

**HERA LUCE S.r.l.**

Socio Unico Hera S.p.A.  
C.F./ P. IVA 02074861200  
Reg. Imp. FC 299017/2004  
Capitale Sociale int. Vers. € 1.000.000,00



TIMBRO E FIRMA

UFFICIO INGEGNERIA E SVILUPPO

DESCRIZIONE	Project Financing per la concessione del servizio di gestione, manutenzione, fornitura di energia elettrica, progettazione e realizzazione degli interventi di efficientamento energetico e riqualificazione degli impianti di illuminazione pubblica del Comune di Sarezzo (BS)		
COMMITTENTE	COMUNE DI SAREZZO (BS)		
PROGETTISTA	A. Battistini	Relazione	1
SCALA: -	FILE: relazione.doc		

ELABORATO

## RELAZIONE TECNICA ED ILLUSTRATIVA

REV	DATA	DESCRIZIONE MODIFICHE	REDATTO	APPROVATO
01	18/10/2017	1 <sup>a</sup> Emissione		
02	23/01/2018	1 <sup>a</sup> Revisione		



## **INDICE**

<b>1</b>	<b>PRESENTAZIONE DEL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA</b>	<b>3</b>
1.1	Oggetto	3
1.2	Introduzione alla metodologia di sviluppo della riqualifica	3
1.3	Flusso di lavoro e strutturazione degli elaborati	4
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE E SOCIO-ECONOMICO DELL'AREA OGGETTO DELL'INTERVENTO</b>	<b>5</b>
2.1	Corografia, stralcio del piano regolatore generale comunale, verifica della compatibilità con gli strumenti urbanistici	5
2.2	Analisi dell'impatto socio-economico con riferimento al contesto produttivo e commerciale esistenti	6
<b>3</b>	<b>ANALISI DELLA DOMANDA E DELL'OFFERTA ATTUALE E DI PREVISIONE</b>	<b>7</b>
3.1	Bacino d'utenza	7
3.2	Stima dei bisogni dell'utenza mediante utilizzo di parametri fisici riferiti alla specifica tipologia dell'intervento, quali i flussi di traffico e il numero di accessi	7
3.3	Individuazione, in termini quantitativi e di gradimento, dell'offerta attuale e di quella prevista nei medesimi settori dell'intervento	8
3.3.1	Attuale qualità del servizio	8
3.3.2	Analisi dell'attuale impianto di illuminazione	8
3.3.3	Analisi dell'attuale semaforico e di videosorveglianza	16
<b>4</b>	<b>ANALISI DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI ALTERNATIVE</b>	<b>17</b>
4.1	Quadro riepilogativo degli interventi offerti	21
<b>5</b>	<b>STUDIO DELL'IMPATTO AMBIENTALE RIFERITO ALLA SOLUZIONE PROGETTUALE INDIVIDUATA</b>	<b>22</b>
5.1	Analisi sommaria degli aspetti geologici, geotecnici, idraulici, idrogeologici, desunti dalle cartografie disponibili o da interventi già realizzati ricadenti nella zona	22
5.2	Verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici, paesaggistici interferenti sulle aree o sugli immobili interessati dall'intervento	22
5.3	Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti	22
<b>6</b>	<b>INTERVENTI PREVISTI</b>	<b>25</b>
6.1	Interventi previsti per gli impianti di pubblica illuminazione	25
6.2	Interventi previsti per gli impianti semaforici	28
6.3	Interventi per la realizzazione di impianto di videosorveglianza	29
<b>7</b>	<b>CALCOLO DEL RISPARMIO ENERGETICO</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>CRONOPROGRAMMA DELLE OPERE</b>	<b>31</b>
<b>9</b>	<b>STIMA SOMMARIA DELLA SPESA</b>	<b>31</b>



*RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA*

<b>10 CONVENIENZA ECONOMICA AI SENSI DELL'ART. 181 DLGS 50/2016</b>	<b>35</b>
Quantificazione dei costi	36
Analisi dei costi di ricostruzione impianto	36
Costi di manutenzione ordinaria e straordinaria impianto di illuminazione	36
Canone CONSIP per la gestione dell'impianto successivamente all'appalto dei lavori di riqualifica	36
Calcolo degli oneri finanziari per appalto lavori	38
Quantificazione dei rischi trasferibili all'Operatore	38
Tabella 2 – ANAC - analisi probabilità verifica rischio costruzione	39
Tabella 3 – Calcolo valore rischio costruzione – Importo dei lavori 1.199.915,99 €,	39
Tabella 4 – Rischio di scostamento temporale nella realizzazione dei lavori	40
Durata proposta dei lavori 360 giorni	40
Rischio di manutenzione	41
Tabella 5 – Valore rischio incremento della manutenzione annuo	41
Valore della manutenzione	41
Manutenzione straordinaria degli apparecchi a led	41



## 1 PRESENTAZIONE DEL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

### 1.1 Oggetto

La seguente relazione tecnica ed illustrativa nonché gli allegati costituiscono il progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'intervento di trasformazione, potenziamento ed adeguamento degli impianti di illuminazione pubblica nel Comune di Sarezzo (BS).

### 1.2 Introduzione alla metodologia di sviluppo della riqualifica

Dalla firma del Protocollo di Kyoto fino ad oggi, il risparmio energetico ed il riscaldamento globale hanno assunto un'importanza sempre maggiore. Questo, unitamente alla contrazione dei mercati e alla necessità di riduzione del debito pubblico, ha portato a parlare sempre più di illuminazione pubblica e di efficientamento energetico.

Troppo spesso però operatori del settore parlano di "riqualifica del servizio di illuminazione pubblica" basandosi semplicemente sull'aumento di efficienza degli apparecchi di illuminazione esistenti, utilizzando un rapporto matematico tra la potenza della lampada esistente e la nuova potenza proposta nella riqualifica, trascurando completamente le necessità esistenti che costituiscono il servizio di illuminazione pubblica, creando situazioni in cui permangono zone dove l'illuminazione è sovrabbondante e zone dove l'illuminazione è poca o nulla.

Riqualificare un impianto significa prima di tutto prendere atto delle reali esigenze di illuminazione che ogni tratto stradale richiede. Per farlo, intervengono in aiuto del progettista le Norme UNI 11248:2016 e UNI 13201, che inquadrano le diverse tipologie di ambiti stradali e ne determinano i livelli minimi di illuminazione.

Non è possibile pensare ad un corretto assetto illuminotecnico senza aver prima analizzato il territorio nelle sue peculiarità ed averne tratto una valutazione preliminare dei rischi per ciascun tratto stradale. Avere solo i dati tecnici dell'impianto esistente serve a poco se non si sa quanto illuminare.

Oltre a questo è importante capire che l'illuminazione non serve solo a facilitare il compito visivo del guidatore, ma è anche sinonimo di fruibilità notturna degli spazi pubblici e di risalto dei connotati storici che favoriscano il rapporto di interazione del tessuto urbano con gli abitanti ed i visitatori.

Nella stesura del progetto di riqualifica di Sarezzo si è pertanto voluto assecondare, nei limiti delle risorse economiche, quanto precedentemente esposto.

Quanto appena accennato si traduce di fatto in un vero e proprio studio di tutto il territorio, degli impianti esistenti e delle strade, partendo dall'analisi della documentazione disponibile.



### 1.3 Flusso di lavoro e strutturazione degli elaborati

Di seguito vengono elencati alcuni punti chiave costituenti il presente progetto di fattibilità tecnica ed economica.

Una prima fase del progetto è costituita dall'analisi del territorio su cui si sviluppa l'impianto di illuminazione pubblica esistente, dall'individuazione del contesto socio-economico, dalla lettura delle richieste contenute nei documenti di pianificazione e gestione del territorio, quali il PRG ed il PAES.

Il passo successivo, più tecnico ed analitico, riassume i dati scaturiti dal rilievo ed al posizionamento degli impianti esistenti e dalla successiva analisi del servizio pubblico attualmente offerto, delle carenze impiantistiche e delle necessità a cui dovrà far fronte il nuovo impianto riqualificato.

A seguito dell'individuazione delle necessità esistenti vengono poi riportate le possibili alternative alla soluzione di adeguamento proposta e le motivazioni che hanno portato alla scelta individuata.

Delineata la soluzione ottimale per la riqualifica, trova spazio nella parte centrale della relazione lo sviluppo del progetto di riqualifica, con la descrizione qualitativa e quantitativa delle opere necessarie per l'adeguamento dell'impianto e per il riassetto del servizio di illuminazione pubblica, nonché le tempistiche per l'attuazione della soluzione proposta.

Nella parte finale saranno contenuti gli aspetti economici e finanziari, saranno esplicitati i calcoli estimativi giustificativi della spesa, la forma di finanziamento e i risultati del piano economico e finanziario.

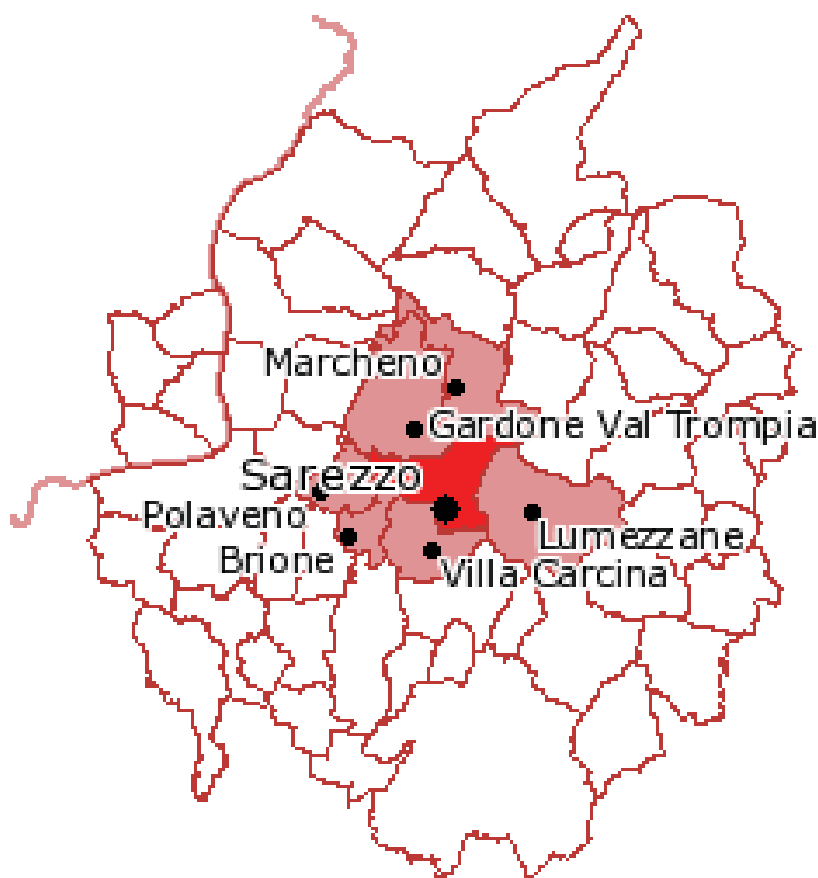


## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E SOCIO-ECONOMICO DELL'AREA OGGETTO DELL'INTERVENTO

La presente proposta si riferisce all'intero impianto di pubblica illuminazione del comune di Sarezzo. Gli interventi proposti sono volti alla messa in sicurezza e all'adeguamento infrastrutturale della rete di pubblica illuminazione, nonché al rispetto dell'inquinamento luminoso ed al miglioramento dell'efficienza energetica.

Per determinare le specifiche d'intervento sono state analizzate le caratteristiche del territorio e le necessità dei fruitori dello spazio urbano, come di seguito descritto.

### 2.1 Corografia, stralcio del piano regolatore generale comunale, verifica della compatibilità con gli strumenti urbanistici



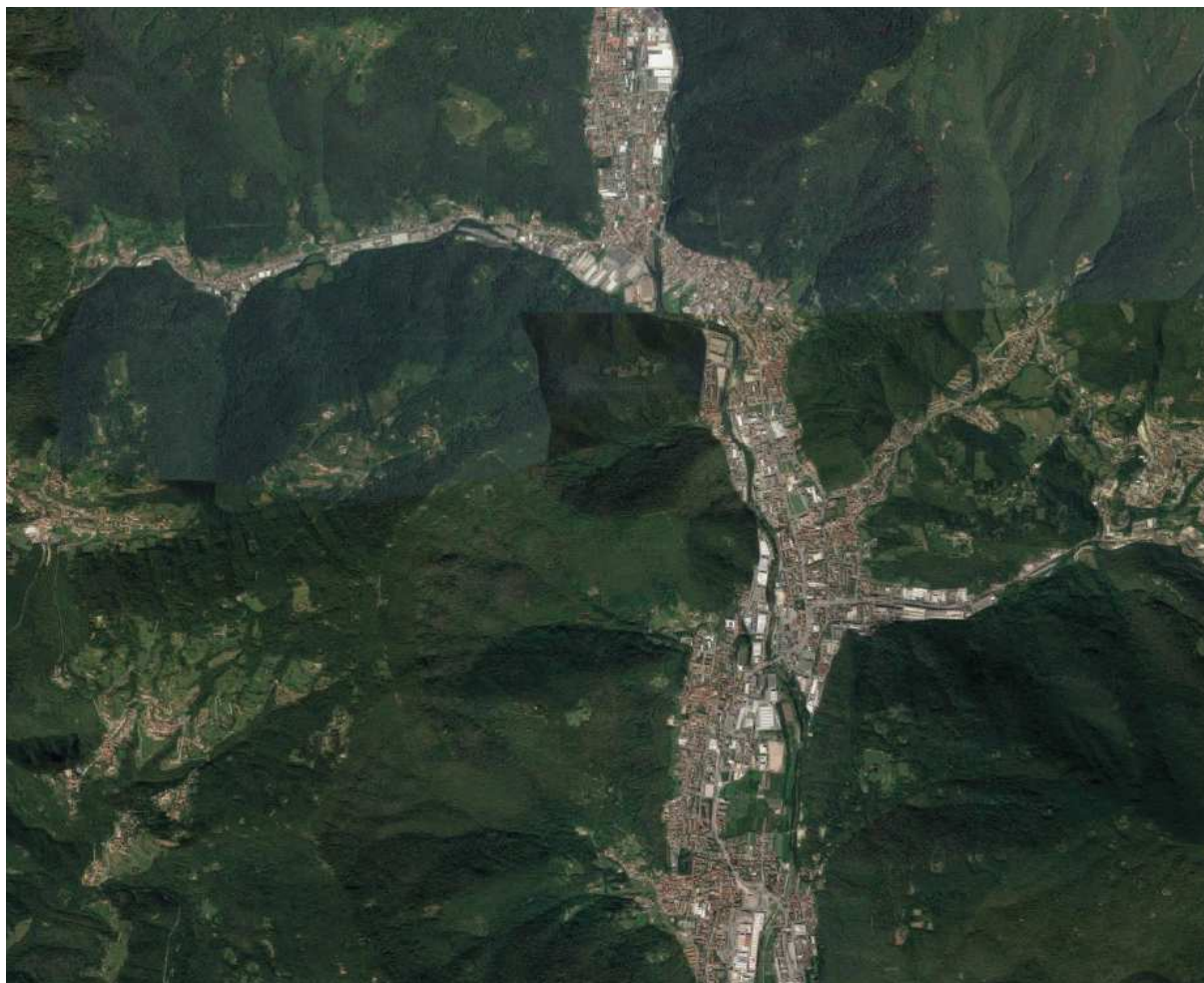
ALTITUDINE	273m s.l.m
ABITANTI	13.438
SUPERFICIE	17,68 kmq
NUMERO DI FAMIGLIE	5.463
DENSITA' PER kmq	760,07
CLASSIFICAZIONE SISMICA	SISMICITA' BASSA
GRADI GIORNO	2.623
ZONA CLIMATICA	E

Sarezzo è un Comune della Provincia di Brescia che dista circa 13 km in direzione nord dal capoluogo, confinando con Brione, Gardone Val Trompia, Lumezzane, Marcheno, Polaveno, Villa Carcina.





RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA



La località si trova nella Val Trompia e una parte nella laterale Val Gobbia.

Sarezzo è una cittadina di montagna, di origini molto antiche, con un'economia basata soprattutto sull'industria e sul terziario. I sarezzesi, detti anche saretini, fanno registrare un indice di vecchiaia inferiore alla media e risiedono quasi tutti nel capoluogo comunale, interessato da una forte crescita edilizia; una cinquantina di persone vive nella località di Cagnaghe.

Il territorio, percorso da più torrenti, presenta un profilo geometrico irregolare, con variazioni altimetriche più accentuate nella parte settentrionale, e offre un panorama alto-collinare molto suggestivo, con alture coperte di vegetazione boschiva.

L'abitato, attorno al quale si dipana una rete di sentieri e mulattiere, che permettono di raggiungere piccole valli, radure e pianori soleggiati, presenta segni di espansione edilizia, affiancando edifici di recente costruzione ad abitazioni rustiche; il suo andamento plano-altimetrico è vario.

Tra i monumenti figurano: la torre campanaria, costruita verso la fine del 1500; la seicentesca chiesa parrocchiale, sorta sul luogo precedentemente occupato dalla vecchia chiesa dei Santi Faustino e Giovita; il palazzo Montini e la casa Bailo.

## 2.2 Analisi dell'impatto socio-economico con riferimento al contesto produttivo e commerciale esistenti

Sarezzo è comune montano della Val Trompia, a circa 13 chilometri a nord da Brescia e fa parte della Comunità Montana "Valtrompia".

**RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA**

Nella cittadina l'agricoltura, basata soprattutto sulla produzione di frutta, e l'allevamento di bovini, caprini, ovini, equini e avicoli hanno perso terreno rispetto all'industria, vera artefice degli elevati valori di reddito che si registrano; particolarmente sviluppata è l'industria metalmeccanica, che consente notevoli livelli occupazionali; a questa si affiancano numerose aziende che operano nei comparti alimentare, automobilistico, cantieristico, cartario, chimico, edile, elettrico, elettronico, del legno, del vetro, della stampa e dei laterizi. Non mancano gioiellerie, oreficerie e fabbriche di armi, mobili, motocicli, biciclette nonché di macchine per l'agricoltura e la silvicoltura. Il servizio di intermediazione monetaria e quello di consulenza informatica arricchiscono il panorama delle attività terziarie, che comprendono anche una buona rete commerciale.

La riqualifica dell'impianto di illuminazione pubblica e l'utilizzo di apparecchiature di ultima generazione porterà maggior decoro a tutto l'ambiente urbano, eliminando tutte le situazioni esistenti di impianti fatiscenti e disomogenei fra loro, che portano il cittadino alla lettura di un contesto di degrado e confusione. Viceversa la presenza di impianti nuovi e la possibilità di una fruizione più sicura ed accogliente degli spazi pubblici negli orari notturni non può che tradursi in un aumento della fiducia nei confronti dell'Amministrazione pubblica e del comune stesso.

### **3 ANALISI DELLA DOMANDA E DELL'OFFERTA ATTUALE E DI PREVISIONE**

#### **3.1 Bacino d'utenza**

I lavori di adeguamento e messa a norma degli impianti, oltre al servizio di gestione e manutenzione, interesseranno tutti gli impianti di pubblica illuminazione di proprietà del comune di Sarezzo.

Fanno parte del bacino d'utenza sia gli abitanti del comune, sia chi fruisce dello spazio pubblico, anche soltanto attraversando l'arteria principale che interessa la Val Trompia.

Le necessità dei fruitori sono legati all'affidabilità, ovvero all'efficienza, di un esercizio nel corso del tempo delle funzioni di un impianto, senza inconvenienti e senza guasti.

#### **3.2 Stima dei bisogni dell'utenza mediante utilizzo di parametri fisici riferiti alla specifica tipologia dell'intervento, quali i flussi di traffico e il numero di accessi**

L'esistenza stessa della pubblica illuminazione trova come principale scopo la sicurezza dei cittadini. L'illuminazione è quindi uno strumento a favore della comunità, strumento essenziale per la percezione degli ostacoli (veicoli e pedoni) e la sensazione di sicurezza per l'incolumità alla persona.

È necessario quindi prevedere, in relazione alle richieste della normativa di riferimento, che l'illuminazione del territorio comunale debba offrire un livello di illuminazione necessaria per una corretta visibilità delle differenti aree urbane, siano esse pedonali o carrabili.

La norma UNI EN 13204-2 definisce infatti quali debbano essere i requisiti prestazionali degli impianti, a seconda delle categorie illuminotecniche (norma UNI 11248:2016) dichiarate dal PGT.

Risulta evidente come l'affidabilità sia un parametro da ricercare ad un grado ancor più elevato della sicurezza: la rispondenza dell'impianto alle norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI), infatti, rappresenta una condizione sufficiente a garantirne la sicurezza, ma non sia pienamente soddisfacente ai fini dell'affidabilità.

Quest'ultima è ottenibile, pertanto, attraverso un'adeguata riqualificazione ed un'eventuale riprogettazione del sistema impiantistico e delle relative apparecchiature elettriche.

Ai fini della corretta valutazione dell'affidabilità e della sicurezza degli impianti di illuminazione pubblica cittadina, si è ritenuto di fondamentale importanza valutare lo stato attuale dell'intera rete di pubblica illuminazione, attraverso un accurato censimento del sistema illuminante, esaminando i centri luminosi e le tipologie esistenti in relazione al loro inserimento nell'impianto viario della città ed al loro stato di manutenzione, tenendo come riferimento essenziale quanto precedentemente esposto.

Dalle prime ragioni di tipo funzionale legate alla sicurezza pedonale e veicolare cui assolve l'impianto di illuminazione pubblica, maturano in concatenazione esigenze di tipo ambientale, di valorizzazione monumentale, paesaggistiche, di esaltazione dei colori, di immagine urbana notturna, interpretata





# **RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA**

anche in chiave scenografica, privilegiando scorci, prospettive, vedute; il tutto per raggiungere i seguenti obiettivi:

- Risparmio energetico necessario per ottenere risorse economiche;
- Riduzione dei consumi e quindi delle emissioni nocive legate alla produzione di energia in Italia, come anche previsto dal PAES di Sarezzo;
- Qualità dello spazio illuminato, caratteristiche collegate alla resa cromatica, alla temperatura ISO prossimale del colore;
- Qualità dell'arredo urbano, collegata all'aspetto estetico delle strutture;
- Corrispondenza delle esigenze urbanistiche: si ritiene, infatti, che alcuna proposta progettuale possa scaturire senza aver adeguatamente analizzato le problematiche e le criticità illuminotecniche che caratterizzano il territorio cittadino.

Molteplici sono gli obiettivi che una corretta illuminazione deve garantire: dal raggiungimento del massimo comfort visivo per i fruitori della città, all'identificazione di criteri di progettazione coordinata su tutto il territorio, alla riduzione dei costi e dei consumi energetici.

Tutti gli interventi previsti oltre, all'incremento dell'efficienza energetica degli impianti, consentono di ottenere un miglioramento delle zone urbane, poiché un'illuminazione efficace migliora la percezione visiva ed il senso di sicurezza e la vivibilità degli ambienti.

Una corretta applicazione delle tecnologie disponibili applicate alle apparecchiature illuminanti, previa un'attenta progettazione degli interventi, sarà una garanzia per illuminare e direzionare la luce solo laddove essa è funzionalmente necessaria, limitando quanto più possibile dispendi energetici.

La razionalizzazione del servizio di illuminazione pubblica stradale, qui proposto, conduce a significativi risparmi di energia: lo scopo è di ottenere contestualmente un miglioramento del servizio reso.

## **3.3 Individuazione, in termini quantitativi e di gradimento, dell'offerta attuale e di quella prevista nei medesimi settori dell'intervento**

### **3.3.1 Attuale qualità del servizio**

A seguito della disamina delle caratteristiche dell'impianto di illuminazione, sono state condotte verifiche e calcoli sulla qualità del servizio di pubblica illuminazione nel rispetto delle norme illuminotecniche. Che vengono riassunte nel riepilogo seguente.

<b>NUMERO DI TRATTI STRADALI VALUTATI</b>	<b>99</b>	<b>INCIDENZA %</b>
SOVRAILLUMINATI	15	15%
ADEGUATAMENTE ILLUMINATI	20	20%
SOTTOILLUMINATI	64	65%

Globalmente si è riscontrato che, nei tratti analizzati, il servizio presenta un elevato livello di sottoilluminazione dei tratti stradali.

Questo livello di sottoilluminazione è dovuto essenzialmente all'utilizzo di armature ormai obsolete, dotate ancora di lampade al mercurio, che non garantiscono minimi livelli di flusso luminoso a terra. Per contro, vi sono situazioni di sovrailluminazione, in special modo nelle zone che hanno subito recenti adeguamenti degli impianti.

### **3.3.2 Analisi dell'attuale impianto di illuminazione**

Per valutare lo stato dell'illuminazione pubblica esistente è stato effettuato un censimento puntuale degli impianti, registrando per ogni punto luce la tipologia del sostegno, dell'apparecchio illuminante e della lampada.

Per ogni situazione sono stati prodotti dei grafici esplicativi dei dati raccolti, di seguito indicati:

- a) Conformità alla Legge Regionale sull'inquinamento luminoso
- b) Tipologia degli apparecchi illuminanti
- c) Tipologia dei sostegni



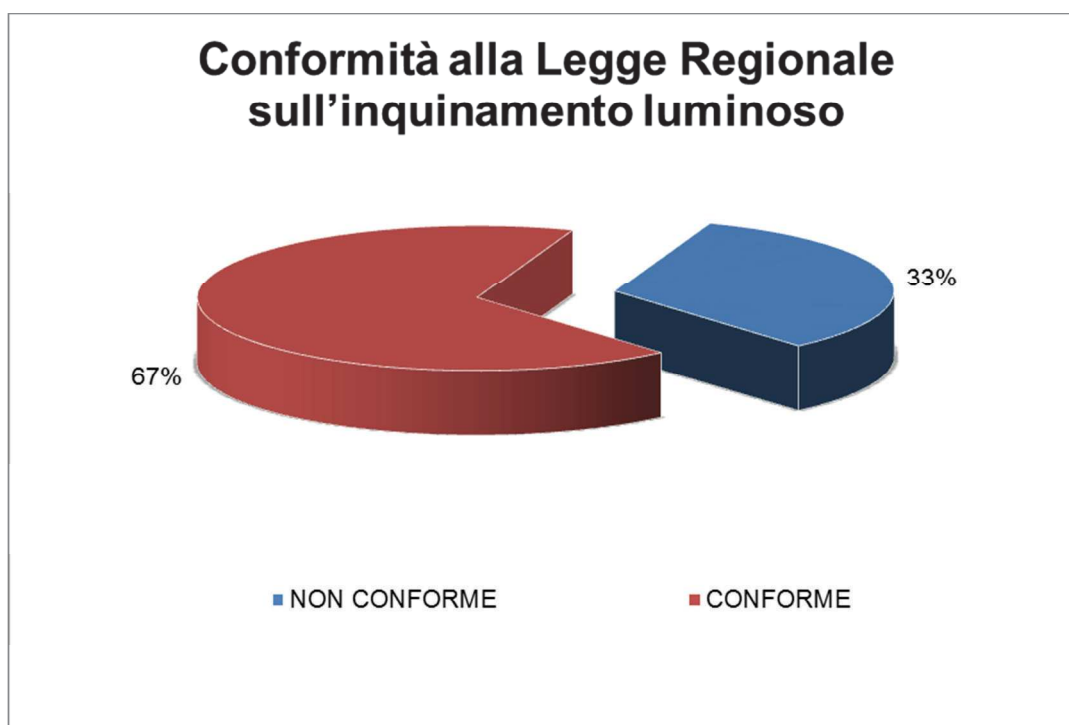
## RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

- d) Tipologia della chiusura degli apparecchi
- e) Tipologia della lampada installata
- f) Tipologia della linea di alimentazione

<b>NUMERO CORPI ILL.UMINANTI</b>	<b>1729</b>
<b>POTENZA ASSORBITA [kW]</b>	<b>212</b>
<b>TOTALE ENERGIA CONSUMATA [kWh/anno]</b>	<b>948.000</b>

Si riportano di seguito i grafici risultanti dall'analisi dei dati di rilievo.

