

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA  
*Facoltà di Ingegneria*

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica

Tesi di Laurea Magistrale

***EFFICIENZA ENERGETICA NELLA  
PUBBLICA ILLUMINAZIONE.  
IL CASO DEL COMUNE DI VIGONZA.***

RELATORE: Prof. *ARTURO LORENZONI*, Dipartimento di Ingegneria Elettrica

CORRELATORE: *ALESSANDRO SORZE*, S.I.M.E.T. s.r.l.

*Anno accademico 2010/2011*







## Indice

1. Sommario .....	7
2. Introduzione .....	8
2.1. L'illuminazione nel mondo e in Italia .....	8
2.2. Luce ed efficienza energetica.....	12
2.3. Normativa di riferimento .....	14
2.4. Margini di risparmio conseguibili in un parco impiantistico.....	15
3. Stato di fatto degli impianti del comune di Vigonza .....	18
3.1. Premessa .....	18
3.2. Modalità di rilievo e dati rilevati .....	19
3.3. Consistenza degli impianti .....	21
3.4. Classificazione degli impianti .....	24
3.4.1. Impianti con apparecchi stradali.....	26
3.4.2. Impianti con punti luce d'arredo .....	27
3.4.3. Impianti con punti luce per segnalazione al traffico.....	28
3.4.4. Impianti con punti luce proiettori.....	29
3.5. Stato di conservazione degli impianti .....	30
3.6. Profilo economico .....	31
4. Possibilità di intervento sul parco impiantistico ai fini del risparmio energetico..	32
4.1. Installazione di riduttori di flusso centralizzati .....	32
4.2. Installazione di alimentatori dimmerabili sui singoli apparecchi .....	32
4.3. Sostituzione di corpi illuminanti esistenti con altri ad elevato rendimento ottico .....	33
4.4. Sostituzione dei corpi illuminanti con apparecchi a led .....	33
4.5. Riduzione della potenza impegnata con sostituzione delle lampade al mercurio .....	33
4.6. Ottimizzazione dei tempi di accensione .....	34
4.7. Ottimizzazione dei contratti di fornitura di energia elettrica.....	35
5. Scelta delle soluzioni finalizzate al risparmio energetico .....	36
5.1. Sostituzione dei corpi illuminanti con apparecchi a led .....	36

5.2. Installazione degli orologi astronomici .....	36
5.3. Sostituzione dei corpi illuminanti e utilizzo di sorgenti ad alta efficienza.....	37
5.4. Installazione di alimentatori dimmerabili .....	39
5.5. Ottimizzazione dei contratti di fornitura .....	41
5.6. Installazione di riduttori di flusso.....	41
6. Analisi economiche .....	44
6.1. Sostituzione dei corpi illuminanti e utilizzo di sorgenti ad alta efficienza.....	45
6.2. Installazione di alimentatori dimmerabili .....	48
6.3. Installazione di riduttori di flusso.....	50
6.4. Realizzazione di tutti gli interventi proposti .....	52
7. Conclusioni .....	54
8. Bibliografia .....	55

## **1. Sommario**

Lo stage che ho sostenuto presso l'azienda S.I.M.E.T. di Albignasego (PD) ha avuto come oggetto l'analisi del parco impiantistico di pubblica illuminazione del comune di Vigonza, realtà della Provincia di Padova.

L'atto iniziale dell'attività è stato quello di rilevare lo stato di fatto degli impianti, mediante un censimento sul territorio, al fine di ottenere informazioni sulle peculiarità di ogni singolo componente.

Il bagaglio di informazioni rilevate ha permesso di studiare le possibilità di intervento che meglio si adattano alla situazione impiantistica attuale, con lo scopo di riqualificare energeticamente l'intero parco impiantistico, analizzando costi e benefici derivanti dall'attuazione di ogni singola proposta.

Il risultato di queste analisi ha evidenziato la possibilità di ridurre i consumi energetici relativa alla pubblica illuminazione di circa il 20% a fronte di un investimento recuperabile in meno di 9 anni, con una sensibile riduzione della spesa energetica a carico dell'Amministrazione Comunale.

## 2. Introduzione

### 2.1. L'illuminazione nel mondo e in Italia

L'illuminazione è stato il primo servizio offerto dalle aziende elettriche e continua a essere uno dei più importanti usi finali dell'energia elettrica, costituendo una delle maggiori cause delle emissioni di gas ad effetto serra.

A livello mondiale, l'energia elettrica consumata nel 2005 per l'illuminazione è stata stimata in 2650 TWh, circa il 19% del consumo totale di elettricità, che è più di quanto producono tutte le centrali nucleari e pressoché pari all'energia elettrica prodotta dal gas naturale. Con l'attuale tendenza economica ed energetica, si prevede che la domanda globale di energia per l'illuminazione artificiale crescerà dell'80% entro il 2030. È quanto sostiene uno studio dell'Agenzia Internazionale per l'Energia (IEA), che ha condotto la prima indagine planetaria sull'utilizzo e i costi dell'illuminazione ed è arrivata alla conclusione che, semplicemente facendo uso delle attuali tecnologie e tecniche di illuminazione efficiente, si potrebbero ridurre del 38% (fino al 70%) i consumi elettrici.

Una stima cautelativa sui consumi di energia elettrica nel settore illuminazione in Italia è pari ad almeno il 16% dei 340 TWh complessivi, che rappresentano quasi 25Mt di emissioni di CO<sub>2</sub>; questo dato è in linea con l'incidenza dell'illuminazione sui consumi di energia elettrica in Europa pari al 14%.

Si stima inoltre che il peso dell'illuminazione sui consumi nei diversi settori si possa identificare per il settore terziario nel 28%, 9% per l'industria, 14% in ambito residenziale.

Guardando i consumi di energia elettrica dovuti alla sola illuminazione pubblica, nel 2008 essi si attestano a poco più di 6,34 TWh, con una crescita del 5,8% rispetto al precedente anno 2007, che però aveva manifestato una flessione, e ritornano pertanto sui valori dei consumi 2006, che erano stati di 6,37 TWh. L'incidenza della pubblica si mantiene pari a circa il 2% dei consumi elettrici nazionali.

Tipi Attività	2007 [mln KWh]	2008 [mln KWh]	Var 2008-2007 [%]	Ripartiz consumi 2007 [%]	Ripartiz consumi 2008 [%]
Tz <b>TERZIARIO</b> esclusa IP	84.271,30	87.267,70	3,6	26,4%	27,4
IP. Illuminazione Pubblica	5.997,20	6.344,50	5,8	1,9%	2,0%
<b>3 TERZIARIO</b>	<b>90.268,50</b>	<b>93.612,20</b>	<b>3,7</b>	<b>28,3%</b>	<b>29,3%</b>
<b>5. TOTALE</b>	<b>318.952,50</b>	<b>319.037,20</b>	<b>0,0</b>		

Fig.1 – Consumi della pubblica illuminazione negli anni 2007-2008 (fonte: Cesi Ricerca)

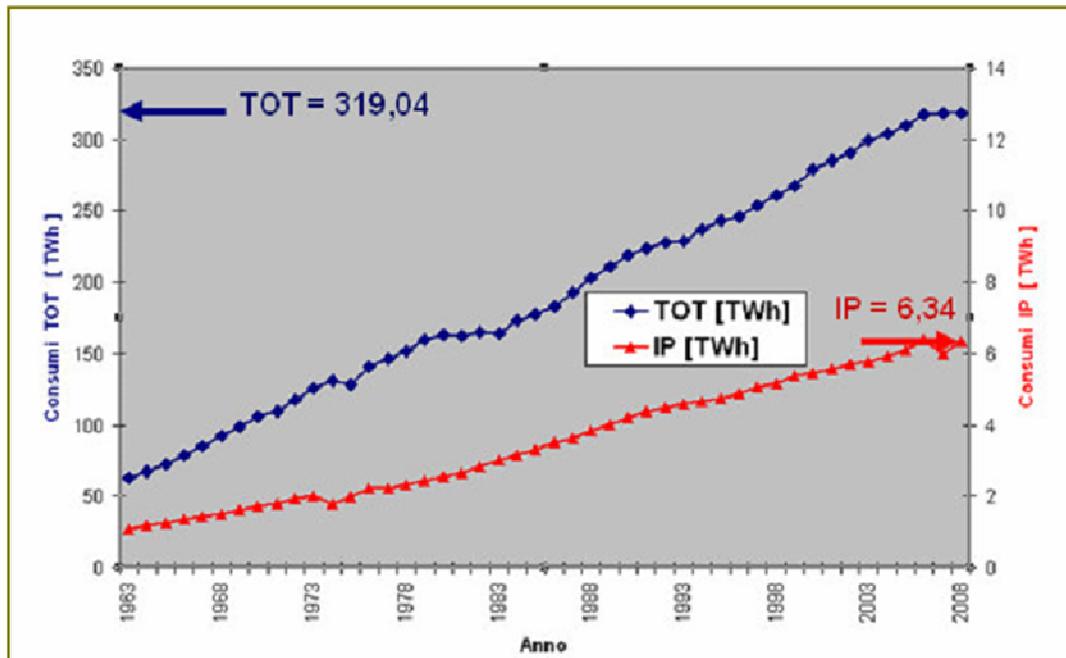


Fig.2 – Consumi elettrici totali e della pubblica illuminazione dal 1963 al 2008 (fonte: Cesi Ricerca)

