



---

Museo Castello del Buonconsiglio - Monumenti e collezioni Provinciali

## Castello di Stenico

### PROPOSTE PER L'ILLUMINAZIONE DEL VIALE DI ACCESSO



---

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 .....	4
2	Lampade agli ioduri metallici da 45 W .....	5
3	Lampade a LED Ewo da 15,4 W .....	8
4	Lampade a LED Philips da 21 W .....	12

## **1 Premesse**

Il sopralluogo effettuato in data 14 Ottobre 2010 ha permesso di verificare la completa inadeguatezza sistema di illuminazione attualmente presente sulla strada di accesso al Castello di Stenico. A seguito di un esame analitico dell'impianto esistente si è scelto di escludere la possibilità di un suo adeguamento e si è preferito quindi procedere allo studio di una soluzione ex novo.

Un'analisi della geometria della carreggiata ha permesso di identificare un singolo tratto omogeneo, con lunghezza di circa 60 metri e larghezza media di 3,7 metri, che è stato utilizzato per la modellazione tramite il software DIALux®. Le simulazioni effettuate hanno permesso l'individuazione di tre diversi prodotti, tra i vari disponibili sul mercato, le cui caratteristiche consentono il rispetto dei parametri imposti dalla normativa UNI EN 13201-2 e dalla Legge Provinciale 16/2007.

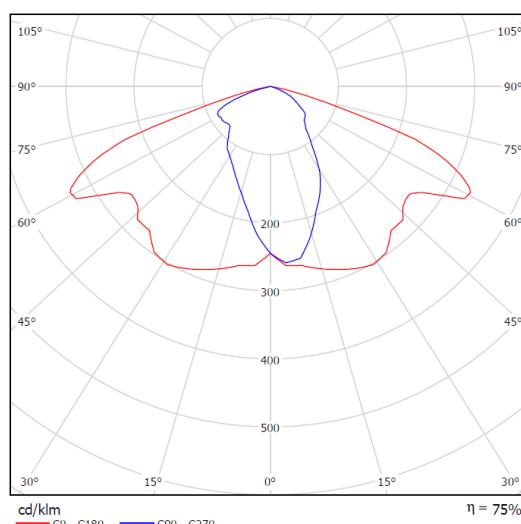
La prima, utilizzando una tecnologia già ampiamente sviluppata come quella delle lampade a scarica, permette il contenimento dei costi di investimento, seppur a scapito delle spese di esercizio e manutenzione. Nonostante consenta il rispetto dei parametri imposti dalla normativa tale soluzione richiede compromessi tali da sconsigliarne l'adozione.

Le altre due proposte sfruttano lampade a LED e di conseguenza richiedono un investimento iniziale maggiore; la tecnologia utilizzata però consente di direzionare meglio il flusso luminoso cos' da ottenere maggiore uniformità nell'illuminamento della carreggiata e minore dispersione luminosa al di fuori di essa, consentendo contemporaneamente una notevole riduzione di consumi e costi di manutenzione. Il maggior sforzo economico richiesto sarebbe bilanciato negli anni dai mancati esborsi per esercizio e manutenzione.

In allegato vengono presentate le caratteristiche tecniche di corpi illuminanti utilizzati e un dimensionamento di massima dell'installazione. Si procede ora all'analisi nel dettaglio delle soluzioni identificate.

## **2 Lampade agli ioduri metallici da 45 W**

Questa proposta prevede l'installazione di corpi Philips Mini Iridium SGS451 con lampada CPO-TW45W EB ed ottica OC IT1 P6; l'altezza dei fuochi dovrà essere di 7,5 m con una distanza tra i corpi pari a 35 m e uno sbraccio di 0,5 m, considerando un'eguale distanza tra il palo e la carreggiata.



*Fig. 1 – Immagine e curva fotometrica del corpo Philips Mini Iridium proposto*

La tipologia di apparecchio in esame non emette alcuna intensità luminosa al di sopra dei 90° quindi può essere inserita in Classe A in base alla L.P. 16/2007.