- a) Conformità alla Legge Regionale sull'inquinamento luminoso

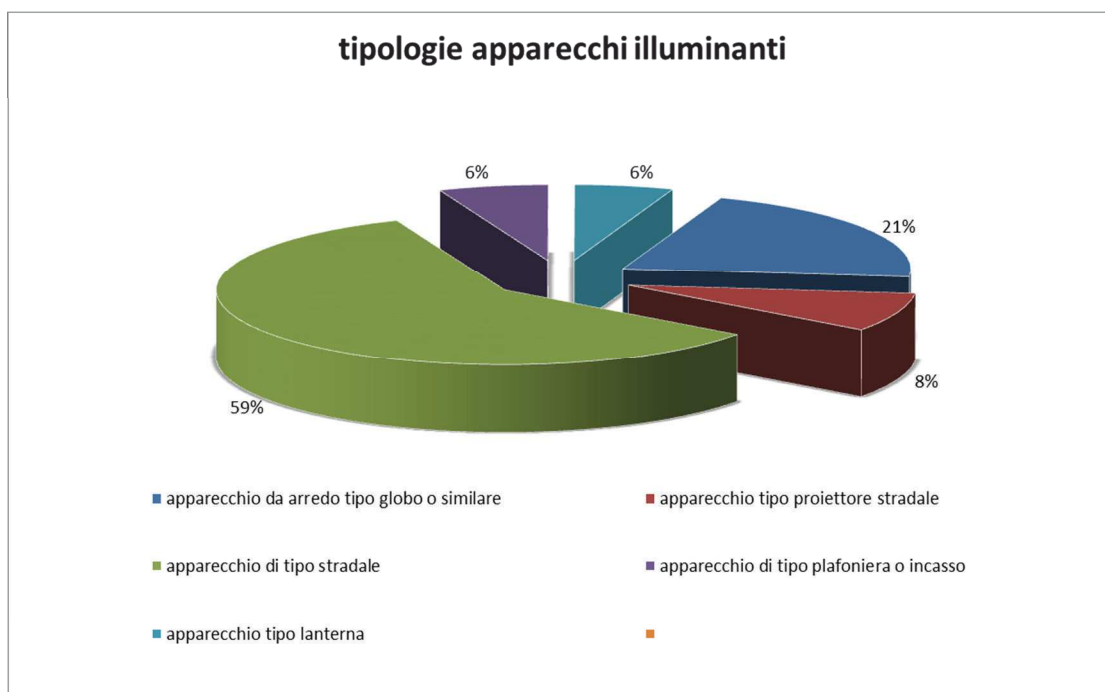




RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA



b) Tipologia degli apparecchi illuminanti

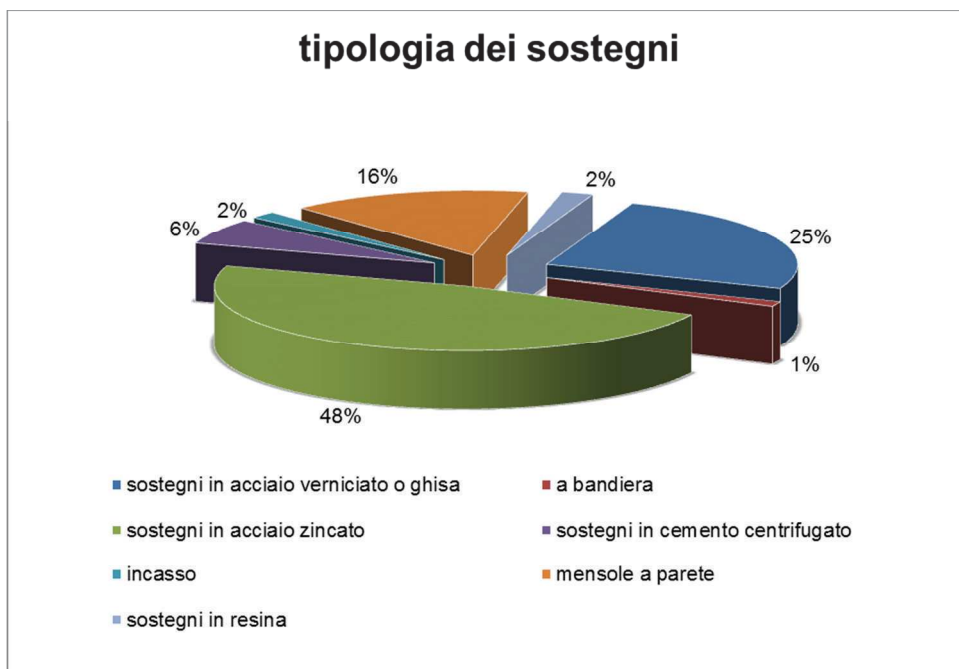




RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA



c) Tipologia dei sostegni



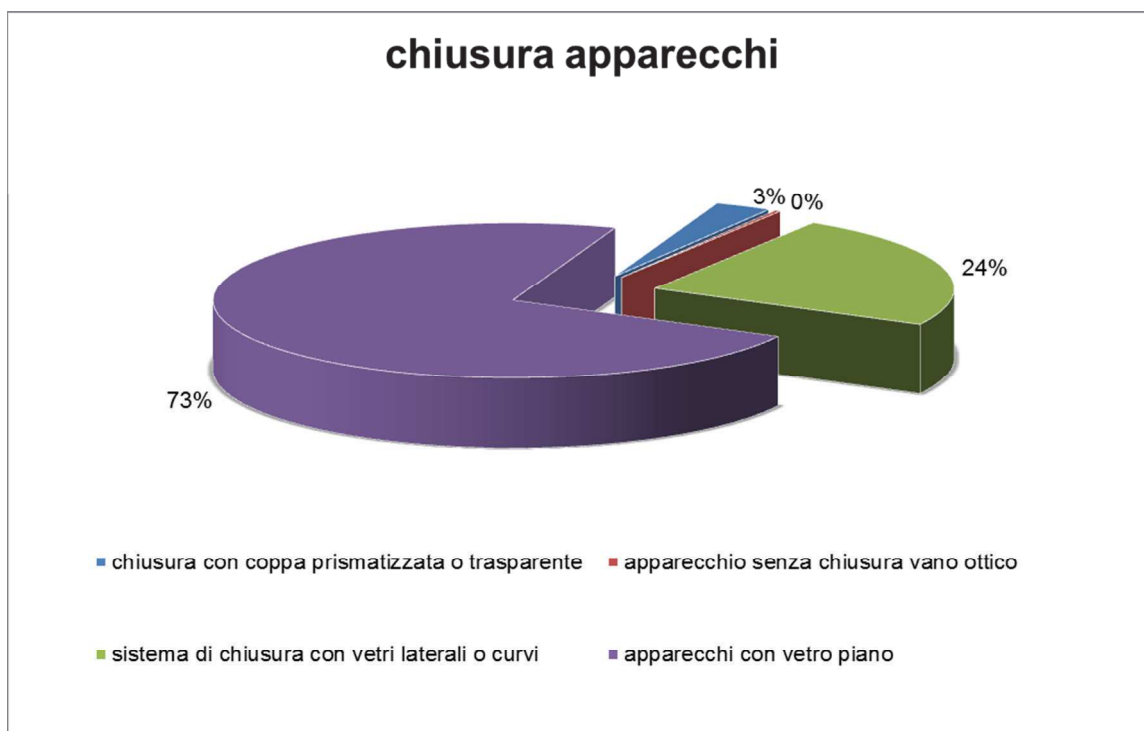




RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA



d) Tipologia chiusura degli apparecchi illuminanti





*RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA*

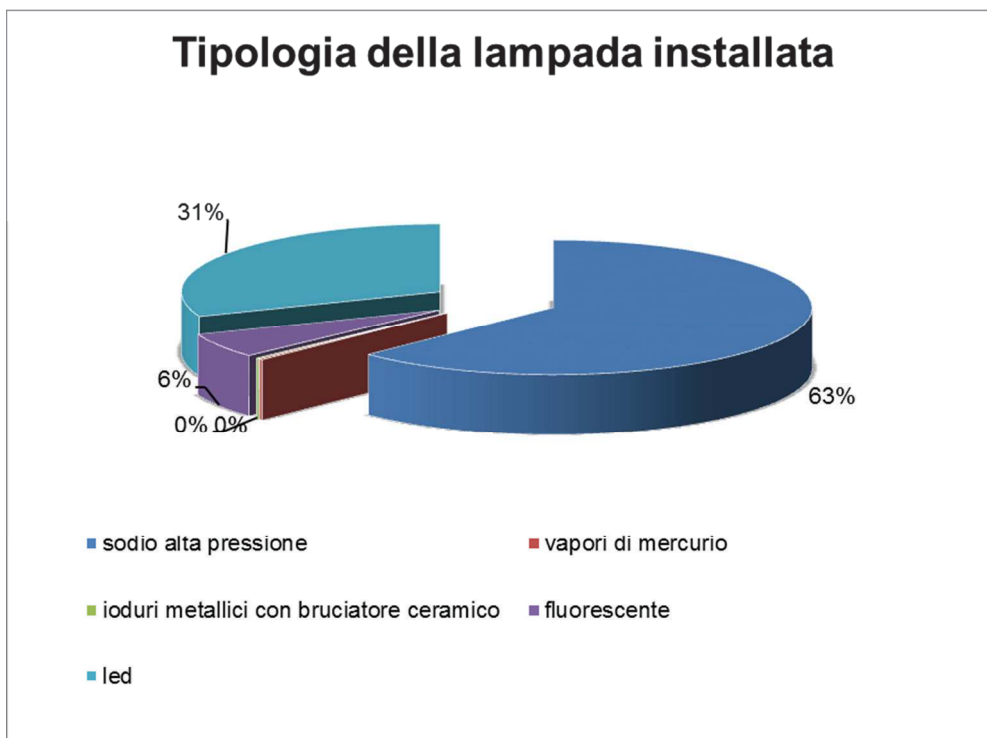






RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

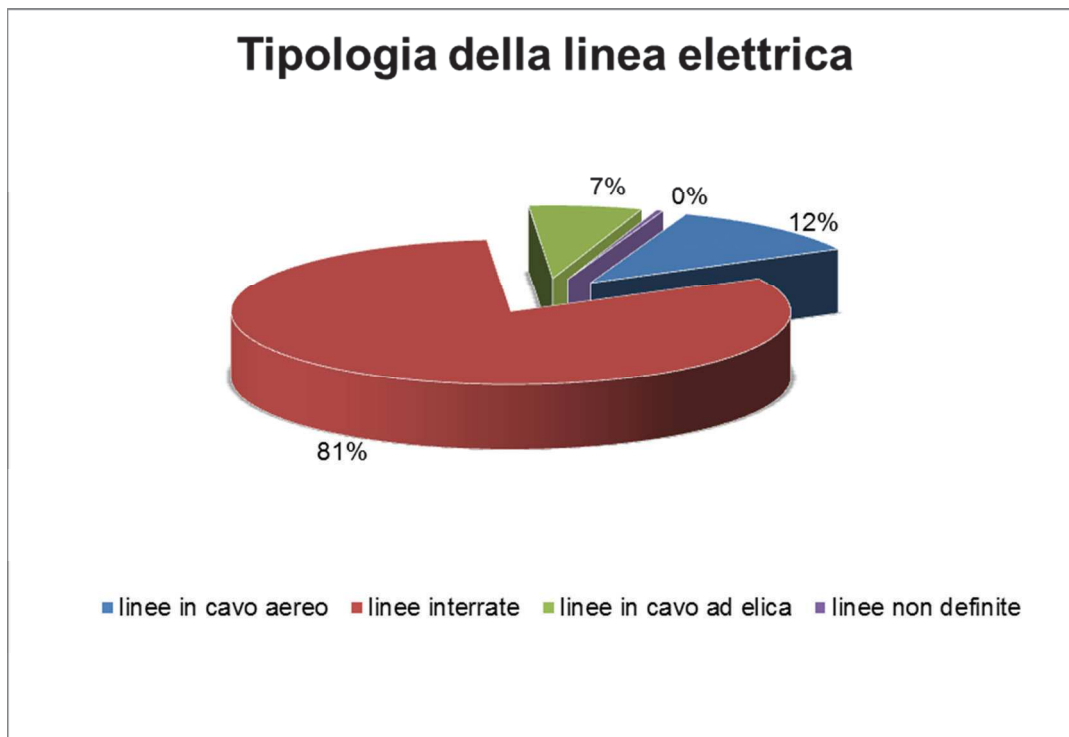
e) Tipologia della lampada installata





RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

f) Tipologia della linea elettrica





#### RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

Il rilievo degli impianti ha rilevato una situazione di diversità sia come livello di illuminazione che come tipologie di materiali utilizzati. Queste differenze sono sostanzialmente riconducibili al periodo di realizzazione dell'impianto e alle diverse specifiche tecniche provenienti dai due proprietari degli impianti al tempo della loro esecuzione (comunale ed Enel Sole).

Per quanto riguarda le linee elettriche la maggior parte risulta costituita da cavi interrati, segno di una realizzazione recente o comunque di una scelta realizzativa più attenta rispetto alla soluzione delle linee aeree. Queste ultime si suddividono in due tipologie, quelle in cavo precordato, che risultano in linea con un recente adeguamento degli impianti e quelle in cavo aereo fascettato a vista su funi metalliche portanti. Quest'ultima tipologia copre ancora una discreta parte degli impianti e dovrà essere risanata mediante rifacimento in cavo precordato.

Analizzando la tipologia degli apparecchi illuminanti (tipologia apparecchio, lampada e chiusura del vano ottico) si evidenzia la presenza di una porzione di impianto ormai giunto a fine vita operativa. Si tratta di apparecchi senza protezione del vano ottico e dotati di lampada al mercurio, che indicano un impianto risalente agli anni settanta/ottanta e che richiederanno (o avrebbero già dovuto richiedere) opere di manutenzione straordinaria per il loro rifacimento integrale, i quanto oltre a non fornire i sufficienti livelli di illuminamento, risultano un potenziale rischio per la sicurezza delle persone, derivato appunto dalla vetustà dei materiali.

I sostegni sono per la maggior parte in buono stato, si segnalano alcuni interventi necessari per il ripristino della verniciatura e alcune sostituzioni integrali. Sono presenti situazioni di promiscuità meccanica dei sostegni con Enel Distribuzione, soprattutto per quanto riguarda i pali realizzati in cemento armato centrifugato.

### 3.3.3 Analisi dell'attuale semaforico e di videosorveglianza

NUMERO LANTERNE SEMAFORICHE	46
POTENZA ASSORBITA [kW]	1,38
<b>TOTALE ENERGIA CONSUMATA [kWh/anno]</b>	<b>17.000</b>

NUMERO TELECAMERE	15
POTENZA ASSORBITA [kW]	0,9
<b>TOTALE ENERGIA CONSUMATA [kWh/anno]</b>	<b>15.000</b>



## 4 ANALISI DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI ALTERNATIVE

Il progetto di fattibilità tecnica ed economica deve poter assicurare i seguenti requisiti:

- il soddisfacimento delle necessità della collettività;
- la qualità tecnica e funzionale in relazione al contesto di installazione;
- la conformità alle norme impiantistiche, ambientali ed energetiche;
- il rispetto di quanto previsto in materia di salute e sicurezza dei lavoratori e degli utenti;
- il risparmio energetico e la valutazione del ciclo di vita e manutenibilità delle opere;

All'interno delle scelte utili alla riqualificazione di un impianto di illuminazione è possibile individuare molteplici ipotesi di intervento. Per meglio descrivere le possibili alternative progettuali per l'illuminazione pubblica del Comune di Sarezzo, cercheremo, all'interno di questo capitolo di individuare almeno due possibilità di intervento per ogni componente dell'impianto.

### Sorgenti

Una delle scelte principali e prioritarie nella riqualifica degli impianti di illuminazione è quella legata alla tipologia di sorgente luminosa da utilizzare. In questi anni infatti la nuova tecnologia a LED ha gradualmente preso piede nell'illuminazione pubblica, superando in termini di efficienza teorica le classiche sorgenti al sodio alta pressione. Nella valutazione delle soluzioni alternative si devono però considerare tutti gli aspetti caratteristici di un apparecchio di illuminazione a LED rispetto ad un apparecchio tradizionale al sodio alta pressione (SAP). Non basta infatti comparare la sola efficienza teorica della sorgente (lampadina SAP o piastra LED), ma devono essere valutati tutti gli aspetti, quali:

- Costo di acquisto dell'apparecchio nuovo;
- Durata della sorgente luminosa nell'arco della vita utile dell'apparecchio;
- Costo di acquisto della sorgente luminosa di ricambio;
- Costo di manutenzione dell'apparecchio nel corso della gestione;
- Costo energetico dell'apparecchio nel corso della gestione.

Tutti questi aspetti trovano applicazione nel metodo di valutazione denominato TCO (Total Cost Ownership), introdotto in sede europea nel documento MEEuP Product Cases Report, che considera le principali voci di costo riguardanti un prodotto, ovvero l'analisi di tutti i costi derivanti dalla proprietà, per l'esercizio e la manutenzione dell'opera.

Nella tabella seguente vengono riassunti i valori tipici delle due sorgenti luminose.

	APPARECCHIO SAP	APPARECCHIO LED	NOTE
<b>Sorgente luminosa</b>	SAP 150W	LED 69W	
<b>Potenza consumata lampada [W]</b>	150	69	
<b>Risparmio di potenza con riduzione del flusso</b>	20%	35%	
<b>Potenza consumata con riduzione del flusso [W]</b>	120	55,2	
<b>Consumo reattore/alimentatore [W]</b>	30	5	
<b>Perdite medie per caduta di tensione [W]</b>	8	2	
<b>Potenza totale consumata in piena potenza [W]</b>	188	76	
<b>Potenza totale consumata in riduzione del flusso [W]</b>	158	62	
<b>Consumo giornaliero medio annuo a piena potenza [KW/h]</b>	752	302	Calcolato considerando una media annua di 4 ore al giorno a piena potenza
<b>Consumo giornaliero medio annuo in riduzione del flusso [KW/h]</b>	1.264	494	Calcolato considerando una media annua di 8 ore al giorno a potenza ridotta
<b>Consumo totale giornaliero medio annuo di un punto luce [KW/h]</b>	2.016	796	
<b>Costo energetico annuo di un punto luce [€]</b>	343	135	Considerando un costo dell'energia di 0,17€/kWh
<b>Costo energetico di un punto luce [€] in 20 anni di gestione</b>	6.854	2.705	
<b>Durata della sorgente luminosa [anni]</b>	3	18	
<b>Costo della sorgente luminosa [€]</b>	10	150	
<b>Costo della sostituzione della sorgente luminosa [€]</b>	20	20	
<b>Costo totale della manutenzione in 20 anni di gestione [€]</b>	180	170	



# RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

La progettazione accurata dell'impianto di illuminazione permette di attenuare gli svantaggi derivati dalle soluzioni a LED. Il maggior costo iniziale può essere compensato da un minor consumo elettrico; la sensibilità alle sovratensioni può essere contenuta con un'adeguata scelta dei componenti e con soluzioni impiantistiche nella protezione dai contatti indiretti che permettono il funzionamento corretto degli apparecchi di protezione contro le sovratensioni.

