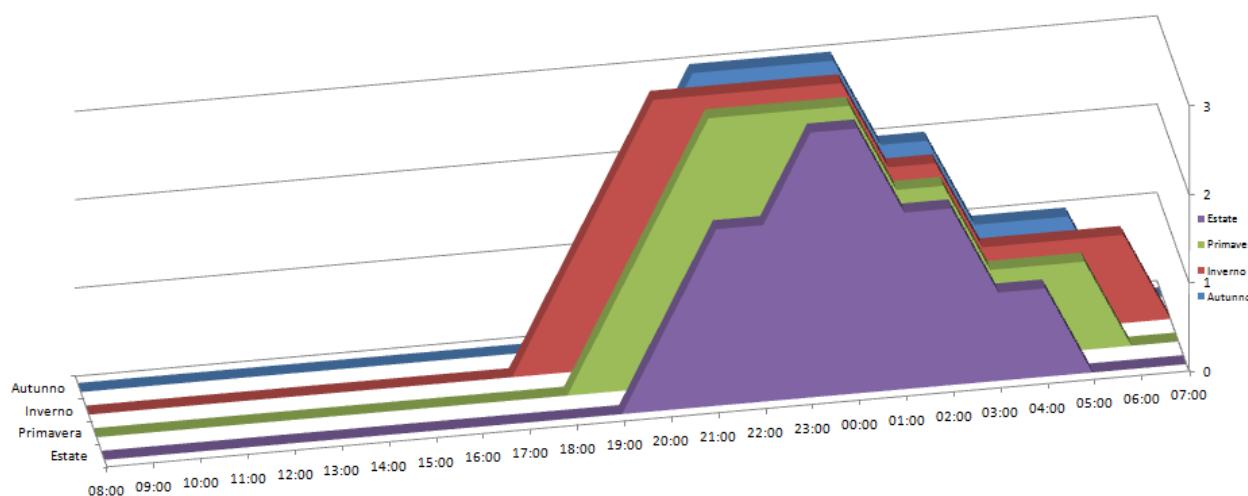
I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 0,10 cd/mq risulta inferiore a 0,50 cd/mq) ed il parametro  $\eta$  (pari a 97,50, superiore a 15).

Per soddisfare i parametri illuminotecnici si suggerisce di installare pali aventi un'altezza di 9,0 m con corpo testa-palo ed una lampada ai vapori di sodio ad alta pressione da 70 W; l'interasse attuale viene mantenuto tale.

Tale soluzione, presentando lampade che assorbono una potenza inferiore all'attuale, permette anche una riduzione considerevole dei consumi elettrici.

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia anche in considerazione del funzionamento del regolatore di flusso secondo i livelli riportati in figura 107.

In figura 108 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.



*Fig. 107– Ipotesi di programmazione del regolatore di flusso (Livello 1 = 50% - Livello 2 = 75% - Livello 3 = 100%)*

Caratteristiche tratto		
Tratto	15	
Luogo	Via di Pestelan	
Quadro elettrico	Q4	
Rif. su tavola	249-257	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	Vaporì di sodio HP	
Numero punti luce	8	
Potenza lampada	W	70
Altezza pali	m	9
Sbraccio	m	-
Distanza pali	m	40
Ore di accensione impianto	h	3865

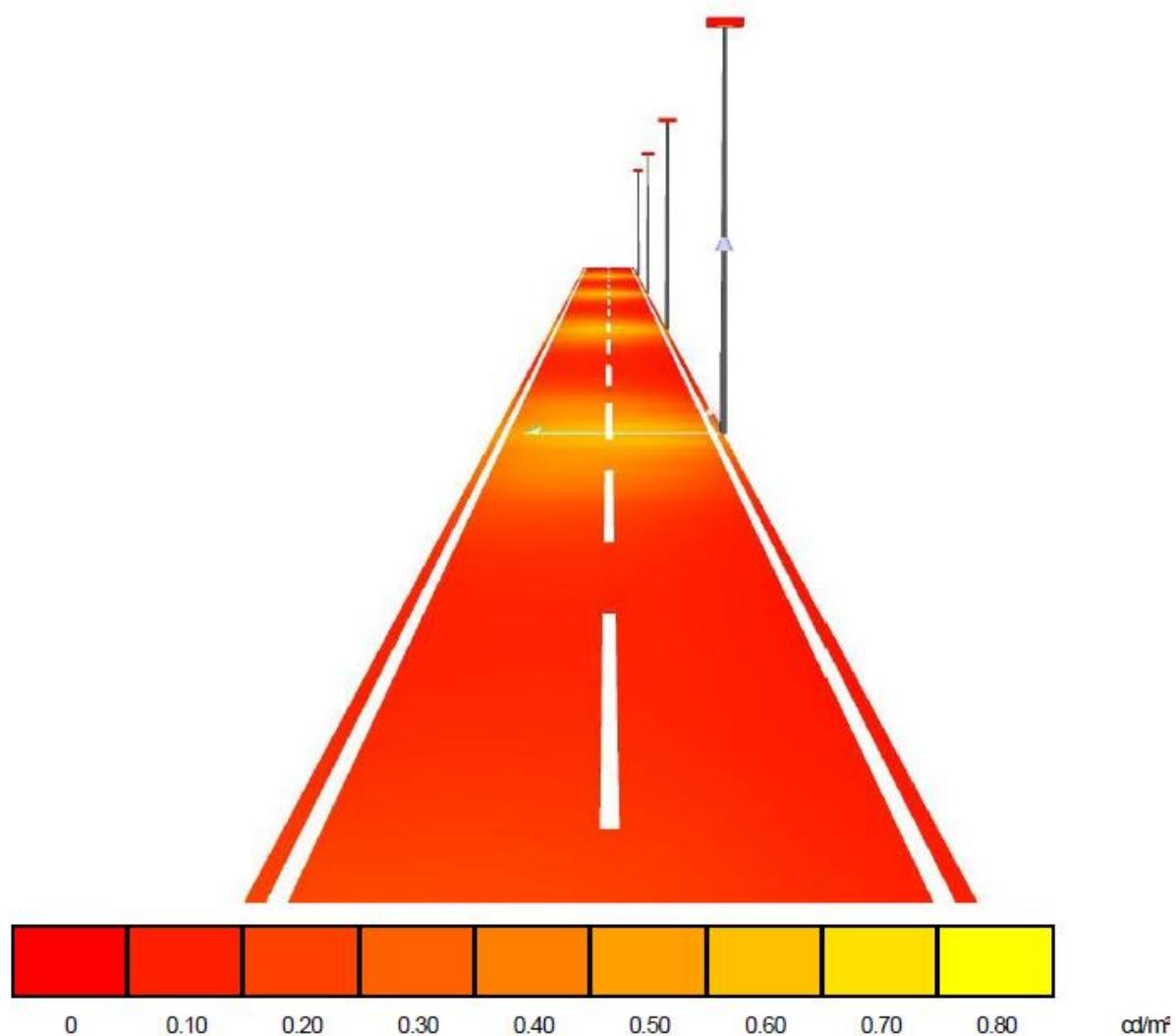


*Tab. 135 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*

In tabella 137 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

Per concludere in tabella 138 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento che, vista anche l'età degli attuali corpi illuminanti, dovrebbe essere presa in considerazione. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la Provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe anche in questo caso, oltre ad un miglioramento della qualità dell'illuminazione, anche a dei risparmi dell'ordine del 38 % rispetto allo stato attuale, con una riduzione dei costi di esercizio di circa 175 €/anno.



*Fig. 108– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

<b>Analisi stato di progetto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato di progetto</b>
Potenza nominale della lampada	W	70
Potenza assorbita dal punto luce	W	83
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2983
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	2040
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	32,13
Durata di una lampada	h	24.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	30,88
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	35,97
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	287,76
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	174,73

*Tab. 136 – Ore di accensione e costi di esercizio*

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,50
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,38
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,4	0,40
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	5
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,5
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	12,00
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 137 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

## TRATTO 15 - Villa Banale Via di Pestelan (rif. 249 - 257)

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) da sostegno esistente di altezza pari a 7 metri circa. Compresi il nolo di autoscala, l'operatore addetto alla manovra, l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	9	€ 39,00	€ 351,00	
<b>Rimozione di pali e relativi bracci ed accessori da illuminazione pubblica d'arredo, di altezza complessiva pari a 7 mt circa. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.</b>	n°	9	€ 35,00	€ 315,00	
Formazione di nuova risalita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozzetto.	n°	9	€ 32,50	€ 292,50	
Fornitura e posa in opera di palo per illuminazione pubblica in acciaio zincato con diametro in sommità di 60 mm, completo di finestrella d'ispezione a filo palo, morsettiera con fusibili, asola per passaggio dei conduttori, altezza fuori terra 9 metri, diametro della base =158 mm, spessore 4 mm. Indusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	9	€ 460,00	€ 4.140,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione (tipo Philips Iridium sgs253 od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 66, classe II di isolamento, completo di accessori e diffusore in vetro temperato. Completo di lampada a vapori di sodio ad alta pressione, potenza 70 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	9	€ 397,00	€ 3.573,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>				€ 8.671,50	
<b>Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)</b>				€ 870,00	
<b>IVA 20%</b>				€ 954,15	
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>				€ 9.625,65	

Tab. 138 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto

---

**ALLEGATO A**

### **3.1.1.16 Tratto 16 – Villa banale, Via Don A. Pellizzari**

Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade ai vapori di sodio da 150 W, con pali a sbraccio aventi un'altezza di 7,5 m ed interasse medio di 29 m.