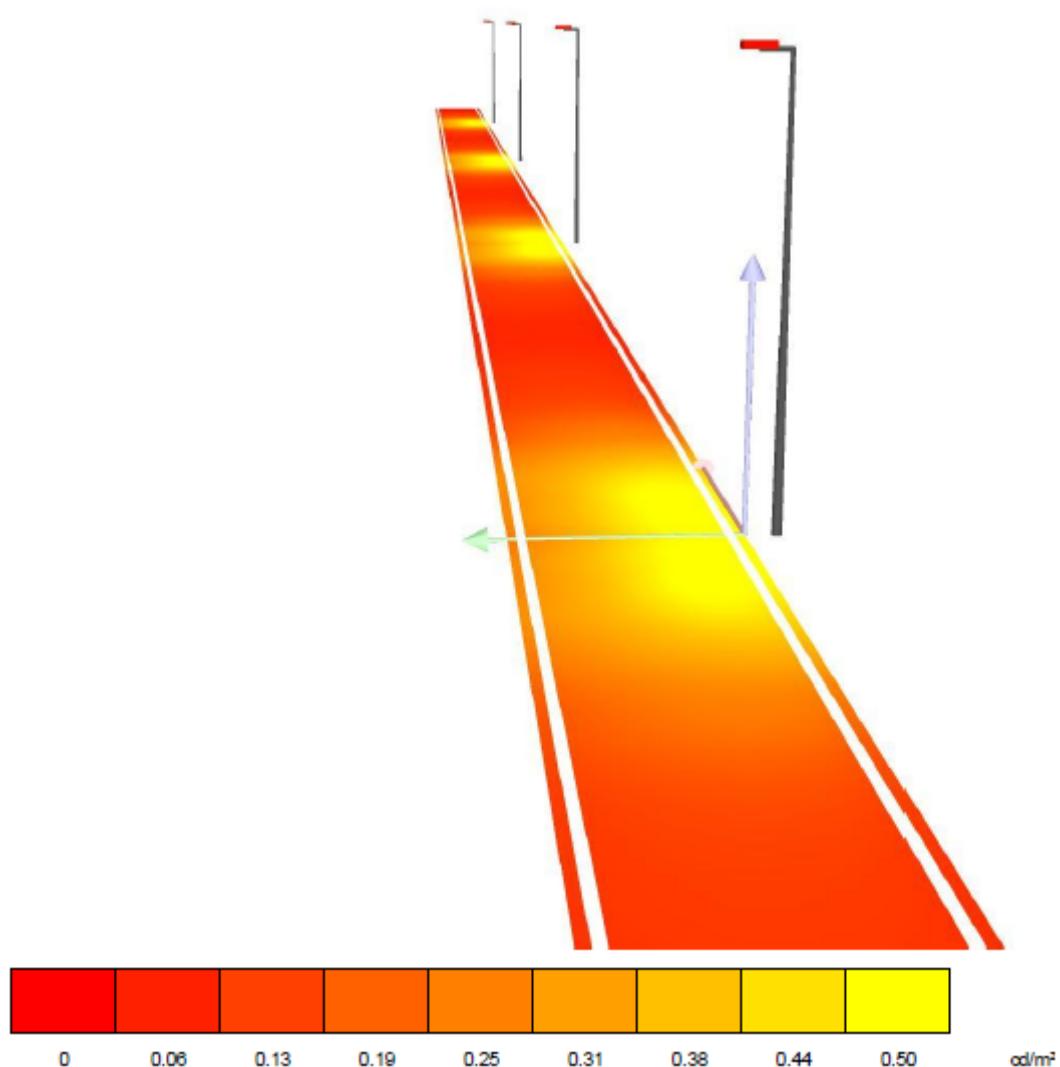
Dalle simulazioni effettuate tramite il software DIALux®, considerando una larghezza media della carreggiata pari a 3,7 m, si evince che la soluzione proposta rispetta pienamente le verifiche illuminotecniche prescritte sia dalle norme UNI che dalla normativa provinciale.