Per il contenimento della manutenzione straordinaria è necessario agire sulla scelta degli apparecchi da installare, privilegiando prodotti di costruttori noti ed affermati, scegliendo armature non sigillate in fabbrica, ma che diano la possibilità di sostituire i gruppi LED, le ottiche e i componenti di alimentazione.

Nell'ottica delle presenti considerazioni si è voluto utilizzare nel presente progetto preliminarmente una soluzione a LED.

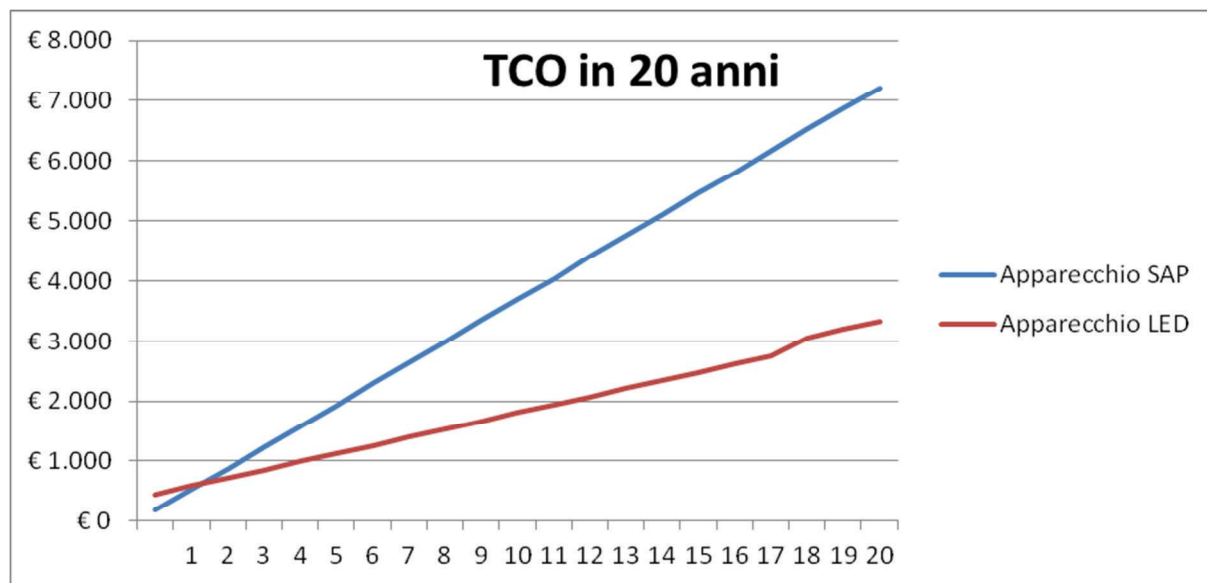
Tale soluzione, visti i maggiori risparmi ottenuti, ha permesso un maggior rientro economico, anche a fronte di una maggiore spesa per l'impianto. Rispetto a una soluzione di adeguamento con tecnologia tradizionale, ovvero a scarica.

Nella tabella seguente viene ricostruito il TCO tipico delle due sorgenti luminose, calcolato su un periodo di valutazione di 20 anni.

	Costo iniziale sostituzione apparecchio [€]	Costo energia [€]	Costo manutenzione [€]	TCO [€]	Costo iniziale sostituzione apparecchio [€]	costo energia [€]	costo manutenzione [€]	TCO [€]
anno di gestione	180			180	450			450
anno di gestione 1		343	0	523		135	0	585
anno di gestione 2		343	0	865		135	0	721
anno di gestione 3		343	30	1.238		135	0	856
anno di gestione 4		343	0	1.581		135	0	991
anno di gestione 5		343	0	1.924		135	0	1.126
anno di gestione 6		343	30	2.296		135	0	1.262
anno di gestione 7		343	0	2.639		135	0	1.397
anno di gestione 8		343	0	2.982		135	0	1.532
anno di gestione 9		343	30	3.354		135	0	1.667
anno di gestione 10		343	0	3.697		135	0	1.803
anno di gestione 11		343	0	4.040		135	0	1.938
anno di gestione 12		343	30	4.413		135	0	2.073
anno di gestione 13		343	0	4.755		135	0	2.208
anno di gestione 14		343	0	5.098		135	0	2.344
anno di gestione 15		343	30	5.471		135	0	2.479
anno di gestione 16		343	0	5.814		135	0	2.614
anno di gestione 17		343	0	6.156		135	0	2.749
anno di gestione 18		343	30	6.529		135	170	3.055
anno di gestione 19		343	0	6.872		135	0	3.190
anno di gestione 20		343	0	7.214		135	0	3.325

Nel primo caso, a fronte di costi ridotti, si userebbe una tecnologia superata con durata limitata di vita e alto decadimento, nel secondo caso, la tecnologia a LED permette una durata di vita molto elevata ma è necessario che le apparecchiature utilizzate siano di altissima qualità per evitare fenomeni legati all'abbagliamento, a rotture improvvise o a pessima qualità della luce.

La Proponente ha deciso di utilizzare soltanto sorgenti a LED di ultima generazione (prodotti sviluppati negli ultimi mesi) caratterizzate da altissima efficienza, abbattimento dell'abbagliamento ed elevata qualità della luce.



Confronto tra soluzione LED e SAP	
Consumo	-60,5%
Manutenzione	-5,6%
TCO	-53,9%

Oltre al fattore economico la soluzione a LED è stata scelta per i seguenti aspetti:

- accensione istantanea;
- luce bianca con elevata resa di colore;
- guadagno di efficienza della sorgente luminosa durante la regolazione;
- riduzione del dimensionamento delle reti dorsali;

### Ottica

Nel dimensionamento di un impianto di illuminazione pubblica, la migliore resa energetica si ottiene ottimizzando tutti gli aspetti legati alla produzione e alla distribuzione del flusso luminoso.

Il vero vantaggio competitivo nella resa energetica negli apparecchi di illuminazione stradale a LED, si ottiene con l'utilizzo di ottiche performanti.

L'emissione di un LED è Lambertiana a 180° mentre le strade da illuminare hanno superfici geometriche paragonabili a rettangoli molto lunghi e poco larghi (mediamente la distanza tra due pali di illuminazione, 25 - 30 metri, è circa 3, 4 volte la larghezza della strada).

E' necessario dotare il Led di un sistema di controllo di distribuzione della luce generata (ottica) in modo da ottimizzare i fasci emessi, distribuendoli sulla superficie senza sprechi.

Nelle riqualifiche, con la distribuzione esistente dei sostegni e non modificabile se non a scapito di elevati e inutili investimenti, il fatto di non poter disporre di ottiche ottimizzate per la geometria della strada, comporta uno spreco di luce.

Se la via da riqualificare non ha dimensioni simili a quelle utilizzate dal produttore nel dimensionamento dell'ottica dell'apparecchio, si avrà una dispersione di flusso luminoso con conseguente spreco di energia.

Il fatto di non poter regolare l'ottica comporta di modificare i sostegni (eliminare o modificare gli sbracci esistenti, avere diverse altezze dei pali, mensole a parete) o di sprecare inutilmente energia per arrivare sulla strada ai valori di illuminamento richiesti dalla norma.





*RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA*

Come sopra esposto risulta evidente che avere a disposizione geometrie ottiche diverse nella illuminazione stradale comporta notevoli benefici sia sotto il punto di vista dei consumi, che nella riduzione degli investimenti per adattare la rete o i sostegni esistenti e inoltre mitiga gli illuminamenti molesti o non richiesti all'interno di altre proprietà.

A parità di efficienza energetica della sorgente (LED), il poter disporre di ottiche idonee alle geometrie di installazione permette risparmi, a parità di livello di luce sulla strada, che possono arrivare al 30/40%.

Il corpo illuminante scelto per la riqualifica dell'impianto di illuminazione del Comune di Sarezzo (negli ambiti stradali esterni al centro storico) ha la possibilità di avere di serie decine di ottiche diverse e combinazioni di potenza LED con possibilità di esecuzioni speciali a richiesta.

**Sicurezza fotobiologica dell'apparecchio**

La normativa di riferimento prescrive una classificazione redatta allo scopo di preservare l'osservatore da potenziali danni fotochimici e fotobiologici. La determinazione della classe di sicurezza è requisito obbligatorio per la marcatura CE. La determinazione della classe di sicurezza è redatta secondo la norma EN 62471. Gli apparecchi scelti per la riqualifica dell'impianto di illuminazione rientrano nella categoria EXEMPT GROUP (assenza di rischio fotobiologico), come da certificati presenti nelle schede tecniche allegate.

**Sistema di alimentazione**

Gli alimentatori scelti hanno ottime specifiche caratteristiche di sicurezza ed efficienza. Viene dunque controllato il powerfactor dell'alimentatore che, per ridurre le perdite ed aumentare l'efficienza dell'apparecchio, mantiene un valore elevato anche a carico ridotto e in dimmerazione.

La corrente sui Led è controllata e deve mantenersi costante durante tutta la vita dell'apparecchio, così da garantire le performance e la vita del gruppo ottico.

L'alimentatore è provvisto di tutte le necessarie certificazioni europee per quello che riguarda le performance, la sicurezza elettrica e la compatibilità elettromagnetica.

**Regolazione dell'impianto**

Si potrebbe prevedere l'uso di sistemi di regolazione del flusso da quadro, generalmente utilizzato solo sui quadri di maggiore consistenza, oppure utilizzare un sistema puntuale in grado di gestire il singolo apparecchio di illuminazione.

La Proponente prevede l'uso del sistema di regolazione stand-alone del sistema illuminante che permetta una regolazione definita per ogni zona, ricercando il livello massimo di riduzione compatibile con le geometrie della strada e la consistenza dell'impianto e la circolazione del traffico stradale e una riduzione dei costi operativi e di installazione, essendo la funzione stand-alone con mezzanotte virtuale già compresa normalmente negli alimentatori per sistemi a led.

**Rifacimento linee e impianti**

Gli impianti del Comune di Sarezzo comprendono sia linee comunali esistenti, che impianti promiscui. Si potrebbe affrontare il problema nella sua complessità oppure prevedere solo un intervento parziale con successivi interventi di manutenzione straordinaria onerosi per la P.A.

La Proponente prevede la sostituzione di parte degli impianti di questo tipo, comprendendo lo scavo e il ripristino nel caso di impianti interrati e il rifacimento della linea nel caso di impianti in aerea.

**Apparecchi di illuminazione**

Sarebbe possibile prevedere un intervento massivo di riqualificazione della maggior parte degli apparecchi di illuminazione oppure limitarsi all'adeguamento dei soli apparecchi che necessitano una messa a norma, in questo caso si otterrebbe un parco apparecchi con un'età media comunque elevata, a fronte di una disomogeneità in fatto di distribuzione e qualità della luce con un impatto negativo in termini di percezione e sicurezza.

La scelta della Proponente è stata quella di sostituire la quasi totalità degli apparecchi e lasciare inalterati soltanto il 3,5% dei punti luce.

Per quanto riguarda le tecnologie degli apparecchi di illuminazione, sarebbe possibile utilizzare elementi di ultima generazione in grado di garantire elevati risparmi energetici parimenti alla qualità



*RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA*

dell'illuminazione a lungo termine, oppure, a fronte di una spesa inferiore, utilizzare apparecchi di media o scarsa qualità che, pur possedendo schede tecniche e dati fotometrici "adeguati", non siano realmente in grado di garantire la qualità descritta o di resistere alle intemperie a lungo termine.

In base all'esperienza, e come già previsto nel paragrafo inerente la scelta delle sorgenti luminose, la Proponente vuole garantire un elevato livello di qualità del servizio di pubblica illuminazione, selezionando sul mercato gli elementi tecnici di ultima generazione contraddistinti da una elevata qualità ed affidabilità.

### **Sostegni**

In questo caso si potrebbero sostituire tanti più sostegni quanti ne si ritenga utile, limitandosi anche ai soli interventi di messa in sicurezza.

La Proponente, a fronte di uno sforzo economico importante, ha deciso di sostituire tutti i sostegni che necessitano di una messa a norma.

## **4.1 Quadro riepilogativo degli interventi offerti**

Al termine dello sviluppo delle scelte progettuali riportate nel capitolo precedente sono stati individuati gli interventi di adeguamento, che vengono brevemente riassunti nei seguenti punti chiave:

- 1) Sostituzione di tutte le sorgenti luminose con apparecchiature a LED, con conseguente riduzione della potenza elettrica installata, procedendo nel seguente modo:
  - scelta delle migliori apparecchiature con elevati rendimenti, sia sulla conversione della energia elettrica in luce, sia della performance delle ottiche;
  - utilizzo di apparecchi con bassi fattori di manutenzione, ai sensi della norma CIE 154:2003, che permettano il mantenimento delle prestazioni illuminotecniche nel tempo.
- 2) Sistema di dimmerazione automatica del flusso luminoso installato all'interno dei punti luce su tutto il territorio, con dispositivo di mezzanotte virtuale ed orologio astronomico installato nei quadri elettrici, per una ottimale regolazione degli orari di accensione e regolazione.
- 3) Sostituzione di circa 4000m di linea aerea con nuovo cavo precordato autoportante.
- 4) Rifacimento delle giunzioni in gel polimerico reticolato all'interno dei pozzetti.
- 5) Accorpamento e sostituzione dei quadri elettrici di potenza.

### **Protezioni da sovratensioni**

I corpi illuminanti a LED, come tutte le apparecchiature costituite da circuiti elettronici sono esposti in modo particolare alle sovratensioni, siano esse di origine atmosferica o introdotte dalla linea di alimentazione.

I corpi illuminanti scelti adottano un dispositivo contro le scariche atmosferiche per la protezione di sovratensioni di valore da 5kV fino a 9 kV con possibilità di esecuzione in doppio isolamento e assenza di impianto di terra.

### **Protezione dai contatti diretti e indiretti.**

La verifica della protezione contro i contatti diretti può essere condotta valutando lo stato di integrità delle barriere poste a protezione delle parti attive. Dai rilievi in campo per la protezione contro i contatti diretti è stato possibile definire interventi di priorità che riguardano: la sostituzione delle linee aeree in cavo fascettato più ammalorate, l'eliminazione di giunzioni a nastro o con morsetti a perforazione non in doppio isolamento, il rifacimento dei quadri elettrici di alimentazione.

L'intervento proposto prevede, oltre alla sostituzione di tutti i corpi illuminanti, il rifacimento delle giunte di derivazione e l'installazione nei quadri elettrici di doppia protezione differenziale in cascata e selettive tra loro.



## 5 STUDIO DELL'IMPATTO AMBIENTALE RIFERITO ALLA SOLUZIONE PROGETTUALE INDIVIDUATA

### 5.1 Analisi sommaria degli aspetti geologici, geotecnici, idraulici, idrogeologici, desunti dalle cartografie disponibili o da interventi già realizzati ricadenti nella zona

Rispetto alla cartografia specifica del PGT e agli interventi già recentemente realizzati nel Comune di Sarezzo, non si prevedono problematiche relative agli aspetti geologici, geotecnici, idraulici o idrogeologici.