I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 1,63 cd/mq risulta superiore a 0,8625 cd/mq) ed il parametro Uo (pari a 0,3 inferiore a 0,4).

Il parametro  $\eta$  risulta verificato con 6,0 kWh·anno/mq.

Si propone di sostituire le lampade attualmente installate con nuove ai vapori di sodio ad alta pressione da 100 W in modo da rispettare il limite superiore del parametro della luminanza.

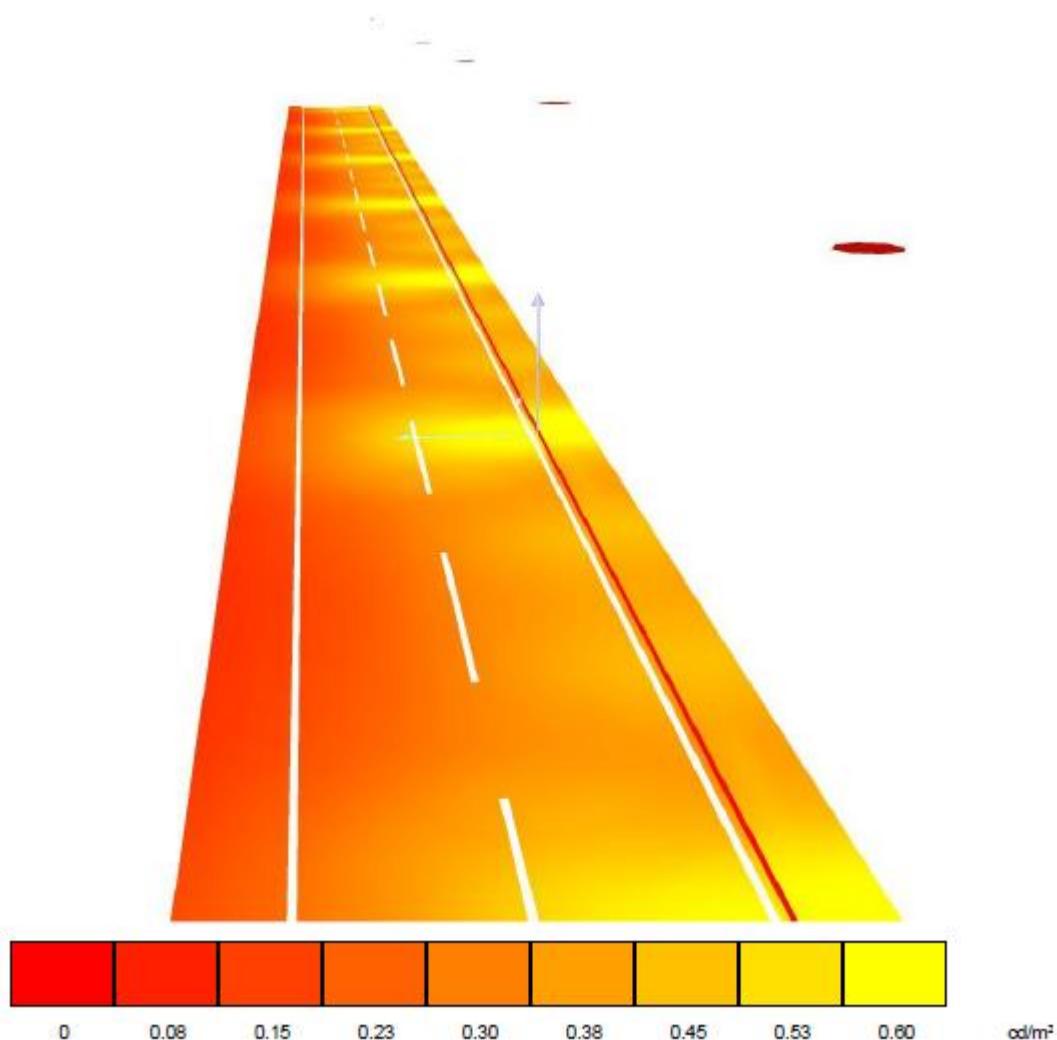
Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono sempre il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata della stessa, e del consumo di energia.

In figura 111 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.

Caratteristiche tratto		
Tratto	16	
Luogo	Via Don A. Pellizzari	
Quadro elettrico	Q4	
Rif. su tavola	155-198	
Classificazione strada	C	
Classe illuminotecnica	ME4b	
Lampada	vap. sodio	
Tipologia lampione su tavola	M	
Numero punti luce	14	
Potenza lampada	W	100
Altezza pali	m	7,5
Sbraccio	m	1
Distanza pali	m	29
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126



*Tab. 139 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*



*Fig. 111– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

In tabella 141 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

Per concludere in tabella 142 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento.

<b>Analisi stato di progetto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato di progetto</b>
Potenza nominale della lampada	W	100
Potenza assorbita dal punto luce	W	115
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	3865
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	6409
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	57,68
Durata di una lampada	h	28.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	33,74
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	62,34
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	872,79
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	41,27

*Tab. 140 – Ore di accensione e costi di esercizio*

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>	<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>	
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,75 ÷ 0,8625	0,75
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	10 ÷ 11,5	14
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	≥ 3	12
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,4	0,4
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $U_l$ )	-	≥ 0,5	0,70
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	7,00
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,8
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	12,00
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 141 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

## **TRATTO 16 - Villa Banale Via Don A. Pellizzari (rif. 155 - 198)**

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Fornitura di lampada al sodio ad alta pressione da 100 W e sostituzione in apparecchio di illuminazione esistente di altezza pari a 7,5 mt circa. Compreso l'onere per il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	14	€ 28,00	€ 392,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>			€	<b>392,00</b>	
IVA 20%			€	39,20	
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>			€	<b>431,20</b>	

*Tab. 142 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto*

## **ALLEGATO A**

ALLEGATO A												
Norme	Descrizione Intervento:	Villa Banale - Via Don A. Pellizzari - tratto 16										
		Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):	medio	Intervallo di manutenzione prevista (anni):	2,00	Superficie efficace (mq):	4.263	Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita:				
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)	Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	TI	SR
Carreggiata	ME4b	ME4b	3.045,0	0,75	10,0	10,0	3,0	3,0	0,40	0,5	15%	0,5
Marciapiede 1	S2	S2	609,0		10,0	10,0	3,0	3,0			-	-
Marciapiede 2	S2	S2	609,0		10,0	10,0	3,0	3,0			-	-
Parametri di progetto	Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	TI	SR
Carreggiata	ME4b	ME4b	3.045,0	0,75	10,0	10,0	3,0	3,0	0,40	0,5	15%	0,5
Marciapiede 1	S2	S2	609,0		10,0	10,0	3,0	3,0			-	-
Marciapiede 2	S2	S2	609,0		10,0	10,0	3,0	3,0			-	-
Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento												
Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto	Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	TI	SR
Carreggiata	ME4b	ME4b	3.045,0	0,75	11,00	11,00	4,00	4,00	0,40	0,70	7,0%	0,80
Marciapiede 1	S2	S2	609,0		14,00	12,00					-	-
Marciapiede 2	S2	S2	609,0		5,00	4,00					-	-
VERIFICA Illuminotecnica	Descrizione	Categoria	Em x S	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	U1	TI	SR
Carreggiata	ME4b	ME4b	33.495	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Marciapiede 1	S2	S2	8.526	OK	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Marciapiede 2	S2	S2	3.045	OK	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Valori di Verifica	Verifica	Fattore di manutenzione; indicare la norma seguita:										Legge P.A.T. n° 16 / 2007
Impianto	Descrizione	Lampada	Flusso	Watt	IP	h/anno	Nr.	Fm	kW	kWh/anno		
Palo a sbraccio, h:7,5m, i: 29m	sodio	10200	100	IP 65	3.865	14	0,80	1,40		5.411,00		
Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione										-	-	-
Totali			142.800,00				54.110,00	14	1,40	5.411,00		
	Regolatore	NO	100,00%	0,90	0,20							
	Emh (piano efficace)	10,57										
Indici Verifica	Zona Protetta	NO										
VERIFICA L.P. 16/2007	Kill(limite)	3,0										
	(limite)	15,0										

Verificata

### **3.1.1.17 Tratto 17 – Sclemo, Via dei Caputei (ovest)**

Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade ai vapori di mercurio da 125 W, con pali a sbraccio aventi un'altezza di 7,5 m ed interasse medio di 12 m.