Dai risultati ottenuti compilando l'allegato A della L.P. 16/2007 si nota che, considerando attiva una variazione del flusso su 3 livelli durante le ore di funzionamento, il coefficiente di efficienza energetica si attesta a 14,9 kWh<sub>anno</sub>/m<sup>2</sup> contro il limite imposto di 15 kWh<sub>anno</sub>/m<sup>2</sup>.

La tipologia di corpo proposta esteticamente appare simile a quella attualmente installata nel tratto di strada che conduce fino all'Albergo al Castello ed anche la resa cromatica della lampada proposta non si discosta di molto da quelle presenti al momento.

Data la ridotta larghezza della carreggiata e la presenza di piante ad alto fusto nelle vicinanze un'altezza di installazione di 7,5 m sembra eccessiva; dal rendering di figura. 2 si può inoltre notare come l'omogeneità dell'illuminazione, seppur rimanendo nei limiti prescritti dalla norma, sia molto scarsa. Tali osservazioni portano a sconsigliare l'adozione di questa soluzione.

Il prezzo in commercio di un singolo corpo illuminante completo di palo e di tutta la componentistica necessaria per l'installazione si aggira sui 520 €. A tale prezzo andrebbe aggiunto il costo di rimozione del materiale esistente, di installazione e collegamento dei nuovi corpi e del regolatore di flusso da installare nel quadro elettrico. Una stima più precisa sarà possibile nelle fasi più avanzate di progettazione.

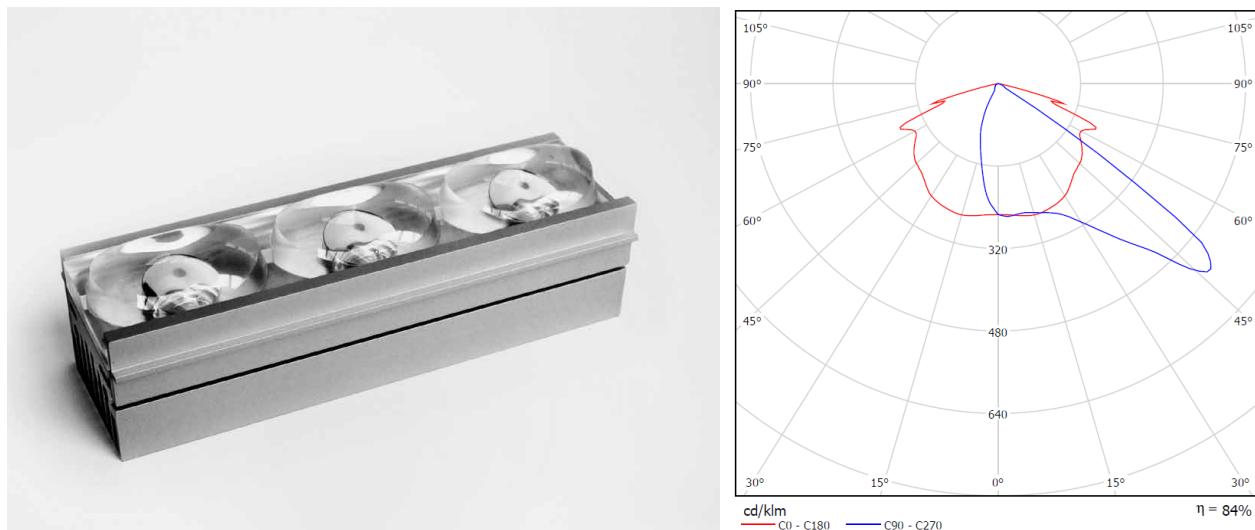


*Fig. 2 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada*

## **ALLEGATO A**

### **3 Lampade a LED Ewo da 15,4 W**

La seconda proposta formulata prevede l'installazione di corpi illuminanti prodotti da Ewo srl con lampade a LED DS-32 del tipo full cut-off (figura 3); queste possono essere installate su gran parte dei corpi prodotti da Ewo, lasciando quindi libertà di scelta per quanto riguarda l'aspetto estetico del punto luce (figura 4).