In ogni caso, prima di qualsiasi intervento di scavo, sarà premura della proponente richiedere alla Pubblica Amministrazione le cartografie dei sottoservizi esistenti, al fine di evitare le interferenze nel sottosuolo.

### 5.2 Verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici, paesaggistici interferenti sulle aree o sugli immobili interessati dall'intervento

Nel progetto proposto si prevede di utilizzare le postazioni esistenti degli impianti di pubblica illuminazione. Pertanto non si prevede alcuna interferenza di tipo ambientale, storico, archeologico o paesaggistico che non sia già stata verificata e approvata in precedenza.

Piuttosto, i nuovi impianti saranno maggiormente rispettosi dei luoghi, grazie all'elevata qualità formale ed estetica (impatto diurno) e del colore della luce (impatto notturno).

Inoltre, da un punto di vista ambientale, si prevede l'abbattimento del 100% del flusso luminoso disperso verso la volta celeste, ovvero l'abbattimento completo del così detto "inquinamento luminoso".

### 5.3 Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti

Tutti gli impianti, i materiali e le apparecchiature devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalla Legge n. 186 del 1/3/1968 e conformi a tutte le leggi e le norme tecniche vigenti, con particolare riferimento a:

#### DISPOSIZIONI LEGISLATIVE DI SICUREZZA

D.Lgs 09 Aprile 2008, n° 81

Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n° 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

D.Lgs 03 Agosto 2009, n° 106

Disposizioni integrative e correttive del D.Lgs n° 81/08.

#### DISPOSIZIONI LEGISLATIVE PER L'IMPIANTISTICA

Legge Regione Lombardia 05.10.2015, n° 31

Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso" (in attesa del Regolamento di attuazione di cui all'Art. 11 comma 2 LR 31/2015 resta in vigore la LR 17/2000 e s.m.i.).

Legge 01 Marzo 1968, n° 186

Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.

D.P.R. 18 Aprile 1994, n° 392

Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini dell'installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza.

D.M. 22 Gennaio 2008 n. 37

Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.



*RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA*

Legge 18 Ottobre 1977, n° 791

"Direttive CEE sulla sicurezza del materiale elettrico", Gazzetta Ufficiale n° 298 del 2 Novembre 1977.

Legge 28 Giugno 1986, n° 339

Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche esterne.

D.M. 21 Marzo 1988, n° 79

Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aree esterne.

D.P.R. 22 ottobre 2001, n° 462

Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.

**DM 27 settembre 2017** (PANGPP - Criteri ambientali minimi per ... la progettazione di impianti per l'illuminazione pubblica, pubblicato sulla GU n°244 del 18/10/2017, in aggiornamento dei CAM adottati dal DM 23 dicembre 2013

**NORMATIVE IMPIANTI ELETTRICI CEI**

Norma CEI 0 - 2

Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.

Norma CEI 0 - 10

Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.

Norma CEI 11 - 4

Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne.

Norma CEI 11 - 17

Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.

Norma CEI 11 - 48

Esercizio degli impianti elettrici.

Norma CEI 11 - 81

Lavori su impianti elettrici.

Norma CEI 17 - 5/2

Apparecchiature a bassa tensione. Interruttori automatici.

Norma CEI 17 - 113

Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione.- Parte 1:Regole generali

Norma CEI 17 - 114

Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione.- Parte 2:Quadri di potenza

Norma CEI 20 - 13

Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 kV a 30 kV.

Norma CEI 20 - 14

Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV.

Norma CEI 20 - 19

Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

Norma CEI 20 - 20

Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

Norma CEI 20 - 22

Prove d'incendio su cavi elettrici.

Norma CEI 20 - 34

Metodi di prova per materiali isolanti e di guaina dei cavi elettrici.

Norma CEI 20 - 35

Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio.

Norma CEI 20 - 40

Guida per l'uso di cavi a bassa tensione.

Norma CEI 20 - 67

Guida per l'uso di cavi 0,6/1 kV.

Norma CEI 23 - 42

Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche o similari.

Norma CEI 23 - 44

Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Prescrizioni generali.

Norma CEI 31 - 87

Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o incendio.



*RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA*

Norma CEI 32 - 1

Fusibili a tensione non superiore a 1000V per corrente alternata e 1500V per corrente continua.

Prescrizioni generali.

Norma CEI 34 - 21

Apparecchi di illuminazione - parte I.

Norma CEI 34 - 24

Lampade a vapori di sodio ad alta pressione.

Norma CEI 34 - 30

Apparecchi di illuminazione - parte II: "Proiettori per illuminazione".

Norma CEI 34 - 33

Apparecchi di illuminazione - Parte II: "Apparecchi per illuminazione stradale".

Norma CEI 34 - 63

Ausiliari per lampade. Prescrizioni generali e di sicurezza.

Norma CEI 34 - 64

Condensatori per uso in circuiti con lampade fluorescenti ed altre lampade a scarica.

Norma CEI 34 - 90

Unità di alimentazione di lampada. Prescrizioni generali e di sicurezza.

Norma CEI 64 - 7

Impianti elettrici di illuminazione pubblica.

Norma CEI 64 - 8 / 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 Volt in corrente alternata ed a 1.500 Volt in corrente continua.

Norma CEI 64 - 14

Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.

Norma CEI 70 - 1

Gradi di protezione degli involucri.

Norma CEI 81 – 10 CEI EN 62305

Protezione delle strutture contro i fulmini.

Norma CEI 96 - 20

Trasformatori, unità di alimentazione, reattori e prodotti simili - Prescrizioni EMC.

Norma CEI UNEL 00722

Identificazione delle anime dei cavi.

Norma CEI UNEL 35024/1

Cavi elettrici. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

Norma CEI UNEL 35026

Cavi elettrici. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

**NORMATIVE UNI**

Norma UNI EN 40-1

Pali per illuminazione. Termini e definizioni.

Norma UNI EN 40-2

Pali per illuminazione pubblica. Requisiti generali e dimensioni.

Norma UNI EN 40-5

Pali per illuminazione pubblica. Specifiche per pali per illuminazione pubblica di acciaio.

Norma UNI 10819:1999

Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.

Norma UNI 11095:2011

Luce e illuminazione - Illuminazione delle gallerie stradali.

Norma UNI EN 12193:2008

Luce e illuminazione - Illuminazione di installazioni sportive.

Norma UNI 11248:2016

Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche.

Norma EN 12464-2:2007

Light and lighting - Lighting of work places - Part 2: Outdoor work places

Norma EN 12767:2008

Sicurezza passiva di strutture di sostegno per attrezzature stradali – Requisiti, classificazione e metodi di prova

Norma UNI EN 13201 - 2:2004



*RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA*

Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali.

Norma UNI EN 13201 - 3:2004

Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni.

Norma UNI EN 13201 - 4:2004

Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche.

Norma UNI CEI 70030:1998

Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa.

**GUIDE E RACCOMANDAZIONI**

CIE 115:2010

Lighting of roads for motor and pedestrian traffic.

CIE 136:2000

Guide to the Lighting of Urban Areas.

CIE 154:2003

The maintenance of outdoor lighting systems.

CIE 191:2010

Recommended System for Mesopic Photometry Based on Visual Performance.

## **6 INTERVENTI PREVISTI**

### **6.1 Interventi previsti per gli impianti di pubblica illuminazione**

Ogni intervento sugli impianti di illuminazione deve essere supportato da una rispondenza alle leggi e norme specifiche.

Per una corretta elaborazione della proposta di adeguamento si devono innanzitutto fissare i requisiti minimi illuminotecnici necessari per la sicurezza dei cittadini e del traffico veicolare.

Pertanto è obbligatorio:

- stabilire la classe illuminotecnica di progetto effettuando una valutazione del rischio ai sensi dell'art. 7.4 della norma UNI 11248:2016, valutazione che deve essere obbligatoriamente sottoscritta dal progettista (art. 7.1 UNI 11248:2016);
- stabilire, tramite più calcoli illuminotecnici, qual è il migliore apparecchio illuminante che fornisca i valori di luminanza e uniformità obbligatori e verificarne l'assorbimento di potenza;
- definire le curve di regolazione dell'impianto mediante ulteriore analisi degli elementi di rischio e della loro variabilità e selezionare i valori di riduzione massimi consentiti nel rispetto delle classi illuminotecniche di esercizio assunte.

Questa verifica comporta un secondo calcolo illuminotecnico per confermare che i livelli di riduzione siano compatibili con le classi assunte.

Il percorso che porta all'identificazione dei requisiti minimi di illuminazione richiesti dal presente progetto di fattibilità tecnica ed economica inizia con la suddivisione della rete viaria in relative zone correlate al grado di illuminazione che si vuole ottenere attraverso l'intervento di riqualificazione, ovvero mediante la determinazione di relative classi illuminotecniche minime da adottare.

La valutazione della categoria illuminotecnica di progetto è l'elemento che contribuisce a determinare la quantità di luce presente sulla strada. La quantità di luce è direttamente proporzionale al consumo di energia elettrica.

Valutazioni approssimative nella classificazione del rischio possono portare a basse classi illuminotecniche, quindi a buoni valori di risparmio, ma a scadenti qualità del servizio e, in alcuni casi, a compromettere la sicurezza della circolazione stradale.

Per questo motivo la Norma UNI 11248:2016 stabilisce perentoriamente che la valutazione del rischio propedeutica alla attribuzione della categoria illuminotecnica, sia debitamente firmata dal progettista dell'impianto.





# RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

Quindi il primo elemento da considerare nell'efficientare un impianto di illuminazione è stabilire in maniera appropriata la qualità del servizio e non confondere il risparmio con la bassa quantità di luce.

Come anticipato, per il Comune di Sarezzo si è provveduto alla suddivisione del territorio in zone di studio. Per ogni zona di studio è stata condotta una valutazione del rischio preliminare ed assegnata una classe illuminotecnica di progetto per tutta la rete viaria, come rappresentato nel documento "Tavola 1.0.3 – Classificazione illuminotecnica di progetto delle strade".

L'attribuzione della classe di progetto ha portato, mediante calcoli illuminotecnici condotti sulle zone di studio rappresentative, al dimensionamento di ciascun sistema illuminante.

Anche per l'esercizio sono stati condotti calcoli illuminotecnici per individuare la corretta regolazione possibile del sistema illuminante onde non produrre una quantità di luce insufficiente rispetto a quanto previsto dalla norma.

Il limite di regolazione è importante in quanto, per i motivi esposti prima, regolazioni troppo spinte dell'impianto generano sì risparmi di energia, ma compromettono la sicurezza sulle strade per livelli di luce insufficienti.

## Corpi illuminanti

Saranno previsti corpi illuminanti AEC ITRON prodotti da AEC Illuminazione dotati di moduli Led di potenza variabile e ottiche diverse in base alla classificazione delle strade per l'illuminazione della rete viaria.

I corpi illuminanti a LED che saranno installati sul territorio comunale di Sarezzo sono stati scelti tra i migliori prodotti disponibili sul mercato, con elevati valori di efficienza delle sorgenti luminose e ottiche altamente performanti, in grado di ottimizzare al meglio le potenzialità offerte dall'illuminazione a LED.

Il modello di corpo illuminante da adottare è stato scelto in base alle caratteristiche della zona di studio (stradale, pedonale, area verde, parcheggio, rotatoria, centro storico), della tipologia del sostegno esistente e delle necessità illuminotecniche specifiche di ogni singolo punto luce.

I corpi illuminanti riportati nella presente relazione coprono più del 95% degli apparecchi totali che verranno installati sul territorio comunale. La rimanente parte è costituita da svariate tipologie di corpi illuminanti.

Di seguito vengono riportate a titolo esemplificativo le macro tipologie degli apparecchi previsti e le relative zone tipiche di installazione.

STRADE ORDINARIE	CORPO ILLUMINANTE LED: AEC ITRON
	



AREE VERDI O PERCORSI PEDONALI	CORPO ILLUMINANTE LED: AEC ECO RAYS
	

CENTRO STORICO LANTERNE	CORPO ILLUMINANTE LED: AEC LF 13
	

Il corpo illuminante AEC LF 13 prodotto da AEC Illuminazione è specificatamente previsto in sostituzione delle vecchie lanterne installate nei centri storici del comune di Sarezzo, mentre per quelle più recenti è prevista l'installazione di un kit refitting a LED per il ricablaggio della lanterna.



PROIETTORI O ILLUMINAZIONI SOTTOGRONDA	CORPO ILLUMINANTE LED: AEC GALILEO
	

## 6.2 Interventi previsti per gli impianti semaforici

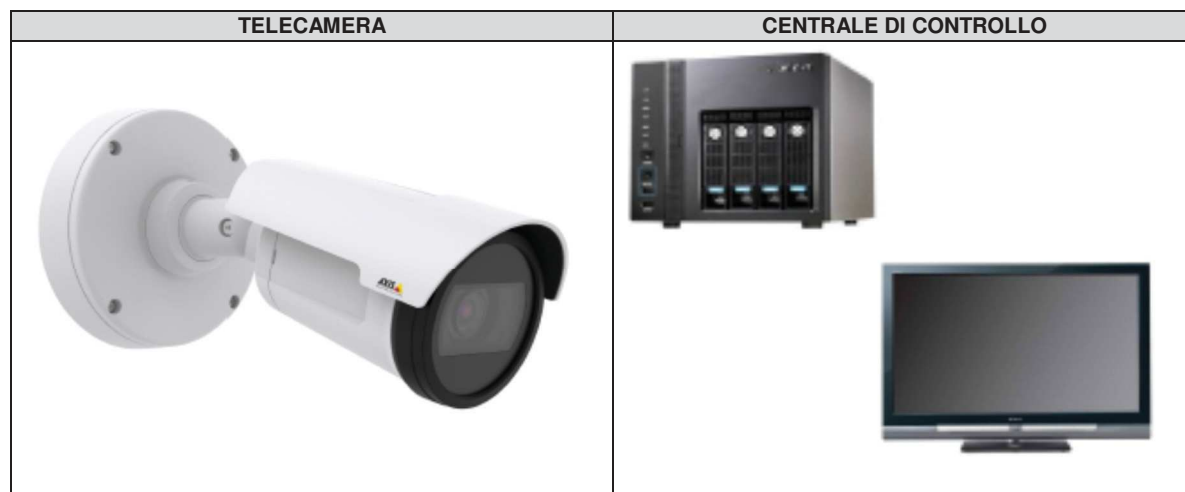
Tutti gli impianti semaforici a servizio della rete viaria del territorio comunale saranno oggetto di intervento di riqualifica mediante la sostituzione integrale delle lanterne semaforiche, la sostituzione o la riqualificazione dei sostegni e supporti per le medesime, la sostituzione delle centrali di comando e controllo, nonché il rifacimento di tutte le linee elettriche di alimentazione e il rifacimento di alcuni tratti di canalizzazioni di tipo interrate a servizio degli stessi.

LANTERNA SEMAFORICA	
	



### 6.3 Interventi per la realizzazione di impianto di videosorveglianza

L'intervento prevede la realizzazione di n. 9 nuovi impianti di videosorveglianza per alcuni punti strategici del territorio su specifiche indicazioni dell'amministrazione comunale. L'impianto comprende la realizzazione di punti di controllo mediante la posa di telecamere ad alta definizione, la realizzazione di sostegni completi di plinto di fondazione, linea di alimentazione dedicata e sistema di trasmissione dei dati. E' inoltre prevista la realizzazione di una centrale di controllo per il salvataggio e la consultazione delle registrazioni effettuate.