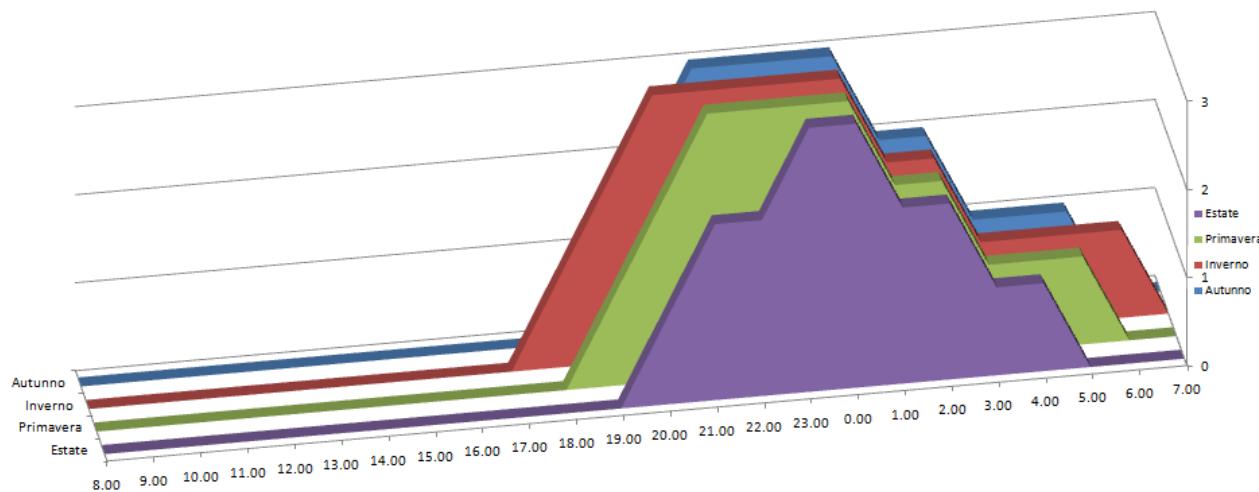
I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 0,60 cd/mq risulta inferiore a 0,50 cd/mq) ed il parametro  $\eta$  (pari a 49,3, superiore a 15).

Per soddisfare i parametri illuminotecnici si suggerisce di installare pali aventi la medesima altezza con uno sbraccio di 0,2 m ed una lampada ai vapori di sodio ad alta pressione da 70 W; l'interasse viene aumentato a 30 m.

Tale soluzione, presentando lampade che assorbono una potenza inferiore all'attuale, permette anche una riduzione considerevole dei consumi elettrici.

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia anche in considerazione del funzionamento del regolatore di flusso secondo i livelli riportati in figura 112.

In figura 113 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.



*Fig. 112– Ipotesi di programmazione del regolatore di flusso (Livello 1 = 50% - Livello 2 = 75% - Livello 3 = 100%)*

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	17	
Luogo	Via dei Caputei (ovest)	
Quadro elettrico	Q2	
Rif. su tavola	91-99	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	Vapori di sodio HP	
Tipologia lampioncino su tavola	A	
Numero punti luce	4	
Potenza lampada	W	70
Altezza pali	m	7,5
Sbraccio	m	0,2
Distanza pali	m	30
Ore medie accensione impianto	h	3865
Costo unitario energia	€/kWh	0,126

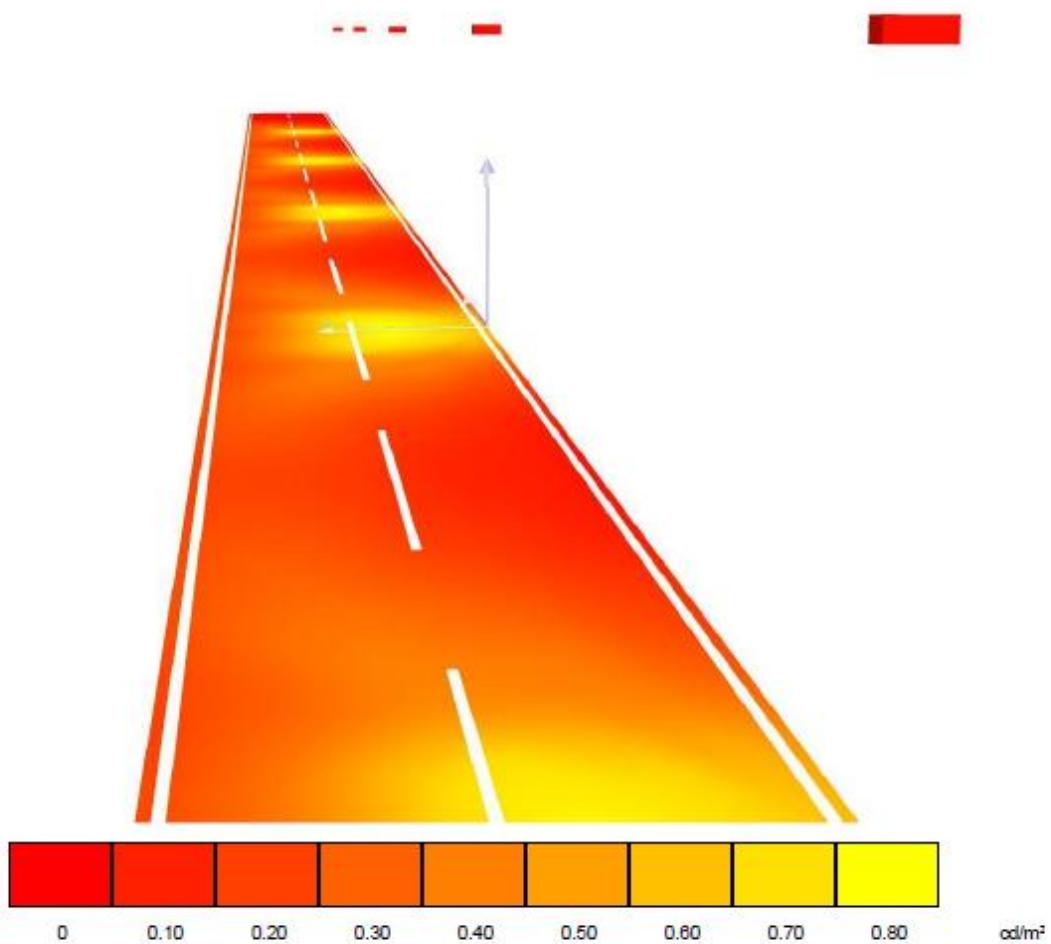


*Tab. 143 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*

In figura 100 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada. In tabella 145 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

Per concludere in tabella 146 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento che, vista anche l'età degli attuali corpi illuminanti, dovrebbe essere presa in considerazione. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la Provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe anche in questo caso, oltre ad un miglioramento della qualità dell'illuminazione, anche a dei risparmi dell'ordine del 70 % rispetto allo stato attuale, con una riduzione dei costi di esercizio di circa 322 €/anno.



*Fig. 113 – Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

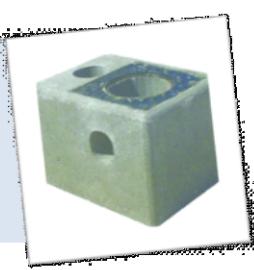
<b>Analisi stato di progetto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato di progetto</b>
Potenza nominale della lampada	W	70
Potenza assorbita dal punto luce	W	81
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2983
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	995
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	31,36
Durata di una lampada	h	24.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	30,88
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	35,20
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	140,78
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	321,70

*Tab. 144 – Ore di accensione e costi di esercizio*

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,50
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,51
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $U_l$ )	-	≥ 0,4	0,50
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	7,00
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,5
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	14,40
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 145 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

**TRATTO 17 - Sclemo Via dei Caputei (ovest) (rif. 91 - 99)**

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) da sostegno esistente di altezza pari a 7,5 metri circa. Compresi il nolo di autoscala, l'operatore addetto alla manovra, l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	9	€ 39,00	€ 351,00	
Rimozione di pali e relativi bracci ed accessori da illuminazione pubblica d'arredo, di altezza complessiva pari a 7,5 mt circa. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	9	€ 35,00	€ 315,00	
Fornitura e posa in opera di plinto prefabbricato per palo illuminazione da 7,8-8,2 m di altezza di dimensioni 60x85x73h, con predisposizione per alloggiamento palo e pozetto per collegamento cavi di alimentazione elettrica, comprensivo di chiusino in ghisa carrabile e sistemazione della pavimentazione adiacente.	n°	4	€ 284,00	€ 1.136,00	
Formazione di nuova risalita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozetto.	n°	4	€ 32,50	€ 130,00	
Fornitura e posa in opera di palo per illuminazione pubblica in acciaio zincato con diametro in sommità di 60 mm, completo di finestrella d'ispezione a filo palo, morsettiera con fusibili, asola per passaggio dei conduttori, altezza fuori terra 7,5 metri, diametro della base =138 mm, spessore 4 mm. Inclusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	4	€ 380,00	€ 1.520,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione (tipo DISANO Minitonale 1651 od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 66, classe II di isolamento, completo di accessori. Diffusore in vetro temperato spessore 5 mm resistente agli shock termici e agli urti. Completo di lampada a vapori di sodio ad alta pressione, potenza 70 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio grafite, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	4	€ 200,00	€ 800,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>				<b>€ 4.252,00</b>	
Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)				€ 430,00	
<b>IVA 20%</b>				<b>€ 468,20</b>	
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>				<b>€ 4.720,20</b>	