*Fig. 3 – Immagine e curva fotometrica della lampada Ewo proposta*

Ciò permetterebbe di utilizzare un'ampia gamma di corpi illuminanti il cui design è stato specificamente curato per l'arredo urbano, permettendo una migliore inserimento nel contesto in esame.

La tecnologia a led grazie alla sua modularità permette di adattare le caratteristiche del corpo illuminante alle esigenze progettuali in modo da poter ottimizzare l'illuminazione nel pieno rispetto dei parametri normativi. Per il viale d'accesso al Castello di Stenico si è scelto di montare per ogni punto luce un modulo XP-G che assorbe una potenza di 15,4 W ed emette una luce bianco-neutro a 4500 K. Per il secondo semestre 2011 dovrebbero essere disponibili in commercio moduli dalle caratteristiche simili con temperatura di colore bianco-calido (3000 K); una lampada di questo tipo consentirebbe di ottenere un miglior comfort visivo pur garantendo le stesse prestazioni.

Tramite una simulazione con il software DIALux® sono state individuate le caratteristiche ideali dell'impianto, considerando la larghezza media della carreggiata pari a 3,7 m. L'altezza alla quale si dovranno trovare i fuochi delle lampade è di 5 m, mentre la distanza tra due punti luce sarà pari a 17 m con uno sbraccio di 0,5 m, considerando una pari distanza tra palo e carreggiata. Ciò

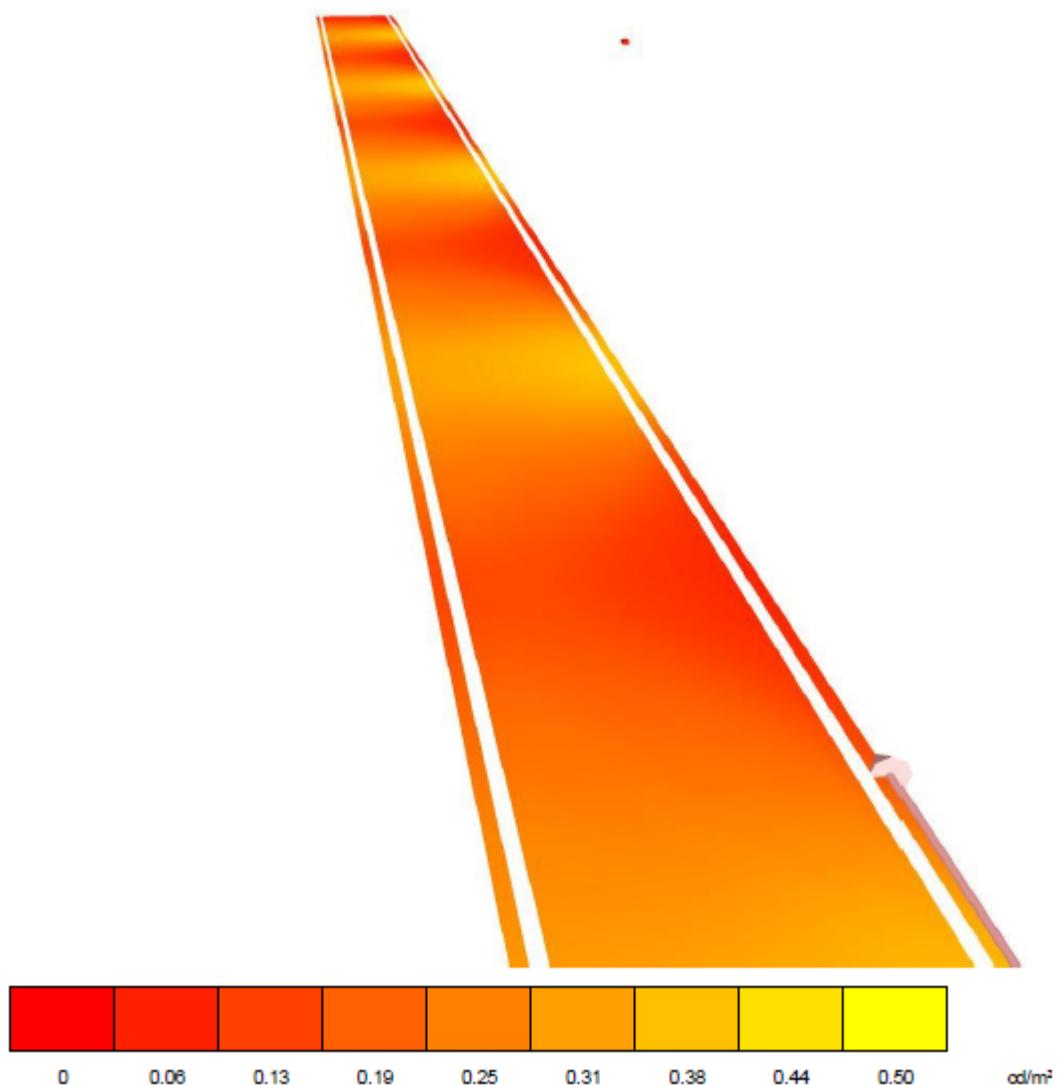
consente il rispetto della L.P. 16/2007 con un'ulteriore drastica riduzione dei consumi rispetto alla proposta precedentemente formulata: il coefficiente di efficienza energetica si attesta in questo caso a  $9,7 \text{ kWh}_{\text{anno}}/\text{m}^2$  supponendo sia attivata una riduzione del flusso luminoso nella parte centrale della notte.