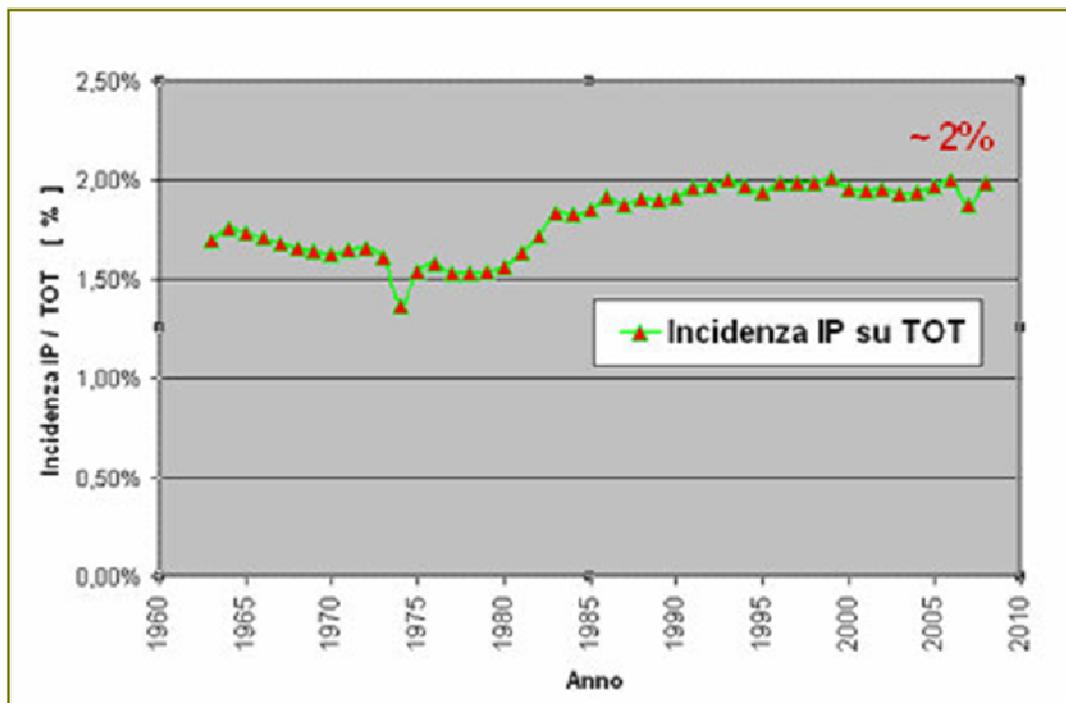


Fig.3 – Incidenza percentuale dei consumi della pubblica illuminazione rispetto ai consumi totali (fonte: Cesi Ricerca)

E' da riscontrare, come illustrato dalla Figura 4, che negli ultimi anni si è assistito ad una continua e progressiva crescita, rispetto all'anno precedente, dei consumi

per l'illuminazione pubblica, ad eccezione dell'anno 2007, in cui si è manifestata una controtendenza rispetto al precedente anno 2006 (-5,88%).

La crescita annuale continua dei consumi per illuminazione pubblica potrebbe essere legata verosimilmente sia all'aumento dell'estensione delle aree residenziali (e quindi delle aree pubbliche da illuminare), nonché alla crescente domanda di sicurezza nelle ore serali/notturne (e quindi un aumento del comfort qualitativo legato alla migliore qualità di illuminamento).

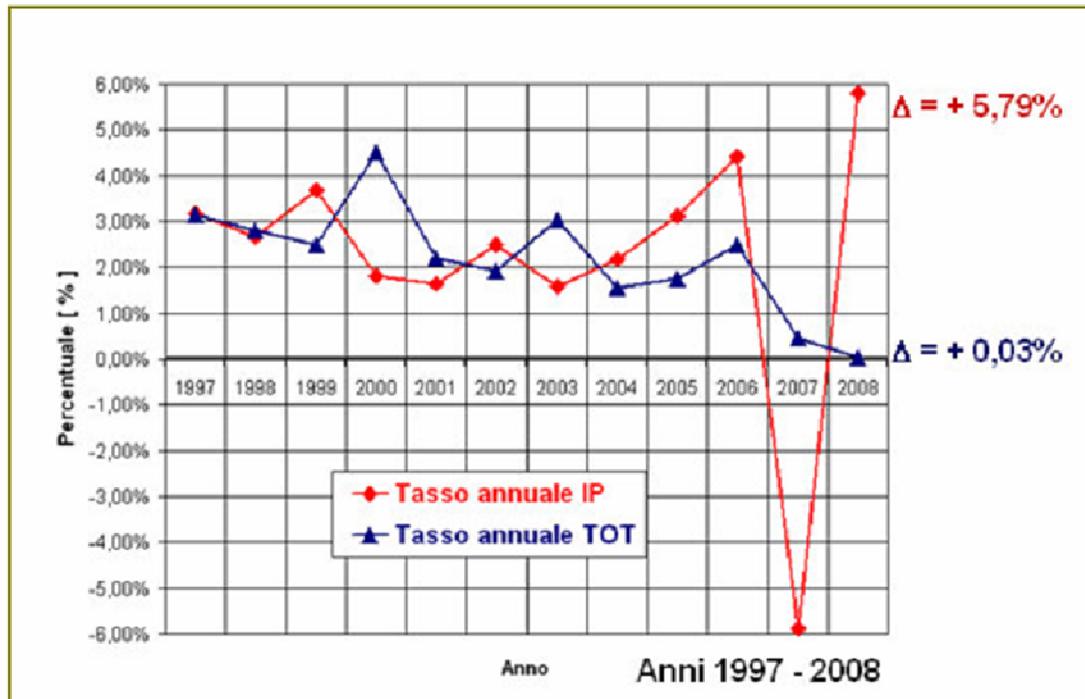


Fig.4 – Variazioni annue percentuali dei consumi totali e per l'illuminazione pubblica (fonte: Cesi Ricerca)

Come si è visto, il consumo finale di energia elettrica in Italia si è mantenuto nel biennio 2007-2008 praticamente costante ed è stato pari a circa 319 TWh; tuttavia i consumi complessivi di energia elettrica sono sempre cresciuti, così come i consumi dovuti alla illuminazione pubblica.

Le variazioni annue dei consumi complessivi si sono mantenute nel decennio 1997-2006 sempre positive e variabili fra il +4% e il +2%, riscontrando una crescita complessiva sul decennio del 25,2%.

La tendenza delle variazioni annue rilevata nel periodo 1997-2008, ed evidenziata dal grafico di Figura 4, mette in luce comunque un trend negativo degli incrementi annuali dei consumi complessivi, come se fosse presente una lieve flessione dell'aumento della richiesta annua dei consumi elettrici.

Parallelamente l'illuminazione pubblica registra invece, assieme al trend positivo dei consumi, anche la crescita, ad eccezione come già detto per l'anno 2007 in cui si ha una inversione, delle variazioni annue di tali consumi, dovuti verosimilmente all'aumento delle aree pubbliche da illuminare.

Per quanto riguarda la previsione dei consumi futuri, nelle proiezioni al 2019 TERNA ipotizza per il settore terziario un ulteriore aumento dei consumi, posizionando la crescita ad un +4% rispetto ai valori consuntivati al 2008, e prevedendo pertanto uno scenario di 405TWh (scenario di sviluppo).

Sulla base di una prima previsione per l'illuminazione nei vari settori, si avrebbe al 2020 un consumo di 61TWh, con un incremento medio annuo di +1,69% e con un aumento del +2,95% per la sola illuminazione pubblica.

Si pensa infatti che per il prossimo decennio l'evoluzione della domanda di energia elettrica per l'illuminazione sia, in funzione degli scenari considerati, compresa tra +0,9% e +1,8% medio per anno.