Tab. 146 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto

## ALLEGATO A

### **3.1.1.18 Tratto 18 – Sclemo, Via alla Breda**

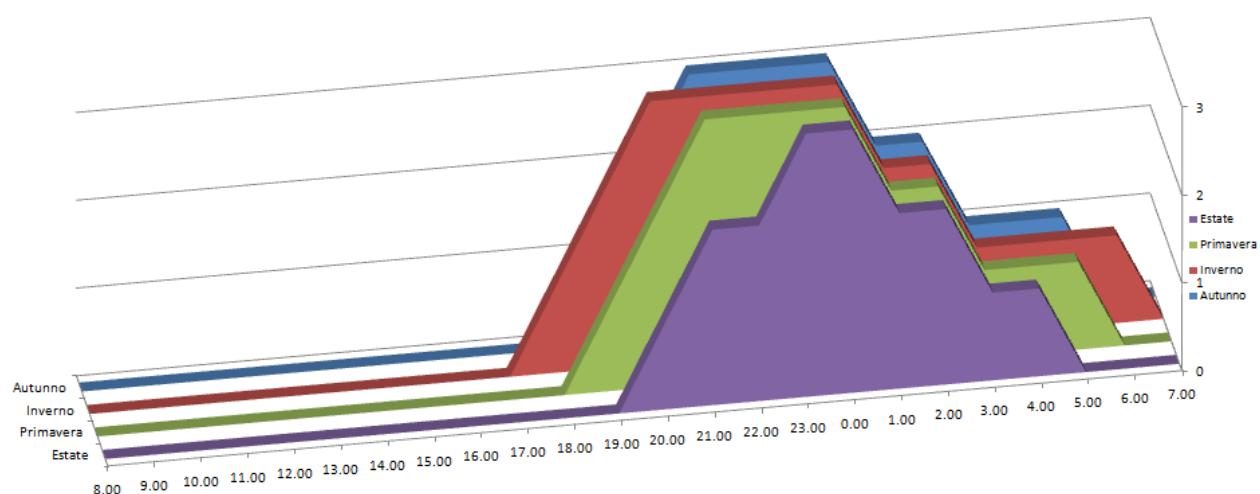
Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade ai vapori di mercurio da 125 W, con pali a sbraccio aventi un'altezza di 4,2 m ed interasse medio di 18 m.

L'apparecchio presenta un'emissione luminosa significativa al di sopra dell'orizzonte (classe B) ed il parametro Kill non risulta verificato (7,6 superiore al limite massimo di 3).

I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 0,10 cd/mq risulta inferiore a 0,50 cd/mq), Uo (0,2 inferiore a 0,35), ed il parametro  $\eta$  (pari a 168,9 superiore a 15).

Per soddisfare i parametri illuminotecnici si suggerisce di installare pali con un'altezza di 5,5 m con lampada testa-palo a LED da 20 W; l'interasse viene diminuito a 14 m.

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia anche in considerazione del funzionamento del regolatore di flusso secondo i livelli riportati in figura 114.



*Fig. 114– Ipotesi di programmazione del regolatore di flusso (Livello 1 = 50% - Livello 2 = 75% - Livello 3 = 100%)*

<b>Caratteristiche tratto</b>		
<b>Tratto</b>	<b>18</b>	
<b>Luogo</b>	<b>Via della Breda</b>	
<b>Quadro elettrico</b>	<b>Q2</b>	
<b>Rif. su tavola</b>	<b>50-65</b>	
<b>Classificazione strada</b>	<b>F</b>	
<b>Classe illuminotecnica</b>	<b>ME5</b>	
<b>Lampada</b>	<b>LED</b>	
<b>Numero punti luce</b>	<b>20</b>	
<b>Potenza lampada</b>	<b>W</b>	<b>20</b>
<b>Altezza pali</b>	<b>m</b>	<b>5,5</b>
<b>Sbraccio</b>	<b>m</b>	<b>-</b>
<b>Distanza pali</b>	<b>m</b>	<b>14</b>
<b>Ore di accensione impianto</b>	<b>h</b>	<b>3865</b>

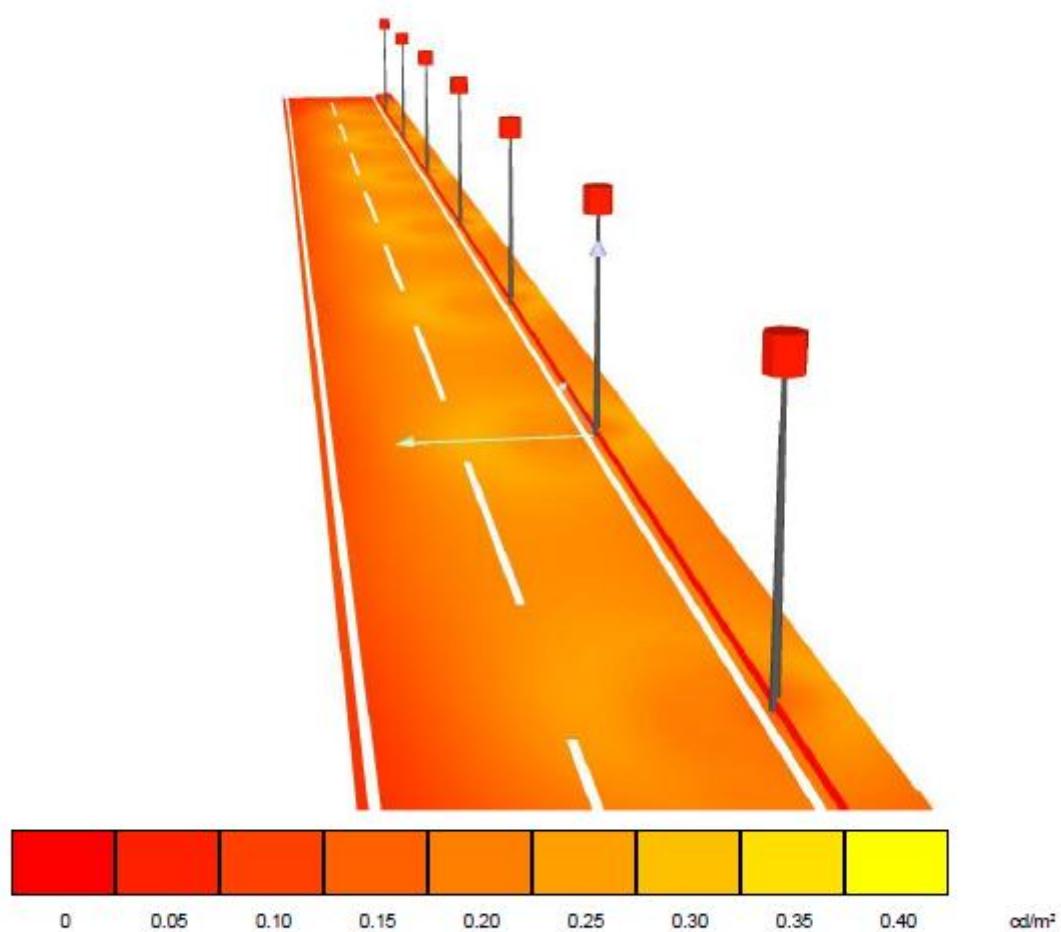


*Tab. 147 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*

In figura 115 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada. In tabella 149 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

Per concludere in tabella 150 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento che, vista anche l'età degli attuali corpi illuminanti, dovrebbe essere presa in considerazione. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la Provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe, oltre ad un miglioramento della qualità dell'illuminazione, anche dei risparmi dell'ordine del 14 % rispetto allo stato attuale, con una riduzione dei costi di esercizio di circa 117 €/anno.



*Fig. 115 – Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

<b>Analisi stato di progetto</b>		
<b>Descrizione</b>		<b>Stato di progetto</b>
Potenza nominale della lampada	W	20
Potenza assorbita dal punto luce	W	30
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2983
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	1843
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	11,61
Durata di una lampada	h	150.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	1.188,00
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	35,24
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	704,79
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	117,41

*Tab. 148 – Ore di accensione e costi di esercizio*

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>		
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>	<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	7,5 ÷ 8,625
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	≥ 1,5
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,4
Incremento di soglia massimo ( $Ti$ )	%	≤ 15
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto

*Tab. 149 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

## TRATTO 18 - Sclemo Via della Breda (rif. 50 - 65)

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) con corpo in metallo e diffusore in policarbonato da sostegno esistente di altezza pari a 4 mt circa. Compreso l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	16	€ 35,00	560,00	
Rimozione di pali (h= 4 mt circa) per illuminazione pubblica. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	16	€ 20,00	320,00	
Formazione di nuova risalita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozzetto.	n°	16	€ 32,50	520,00	
Fornitura e posa in opera di palo in alluminio estruso rigato per illuminazione pubblica, h= 5,5 mt fuori terra, sezione circolare con diametro da 120 mm e riduzione in pressofusione di alluminio in sommità da 60 mm, colore grafite, con finestrella per l'ispezione ed il cabaggio, portafusibile di protezione, morsettiera asportabile. Classe di isolamento II. Inclusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	16	€ 435,00	6.960,00	
Fornitura e posa di braccio curvo o prolunga diritta.	n°	16	€ 60,00	960,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione con sorgente luminosa a led di potenza 30W (tipo Philips CitySpirit Cone BDS470 od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 65, classe II di isolamento, completo di accessori. Diffusore in vetro temperato spessore 4 mm resistente agli shock termici e agli urti. Completo di lampada a LED neutral white 4000K, potenza 30 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	16	€ 990,00	15.840,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>				<b>€ 25.160,00</b>	
Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)				€ 2.460,00	
IVA 20%				€ 2.762,00	
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>				<b>€ 27.922,00</b>	