## 7 CALCOLO DEL RISPARMIO ENERGETICO

Situazione allo stato attuale:

NUMERO CORPI ILL.UMINANTI	1729
POTENZA ASSORBITA [kW]	212
<b>TOTALE ENERGIA CONSUMATA [kWh/anno]</b>	<b>948.000</b>
NUMERO LANTERNE SEMAFORICHE	46
POTENZA ASSORBITA [kW]	1,38
<b>TOTALE ENERGIA CONSUMATA [kWh/anno]</b>	<b>17.000</b>
NUMERO TELECAMERE	15
POTENZA ASSORBITA [kW]	0,9
<b>TOTALE ENERGIA CONSUMATA [kWh/anno]</b>	<b>15.000</b>

**Il consumo totale annuo dell'impianto di IP + semafori + videosorveglianza = 980.000 kWh**

Le sorgenti esistenti sono così suddivise:



## RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

**QUANTITA' DI PUNTI LUCE SUDDIVISI PER TIPOLOGIA DI SORGENTE LUMINOSA**

Tipologia di lampada	Potenza lampada(W)	Quantita'	Potenza netta totale (W)	Potenza lorda totale (W)
Fluorescenti	14	6	84	96,6
Fluorescenti	20	6	120	138
Fluorescenti	36	34	1224	1407,6
Vapori di mercurio	80	4	320	368
Alogenuri metallici	150	4	600	690
LED	18	11	198	207,9
LED	39	420	16380	17199
LED	40	4	160	168
LED	48	6	288	302,4
LED	52	1	52	54,6
LED	59	94	5546	5823,3
LED	80	15	1200	1260
LED	84	5	420	441
Sodio alta pressione	70	276	19320	22218
Sodio alta pressione	100	380	38000	43700
Sodio alta pressione	150	222	33300	38295
Sodio alta pressione	250	179	44750	51462,5
Sodio alta pressione	400	62	24800	28520

Nell'adeguamento proposto si ottengono questi risultati riepilogativi:

NUMERO CORPI ILL.UMINANTI	1671
POTENZA ASSORBITA [kW]	107,2
<b>TOTALE ENERGIA CONSUMATA [kWh/anno]</b>	<b>343.004,99</b>
NUMERO LANTERNE SEMAFORICHE	46
POTENZA ASSORBITA [kW]	0,46
<b>TOTALE ENERGIA CONSUMATA [kWh/anno]</b>	<b>4.020,6</b>
NUMERO TELECAMERE	15
POTENZA ASSORBITA [kW]	0,45
<b>TOTALE ENERGIA CONSUMATA [kWh/anno]</b>	<b>3.942</b>

**Il consumo totale annuo dell'impianto di IP adeguato + semafori adeguati + videosorveglianza adeguata = 350.976,59 kWh**





## RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

Le sorgenti previste nell'adeguamento dell'impianto di IP sono così suddivise:

TIPOLOGIA	QUANTITA'
CORPI ILLUMINANTI CON POTENZA TRA 0W E 50W	1045
CORPI ILLUMINANTI CON POTENZA TRA 50W E 100W	422
CORPI ILLUMINANTI CON POTENZA TRA 100W E 180W	199

La potenza totale lorda dell'impianto esistente risulta pari a **214 kW**  
 Con la riqualifica dell'impianto si avrà una potenza totale lorda pari a **108 kW**  
 Con una riduzione percentuale rispetto alla potenza esistente pari a **-49 %**

L'energia totale annua consumata dall'impianto esistente risulta pari a **980.000 kWh/anno**  
 Con la riqualifica dell'impianto si avrà un consumo di energia pari a **350.976,59 kWh/anno**  
 Con una riduzione percentuale rispetto ai consumi esistenti pari a **-64 %**

Il risparmio ottenuto confrontando il consumo stimato esistente con il consumo previsto dell'impianto adeguato, risulta pari a: **Risparmio annuo = 980.000 kWh – 350.976,59 kWh = 629.023,41 kWh**

Il risparmio energetico in Tonnellate di Petrolio Equivalente risulta di 110TEP.

## 8 CRONOPROGRAMMA DELLE OPERE

In allegato si riporta la previsione delle attività di riqualificazione e l'impiego presunto per l'esecuzione degli stessi. Il tempo massimo stimato per l'esecuzione delle opere è pari a **360 giorni** naturali consecutivi.

## 9 STIMA SOMMARIA DELLA SPESA

Gli interventi di riqualificazione previsti dalla presente proposta ammontano a circa **€ 1.164.967,00 oltre IVA**, oltre a **€ 34.949,00** per oneri della sicurezza. Il totale complessivo è pari a **€ 1.199.916,00**. Per definire ulteriormente l'entità degli importi, si riporta un computo metrico estimativo delle opere.

COMPUTO METRICO DELLE OPERE					
Rif	Descrizione articolo	U.M.	Q.tà	PREZZO	IMPORTO
1	Fornitura e posa braccio in acciaio zincato a caldo, completo di tutti gli accessori per il fissaggio al sostegno esistente - Posa braccio con dimensione fino a 1,50 mt Braccio zincato - Sporgenza=250mm,	n	32	65,71 €	2.102,81 €
2	Fornitura e posa braccio in acciaio zincato a caldo, completo di tutti gli accessori per il fissaggio al sostegno esistente - Posa braccio con dimensione fino a 1,50 mt Braccio zincato - Sporgenza=500mm,	n	7	74,93 €	524,48 €
3	Fornitura e posa braccio in acciaio zincato a caldo, completo di tutti gli accessori per il fissaggio al sostegno esistente di tipo CAC o di tipo in acciaio - Posa braccio con dimensione fino a 1,50 mt, compreso gli accessori per il fissaggio all'esterno del palo Braccio curvo zincato senza rastrematura raggio 500mm H=1500 W=1000 ,	n	112	126,23 €	14.137,20 €



## RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

4	Fornitura e posa di prolunga in acciaio zincato a caldo, completo di tutti gli accessori per il fissaggio al sostegno esistente, compresa la foratura e la granatura del sostegno - Posa prolunga zincata a innestoFornitura prolunga in acciaio zincato di tipo speciale - Lunghezza fino a 1000 mm,	n	16	81,00 €	1.296,00 €
5	Smontaggio di braccio esistente in acciaio, di qualsiasi forma, innestato su sostegno in acciaio, compreso lo smaltimento - Rimozione braccio esistente, ,	n	160	40,50 €	6.480,00 €
6	Smontaggio di braccio esistente di tipo architettonico di qualsiasi forma, innestato su sostegno in acciaio, compreso lo smaltimento - Rimozione braccio architettonico su sostegno esistente, ,	n	96	54,00 €	5.184,00 €
7	Fornitura e posa in opera di proiettore spot modello Guzzini potenza sino 50W	n	20	675,00 €	13.500,00 €
8	Fornitura e posa in opera di corpo illuminante prodotto da AEC Illuminazione modello Lanterna potenza sino a 40W	n	35	668,49 €	23.397,26 €
9	Fornitura e posa in opera di corpo illuminante prodotto da AEC Illuminazione modello Revelamp potenza sino a 40W	n	14	612,27 €	8.571,72 €
10	Fornitura e posa in opera di corpo illuminante prodotto da AEC Illuminazione modello Revelamp potenza sino a 60W	n	47	686,35 €	32.258,61 €
11	Rimozione, trasporto e smaltimento corpo illuminante esistente installato su sostegno, braccio o a parete di tipo stradale	n	1383	9,45 €	13.069,35 €
12	Fornitura e posa in opera di moduli refitting per lanterne esistenti potenza indicativa 40W	n	143	459,00 €	65.637,00 €
13	Fornitura e posa in opera di corpo illuminante prodotto da AEC Illuminazione modello I-Tron potenza sino a 35W	n	534	216,05 €	115.373,30 €
14	Fornitura e posa in opera di corpo illuminante prodotto da AEC Illuminazione modello I-Tron potenza sino a 75W	n	217	240,36 €	52.158,40 €
15	Fornitura e posa in opera di corpo illuminante prodotto da AEC Illuminazione modello I-Tron potenza sino a 110W	n	365	282,89 €	103.256,13 €
16	Fornitura e posa in opera di corpo illuminante prodotto da AEC Illuminazione modello Eco Rays potenza sino a 42W	n	130	291,11 €	37.844,82 €
17	Fornitura e posa in opera di corpo illuminante prodotto da AEC Illuminazione modello proiettore potenza sino a 150W	n	110	554,94 €	61.043,40 €
18	Fornitura e posa in opera di corpo illuminante modello Plafonira potenza sino a 30W	n	37	199,22 €	7.371,00 €
19	Formazione di derivazione dalla linea dorsale mediante giunzioni rapide tipo RayTechClik 2000-Fire o similari aventi le seguenti caratteristiche: isolamento primario, costituito da un gel polimerico reticolato, e involucro plastico isolante, dimensioni 75x30x40x31mm con uscita cavi a 30° per cavi estrusi 0,6/1kV, completo di collegamento, crimpatura e derivazione linea, completo di tutti gli accessori per una corretta installazione, ovvero la realizzazione di derivazione in portella mediante ausilio di cappucci isolati e guaine terminali di testa, o mediante l'ausilio di morsetti isolati in CLII -Derivazione bipolare per conduttori sino a 16 mmq	n	542	33,75 €	18.292,50 €
20	Formazione di derivazione dalla linea dorsale mediante giunzioni rapide tipo RayTechClik 2000-Fire o similari aventi le seguenti caratteristiche: isolamento primario, costituito da un gel polimerico reticolato, e involucro plastico isolante, dimensioni 75x30x40x31mm con uscita cavi a 30° per cavi estrusi 0,6/1kV, completo di collegamento, crimpatura e derivazione linea, completo di tutti gli accessori per una corretta installazione, ovvero la realizzazione di derivazione in portella mediante ausilio di cappucci isolati e guaine terminali di testa, o mediante l'ausilio di morsetti isolati in CLII -Derivazione bipolare per conduttori sino a 16 mmqLinea di alimentazione in cavo FG7R 2x2,5 mmq (06/1kV) per sostegni oltre a 6,00 mt	n	917	62,10 €	56.945,70 €
21	Derivazione da linea esistente mediante la posa in opera di tubazione esterna fissata a parete in rame e cavo di alimentazione FG7R 2x2,5 mmq (0,6/1kV) - Derivazione bipolare mediante l'utilizzo di morsetti a perforazione d'isolamento per linea aerea precordataDerivazione bipolare mediante l'utilizzo di morsetti a perforazione d'isolamento per linea aerea precordataFornitura e posa linea nel braccio0	n	133	22,68 €	3.016,44 €
22	Fornitura e posa in opera di chiusini in ghisa sferoidale - Chiusino in ghisa D400 30x30 cm	n	71	116,10 €	8.243,10 €



## RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

23	Formazione di plinto con calcestruzzo in opera 250kg/mc compreso di tubo della lunghezza di 1,00 metro per innesto pali, completo di scavo, rinterro, costipamento, allontanamento del materiale di risulta, trasporto in discarica e relativi oneri, compresi i ripristini necessari - Dimensione plinto 60x60xh800 cm	n	33	182,25 €	6.014,25 €
24	Formazione di plinto con calcestruzzo in opera 250kg/mc compreso di tubo della lunghezza di 1,00 metro per innesto pali, completo di scavo, rinterro, costipamento, allontanamento del materiale di risulta, trasporto in discarica e relativi oneri, compresi i ripristini necessari - Dimensione plinto 80x80xh100 cm	n	60	195,75 €	11.745,00 €
25	Fornitura e posa in opera di pozzetto in cemento prefabbricato, tipo senza fondo, compreso scavo e rinterro, compresi i collegamenti delle tubazioni in entrata e in uscita - Pozzetto 30x30xh30 cm	n	71	60,75 €	4.313,25 €
26	Formazione strato di usura in conglomerato bituminoso (tappetino), ottenuto con pietrischetto e graniglie, confezionato a caldo in idoneo impianto, in quantità non inferiore al 5% del peso degli inerti, compresa la fornitura e stesa del legante di ancoraggio in ragione di 0,7 kg/mq di emulsione bituminosa al 55%; steso in opera con vibrofinitrice meccanica e costipato con appositi rulli; compresa ogni predisposizione per la stesa ed onere per dare il lavoro finito - Spessore tappeto di usura 3 cm	mq	1540	14,85 €	22.869,00 €
27	Scavo in sezione obbligata in strada, eseguito con mezzi meccanici, in materiale di qualsiasi natura e consistenza, asciutte, o bagnate, esclusa la roccia ma compreso i trovanti rocciosi fino a 0.50 mc, compresa la preparazione del piano di posa della tubazione. Sono inoltre comprese le puntellature e sbadacchiature delle pareti, ove occorrenti ed il relativo recupero; il deflusso dell'eventuale acqua fluente o piovana presente nello scavo, ivi compreso, se necessario, l'esaurimento e prosciugamento con pompe o altri mezzi occorrenti; la demolizione della pavimentazione stradale, della sottostante massicciata; la fornitura e posa in opera del cavidotto flessibile a doppia parete diametro 100 mm, il rinfilanco con sabbia, il rinterro con materiale depositato al ciglio dello scavo, il trasporto a discarica compreso oneri di discarica del materiale eccedente a qualsiasi distanza, compreso il ripristino provvisorio della sede stradale in conglomerato bituminoso - Dimensione scavo: 30xh70 cm	ml	1540	44,55 €	68.607,00 €
28	Cavo precordato per impianti di illuminazione pubblica, in treccia di alluminio, isolato con rivestimento in gomma e guaina in PVC non propagante l'incendio, con tensione d'isolamento Uo/U=0,6/1kV, a norme CEI 20-22, CEI 20-35, CEI 20-37, munito di Marchio Italiano di Qualità, inclusi accessori per il fissaggio a parete - Cavo autoportante in Alluminio per linea aerea FG7R 2x16 mmq	ml	4518	8,71 €	39.340,49 €
29	Fornitura e posa di conduttore unipolare flessibile tipo FG7R 0,6/1kV in treccia di rame, isolato con rivestimento in gomma e guaina in PVC non propagante l'incendio, con tensione d'isolamento Uo/U=0,6/1kV, a norme CEI 20-22, CEI 20-35, munito di Marchio Italiano di Qualità, da posarsi entro tubazioni interrate - Cavo FG7R (0,6/1kV) sez. 1x6 mmq	ml	16130	1,49 €	23.953,05 €
30	Fornitura e posa di conduttore unipolare flessibile tipo FG7R 0,6/1kV in treccia di rame, isolato con rivestimento in gomma e guaina in PVC non propagante l'incendio, con tensione d'isolamento Uo/U=0,6/1kV, a norme CEI 20-22, CEI 20-35, munito di Marchio Italiano di Qualità, da posarsi entro tubazioni interrate - Cavo FG7R (0,6/1kV) sez. 1x10 mmq	ml	3300	1,96 €	6.459,75 €
31	Rimozione di linea elettrica esistente di tipo aerea, rimozione degli accessori, compreso lo smaltimento	ml	3500	1,35 €	4.725,00 €
32	Rifacimento di tesate di tipo aerea mediante fune di acciaio ancorata agli immobili, completo di alimentazione per il centro luminoso e quanto necessario per rendere l'opera finita	n	10	243,00 €	2.430,00 €
33	Palo rastremato diritto in acciaio zincato realizzato con elementi tubolari cilindrici di diametro decrescente verso la parte alta, opportunamente raccordati (rastremati) e saltati in sequenza, con una asola per morsettiera, portella corpi asola, un attacco per impianto di terra, un asola per entrata, bitumatura della parte interrata, messa in opera con sabbia e cemento, in linea con le altre palificazioni e perfettamente perpendicolari, completi di collare in CLS alla base del palo e tutti gli accessori per una corretta installazione -Sostegno rastremato diritto zincato L=4500 spessore 3 mm	n	42	159,03 €	6.679,26 €



## RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

34	Palo rastremato dritto in acciaio zincato realizzato con elementi tubolari cilindrici di diametro decrescente verso la parte alta, opportunamente raccordati (rastremati) e saltati in sequenza, con una asola per morsettiera, portella corpi asola, un attacco per impianto di terra, un asola per entrata, bitumatura della parte interrata, messa in opera con sabbia e cemento, in linea con le altre palificazioni e perfettamente perpendicolari, completi di collare in CLS alla base del palo e tutti gli accessori per una corretta installazione -Sostegno rastremato dritto zincato L=6500 spessore 3 mm	n	2	342,50 €	684,99 €
35	Palo rastremato dritto in acciaio zincato realizzato con elementi tubolari cilindrici di diametro decrescente verso la parte alta, opportunamente raccordati (rastremati) e saltati in sequenza, con una asola per morsettiera, portella corpi asola, un attacco per impianto di terra, un asola per entrata, bitumatura della parte interrata, messa in opera con sabbia e cemento, in linea con le altre palificazioni e perfettamente perpendicolari, completi di collare in CLS alla base del palo e tutti gli accessori per una corretta installazione -Sostegno rastremato dritto zincato L=7500 spessore 3 mm	n	30	409,05 €	12.271,50 €
36	Palo rastremato dritto in acciaio zincato realizzato con elementi tubolari cilindrici di diametro decrescente verso la parte alta, opportunamente raccordati (rastremati) e saltati in sequenza, con una asola per morsettiera, portella corpi asola, un attacco per impianto di terra, un asola per entrata, bitumatura della parte interrata, messa in opera con sabbia e cemento, in linea con le altre palificazioni e perfettamente perpendicolari, completi di collare in CLS alla base del palo e tutti gli accessori per una corretta installazione -Sostegno rastremato dritto zincato L=9500 spessore 4 mm	n	29	480,13 €	13.923,70 €
37	Fornitura e posa sostegno conico dritto in acciaio zincato, ricavato da trapezio in lamiera di acciaio piegato longitudinalmente in fasi successive fino ad ottenere la conformazione a tronco di cono, i lembi longitudinali affacciati dopo la piegatura sono saldati mediante processo automatico, con una asola per morsettiera, portella corpi asola, un attacco per impianto di terra, un asola per entrata, bitumatura della parte interrata, messa in opera con sabbia e cemento, in linea con le altre palificazioni e perfettamente perpendicolari, completi di collare in CLS alla base del palo e tutti gli accessori per una corretta installazione - Sostegno conico dritto zincato e verniciato L=7500 spessore 3 mm	n	55	349,52 €	19.223,33 €
38	Palo rastremato dritto in acciaio zincato realizzato con elementi tubolari cilindrici di diametro decrescente verso la parte alta, opportunamente raccordati (rastremati) e saltati in sequenza, con una asola per morsettiera, portella corpi asola, un attacco per impianto di terra, un asola per entrata, bitumatura della parte interrata, messa in opera con sabbia e cemento, in linea con le altre palificazioni e perfettamente perpendicolari, completi di collare in CLS alla base del palo e tutti gli accessori per una corretta installazione -Sostegno rastremato dritto zincato L=8800 spessore 4 mm	n	15	321,23 €	4.818,49 €
39	Rimozione, trasporto e smaltimento sostegno esistente, e predisposizione per la posa in opera di un nuovo sostegno - Sostegno in acciaio - fino a 6,00 mt	n	57	47,25 €	2.693,25 €
40	Rimozione, trasporto e smaltimento sostegno esistente, e predisposizione per la posa in opera di un nuovo sostegno - Sostegno in acciaio - da 6,00 mt a 9,00 mt	n	74	54,00 €	3.996,00 €
41	Pratiche di attivazione nuove forniture di energia elettrica	n	18	540,00 €	9.720,00 €
42	Opere di accorpamento quadri elettrici di comando mediante scavi per nuove canalizzazioni di tipo interrate, completo di ripristini stradali, pozzetti e chiusini, blocchi di fondazione per i quadri elettrici, comprese opere elettriche di rifacimento adeguamento per le dorsali di distribuzione	a corpo	1	16.200,00 €	16.200,00 €
43	Opere di rifacimento quadri elettrici di comando, mediante la rimozione degli esistenti, la fornitura e la posa in opera di nuovi quadri elettrici omnicomprendivi di quanto necessario per l'opera finita	n	47	2.938,40 €	138.105,00 €
44	Ricondizionamento del sostegno esistente mediante carteggiatura, pulizia, strato di protezione anticorrosiva e finitura mediante vernice bicomponente Ricondizionamento sostegno	n	300	74,25 €	22.275,00 €
45	Ricondizionamento del braccio esistente mediante carteggiatura, pulizia, strato di protezione anticorrosiva e finitura mediante vernice bicomponente Ricondizionamento braccio	n	210	51,30 €	10.773,00 €



## RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

46	Numerazione centri luminosi mediante etichettatura serigrafata	n	1750	3,51 €	6.142,50 €
47	Interventi di riqualificazione impianti semaforici compresi oneri per autorizzazioni e permessi	a corpo	1	33.750,00 €	33.750,00 €
48	Impianto videosorveglianza compresi oneri per autorizzazioni e permessi	a corpo	1	58.500,00 €	58.500,00 €
<b>Importo totale delle opere - inclusi oneri per la sicurezza</b>					<b>1.199.915,99 €</b>

## 10 CONVENIENZA ECONOMICA AI SENSI DELL'ART. 181 DLGS 50/2016

La realizzazione delle infrastrutture pubbliche può avvenire mediante la formula dell'appalto con risorse totalmente a carico dell'amministrazione o mediante contratto di PPP (Partenariato Pubblico Privato) secondo una delle tipologie previste dall'art. 180 comma 8 D.Lgs 50/2016.

A tal fine si rende preliminarmente necessario valutare, da parte delle amministrazioni pubbliche, se sia conveniente procedere ad una forma di partenariato con il privato oppure, diversamente, ricorrere ad un contratto di appalto tradizionale.

La presente proposta di finanza di progetto nel settore dei servizi (nel seguito definita "Proposta"), ai sensi degli articoli 180 e 183 comma 15 del D.Lgs. 50/2016, avente ad oggetto la gestione del servizio di pubblica illuminazione con la contestuale realizzazione di interventi di miglioramento dell'efficienza energetica e di adeguamento alle prescrizioni normative prevede di remunerare i lavori di adeguamento mediante apporto di capitale privato.

Si rende necessario, ai sensi dell'art. 181 del DLgs 50/2016, la valutazione della convenienza della Proposta rispetto alla realizzazione diretta dei lavori da parte del Comune di Sarezzo tramite le normali procedure di appalto seguite dalla gestione dell'impianto.

La comparazione tra le due procedure, a parità di risultati di riqualifica energetica, è stata redatta considerando da una parte il valore del canone annuo presentato nella Proposta, comprensivo di lavori, investimenti, oneri finanziari, energia elettrica, manutenzione ordinaria, straordinaria e gestione dell'impianto di illuminazione e dall'altra la previsione di tutti i costi sostenuti dal Comune per un appalto lavori di pari importo alla quota di lavori offerti e, come gestione, la successiva adesione alla convenzione CONSIP Servizio Luce 3 per la manutenzione degli impianti e la fornitura di energia elettrica.

La Convenzione CONSIP viene presa come riferimento in forza della Legge n. 191 del 2004 che prevede l'utilizzo da parte delle Amministrazioni delle convenzioni come parametro di valutazione per l'acquisto di beni e servizi comparabili.





## RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

**Quantificazione dei costi**Analisi dei costi di ricostruzione impianto

Nella Proposta sono contenuti i costi di adeguamento ed efficientamento degli impianti di illuminazione pubblica considerando gli interventi minimi obbligatori utili all'ottenimento dei risultati prefissati.

I costi possono essere raggruppati nelle seguenti categorie:

- 1) riqualifica del sistema di illuminazione;
- 2) riqualifica delle reti dorsali e dei sostegni;
- 3) sistemazione dei quadri elettrici e installazione dei sistemi di controllo e regolazione.

Gli importi delle 3 categorie si esemplificano in:

- 1) riqualifica del sistema illuminante: € 529.677,46

Per un costo totale dei lavori pari **Euro 1.164.967,00 IVA esclusa**.

**Costi di manutenzione ordinaria e straordinaria impianto di illuminazione****Contenuti della Proposta di gestione in PPP**

Nel Canone annuo previsto nella Proposta presentata dalla Società Hera Luce sono inclusi i costi di gestione della manutenzione ordinaria e straordinaria.

Si evidenzia che, all'interno del canone CONSIP, utilizzato come Benchmark per la verifica della convenienza della Proposta, risulta esclusa la parte relativa alla manutenzione straordinaria.

**Canone CONSIP per la gestione dell'impianto successivamente all'appalto dei lavori di riqualifica**

Per la determinazione del canone CONSIP si è proceduto all'applicazione della tariffa secondo la convenzione Consip "Servizio Luce 3" con i valori aggiornati a settembre 2016, utilizzando il prezzo di della sorgente luminosa LED corrispondente alla potenza media a punto luce dell'impianto riqualificato.

La potenza totale dell'impianto riqualificato, contenuta nella Proposta, risulta pari a 107,2 kW, che suddiviso per i 1671 punti luce presenti fornisce una potenza media di 64,15W a punto luce.

All'interno della tariffa CONSIP la scelta ricade sulla sorgente LED di taglia superiore, corrispondente alla potenza di 72W, per un costo di canone annuo pari a € 73,91.

Identificativo	Tipo di Lampada	Potenza (W)	set-16
L46	Led	72	€ 73,91

Il costo medio viene moltiplicato per i 1671 punti luce dell'impianto riqualificato, per un canone annuo totale corrispondente a 123.503,61 €.



*RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA*

Nella convenzione CONSIP sono possibili due durate della gestione: 5 anni e 9 anni. Il vantaggio economico per l'Amministrazione che opta per la gestione di più anni è quantificabile in un importo pari al 10% del valore complessivo del canone (canone annuo per 9 anni di gestione), vantaggio che Consip corrisponde in opere elettriche quantificate a prezzo e utilizzate per l'efficientamento energetico.

Nell'ipotesi che il Comune aderisca alla convenzione Consip con durata di 9 anni, il valore totale del canone annuo va ridotto del 10%, in quanto, come detto, il Comune avrebbe un beneficio di lavori gratuiti sull'impianto pari al 10% dell'importo complessivo di gestione.

Pertanto il canone annuo totale, ridotto del 10% corrispondeva 111.146,24 €.

Nel paragrafo 11.1 della Convenzione Consip, si può desumere che il costo unitario esposto per ogni singolo punto luce sia ripartito per il 70% sulla quota energia e per il 30% per la manutenzione.

Dall'applicazione delle due percentuali si ottengono i seguenti valori:

- quota per energia	70% canone	77.802,36 €
- quota per manutenzione	30% canone	33.343,87 €

Il corrispettivo economico erogato a Consip per la manutenzione è riferibile unicamente alla manutenzione ordinaria con l'esclusione della manutenzione straordinaria, inclusa nella proposta di Hera Luce s.r.l.



RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

### Calcolo degli oneri finanziari per appalto lavori

Ai sensi dell'art. 204 D.Lgs 18/08/2000 n.267, i contratti di mutuo con enti diversi dalla Cassa depositi e prestiti, devono, tra le altre condizioni, rispettare la misura massima del tasso di interesse applicabile ai mutui determinato periodicamente dal Ministro dell'Economia e delle finanze con proprio decreto.

Il detto confronto è tra analoghe operazioni di mutuo contratto da soggetti che accedono a tassi di interessi diversi, nel caso maggiori per l'operatore privato.

Ai fini dell'individuazione dei costi finanziari per l'appalto dei lavori la comparazione è stata effettuata secondi i dettami del costo massimo applicabile alle operazioni finanziarie della pubblica amministrazione di cui al DM 16/06/2015 del Ministero dell'economia e delle finanze e il finanziamento a tasso di mercato applicabile mediante una analoga operazione di mutuo.

Per un mutuo fino a 20 anni (durata complessiva della Proposta di Hera Luce), il tasso massimo di indebitamento consentito alla Pubblica Amministrazione è pari a Interest Rate Swap 12Y + 1,70% di spread, ovvero , per settembre 2017, al valore di 2,85%

### Quantificazione dei rischi trasferibili all'Operatore

L'Autorità per la Vigilanza sui contratti Pubblici di Lavori, Servizi e Forniture (AVCP ora ANAC Autorità Nazionale Anticorruzione) e l'Unità Tecnica di Finanza di Progetto (UTFP ora DIPE Dipartimento per la programmazione e il coordinamento della politica economica), al fine di fornire indicazioni utili alla quantificazione dei rischi, con documento congiunto recanti note sull' *"Analisi delle tecniche di valutazione per la scelta del modello di realizzazione dell'intervento: il metodo del Public Sector Comparator e l'analisi del valore"*, mette a disposizione una analisi relativa a circa 32.000 appalti iniziati e conclusi nel periodo 2000-2007, al fine di determinare la probabilità del verificarsi del rischio di costruzione inteso sia come rischio di incremento dei costi sia come rischio di incremento dei tempi di realizzazione. I dati scaturiti dalla analisi sono riportati in tabella 2



### Tabella 2 – ANAC - analisi probabilità verifica rischio costruzione

Interventi suddivisi per classe di scostamento		
	Efficienza finanziaria e temporale	
	% interventi con scostamento finanziario	% interventi con scostamento temporale
Nulla	25%	23%
Lieve 0- 5%	30%	2%
Moderato 5-20%	33%	9%
Forte >=20%	12%	66%
Totale interventi	100%	100%

Utilizzando i costi di ricostruzione impianto riportati nella Proposta della società Hera Luce s.r.l. e le probabilità di accadimento statistici degli eventi di cui alla tabella 2, viene di seguito quantificato il valore del rischio di incremento dei costi di costruzione.

### Tabella 3 – Calcolo valore rischio costruzione – Importo dei lavori 1.199.915,99 €,

**Tabella 3 – Calcolo valore rischio costruzione**

Tipo di incremento	Ammontare del costo degli interventi di riqualifica	Entità del danno	Probabilità	Valore del rischio
Nessun incremento	<b>1.199.915,99 €</b>	0,00 €	25%	0,00 €
Incremento lieve (5%)	1.259.911,79 €	59.995,80 €	30%	17.998,74 €
Incremento moderato (20%)	1.439.899,19 €	239.983,20 €	33%	79.194,46 €
Incremento forte (45%)	1.739.878,19 €	539.962,20 €	12%	64.795,46 €
Valore rischio				161.988,66 €

Per un importo dei lavori pari a 1.199.915,99 €, confrontando i valori e le statistiche Anac riportate nell'analisi delle tecniche di valutazione per la scelta del modello di realizzazione, è possibile quantificare il maggiore scostamento economico dei lavori rispetto alle previsioni iniziali (rischio di costruzione) in 161.988,66.

Con le stesse modalità è possibile parametrare lo scostamento temporale legato alla ultimazione dei lavori.



## RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

### Tabella 4 – Rischio di scostamento temporale nella realizzazione dei lavori Durata proposta dei lavori 360 giorni

Tipo di incremento	Durata degli interventi di riqualifica	Entità del danno	Probabilità	Valore del rischio Maggiori giorni
Nessun incremento	<b>360</b>	0	23%	0
Incremento lieve (5%)	378	18	2%	1
Incremento moderato (20%)	432	72	9%	6
Incremento forte (45%)	522	162	66%	107
Valore rischio				114

Dal cronoprogramma allegato alla Proposta, si rileva che i lavori di adeguamento si completano in 360 giorni.