Settore	Incremento medio annuo (BAU con EuP)	Illuminazione nel 2020 (TWh)
AGRICOLTURA	0,38%	0,693
INDUSTRIA	0,22%	13,074
TERZIARIO	2,86%	31,454
ILLUMINAZIONE PUBBLICA	2,95%	8,754
RESIDENZIALE	-0,91%	7,011
<b>TOTALE</b>	<b>1,69%</b>	<b>60,987</b>

Fig.5 – Proiezione al 2020 dei consumi per pubblica illuminazione (fonte: Cesi Ricerca)

## ***2.2. Luce ed efficienza energetica***

Per illuminazione pubblica si intende principalmente l'illuminazione stradale e del contesto urbano che ha, come scopo prioritario, quello di garantire la sicurezza veicolare e pedonale nelle ore notturne, con un sufficiente comfort visivo e nel rispetto delle esigenze energetiche ed ambientali. Così deve rendere visibili per i conducenti degli autoveicoli gli eventuali ostacoli sulla strada e quanto presente anche oltre i limiti della stessa (marciapiedi, edifici, ecc.), limitando l'abbagliamento a valori che non compromettano la sicurezza ed ottimizzando i consumi energetici. Inoltre, l'illuminazione stradale deve consentire il flusso regolare dei pedoni ai lati della strada, consentendo il riconoscimento dei tratti personali di chi s'incontra, sia per scoraggiare azioni criminose, sia come ausilio psicologico alla sicurezza. Oltre alla crescente domanda di sicurezza nelle ore serali/notturne, che viene soddisfatta anche grazie alla migliore qualità dell'illuminamento esterno, si ritiene che i consumi da illuminazione pubblica, come detto in precedenza, siano strettamente legati all'estensione delle zone urbane e, di conseguenza, delle aree pubbliche da illuminare.

Uno dei principali obiettivi che in questi anni vede impegnato tutto il mondo industrializzato, è sicuramente quello del contenimento dei consumi energetici e questo, nel rispetto dei criteri che il protocollo di Kyoto impone, è dovuto alla presa di coscienza dell'assoluta necessità della tutela dell'ambiente per garantire un mondo migliore e comunque sostenibile alle generazioni future.

Questo sforzo, in questi anni in cui la crisi economica ci ha colpito in modo sensibile, trova ancora più giustificazione nel contenimento dei costi della bolletta energetica che gravano sia sulla finanza pubblica che su quella privata.

Naturalmente anche l'illuminazione, che è direttamente connessa al consumo di energia elettrica, non sfugge a questo meccanismo, ma va detto che il suo peso, pur non essendo particolarmente significativo in valore assoluto come visto nel paragrafo precedente, ha un importante impatto sulla pubblica opinione ed è per questo che i media rivolgono una particolare attenzione al miglioramento dell'efficienza energetica delle sorgenti luminose.

Per quanto riguarda la pubblica illuminazione, un terzo dell'illuminazione stradale europea è basata su tecnologia vecchia, non allo stato dell'arte e inefficiente. L'Italia è il Paese europeo in cui l'obsoleta tecnologia con lampade vapori di mercurio incide maggiormente, con quasi 6 milioni di punti luce installati su un totale di circa 9 milioni e un tasso di rinnovamento medio pari al 3% annuo, che consentirà la completa sostituzione delle lampade al mercurio con altre ad efficienza maggiore solo in tempi molto lunghi.

Se si considerano i costi della gestione degli impianti di pubblica illuminazione, si stima che, per un' Ente locale, i consumi energetici comportino una spesa che va dal 15 al 25% dei totali costi energetici sostenuti e rappresentino fino al 50% della spesa totale elettrica dell'Amministrazione comunale.

In Italia nel 2010, per l'illuminazione pubblica sono stati consumati 6,366 TWh (+0,8% rispetto al 2009), che rappresentano il 2% del totale consumo elettrico nazionale (come si è visto in precedenza, la percentuale non è variata molto rispetto agli anni scorsi), che, anche se in valore assoluto può apparire poco significativo, è un dato che merita un approfondimento per almeno due motivi.

Il primo è dovuto alla obsolescenza di molti impianti, infatti si stima che un terzo della pubblica illuminazione nel nostro Paese ha più di trent'anni, pertanto sussistono elevati margini di miglioramento sia sull'efficienza energetica delle sorgenti, che sulla gestione degli impianti, entrambi fattori che rendono raggiungibile una sensibile riduzione dei consumi. Il secondo motivo è legato al fatto che l'evoluzione tecnologica nel settore dell'illuminazione, produce, assieme al risparmio, dei miglioramenti qualitativi e questo grazie all'utilizzo di apparecchi più performanti che distribuiscono in modo efficiente la luce e di sorgenti luminose che permettono una migliore qualità visiva.

Sotto questo profilo, l'illuminazione artificiale, si identifica in una di quelle discipline tecnologicamente più interessanti e con margini di ottimizzazione fra i più elevati, infatti, ad un aumento del rendimento energetico, si unisce un accrescimento qualitativo delle prestazioni rese sia dagli apparecchi, che dalle sorgenti e dai sistemi nel loro complesso, in particolare quando si interviene nella loro sostituzione e regolazione.

Ma non si può dimenticare che la luce è un fondamentale elemento di aiuto alla nostra vita quotidiana in termini di funzionalità, di salute, di benessere e di sicurezza, perciò la strada del contenimento dei consumi energetici dovuti alla luce artificiale, non è necessariamente quella di illuminare di meno, ma è anche e soprattutto quella di farlo meglio evitando, ad esempio, di rivolgere i fasci di luce emessi dagli apparecchi dove non serve (miglioramento delle ottiche degli apparecchi), incrementando la luce dove è necessario ed utilizzando sorgenti ad elevata efficienza, ma che consentano una corretta visione dei soggetti illuminati. Come è naturale che sia, è opportuno che il miglioramento qualitativo e quantitativo dell'illuminazione nei termini sopra esposti, venga fatto in modo corretto intervenendo, come prima cosa, progettando la luce e, secondariamente, utilizzando apparecchiature e tecnologie idonee all'uso per cui sono stati costruite. In tal senso è opportuno osservare come sia prematuro pensare di mettere "in cantina" alcune tecnologie di sorgenti luminose, quali le lampade a scarica (vapori

di sodio ad alta pressione, alogenuri metallici, fluorescenti, ecc.) a beneficio di quelle a led e come, allo stesso modo, sia sbagliato escludere a priori questa tecnologia che, d'altro canto, presenta delle caratteristiche di qualità e durata molto interessanti che, prevedibilmente, miglioreranno sempre più in futuro.

Ciò che si vuol mettere in evidenza, in sintesi, è che l'illuminazione, come tutte le attività che fanno consumare energia, deve essere oggetto di ottimizzazione sotto il profilo del rendimento e della gestione, ma questo non deve avvenire a scapito della qualità della luce rischiando di perdere le sue prerogative funzionali che sono essenziali per la vita quotidiana di ciascun individuo.

### 2.3. Normativa di riferimento

Nell'ambito dell'illuminazione stradale, quindi l'area d'interesse della pubblica illuminazione, la regolamentazione vigente si articola nelle seguenti norme:

- *UNI 11248 – Selezione delle categorie illuminotecniche.*

Individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada; da seguire al momento della progettazione di nuovi impianti.

- *UNI 13201-2, -3, -4 – Requisiti prestazionali.*

Fornisce, in base al tipo di strada in esame e all'analisi dei rischi fatta in sede di progettazione, i parametri illuminotecnici minimi mantenuti che l'impianto deve assicurare durante la sua vita.

- *Legge regionale del Veneto n°17 del 7/08/2009 - Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici.*

Città	Abitanti	Distanza di misura [km]	Luminanza [cd/m <sup>2</sup> ]	
			Calcolo	misura
Padova	100.000	15	0,28	0,25
Abano	20.000	6,8	0,37	0,36
Montegrotto	20.000	7,3	0,41	0,39
Torino [4]	850.000	15	0,27	0,28

Fig.6 – Valori di luminanza media, misurata e calcolata, di alcuni centri cittadini (fonte: LUCE 1/2008)

In ambito di riqualificazione energetica, questa legge dà indicazioni ben precise, in quanto ha le seguenti finalità:

- a. la riduzione dell'inquinamento luminoso e ottico, nonché la riduzione dei consumi energetici da esso derivanti;

- b. l'uniformità dei criteri di progettazione per il miglioramento della qualità luminosa degli impianti per la sicurezza della circolazione stradale;
- c. la protezione dall'inquinamento luminoso dell'attività di ricerca scientifica e divulgativa svolta dagli osservatori astronomici;
- d. la protezione dall'inquinamento luminoso dell'ambiente naturale, inteso anche come territorio, dei ritmi naturali delle specie animali e vegetali, nonché degli equilibri ecologici sia all'interno che all'esterno delle aree naturali protette;
- e. la protezione dall'inquinamento luminoso dei beni paesistici, così come definiti dall'articolo 134 del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137" e successive modificazioni;
- f. la salvaguardia della visione del cielo stellato, nell'interesse della popolazione regionale;
- g. la diffusione tra il pubblico delle tematiche relative all'inquinamento luminoso e la formazione di tecnici con competenze nell'ambito dell'illuminazione.

La norma, tra le altre prescrizioni, indica esplicitamente che i comuni *“entro tre anni dalla data di entrata in vigore della presente legge si dotano del Piano dell'illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso (PICIL), che è l'atto di programmazione per la realizzazione dei nuovi impianti di illuminazione e per ogni intervento di modifica, adeguamento, manutenzione, sostituzione ed integrazione sulle installazioni di illuminazione esistenti nel territorio comunale alla data di entrata in vigore della presente legge”*.

La norma indica inoltre quali apparecchi e sorgenti, per prestazioni fornite, devono essere sostituiti e i requisiti che devono avere le nuove installazioni; in sostanza è la norma di riferimento all'atto della riqualificazione di un parco di pubblica illuminazione.