Tab. 150 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto

## **ALLEGATO A**

### **3.1.1.19 Tratto 19 – Sclemo, Via dei Caputei (est)**

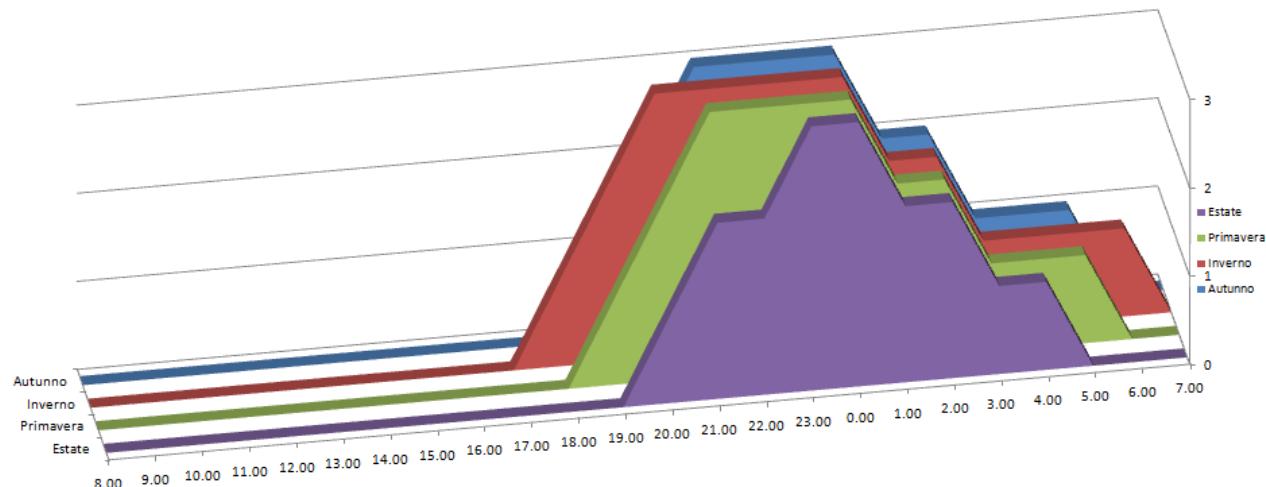
Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade ai vapori di mercurio da 125 W, con pali a sbraccio aventi un'altezza di 7,5 m ed interasse medio di 20 m.

I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 0,20 cd/mq risulta superiore a 0,575 cd/mq) ed il parametro  $\eta$  (pari a 86,4, superiore a 15).

Per soddisfare i parametri illuminotecnici si suggerisce di installare pali aventi un'altezza di 7,5 m con uno sbraccio di 0,2 m ed un interasse di 30 m; la lampada prevista è ai vapori di sodio ad alta pressione da 70 W.

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia anche in considerazione del funzionamento del regolatore di flusso secondo i livelli riportati in figura 116.

In figura 117 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.



*Fig. 116– Ipotesi di programmazione del regolatore di flusso (Livello 1 = 50% - Livello 2 = 75% - Livello 3 = 100%)*

<b>Caratteristiche tratto</b>		
Tratto	19	
Luogo	Via dei Caputei (est)	
Quadro elettrico	Q2	
Rif. su tavola	77-81	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME5	
Lampada	Vapori di sodio HP	
Numero punti luce	3	
Potenza lampada	W	70
Altezza pali	m	7,5
Sbraccio	m	0,2
Distanza pali	m	30
Ore di accensione impianto	h	3865

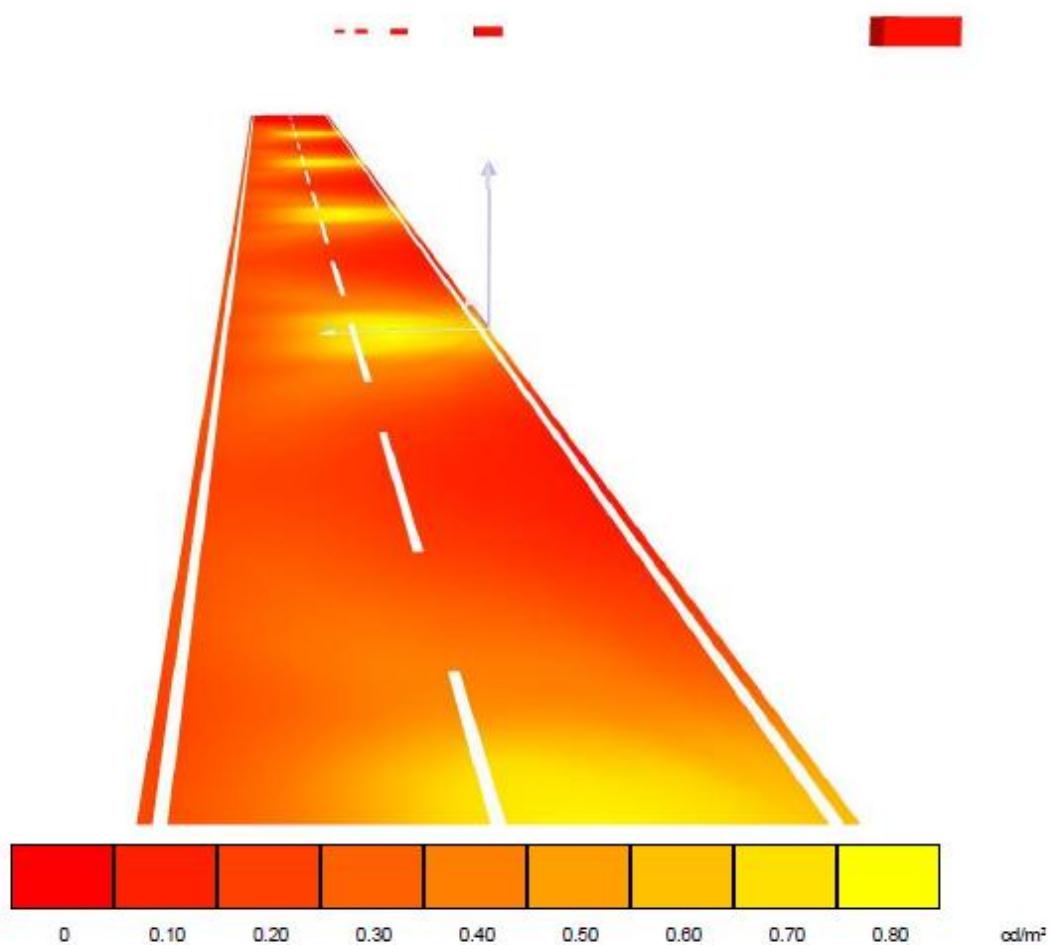


*Tab. 151 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*

In tabella 153 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

Per concludere in tabella 154 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento che, vista anche l'età degli attuali corpi illuminanti, dovrebbe essere presa in considerazione. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la Provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe, oltre ad un miglioramento della qualità dell'illuminazione, anche a dei risparmi dell'ordine del 57 % rispetto allo stato attuale, con una riduzione dei costi di esercizio di circa 149 €/anno.



*Fig. 117– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

Analisi stato di progetto		
Descrizione		Stato di progetto
Potenza nominale della lampada	W	70
Potenza assorbita dal punto luce	W	83
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	2983
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	765
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	32,13
Durata di una lampada	h	24.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	30,88
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	35,97
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	107,91
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	149,03

*Tab. 152 – Ore di accensione e costi di esercizio*

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>				
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>		<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>	
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,5 ÷ 0,575	0,50	
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-	
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-	
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	≥ 0,35	0,51	
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	≥ 0,4	0,50	
Incremento di soglia massimo (TI)	%	≤ 15	7,00	
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	≥ 0,5	0,5	
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	≤ 15	11,70	
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-	

*Tab. 153 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

**TRATTO 19 - Sclemo Via dei Caputei (est) (rif. 77 - 81)**

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione (lampada inclusa) da sostegno esistente di altezza pari a 7,5 metri circa. Compresi il nolo di autoscala, l'operatore addetto alla manovra, l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	5	€ 39,00	€ 195,00	
Rimozione di pali e relativi bracci ed accessori da illuminazione pubblica d'arredo, di altezza complessiva pari a 7,5 mt circa. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	5	€ 35,00	€ 175,00	
Fornitura e posa in opera di plinto prefabbricato per palo illuminazione da 7,8-8,2 m di altezza di dimensioni 60x85x73h, con predisposizione per alloggiamento palo e pozetto per collegamento cavi di alimentazione elettrica, comprensivo di chiusino in ghisa carrabile e sistemazione della pavimentazione adiacente.	n°	3	€ 284,00	€ 852,00	
Formazione di nuova risalita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG&R sezione 2,5mm <sup>2</sup> a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozetto.	n°	3	€ 32,50	€ 97,50	
Fornitura e posa in opera di palo per illuminazione pubblica in acciaio zincato con diametro in sommità di 60 mm, completo di finestrella d'ispezione a filo palo, morsettiera con fusibili, asola per passaggio dei conduttori, altezza fuori terra 7,5 metri, diametro della base =138 mm, spessore 4 mm. Inclusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	3	€ 380,00	€ 1.140,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione (tipo DISANO Minitonale 1651 od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 66, classe II di isolamento, completo di accessori. Diffusore in vetro temperato spessore 5 mm resistente agli shock termici e agli urti. Completo di lampada a vapori di sodio ad alta pressione, potenza 70 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio grafite, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	3	€ 200,00	€ 600,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>				<b>€ 3.059,50</b>	
Spese tecniche di progettazione (iva esclusa)				€ 310,00	
<b>IVA 20%</b>				<b>€ 336,95</b>	
<b>TOTALE (iva inclusa)</b>				<b>€ 3.396,45</b>	