L'incremento temporale medio statistico equivale a 114 maggiori giorni per l'esecuzione dei lavori.

A tal proposito è bene ricordare come l'aumento dei tempi lavori di riqualifica comporti per l'Amministrazione, in caso di appalto, maggiori oneri legati al mancato risparmio di energia elettrica di quella parte di impianto che non viene riqualificata nel tempo previsto.

Questo rischio viene trasferito all'operatore nella concessione di servizio in PPP. Non solo, per come è strutturata la proposta di riqualifica, l'Amministrazione è in grado di ridurre per l'intera durata dei lavori di ricostruzione l'entità del canone energetico in quanto il valore del canone comprende, già dalla prima rata, la quota energetica riqualificata.

Si può calcolare il maggiore consumo come integrale della funzione lineare che caratterizza l'andamento temporale dei lavori, rischio ritardo incluso. I dati di consumo iniziale e consumo finale sono indicati nella relazione illustrativa.

Consumo annuo impianto pre riqualifica	<b>980.000kWh</b>
Consumo annuo impianto post-riqualifica	<b>350.977kWh</b>
Durata dei lavori	<b>360giorni</b>
Maggiore consumo di energia dovuto al tempo di costruzione	<b>408.434kWh</b>
Valore della componente energia per scostamento tempo di costruzione	<b>73.518 €</b>





## RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

Rischio di manutenzione

Per valorizzare il rischio di manutenzione e di gestione è possibile utilizzare i dati statistici contenuti del documento ANAC di seguito riportati nella Tabella 5.

Il rischio di manutenzione ordinaria è ricavato in base al valore di manutenzione CONSIP indicato precedentemente e pari a 33.343,87 €

**Tabella 5 – Valore rischio incremento della manutenzione annuo**  
**Valore della manutenzione**

Valore rischio incremento della manutenzione annuo Valore della manutenzione 33.343,87 €

Tipo di incremento	Ammontare del costo	Entità del danno	Probabilità	Valore del rischio
Nessun incremento	<b>33.343,87 €</b>	0,00 €	20%	0,00 €
Incremento lieve (5%)	35.011,06 €	1.667,19 €	45%	750,24 €
Incremento moderato (20%)	40.012,64 €	6.668,77 €	25%	1.667,19 €
Incremento forte (30%)	43.347,03 €	10.003,16 €	10%	1.000,32 €
Valore rischio				<b>3.417,75 €</b>

Il rischio trasferito all'Operatore dovuto all'incremento dei costi di manutenzione e gestione è così calcolato in 3.417,75 €/anno per tutto l'impianto, ovvero pari a 68.355€ considerando i 20 anni di durata della concessione.

Manutenzione straordinaria degli apparecchi a led

L'utilizzo di armature di illuminazione a led introduce diversi rischi legati alla maggiore delicatezza delle apparecchiature elettroniche rispetto ai corrispettivi elementi a scarica dotati di componenti elettromeccanici.

Il primo fattore legato alla manutenzione straordinaria di apparecchi a led è definito dal costruttore e indicato nel failure rate.

Nei Criteri Ambientali Minimi per l'acquisto di moduli led per pubblica illuminazione emanati dal Ministero dell'Ambiente aggiornamento del 27 settembre 2017, viene definito un valore massimo di failure rate ritenuto accettabile per acquisti della PA. Il valore è pari al 10% per 60.000 ore di funzionamento che, a 4200 ore annue, corrispondono a circa 14 anni.

Il valore del sistema illuminante derivato dal computo metrico estimativo contenuto nella Proposta, come previsto nei capitoli precedenti, è pari a 529.677,46 €.

Considerando, in maniera cautelativa per l'Amministrazione, un valore lineare della probabilità di guasto, è possibile stimare il valore del rischio di manutenzione per failure rate trasferito all'operatore pari a:



RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

Valore del sistema illuminante  $529.677,46 \text{ €} \times 10\% = 52.967,74 \text{ €}$

Il valore del fattore rischio manutenzione straordinaria per failure rate per tutta la durata della concessione risulta pari a 75.668,21 €. La stima risulta prudentiale a vantaggio della Amministrazione in quanto il valore del 10% è riferibile alle prime 60.000 ore di funzionamento e probabilmente assumerà un valore superiore per durate maggiori.

Come da CAM aggiornati, il criterio premiante di frequenza di guasto previsto per gli alimentatori degli apparecchi a led è pari al 12% nelle prima 50.000 ore. Su base statistica impianti Hera Luce, la frequenza di guasto per gli alimentatori è pari a 1,28% annuo sul valore dell'investimento per i sistemi illuminanti. E' possibile calcolare un valore del fattore di rischio relativo agli alimentatori apparecchi LED pari a 6.779,87 € anno, cioè 135,597,40 € nel periodo di 20 anni.

### Conclusioni

La somma del valore attuale netto dei costi (VANc) e del valore attuale netto dei rischi (VANr) determina il PSC ovvero il costo di realizzazione dell'intervento di riqualificazione ed adeguamento normativi a carico dell'amministrazione.

Tale valore dovrà essere confrontato con il VAN dei costi e rischi ottenibile del soggetto privato. Solo se il privato è in grado di minimizzare i rischi trasferiti dal soggetto pubblico, per esempio tramite il rispetto del budget di costruzione, dei tempi di realizzazione, dei costi di manutenzione, l'amministrazione conseguirà il c.d. value for money, ovvero avrà realizzato un'operazione con efficienza, efficacia e risparmio di risorse pubbliche.

A seguito delle analisi qui riportate, si evidenzia come la procedura in Partenariato presenti un valore economico attualizzato complessivo dei rischi trasferiti sull'operatore pari a 640.274,39 €.

Nella comparazione contenuta nella tabella di Determinazione del Value for Money allegata alla presente si evidenzia un VfM di 91.739,45 € a vantaggio della operazione in partenariato pubblico privato.

### Allegati

Tabella 2 - Quadro economico spese Appalto

Tabella 3 – Tabella di valorizzazione dei rischi

Tabella 4 - Tabella di Determinazione del Value for Money

## QUADRO ECONOMICO

### A) SOMME a BASE D'APPALTO

A1.1	Lavori a misura ristrutturazione	€	1.164.967
A1.2	Lavori a corpo ristrutturazione	€	-
A1.3	Lavori a misura nuova costruzione	€	-
A1.4	Lavori a corpo nuova costruzione	€	-
A1	IMPORTO DEI LAVORI (A1.1 + A1.2 + A1.3 + A1.4)	€	1.164.967
A2.1	Eventuali lavori non soggetti a ribasso	€	-
A2.2	Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso per lavori di ristrutturazione	€	34.949
A2.3	Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso per lavori di nuova costruzione	€	-
<b>A</b>	<b>TOTALE SOMME (A1 + A2.1 + A2.2)</b>	<b>€</b>	<b>1.199.916</b>

### B) SOMME a DISPOSIZIONE dell'AMMINISTRAZIONE

B1	Imprevisti e lavori in economia	€	-
B2	Accantonamento 1,6 x 1.000	€	-
B3	spese predisposizione offerta e progetto di fattibilità	€	29.998
B4	Corrispettivi Progettazione definitiva esclusa IVA	€	4.900
B5	Corrispettivi Progettazione esecutiva esclusa IVA	€	5.300
B6	Corrispettivi Direzione lavori esclusa IVA	€	5.254
B7	Corrispettivi Contabilità esclusa IVA	€	-
B8	Corrispettivi Coordinamento sicurezza in fase di progettazione esclusa IVA	€	2.800
B9	Corrispettivi Coordinamento sicurezza in fase di esecuzione esclusa IVA	€	5.500
	Spese di gara relative alla Centrale Unica di Committenza Area Vasta Brescia pari allo		
B10	0,25% esente IVA	€	2.999,8
B11	Spese tecniche interne art. 113 del D.Lgs. 50/2016 esente IVA	€	17.998,7
B12	Spese per pubblicità e notifiche, RUP, commissioni	€	5.000
B13	Spese per analisi e collaudi	€	4.000
B14	IVA Lavori di ristrutturazione (A1.1 + A1.2) pari al 22%	€	256.293
B15	IVA Lavori di nuova costruzione (A1.3 + A1.4) pari al 10%	€	-
B16	IVA Oneri per la sicurezza pari al 22%	€	7.689
B17	IVA Oneri per la sicurezza pari al 10%	€	-
B18	IVA Imprevisti e lavori in economia (B1) pari al 22%	€	-
B19	IVA corrispettivi (B3 - B10 e B13) pari al 22%	€	12.705
<b>B</b>	<b>TOTALE SOMME a DISPOSIZIONE dell'AMMINISTRAZIONE (B1 + ... + B19)</b>	<b>€</b>	<b>360.437</b>
	<b>TOTALE GENERALE (IVA esclusa)</b>	<b>€</b>	<b>1.283.666</b>
	<b>TOTALE GENERALE (IVA inclusa)</b>	<b>€</b>	<b>1.560.353</b>

TABELLA 3 - TABELLA DI VALORIZZAZIONE DEI RISCHI

	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9	Anno 10	Anno 11	Anno 12	Anno 13	Anno 14	Anno 15	Anno 16	Anno 17	Anno 18	Anno 19
Rischio costruzione	161.988,66																			
Rischio scostamento temporale	73.518,19																			
Rischio manutenzione	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75
Rischio manutenzione straordinaria failure rate	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41
Rischio manutenzione straordinaria sovratensioni	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87
Rischio manutenzione straordinaria alimentatore apparecchio LED	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41
	0,00																			
Totale valorizzazione rischi	253.271,29	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44
IVA 22% applicata al rischio di costruzione	35.637,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IVA 22% applicata ai rischi di manutenzione	19.249,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83
Valorizzazione rischi trasferiti all'operatore	308.158,62	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27

Anno	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Tasso attual.	2,85%	2,85%	2,85%	2,85%	2,85%	2,85%	2,85%	2,85%	2,85%	2,85%	2,85%	2,85%	2,85%	2,85%	2,85%	2,85%	2,85%	2,85%	2,85%	2,85%
Coefficiente attual	0	0,0285	0,057	0,0855	0,114	0,1425	0,171	0,1995	0,228	0,2565	0,285	0,3135	0,342	0,3705	0,399	0,4275	0,456	0,4845	0,513	0,5415
Rata attual.	308.158,62	20.246,32	19.652,37	19.058,42	18.464,48	17.870,53	17.276,58	16.682,63	16.088,68	15.494,74	14.900,79	14.306,84	13.712,89	13.118,95	12.525,00	11.931,05	11.337,10	10.743,16	10.149,21	9.555,26
Valore attuale rischi	591.273,62																			

TABELLA 4 -TABELLA DI DETERMINAZIONE DEL VALUE FOR MONEY

Determinazione del *Value for Money*:

	PSC Appalto	4.071.232,37																						
	VAN Privato	4.028.493,68																						
	VfM	42.738,69																						
	Imponibile	Al. IVA	IVA	Totale	Anno 0	Anno 1	Anno 2	Anno 3	Anno 4	Anno 5	Anno 6	Anno 7	Anno 8	Anno 9	Anno 10	Anno 11	Anno 12	Anno 13	Anno 14	Anno 15	Anno 16	Anno 17	Anno 18	Anno 19
OPZIONE 1: APPALTO TRADIZIONALE																								
Costo di costruzione	1.199.915,99	22%	263.981,52	1.463.897,51																				
Altre spese	83.750,00	varie	18.425,00	102.175,00																				
Totale costo di costruzione e progettazione				1.566.072,51	103.000,07	103.000,07	103.000,07	103.000,07	103.000,07	103.000,07	103.000,07	103.000,07	103.000,07	103.000,07	103.000,07	103.000,07	103.000,07	103.000,07	103.000,07	103.000,07	103.000,07	103.000,07	103.000,07	103.000,07
Manutenzione ordinaria e altri costi di gestione	666.877,41	22%	146.713,03	813.590,44	40.679,52	40.679,52	40.679,52	40.679,52	40.679,52	40.679,52	40.679,52	40.679,52	40.679,52	40.679,52	40.679,52	40.679,52	40.679,52	40.679,52	40.679,52	40.679,52	40.679,52	40.679,52	40.679,52	40.679,52
Energia	1.556.047,29	22%	342.330,40	1.898.377,70	94.918,88	94.918,88	94.918,88	94.918,88	94.918,88	94.918,88	94.918,88	94.918,88	94.918,88	94.918,88	94.918,88	94.918,88	94.918,88	94.918,88	94.918,88	94.918,88	94.918,88	94.918,88	94.918,88	94.918,88
			PSC BASE		238.598,47	238.598,47	238.598,47	238.598,47	238.598,47	238.598,47	238.598,47	238.598,47	238.598,47	238.598,47	238.598,47	238.598,47	238.598,47	238.598,47	238.598,47	238.598,47	238.598,47	238.598,47	238.598,47	238.598,47
Tasso di attualizzazione	2,85%		Coefficiente di attualizzazione:		0,00	0,03	0,06	0,09	0,11	0,14	0,17	0,20	0,23	0,26	0,29	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,48	0,51	0,54
PSC BASE ATTUALIZZATO (VANc):				3.479.958,74	238.598,47	231.798,42	224.998,36	218.198,30	211.398,25	204.598,19	197.798,13	190.998,08	184.198,02	177.397,97	170.597,91	163.797,85	156.997,80	150.197,74	143.397,68	136.597,63	129.797,57	122.997,51	116.197,46	109.397,40
RISCHI TRASFERIBILI																								
Rischio costruzione					161.988,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rischio scostamento temporale					73.518,19																			
Rischio manutenzione					3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75	3.417,75
Rischio manutenzione straordinaria failure rate					3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41
Rischio manutenzione straordinaria sovratensioni					6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87	6.779,87
Rischio manutenzione straordinaria alimentatore apparecchio LED					3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41	3.783,41
Totale rischi trasferiti					253.271,29	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44	17.764,44
IVA 22% applicata al rischio di costruzione					35.637,50																			
IVA 22% applicata ai rischi di manutenzione					19.249,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83	3.075,83
Valorizzazione rischi trasferiti all'operatore					308.158,62	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27	20.840,27
Tasso di attualizzazione	2,85%		Coefficiente di attualizzazione:		0,00	0,03	0,06	0,09	0,11	0,14	0,17	0,20	0,23	0,26	0,29	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,48	0,51	0,54
FLUSSO SCONTATO DEI RISCHI (VANr):				591.273,62	308.158,62	20.246,32	19.652,37	19.058,42	18.464,48	17.870,53	17.276,58	16.682,63	16.088,68	15.494,74	14.900,79	14.306,84	13.712,89	13.118,95	12.525,00	11.931,05	11.337,10	10.743,16	10.149,21	9.555,26
PSC (VANc + VANr):				4.071.232,37																				
OPZIONE 2: CONCESSIONE IN PPP																								
Canone annuo	4.528.000,00	22%	996.160,00	5.524.160,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00	276.208,00
Tasso di attualizzazione	2,85%		Coefficiente di attualizzazione:		0,00	0,03	0,06	0,09	0,11	0,14	0,17	0,20	0,23	0,26	0,29	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,48	0,51	0,54
VAN SOGGETTO PRIVATO				4.028.493,68	276.208,00	268.336,07	260.464,14	252.592,22	244.720,29	236.848,36	228.976,43	221.104,50	213.232,58	205.360,65	197.488,72	189.616,79	181.744,86	173.872,94	166.001,01	158.129,08	150.257,15	142.385,22	134.513,30	126.641,37