#### ***2.4. Margini di risparmio conseguibili in un parco impiantistico***

Per rendere evidenza dell'entità del risparmio realizzabile mediante la riqualificazione di un parco di pubblica illuminazione, si analizzano qui di seguito i casi di alcuni comuni di dimensioni medie della provincia di Padova e Venezia; per essi si conoscono i consumi annui e il numero di punti luce grazie alla gestione che S.I.M.E.T. s.r.l. effettua per essi.

Di seguito si riporta una tabella con il rapporto kWh/pl, cioè l'energia totale consumata annualmente diviso per il numero totale di punti luce.

	<i>Cadoneghe</i>	<i>Fiesso d'Artico</i>	<i>Vigonovo</i>	<i>Chioggia</i>	<i>Vigodarzere</i>	<i>Albignasego</i>	<i>Vigonza</i>
<i>Consumo annuo [kWh]</i>	1.515.345	298.537	607.391	3.826.096	1.218.098	2.677.736	2.286.088
<i>n° di punti luce</i>	3.770	1.529	2.036	8.212	2.010	5.388	4.745
<b><i>kWh/pl</i></b>	<b>401,95</b>	<b>195,25<sup>1</sup></b>	<b>298,33<sup>1</sup></b>	<b>465,92<sup>2</sup></b>	<b>606,02</b>	<b>496,98</b>	<b>481,79</b>

Si nota chiaramente come ci sia un'anomalia dei comuni di Chioggia, Vigodarzere, Albignasego e del comune in esame Vigonza: mediamente, l'energia consumata dal singolo punto luce è molto superiore rispetto a quella relativa ai primi tre comuni. Per esempio, un punto luce del comune di Vigodarzere consuma il doppio rispetto a quello di Vigonovo!

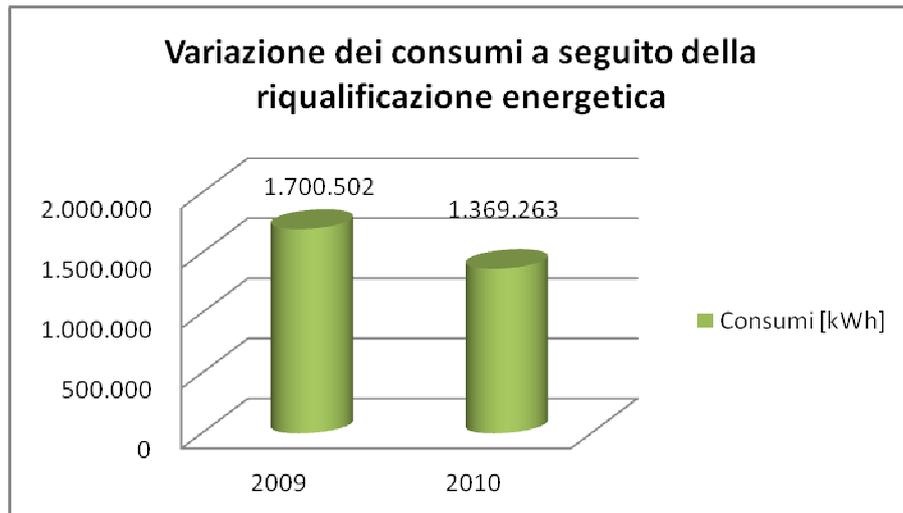
Questa discrepanza deriva dal fatto che i parchi impiantistici di pubblica illuminazione dei comuni di Cadoneghe, Fiesso d'Artico e Vigonovo sono stati riqualificati e quindi adottano soluzioni che rappresentano lo stato dell'arte in ambito illuminotecnico, mentre gli altri comuni (ad eccezione di Chioggia, la quale ha riqualificato solo una parte del parco impianti) in esame presentano impianti obsoleti e particolarmente dispendiosi sia dal punto di vista energetico, come mostra la tabella, sia dal punto di vista manutentivo.

Se si prende ad esempio in esame l'evoluzione dei consumi del comune di Cadoneghe, in seguito alla riqualificazione del parco impiantistico in carico a S.I.M.E.T. s.r.l. iniziata dal 2009 e che progressivamente sta interessando la totalità degli impianti, si nota come la riduzione dei consumi nell'arco di 2 anni sia stata di circa il 19%.

---

<sup>1</sup> Fiesso d'Artico e Vigonovo oltre alla riqualificazione hanno ridotto gli orari di funzionamento degli impianti.

<sup>2</sup> Chioggia non è interamente riqualificata, in aggiunta è una località turistica, quindi il valore non può che essere più alto.



Lo scopo di questa tesi è dimostrare, attraverso l'analisi per uno specifico comune - nella fattispecie Vigonza (PD) - che questi margini di risparmio sono possibili, come emerge dai casi reali e documentati appena descritti.

Con un investimento volto alla riqualificazione energetica di un parco impiantistico di pubblica illuminazione si possono ridurre notevolmente i consumi, migliorare allo stesso tempo la qualità del servizio ed avere un ritorno economico in pochi anni.

La presente trattazione parte con l'analisi dell'attuale parco impiantistico di Vigonza, evidenziando le caratteristiche e le peculiarità dei vari impianti emerse dal rilievo eseguito sul territorio, le cui modalità saranno descritte in seguito.

L'analisi, in particolare, presenterà lo stato di fatto dei principali componenti facenti parte degli impianti e la loro conformità sotto il profilo energetico, normativo e della sicurezza degli utenti.

Successivamente si analizzeranno le soluzioni tecniche e di ottimizzazione di gestione che offre il mercato nell'ambito della riqualificazione energetica impiantistica e, in seguito, si sceglieranno, tra tutte, quelle che meglio si integrano con la situazione attuale degli impianti.

Gli interventi proposti si analizzeranno dal punto di vista energetico ed economico per valutare la loro effettiva convenienza, riportando i margini di risparmio ottenibili.

### **3. Stato di fatto degli impianti del comune di Vigonza**

#### ***3.1. Premessa***

La campagna di censimento e rilievo ha avuto come fine particolare quello di mettere in evidenza oltre all'entità, la tipologia, e lo stato di conservazione dei punti luce installati, anche alcuni aspetti relativi alla gestione energetica degli stessi che vengono trattati in una apposita sezione di questo elaborato.

Il censimento degli impianti così realizzato ha permesso l'elaborazione dei documenti, a seguito elencati, tra loro correlati, che definiscono in modo analitico lo stato di consistenza dell'intero patrimonio impiantistico:

- Elaborati grafici dello stato di fatto
- Schede tecniche riportanti la tipologia e le caratteristiche di tutti i punti luce installati
- Relazione energetica

Tali documenti consentono di ottenere informazioni grafiche e descrittive, circa le caratteristiche di ognuno degli impianti del comune di Vigonza.

### 3.2. Modalità di rilievo e dati rilevati

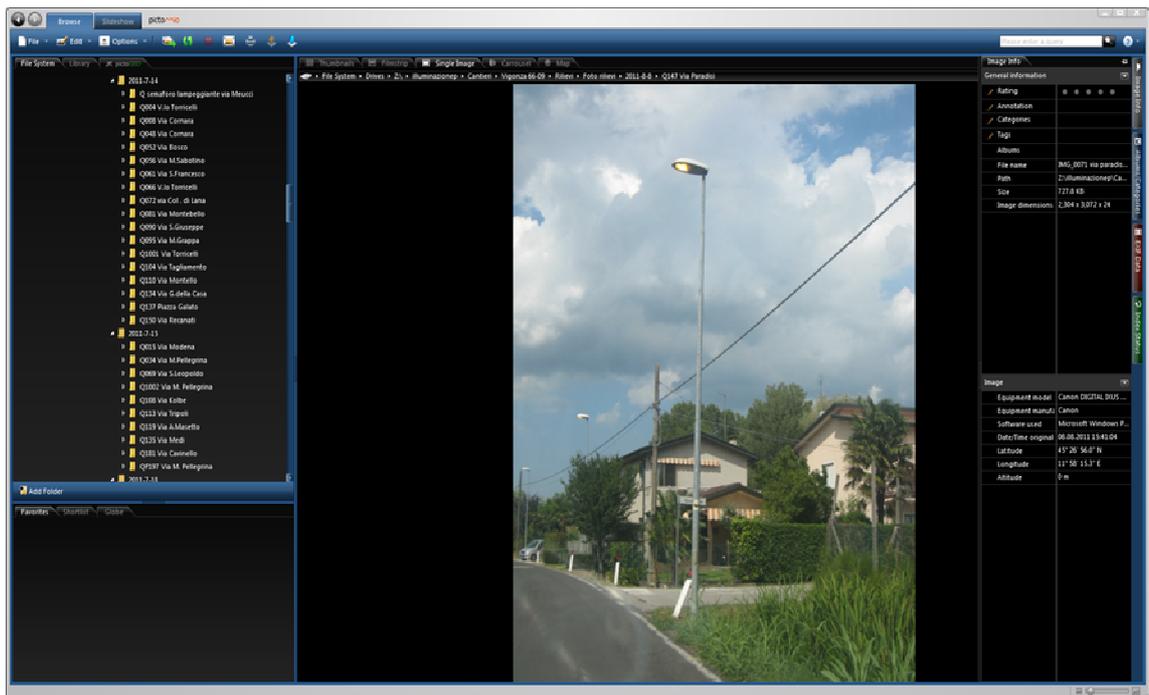
Gli impianti di pubblica illuminazione sono stati censiti per definirne le caratteristiche tecniche e il loro stato di conservazione.