Tab. 154 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto

## **ALLEGATO A**

### **3.1.1.20 Tratto 20 – Strada parco giochi**

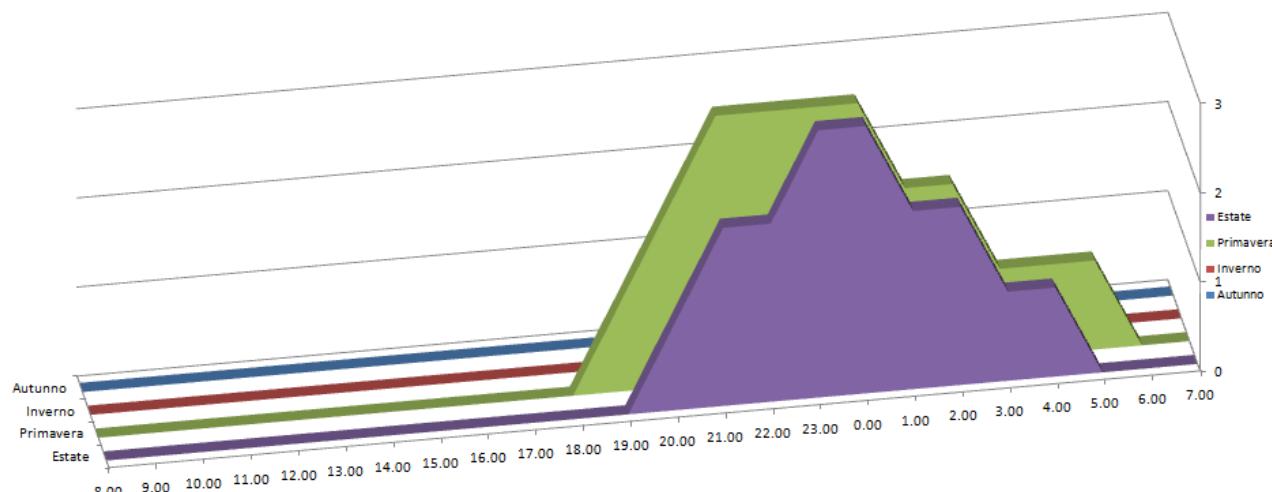
Attualmente il tratto è costituito da corpi con lampade ai vapori di mercurio da 125 W, con pali a sbraccio aventi un'altezza di 3,5 m ed interasse medio di 18 m.

L'apparecchio presenta un'emissione luminosa significativa al di sopra dell'orizzonte (classe C) ed il parametro Kill non risulta verificato (25,7 superiore al limite massimo di 3).

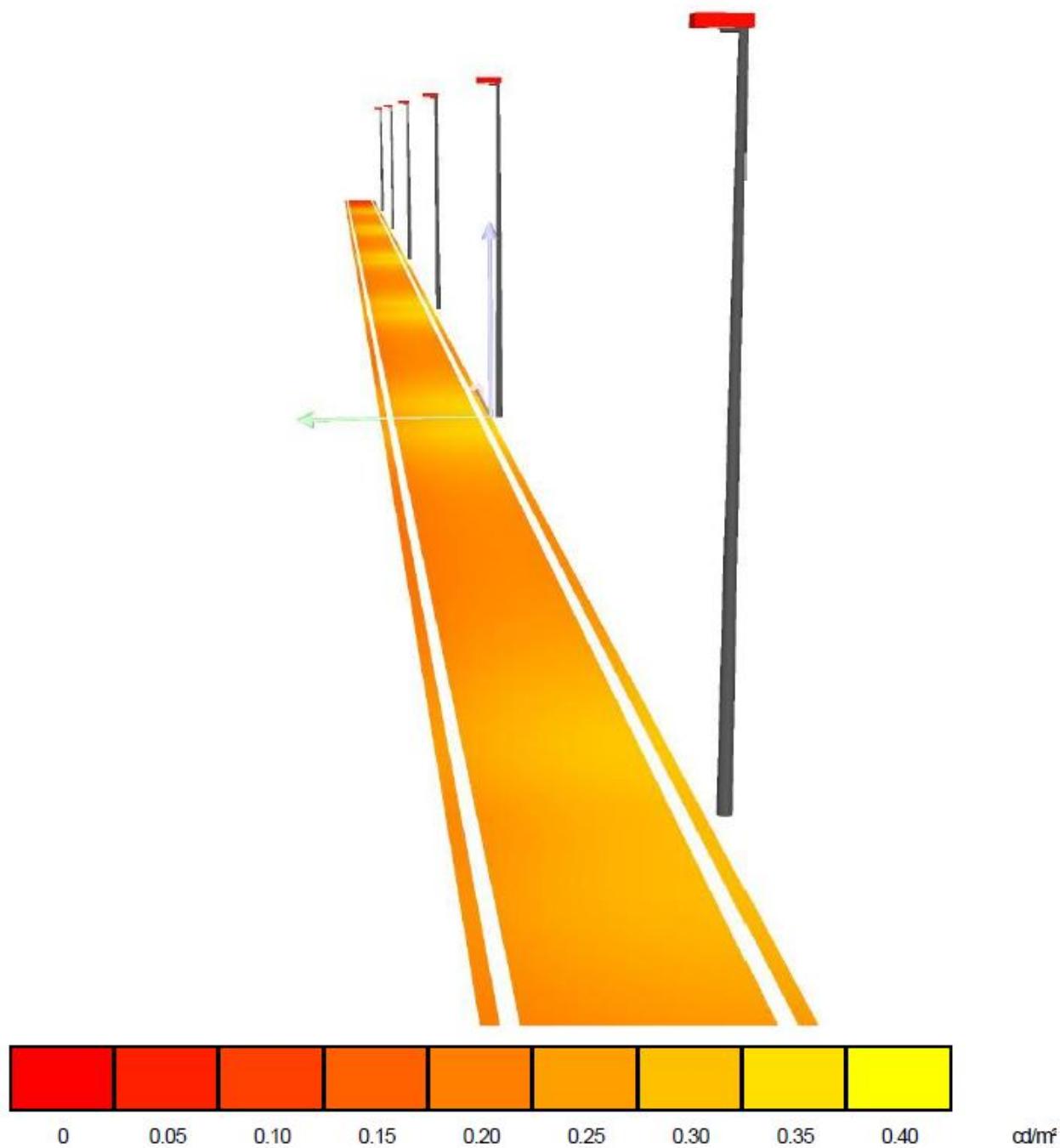
I requisiti non rispettati per quanto riguarda la carreggiata sono quello della luminanza media (che con 0,40 cd/mq risulta superiore a 0,345 cd/mq), il parametro TI (74 maggiore di 15) ed il parametro  $\eta$  (pari a 63,10 superiore a 15).

È inoltre da sottolineare che il funzionamento di questo impianto è previsto solo nel periodo estivo.

Per verificare i parametri illuminotecnici si suggerisce di installare pali aventi un'altezza di 6,0 m mantenendo l'attuale interasse e montare una lampada a LED da 17 W con ottica apposita per percorsi pedonali e piste ciclabili. Tale soluzione, andrebbe possibilmente realizzata contemporaneamente all'installazione di un riduttore di flusso, estendendone il funzionamento anche al periodo primaverile.



*Fig. 118– Ipotesi di programmazione del regolatore di flusso (Livello 1 = 50% - Livello 2 = 75% - Livello 3 = 100%)*



*Fig. 119– Output grafico della modellazione del tratto con scala cromatica della luminanza*

Caratteristiche tratto		
Tratto	20	
Luogo	Strada verso parco giochi	
Quadro elettrico	Q1	
Rif. su tavola	17-24	
Classificazione strada	F	
Classe illuminotecnica	ME6	
Lampada	LED	
Numero punti luce	8	
Potenza lampada	W	17
Altezza pali	m	7,5
Sbraccio	m	-
Distanza pali	m	24
Ore di accensione impianto	h	1850



*Tab. 155 – Ipotesi progettuale per adeguamento tratto*

Analisi stato di progetto		
Descrizione		Stato di progetto
Potenza nominale della lampada	W	17
Potenza assorbita dal punto luce	W	20
Ore di accensione medie di ogni punto luce	h	1363
Consumo di energia annuo complessivo	kWh	225
Costo unitario energia	€/kWh	0,126
Costo dell'energia per punto luce	€	3,54
Durata di una lampada	h	150.000
Costo di sostituzione di una lampada	€	956,40
Costo unitario di esercizio a punto luce	€/anno	12,23
Costo di esercizio complessivo del tratto	€/anno	97,83
Risparmio [+] o extracosto [-] rispetto all'attuale	€/anno	52,00

*Tab.156 – Ore di accensione e costi di esercizio*

Nelle tabelle che seguono si indicano le caratteristiche dei corpi e delle lampade individuate, e si effettua una stima dei costi di esercizio delle soluzioni progettuali proposte. Questi ultimi sono il frutto della somma del costo della lampada, diviso per gli anni di durata, e del consumo di energia anche in considerazione del funzionamento del regolatore di flusso secondo i livelli riportati in figura 118.

In figura 119 si riporta un estratto grafico del risultato della modellazione del tratto con le nuove lampade, dove si evidenzia tramite un'apposita scala cromatica il livello di luminanza sulla strada.

In tabella 157 si riassumono i valori calcolati per i parametri illuminotecnici caratteristici e il confronto degli stessi con i limiti imposti dalle norme in materia ed in particolare dalla L.P. 16/2007, riportati per esteso nell'apposito Allegato A che segue.