*Fig. 4 – Immagini dei corpi illuminanti sui quali è possibile montare il modulo utilizzato nella simulazione*

La soluzione con tecnologia a LED risulta evidentemente più costosa della prima ma consente di ottenere valori migliori di illuminamento e luminanza sulla carreggiata come è possibile vedere in figura 5 e di ridurre contestualmente i costi di manutenzione grazie alla durata di vita delle lampade, maggiore fino a 8 volte rispetto a quella delle lampade agli ioduri metallici. Inoltre la minor altezza dei fuochi risulta più idonea per la particolare installazione, poiché risentirebbe inferiormente dell'effetto schermante delle fronde degli alberi circostanti.

Il prezzo in commercio di questi corpi illuminanti completi della componentistica necessaria per l'installazione può raggiungere 1250 € per le versioni complete di palo. A tale prezzo andrebbe aggiunto il costo di rimozione del materiale esistente, di installazione e collegamento i nuovi corpi, ciascuno dei quali monta in questo caso un proprio riduttore di flusso. L'azienda produttrice si dichiara disponibile a personalizzare il prodotto in base alle esigenze del cliente, ad esempio inserendo nel corpo un apposito collegamento stagno per l'alimentazione delle luminarie natalizie. Una stima più precisa sarà possibile nelle fasi più avanzate di progettazione.