Gli strumenti e le risorse tecnologiche che sono stati utilizzati nelle varie fasi di rilievo e raccolta dei dati identificativi degli impianti di pubblica illuminazione, sono costituiti da:

- Sistema di posizionamento GPS;
- Macchina fotografia digitale con interfaccia USB;
- Distanziometri laser;
- Chiavi per apertura armadi/quadri;
- Strumenti di misura digitali per rilevare gli assorbimenti elettrici;
- Attrezzature previste dalle norme antinfortunistiche;
- Planimetrie, cartografie.



Localizzatore GPS



Esempio di inserimento delle coordinate GPS ad una raccolta fotografica

Durante il sopralluogo si sono effettuate le seguenti operazioni e rilievi:

- Verifica del codice dell'utenza che alimenta il quadro;
- Accensione dell'impianto per il rilievo univoco dei punti luce afferenti ad un determinato impianto;
- Stesura sulla planimetria dell'impianto rilevato con posizionamento del quadro di alimentazione e di tutti i punti luce ad esso associati;

- Tipo di apparecchio (stradale, proiettore, lampione, a sospensione, ecc);
- Marca e modello del corpo illuminante installato;
- Stato di conservazione del corpo illuminante installato;
- Tipologia della sorgente luminosa installata (lampada);
- Potenza della sorgente luminosa installata;
- Tipologia del sostegno installato;
- Altezza del sostegno installato;
- Presenza o meno del collegamento a terra;
- Stato di conservazione del sostegno installato;
- Presenza o meno della verniciatura;
- Modalità di installazione della conduttura (aerea, cavo aereo, cavo interrato);
- Numero del quadro di comando.

Il censimento è stato quindi riportato su elaborati grafici dove ogni complesso illuminante è stato rappresentato su un'adeguata cartografia nella propria posizione, catalogato in database e corredato di tutte le informazioni raccolte durante le attività di rilievo, di seguito si riporta un esempio.

La procedura di rilievo effettuata si è realizzata con la creazione di planimetrie informatizzate che illustrano la posizione dei punti luce e dei quadri elettrici all'interno del territorio comunale. La rappresentazione grafica dei componenti degli impianti di illuminazione pubblica è stata eseguita in modo da rendere univoca l'individuazione del quadro di comando di appartenenza ed in modo da poter filtrare per ogni impianto tutti gli elementi di appartenenza.

1	ID_COM DENOMINAZIONE VIA	COD_PL	ID_CI	ID_APP	MARCA_APP	BASE_APP	AID_APP	ID_SORG	MARCA_SORG	FTI_WATT	ID_SOSTENO	TEZZA_SOSTENO	ESATERRA	AID_COSTENO	PREZIATO	CAB	ID_CAB	VIA_CAB	ID_LINIA	DATA_AGG	NOTE
14	cognarolo(via)	1	1	10	philips malaga	S	26	150	50 8	SI	B	NO	9 009	cognarolo(via)	I	07/07/11					
15	gerla(via)	1	1	10	fivep nova	S	26	100	52 8	SI	S	NO	21 021	gerla(via)	I	07/07/11					
16	gerla(via)	1	2	10	fivep nova	S	26	100	52 8	SI	S	NO	21 021	gerla(via)	I	07/07/11					
17	campolino(via)	2	1	10	disano sella	S	22	125	50 8	SI	S	NO	21 021	gerla(via)	A	07/07/11					
18	campolino(via)	3	1	10	tiros	S	22	125	56 8	NO	S	NO	21 021	gerla(via)	A	07/07/11					
19	campolino(via)	4	1	10	tiros	S	22	125	56 8	NO	S	NO	21 021	gerla(via)	A	07/07/11					
20	campolino(via)	5	1	10	disano sella	S	22	125	52 8	SI	S	NO	21 021	gerla(via)	A	07/07/11					
21	gerla(via)	1	1	10	philips malaga	B	26	100	56 8	NO	B	NO	12 012	gerla(via)	A	07/07/11					
22	quattroca (via)	1	1	10	tiros	P	22	125	52 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
23	quattroca (via)	2	1	10	tiros	P	22	125	52 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
24	quattroca (via)	3	1	10	sconosciuto	P	22	125	52 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
25	quattroca (via)	4	1	10	sconosciuto	P	22	125	52 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
26	quattroca (via)	5	1	10	sconosciuto	P	22	125	52 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
27	quattroca (via)	6	1	10	sconosciuto	P	22	125	52 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
28	quattroca (via)	7	1	10	sconosciuto	P	22	125	52 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
29	quattroca (via)	8	1	10	sconosciuto	P	22	125	52 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
30	quattroca (via)	9	1	10	sconosciuto	P	22	125	52 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
31	quattroca (via)	10	1	10	sconosciuto	P	22	125	52 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
32	quattroca (via)	11	1	10	sconosciuto	P	22	125	52 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
33	quattroca (via)	12	1	10	sconosciuto	P	22	125	52 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
34	quattroca (via)	13	1	10	sconosciuto	P	22	125	52 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
35	quattroca (via)	14	1	10	sconosciuto	P	22	125	52 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
36	campolino(via)	15	1	10	philips iridium	B	26	100	50 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
37	campolino(via)	16	1	10	philips iridium	B	26	100	50 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
38	campolino(via)	17	1	10	philips iridium	B	26	100	50 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
39	campolino(via)	18	1	10	philips iridium	B	26	100	50 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
40	campolino(via)	19	1	10	philips iridium	B	26	100	50 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
41	campolino(via)	20	1	10	philips iridium	B	26	100	50 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
42	campolino(via)	21	1	10	philips iridium	B	26	100	50 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
43	campolino(via)	22	1	10	philips iridium	B	26	100	50 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
44	campolino(via)	23	1	10	philips iridium	B	26	100	50 8	SI	B	NO	31 031	quattroca (via)	I	07/07/11					
45	ampezzon(via)	1	1	10	disano sella	S	26	150	56 7	NO	P	NO	29 029	ampezzon(via)	A	07/07/11					
46	campolino(via)	2	1	10	tiros	P	22	125	51 8	NO	S	NO	29 029	ampezzon(via)	A	07/07/11					
47	carso(via)	3	1	10	tiros	P	22	125	52 8.5	SI	S	NO	29 029	ampezzon(via)	I	07/07/11					
48	carso(via)	4	1	10	tiros	P	22	125	52 8.5	SI	S	NO	29 029	ampezzon(via)	I	07/07/11					

Esempio di elaborato per la raccolta dei dati censiti

### 3.3. Consistenza degli impianti

Il censimento degli impianti di pubblica illuminazione ha avuto come scopo, come già accennato, l'individuazione e il rilievo di tutti i punti luce, presenti sul territorio comunale, la caratterizzazione di ciascuno di essi e dei singoli impianti ai quali essi afferiscono. Per punto luce è da intendersi ogni singolo centro luminoso (lampada) facente parte di un determinato impianto.

**Il numero complessivo dei punti luce censiti al 08/08/2011 ammonta a 4745 distribuiti in modo disomogeneo in 187 quadri.**

In seguito si riporta l'elenco dettagliato dei quadri elettrici censiti, con la relativa via di ubicazione dello stesso e il numero dei punti luce alimentati.