<b>Verifiche illuminotecniche - stato di progetto</b>			
<b>Verifiche secondo norma L. P. 16/2007</b>	<b>Requisiti</b>	<b>Stato progetto</b>	
Luminanza media ( $L_m$ )	cd/m <sup>2</sup>	0,3 ÷ 0,345	0,30
Illuminamento orizzontale medio mantenuto ( $E_m$ )	lux	non previsto	-
Illuminamento orizzontale minimo mantenuto ( $E_{min}$ )	lux	non previsto	-
Uniformità globale minima di luminanza ( $U_0$ )	-	$\geq 0,35$	0,63
Uniformità longitudinale minima di luminanza ( $Ui$ )	-	$\geq 0,4$	0,70
Incremento di soglia massimo (TI)	%	$\leq 15$	9,00
Rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)	-	non previsto	-
Efficienza dell'impianto ( $\eta$ )	kWh anno/m <sup>2</sup>	$\leq 15$	8,40
Indice di illuminazione dispersa ( $k_{ill}$ )	-	non previsto	-

*Tab. 157 – Parametri di progetto e verifiche illuminotecniche*

## TRATTO 20 - Seo Strada parco giochi (rif. 17 - 24)

Descrizione voce	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	Importo	Immagine
Rimozione di apparecchio di illuminazione, indusa base portalampada e lampada, da sostegno esistente di altezza pari a 3,5 mt circa. Compreso l'onere per l'abbassamento al piano di carico, il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	8	€ 15,00	€ 120,00	
Rimozione di pali (h= 3,5 mt circa) per illuminazione pubblica. Compreso l'onere per il carico, il trasporto e lo smaltimento alle PP.DD. autorizzate.	n°	8	€ 20,00	€ 160,00	
Fornitura e posa in opera di plinto prefabbricato per palo illuminazione da 7,8-8,2 m di altezza di dimensioni 60x85x73h, con predisposizione per alloggiamento palo e pozetto per collegamento cavi di alimentazione elettrica, comprensivo di chiusino in ghisa carrabile e sistemazione della pavimentazione adiacente.	n°	6	€ 284,00	€ 1.704,00	
Formazione di nuova risalita entro palo per alimentazione corpo illuminante, eseguita con cavo unipolare FG7R sezione 2,5mmq a partire dalla derivazione della dorsale di alimentazione nel relativo pozetto.	n°	6	€ 32,50	€ 195,00	
Fornitura e posa in opera di palo per illuminazione pubblica in acciaio zincato con diametro in sommità di 60 mm, completo di finestrella d'ispezione a filo palo, morsettiera con fusibili, asola per passaggio dei conduttori, altezza fuori terra 7,5 metri, diametro della base =138 mm, spessore 4 mm. Inclusi gli allacciamenti, il bloccaggio del palo nel basamento con sabbia e sigillatura superiore in cemento ed ogni altro onere per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	6	€ 380,00	€ 2.280,00	
Fornitura e posa in opera di apparecchio di illuminazione con sorgente luminosa a led di potenza 20W (tipo led philips mini iridium od equivalente), compreso attacco cima-palo, con corpo in alluminio pressofuso, grado di protezione IP 66, classe II di isolamento, completo di accessori. Diffusore in vetro temperato spessore 4 mm resistente agli shock termici e agli urti. Completo di lampada a LED neutral white 4000K, potenza 20 W. Verniciatura con polvere poliestere color grigio, resistente alla corrosione. Compresi gli allacciamenti, il collaudo, il rilascio delle dichiarazioni e delle certificazioni di conformità ed ogni onere necessario per rendere il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	n°	6	€ 797,00	€ 4.782,00	
<b>TOTALE (iva esclusa)</b>				<b>€ 9.241,00</b>	

Tab. 158 – Stima preliminare dei costi per l'adeguamento del tratto

Per concludere in tabella 158 è riportata una stima economica della spesa necessaria per l'eventuale esecuzione dei lavori di adeguamento. Il costo dell'intervento comprende, oltre alla fornitura e la posa di tutto ciò che si rende necessario, anche le spese tecniche di progettazione e l'IVA, dovuta nella misura del 20%, mentre non riporta gli eventuali contributi che la Provincia Autonoma di Trento potrebbe individuare in futuro.

Sotto il punto di vista economico l'adeguamento porterebbe ad una riduzione dei costi di esercizio rispetto allo stato attuale, con un risparmio superiore ai 50 €/anno pari al 30% del costo attuale.

## **ALLEGATO A**

### **3.1.2 Calcolo dei risparmi secondo la L.P. 3 ottobre 2007, n. 16**

La L.P. 3 ottobre 2007, n. 16 prevede che il calcolo dell'energia risparmiata nell'adeguamento o rifacimento dell'impianto tenga conto del miglioramento dei due fattori  $K_{ILL}$  ed  $\eta$  rispetto alla situazione di rilievo. In particolare il risparmio ottenuto è legato al miglioramento di  $\eta$  che viene pesato nel fattore  $K_{ILL}$ . In generale quindi si avrà:

$$kWh_{anno} = \bar{\eta} \times A_{eff} \times \left( \frac{E_{eff}}{100 \text{ lx}} \right) \times \bar{K}$$

I parametri, desunti dai modelli di cui all'Allegato A (Soluzione conforme) o all'Allegato B (Soluzione calcolata), saranno quelli rispettivamente identificati nelle configurazioni di rilievo della situazione esistente (pedice r) ed in quella di progetto (pedice p):

$$\bar{\eta} = \eta_r - \eta_p$$

$$\bar{K} = \frac{K_r}{K_p}$$

Nella tabella successiva vengono riportati i coefficienti utilizzati per il calcolo del risparmio realizzabile in ciascun tratto a seguito della realizzazione degli interventi proposti. In alcuni casi il risparmio risulta negativo e la nuova proposta comporta un aumento dei consumi (ciò accade nel caso di tratti ora scarsamente illuminati). Il risparmio complessivo possibile a seguito della realizzazione di tutti gli interventi è pari a 61.000 kWh circa all'anno, per un totale di circa 7.650 € avendo considerato un costo dell'energia di 0,126 €/kWh.

Il costo complessivo stimato per la loro realizzazione risulta pari a 226.906, comprese le spese tecniche di progettazione e l'IVA al 20% .

Il tempo di ritorno della spesa necessaria calcolata in quest'ottica sarebbe quindi pari a circa 30 anni. È tuttavia chiaro che la messa a norma degli impianti è necessaria a prescindere dai possibili risparmi economici, soprattutto in presenza di criticità elevate come quelle rilevate.

N° Tratto	Ubicazione	Area Efficace	η pre	K ill pre	η post	K ill post	E eff	Risparmio
		m <sup>2</sup>	kWh/anno/m <sup>2</sup>		kWh/anno/m <sup>2</sup>		lux	kWh/anno
1	Stenico Via di Setin (valle)	1310	4,8	3	10,8	3	15,68	-1.232
2	Stenico Via di Setin (monte)	2261	4,9	3	11,6	3	19,49	-2.952
3	Stenico Via Risorgimento	1600	44,7	2,8	12,5	2,8	4,9	2.524
4	Stenico Via G.B. Sicheri	1600	134,2	3	11,7	3	1,8	3.528
5	Stenico Via Brigata Torino	1804	123,4	3	11,9	3	1,34	2.695
6	Stenico Salita di Tof	330	282,6	3	15,0	3	2,59	2.287
7	Stenico Strada di Coleò	1683	79,4	3	14,8	3	3,18	3.457
8	Stenico Via Vecia	613	256,1	3	14,9	3	1,54	2.277
9	Stenico Località Molini	990	109,3	3	11,6	3	2,68	2.592
10	Stenico Via del Dos Marin	1071	121,9	3	15	3	2,59	2.965
11	Premione Via di S. Lucia	990	109,3	3	11,6	3	2,68	2.592
12	Premione Via Alla Closura	414	117,9	3	14,9	3	3,8	1.620
13	Villa Banale Via della Predaia	2288	55,0	3	11,4	3	1,96	1.955
14	Villa Banale Via delle Ville nuove	756	98,5	13,9	14,6	3	4,24	12.461
15	Villa Banale Via di Pestelan	1600	97,5	3	11,7	3	1,8	2.471
16	Villa Banale Via Don A. Pellizzari	4263	6,0	3	12,0	3	23	-5.883
17	Sclemo Via dei Caputei (ovest)	756	49,3	3	10,7	3	8,47	2.472
18	Sclemo Via della Breda	2016	168,9	7,6	12,8	3	1,65	13.154
19	Sclemo Via dei Caputei (est)	700	86,4	3	8,7	3	2,9	1.577
20	Seo Strada parco giochi	495	63,1	25,7	10,1	3	4,5	10.114

**Risparmio complessivo (kWh/anno)    60.675**

Tab. 159 – Calcolo dei risparmi conseguibili a seguito della realizzazione degli interventi proposti per ciascun tratto, ottenuto con la metodologia richiesta dal piano provinciale

### **3.2 Proposte per le aree omogenee di interesse analizzate**

La sostituzione dei corpi illuminanti del tipo a globo presenti in prossimità della chiesa di Stenico, risulta necessaria a causa dell'elevato inquinamento luminoso che essi producono.