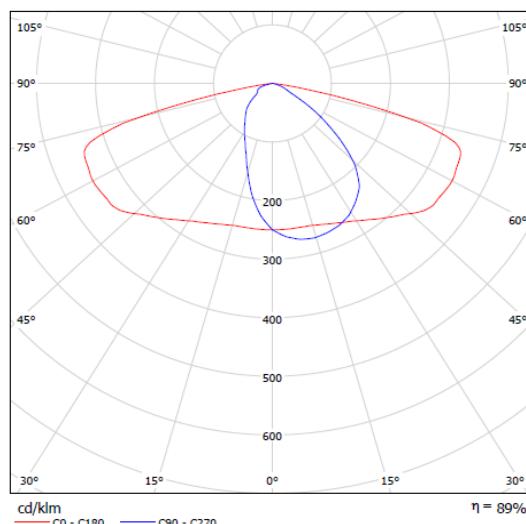


*Fig. 5 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada*

## **ALLEGATO A**

## **4 Lampade a LED Philips da 21 W**

La terza proposta formulata prevede l'installazione di corpi illuminanti BDS480, prodotti Philips per l'arredo urbano; essi montano lampade con 16 LED, luce a 4500 K per una potenza totale di 21 W. L'emissione luminosa nulla sopra la linea dell'orizzonte fa rientrare questo corpo illuminante nella Classe A della L.P. 16/2007. È disponibile in commercio una lampada con luce bianco-calda (3000 K), ma la perdita di efficienza necessaria per ottenere una luce più calda è talmente alta da non consentire il rispetto del coefficiente di efficienza energetica imposto dalla normativa provinciale. Il produttore dichiara di essere al lavoro per migliorare quest'ultimo prodotto che potrebbe essere disponibile nella nuova versione per il terzo trimestre 2011.