Quadro	Ubicazione quadro	n° punti luce
2	ampezzon(via)	2
3	cimitero(via)	1
4	torricelli(vicolo)	1
5	umberto I(via)	2
6	trento(via)	2
7	murano(via)	4
8	cornara(via)	1
9	cognaro(via)	1
10	argine sinistro(via)	2
11	gerla(via)	1
12	gerla(via)	1
13	giotto(via)	1
14	rudella(via)	3
15	modena(via)	3
17	XXIV maggio(via)	4
18	selvatico(via)	4
19	s.margherita(via)	4
21	gerla(via)	6
22	col.varisco(via)	9
23	gioberti(via)	7
24	monti(via)	4
26	diaz(via)	3
27	s.sebastiano(via)	7
28	caltana(via)	2
29	ampezzon(via)	6
30	pionche(via)	13
31	quattrocà (via)	23
32	s.chiara(via)	17
34	madonna pellegrina(via)	1
35	raffaello(via)	2
36	boito(via)	1
37	giovanna d'arco(piazza)	24
38	s.margherita(via)	1
39	zerbo(via)	8
40	a.moro(via)	28
41	s.crispino(via)	12
42	del lavoro(viale)	10
43	londra(via)	12
44	paolo VI(via)	11
45	livorno(via)	14

Quadro	Ubicazione quadro	n° punti luce
48	cornara(via)	1
49	nievo(via)	4
50	grandi(via)	16
52	bosco(via)	1
53	pierobon(via)	7
54	pisa(via)	12
56	m. sabotino(via)	4
57	noalese(via)	5
58	noalese(via)	5
59	barbariga(via)	12
60	foscolo(via)	11
61	s. francesco(via)	12
62	magellano(via)	20
63	artigianato(viale)	12
65	consorti(via)	17
66	torricelli(vicolo)	2
67	volta(via)	19
68	tiepolo(via)	9
69	s. leopoldo(via)	12
70	s.andrea(via)	14
71	m.della libertà(via)	15
72	col di lana(via)	15
73	generale giardino(via)	17
74	bernardi(via)	1
75	rimembranze(via)	17
76	diaz(via)	23
77	carpane(via)	6
78	g.dalla chiesa(via)	53
79	don verità(via)	22
80	capriccio(via)	16
81	montebello(via)	16
82	meucci(via)	25
83	muggia(via)	27
84	caltana(via)	4
85	mantegna(via)	21
86	l maggio(via)	7
87	prati(via)	20
88	parigi(via)	26
89	matteotti(via)	28
90	s. giuseppe(via)	26
91	trevisan(via)	14
92	s.pietro(via)	41
93	foscolo(via)	11
94	XX settembre(via)	13
95	m. grappa(via)	4
96	monte cimone(via)	14
98	siena(via)	11
99	parigi(via)	16
100	m. polo(via)	17
101	m. polo(via)	36
102	del progresso(via)	17
103	verdi(via)	36
104	tagliamento(via)	56
105	ampezzon(via)	8
106	quattroca (via)	11
107	zanon(via)	22
108	kolbe(via)	7
109	s.stefano(via)	9
110	montello(via)	20
111	b.da peraga(via)	10
112	matteotti(via)	13
113	tripoli(via)	10
114	grandi(via)	5
115	piave(via)	43
116	marconi(via)	35
117	andreon(via)	46
118	matteotti(via)	30

Quadro	Ubicazione quadro	n° punti luce
119	a. masetto(via)	34
120	luganega(via)	52
121	carpane(via)	44
122	b. da peraga(via)	65
123	armistizio(via)	56
124	ariosto(via)	19
126	brustolon(via)	41
127	venezia(via)	10
128	chiesa(via)	3
129	paradisi(via)	25
130	cavour(via)	98
131	arrigoni(via)	53
132	verona(via)	33
133	prati(via)	18
134	giovanni della casa(via)	23
135	medi(via)	11
136	s.antonio(via)	39
137	a.galato(piazza)	67
138	danzica(via)	26
139	bachelet(via)	27
140	s.lucia(via)	44
141	cimitero(via)	25
142	lisbona(via)	58
143	bachelet(via)	45
144	kennedy(via)	62
145	m.della libertà(via)	1
146	niedda(via)	31
147	paradisi(via)	72
148	trevisan(via)	16
149	rigato(via)	51
150	recanati(via)	28
151	luganega(via)	68
152	bagnoli(via)	47
153	argine destro(via)	20
154	s.valentino(via)	28
155	don l.milani(via)	15
156	pio X(via)	41
157	padova(via)	79
158	paganini(via)	66
159	buonarroti(via)	39
160	s.gregorio barbarigo(via)	28
161	chiesa(via)	73
162	mazzini(via)	62
163	diaz(via)	26
164	parma(via)	45
165	monte cengio(via)	51
166	parigi(via)	75
167	a.moro(via)	83
168	degli alpini(via)	81
169	f.cervi(via)	110
170	arrigoni(via)	34
171	germania(via)	47
172	garibaldi(via)	71
173	prati(via)	50
174	regia(via)	51
175	noalese(via)	42
176	atene(via)	28
177	caltana(via)	52
178	alfieri(via)	36
179	ruffini(via)	47
180	quattrocà (via)	1
181	cavinello(via)	90
182	s.gregorio barbarigo(via)	58
183	gorizia(via)	40
185	francia(via)	58
186	pavia(via)	81
187	cavour(via)	128

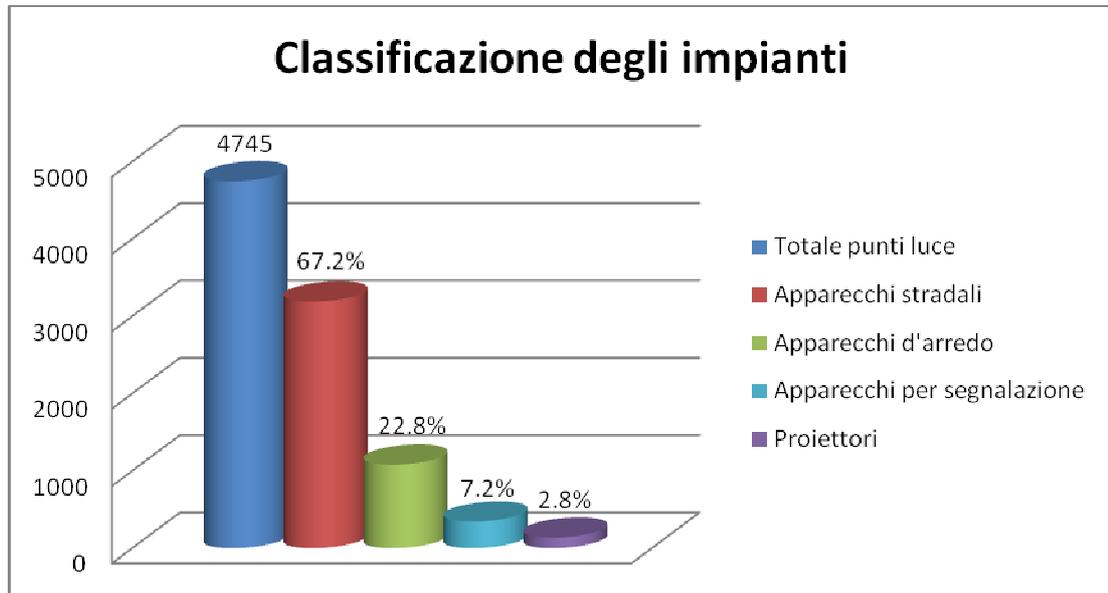
Quadro	Ubicazione quadro	n° punti luce
188	carpane(via)	91
190	germania(via)	91
195	cadorna(via)	1
196	f.baracca(via)	1
197	madonna pellegrina(via)	1
198	s.margherita(via)	2
200	bosco(via)	1
201	bosco(via)	1
1000	ampezzon(via)	1
1001	torricelli(via)	1
1003	murano(via)	1
1004	murano(via)	1
1005	meggiorin(via)	31
	<b>Totale complessivo</b>	<b>4745</b>

### ***3.4. Classificazione degli impianti***

Allo scopo di fornire un resoconto sugli impianti sotto esame, si è scelto di classificare e suddividere in macrocategorie gli impianti presenti nel territorio comunale, evidenziando le loro caratteristiche salienti. La classificazione adottata si articola in:

- **Impianti con apparecchi stradali:** adibiti all'illuminazione della rete stradale, sono costituiti da apparecchi con ottica stradale e non, dotati comunque di sostegno sopra i 6m d'altezza, i quali rappresentano la categoria più vasta.
- **Impianti con punti luce d'arredo:** punti luce costituiti da tutti quei corpi illuminanti con sostegni di altezza non superiore ai 6m utilizzati per l'illuminazione di aree residenziali, giardini pubblici, piazze, che associano caratteristiche di design alla funzione di illuminazione stessa.
- **Impianti con punti luce proiettori:** di questa gamma di punti luce fanno parte tutti i proiettori utilizzati, o per evidenziare situazioni di potenziale pericolo - per esempio sottopassi, rotatorie, ecc - o edifici e costruzioni di valore architettonico - per esempio monumenti ed edifici storici.
- **Impianti con punti luce per segnalazione al traffico:** sono punti luce adibiti alla segnalazione luminosa di attraversamenti pedonali, di aree pedonali urbane (segnapassi) e colonnine pedonali.

Si riporta il grafico che riassume numericamente la situazione complessiva dell'intero parco impiantistico secondo le classificazioni sopra riportate.



Come si deduce chiaramente dal grafico, più del 67% del totale dei punti luce è costituito da apparecchi di tipo stradale, mentre gli apparecchi d'arredo ricoprono circa il 23% del totale.