Dato il mancato rispetto del limite di  $0,8 \text{ cd/m}^2$  imposto dalla normativa per quanto riguarda le superfici degli edifici storici illuminati, si consiglia di sostituire gli attuali fari con degli apparecchi nuovi di minore potenza, che riescano tuttavia a far rispettare questo limite di legge.

Dati gli elevati valori dell'indice di illuminazione dispersa  $K_{ILL}$ , si consiglia pertanto di verificare la corretta orientazione dei fari, eventualmente adeguando la loro distanza dagli edifici, in particolare diminuendola qualora l'eccessiva distanza consenta la dispersione di parte del flusso luminoso verso l'alto.

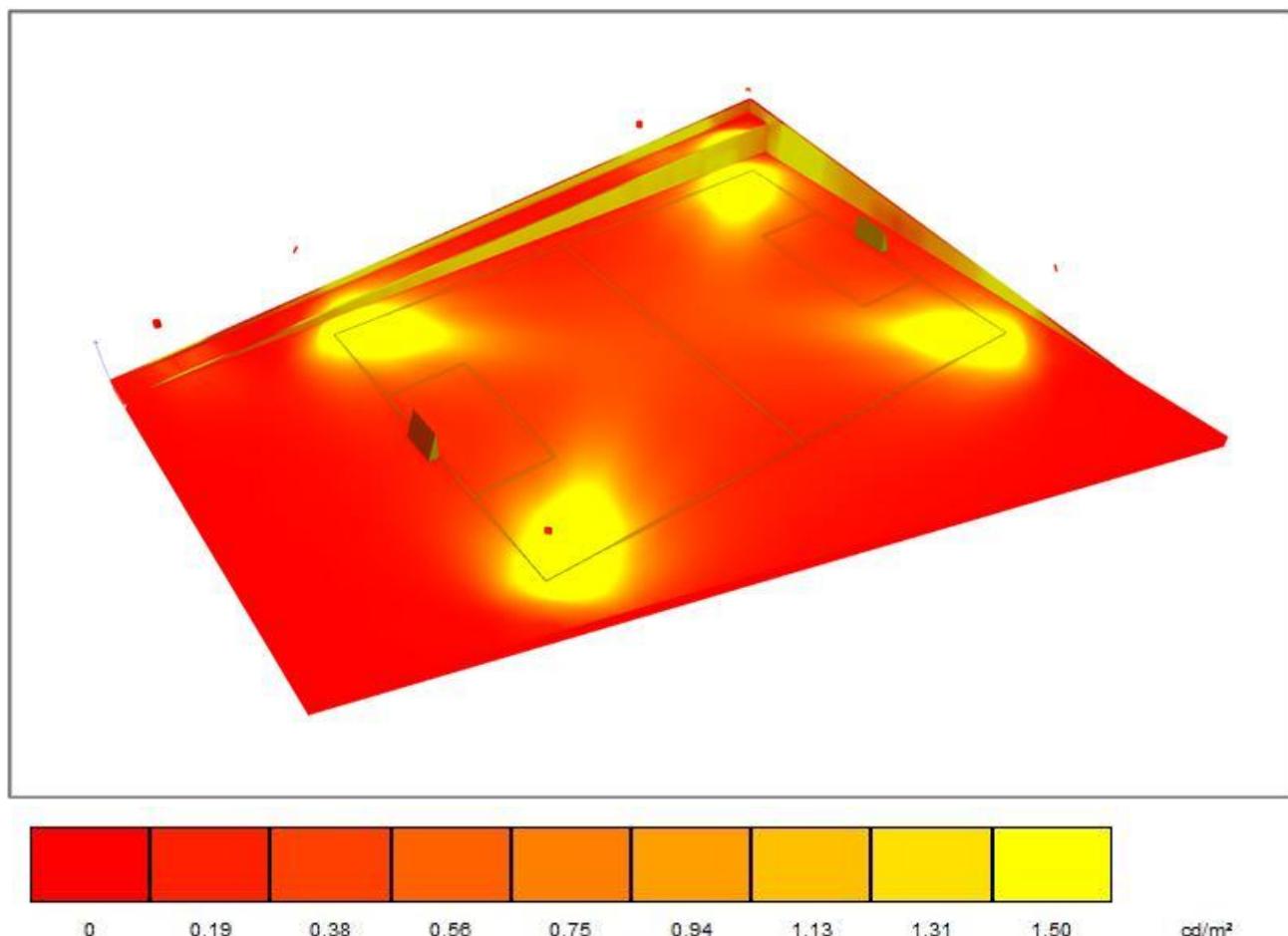
La valutazione dell'indice di illuminazione dispersa  $K_{ILL}$ , pertanto, risulta un parametro fondamentale per capire quanta energia viene dispersa rispetto a quella effettivamente utilizzata per illuminare le superfici di interesse, e qualsiasi variazione dello stato di fatto necessita una sua rivalutazione. Quanto detto è importante anche per la presenza di corpi illuminanti di tipo C, sia in prossimità del municipio di Stenico e della chiesa di Villa Banale sia del Parco giochi di Premione, in quanto questi apparecchi non risultano molto performanti poiché disperdonno una parte del flusso luminoso sopra la linea dell'orizzonte.

#### **3.2.1 Proposta di intervento per il campo sportivo di Stenico**

La soluzione proposta per il campo sportivo riguarda la sostituzione dei due globi esistenti con punti di luce di tipo a lanterna che montano lampade a led full cut – off (classe A). Per quanto riguarda l'impianto d'illuminazione del campo di gioco, come previsto dalla L.P. 16/2007, risulta obbligatoria l'installazione di un sistema di variazione dell'illuminamento con conseguente parzializzazione del flusso luminoso in relazione alle attività/avvenimenti in corso. È inoltre richiesto lo spegnimento all'ultimazione dell'attività sportiva e comunque entro le ore 24, salvo eventi di particolare rilevanza.

La disposizione attuale dei corpi illuminanti non favorisce un'omogenea illuminazione del campo di gioco. Si è quindi prevista una soluzione che, a fronte di una minor potenza installata, consenta valori più uniformi dell'illuminamento. Sono state previste a questo scopo 8 torri dell'altezza di 9 m poste in prossimità degli angoli dell'impianto sportivo, con disposizione simmetrica sia rispetto alla lunghezza che alla larghezza del campo e con inclinazione del corpo illuminante di 7° rispetto alla verticale. Il proiettore preso in considerazione monta una lampada agli ioduri metallici da 400 W; è stato scelto questo tipo di lampada in modo da permettere il riutilizzo degli apparecchi attualmente installati.

In questo modo si riescono ad ottenere valori di illuminamento più uniformi sulla superficie di gioco, sebbene essi risultino minori come valore medio; inoltre è stato possibile rientrare nei limiti di norma per quanto riguarda l'indice di illuminazione dispersa  $K_{ILL}$ .



*Fig. 120 – Rendering a colori sfalsati della luminanza derivante dalla modellazione dello stato di progetto del campo sportivo di Stenico*

Verifiche illuminotecniche			
Verifiche secondo norma L. P. 16/2007	Requisiti	Stato attuale	
Indice di illuminazione dispersa nel caso di nuove realizzazioni e rifacimenti ( $k_{ill}$ )	-	$\leq 3$	3,0

*Tab. 160 – Verifiche illuminotecniche della soluzione di progetto adottata per il campo sportivo di Stenico*

### **3.3 Proposte per gli impianti privati che presentano criticità evidenti**

Con riferimento agli impianti appartenenti a privati cittadini o comunque di non diretta competenza del Comune di Stenico, si consiglia innanzitutto l'introduzione di politiche di sensibilizzazione ed eventualmente di incentivazione alla sostituzione del materiale fuori norma attualmente installato.

La sostituzione delle lampade a globo risulta in linea generale prioritaria a causa dell'elevato inquinamento luminoso che producono, nonostante la scarsa potenza installata. Quest'ultima andrebbe comunque verificata nei casi visti in precedenza per poter proporre soluzioni conformi.

Per quanto riguarda le strutture alberghiere va raccomandata la sostituzione delle tipologie vietate (apparecchi di classe E), l'orientazione dei fari presenti entro il perimetro della facciata da illuminare e la verifica dell'indice di illuminazione dispersa  $K_{ILL}$ . Tale verifica, eseguita a seguito di un censimento della potenza installata, porterà con tutta probabilità a consigliare una riduzione dei punti luce esistenti ottimizzandone la loro disposizione.

## **4 Normativa di riferimento**

Si riporta di seguito l'elenco della normativa e delle leggi di riferimento:

- P.A.T. - Legge provinciale 3 ottobre 2007, n. 16 (Risparmio energetico e inquinamento luminoso).
- UNI 11248 : Illuminazione stradale: selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI EN 13201-2: Illuminazione stradale - requisiti prestazionali;
- UNI EN 13201-3: Illuminazione stradale – Parte 3: calcolo delle prestazioni;
- Norma CIE 154 del 2003 - Manutenzione dei sistemi di illuminazione elettrici per esterni;
- Norma CEI 64/7 - Impianti elettrici di illuminazione pubblica;
- Legge n° 186 01/03/68 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchine e impianti elettrici ed elettronici;
- Legge n° 791 18/10/77 Attuazione direttiva 73/23/CEE relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
- D.M. 37/08 22/01/08 Norme per la sicurezza degli impianti;
- Guida CEI 0-2 fascicolo 2459G - Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- Norme CEI applicabili alla tipologia di impianti elettrici e ai luoghi di installazione previsti;
- Norme UNI e UNEL per i materiali unificati.