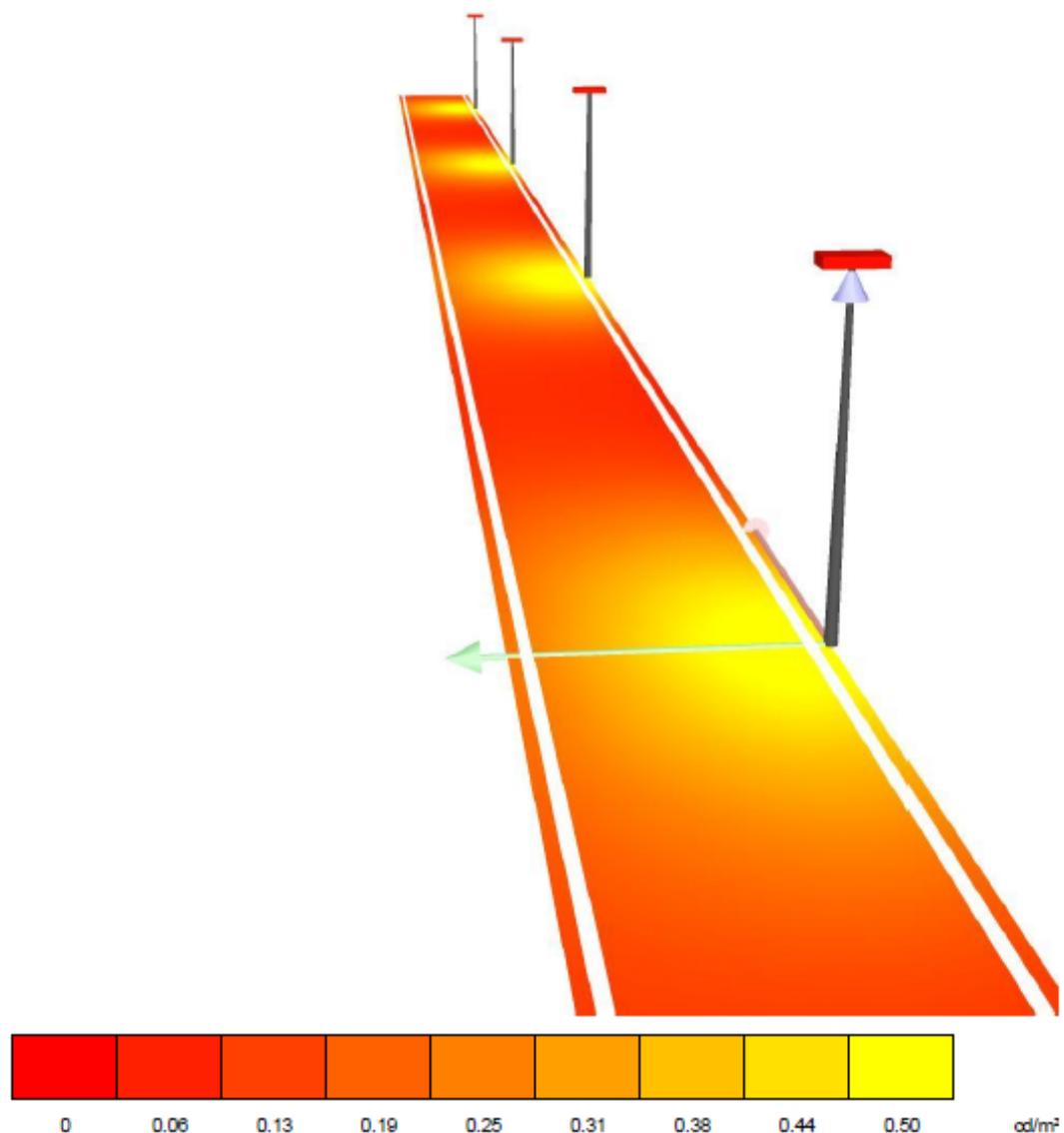


*Fig. 6 – Immagine e curva fotometrica della lampada Philips proposta*

Tramite la simulazione con il software DIALux® sono state individuate le caratteristiche ideali dell'impianto, considerando la larghezza media della carreggiata pari a 3,7 m. L'altezza alla quale si dovranno trovare i fuochi delle lampade è di 4,5 m, mentre la distanza tra due punti luce sarà pari a 23 m con palo installato sul bordo della carreggiata. Ciò consente il rispetto della L.P. 19/2007 con una riduzione dei consumi simile a quella della proposta precedentemente formulata: il coefficiente di efficienza energetica si attesta a 10,5 kWh<sub>anno</sub>/m<sup>2</sup> ed anche in questo caso si è considerata una riduzione del flusso luminoso nella parte centrale della notte.

I vantaggi delle soluzioni a LED esposti nel paragrafo precedente si ritrovano, seppur in maniera meno marcata, anche in questo caso ed in particolare l'omogeneità di illuminazione ottenibile è visibile nel rendering di figura 7.

Il prezzo in commercio di un singolo corpo illuminante completo di palo e di tutta la componentistica necessaria per l'installazione si aggira sui 800 €. A tale prezzo andrebbe aggiunto il costo di rimozione del materiale esistente, di installazione e collegamento dei nuovi corpi ciascuno dei quali monta in questo caso un proprio riduttore di flusso. Una stima più precisa sarà possibile nelle fasi più avanzate di progettazione.



*Fig. 7 – Rendering della simulazione che riporta la luminanza puntuale della strada*

## ALLEGATO A

		Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita: UNI 11248										Indici qualitativi				
Norme		Valori Numerici														
		Descrizione	Categoria	Superficie	Lm	Em	Emin	Esc,min	Ev,min	U0	Ul	II	SR			
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)	Carreggiata	MES	255,3	0,50						0,35	0,4	15%	0,5			
Parametri di progetto	Carreggiata	MES	255,3	0,50						0,35	0,4	15%	0,5			
Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento																
Parametri di verifica	Carreggiata	MES	255,3	0,50	6,75					0,50	0,60	15,0%	0,70			
<b>VERIFICA Illuminotecnica</b>																
Indici Verifica	Valori di Verifica	Valori di Progetto	Valori di manutenzione; indicare la norma seguita: Legge P.A.T. n° 16 / 2007													
Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione	Totali	Sbraccio 0 m, h= 4,5m l=23 m	Lampada LED	Flusso 1680	Watt 21	IP 65	h/anno 3.865	Nr. 3	FM 0,80	kWh/anno 0,06						243,50
Indici Verifica	VERIFICA L.P. 16/2007	Zona Protetta NO	Regolatore si	Emh (piano efficace) 6,75	74,42%	0,90	11.595,00	3	0,06	243,50						
			Kil(limite)		3,0											
			η(limite)		15,0											
			η(100lx,r)	10,5	0,71											

**Verificata**