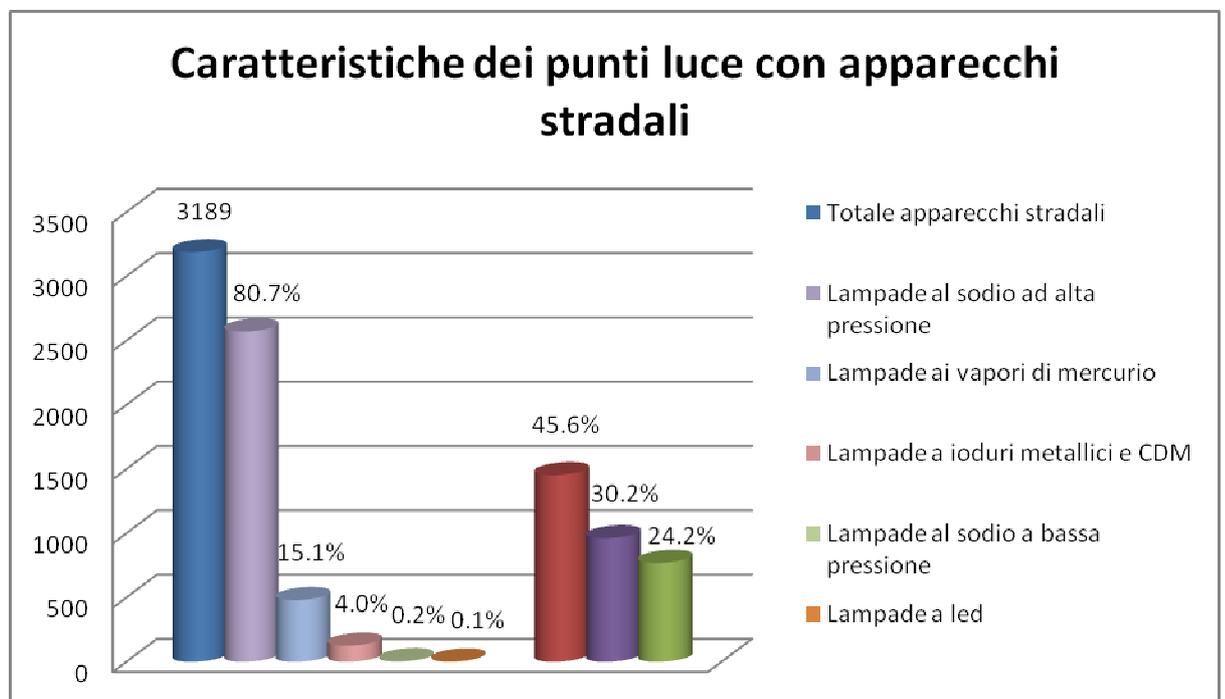
### 3.4.1. Impianti con apparecchi stradali

Se si prendono in considerazione i punti luce adibiti ad illuminazione stradale, circa l'80% di essi è equipaggiato con lampade al sodio, quasi la totalità sodio ad alta pressione; tuttavia una quota rilevante, più del 15% del totale degli apparecchi, è ancora cablato con lampade ai vapori di mercurio ad alta pressione a scarsa efficienza energetica. La restante quota, che si attesta a circa il 4% è quasi interamente coperta da lampade a ioduri metallici e CDM; trascurabile è la quota ricoperta da lampade a led, 0,1%, presenti solo nei punti luce alimentati da moduli fotovoltaici.

Da segnalare, anche se quantificabili in una cinquantina di casi, la presenza di apparecchi d'arredo utilizzati per illuminazione stradale: tale soluzione, considerata l'ottica poco spinta di questo tipo di apparecchi, è da evitare perché porta sia a risultati illuminotecnici scadenti che a consumi elevati.

Un altro elemento da prendere in esame è lo stato dei punti luce con apparecchi stradali: circa un terzo degli apparecchi è in condizioni pessime, non fornisce perciò rendimenti ottici soddisfacenti e presenta livelli di isolamento inadeguati.

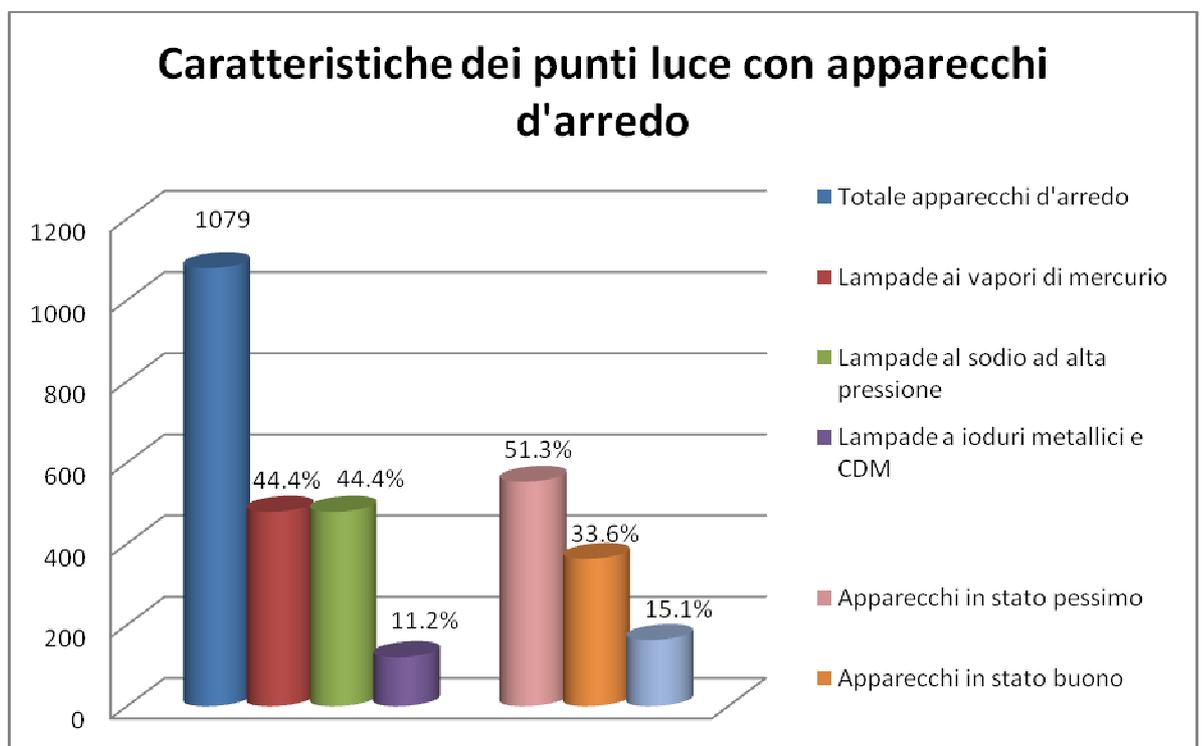
Il grafico sottostante illustra dettagliatamente la parte di parco impiantistico adibito all'illuminazione stradale.



### 3.4.2. Impianti con punti luce d'arredo

Circa un quarto del patrimonio impiantistico comunale è rappresentato da punti luce con apparecchi d'arredo, che ancora per più del 44% è cablato con lampade inefficienti ai vapori di mercurio; un altro 44% delle lampade impiegate per questo tipo di apparecchi è del tipo sodio ad alta pressione, mentre il rimanente 11% circa è rappresentato da lampade a ioduri metallici e CDM.

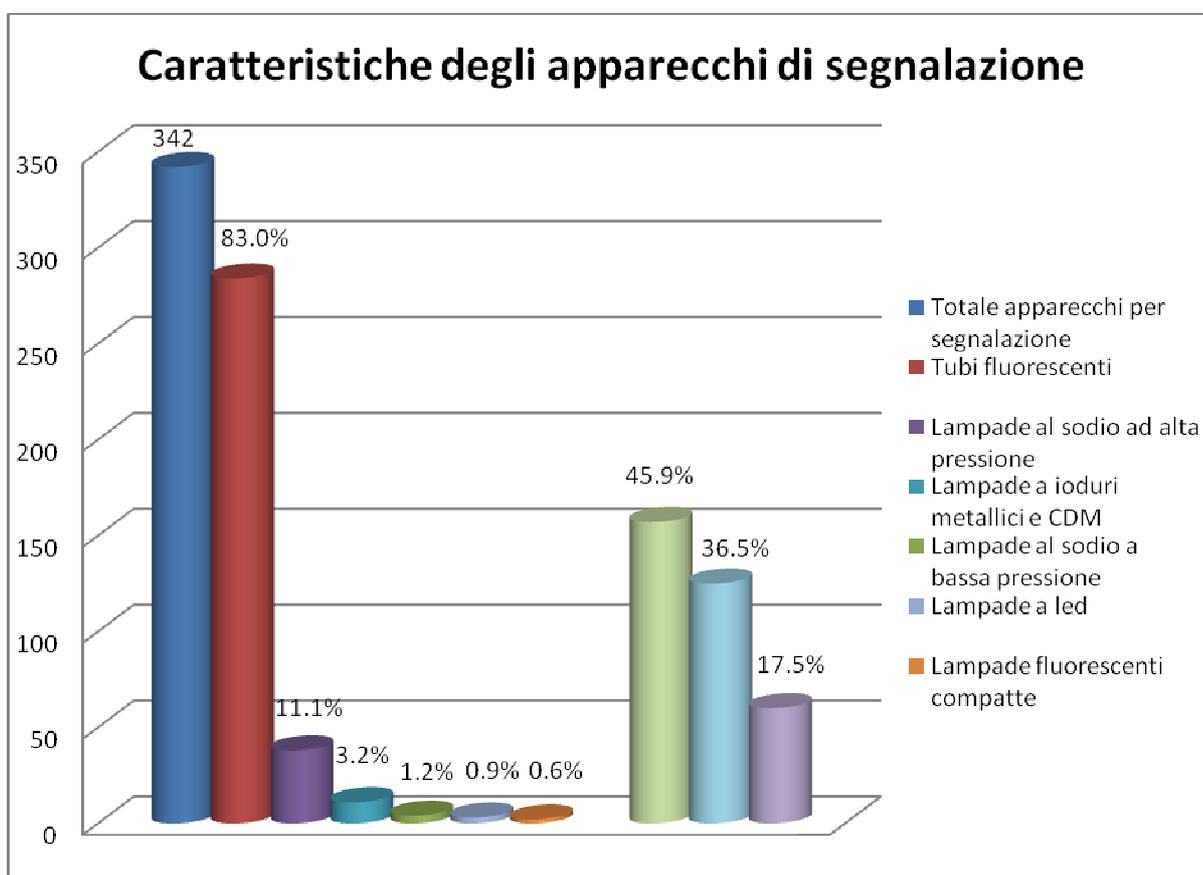
Analizzando lo stato di questo tipo di apparecchi, risulta che ben il 51%, più della metà, risulta in condizioni pessime.



### 3.4.3. Impianti con punti luce per segnalazione al traffico

Il 7% del totale dei punti luce è adibito alla segnalazione e di questa quantità l'83% è cablata con tubi fluorescenti, mentre il restante 17% è coperto da lampade di vario genere, tutte con efficienza luminosa buona, quali sodio alta e bassa pressione, ioduri metallici, CDM, led e fluorescenti compatte.

Anche per questa gamma di punti luce, analizzando lo stato di conservazione degli apparecchi utilizzati per essi, si vede che una parte importante risulta in condizioni pessime, circa il 37%; circa il 46% è in condizioni buone e la percentuale rimanente in condizioni sufficienti.

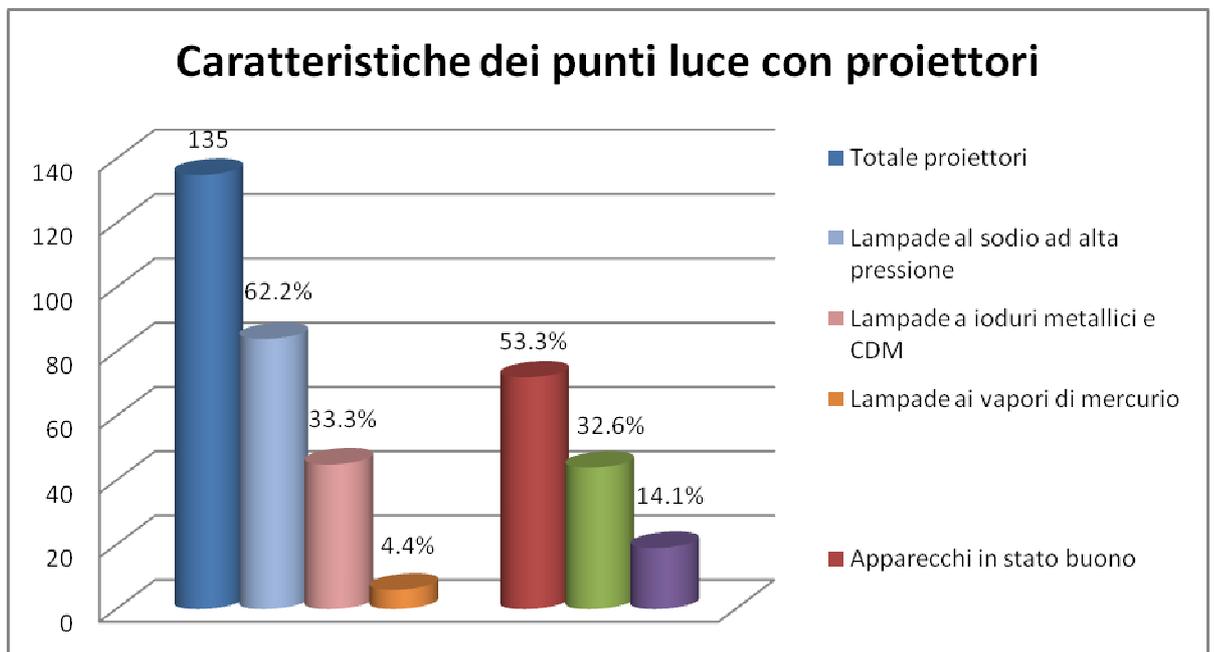


### 3.4.4. Impianti con punti luce proiettori

Il 3% circa del parco impiantistico, 135 unità, è identificabile da punti luce con proiettori.

Come si nota dal grafico sottostante, circa il 60% delle lampade utilizzate per questa categoria è del tipo al sodio ad alta pressione e un 34% è rappresentato da lampade a ioduri metallici e CDM; solamente una piccola parte di punti luce, circa il 5% è cablato con lampade al mercurio ad alta pressione.

Per quanto riguarda lo stato degli apparecchi, circa i tre quarti di essi sono in condizioni sufficienti o buone, mentre il 14% risulta in condizioni pessime.



### ***3.5. Stato di conservazione degli impianti***

Notevole importanza ricopre l'analisi, seppur sommaria, dello stato di conservazione dei punti luce e dei sostegni presenti nell'impianto.

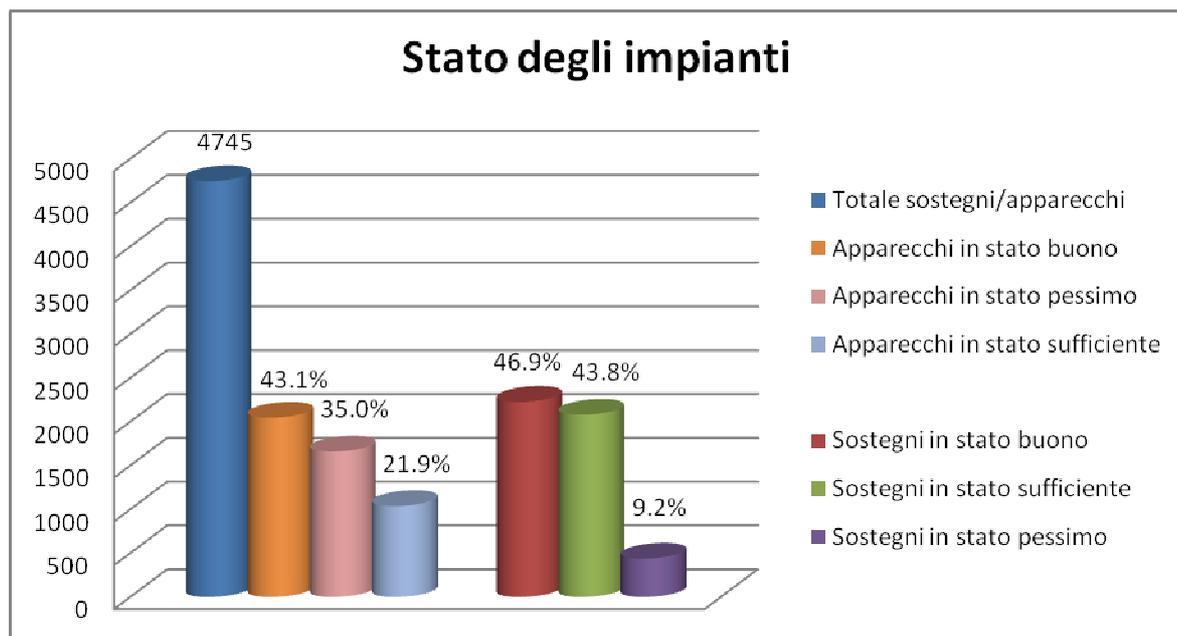
Sia gli apparecchi delle diverse categorie che i sostegni, sono caratterizzati anche sotto il punto di vista del loro stato di conservazione, più precisamente:

- Stato buono: appartengono a questa categoria sostegni ed armature di recente installazione, allineati con gli standard normativi attuali, e che non presentano anomalie che ne compromettano l'efficienza.
- Stato sufficiente: vengono così classificati sostegni ed armature che pur non essendo in ottimo stato, o non essendo in linea con i dettami delle vigenti normative, assolvono al loro compito funzionale e non costituiscono potenziale pericolo alla sicurezza degli utenti.
- Stato pessimo: descrive i componenti degli impianti che non rispondono alle normative vigenti, sono poco efficienti e possono rappresentare un pericolo per la sicurezza a causa del loro cattivo stato di conservazione.

Come si può dedurre dal grafico, per quanto riguarda gli apparecchi ben il 35% di essi, cioè 1660 unità, risulta in stato pessimo; di poco superiore la percentuale degli apparecchi in stato buono, circa il 43%.

La sostituzione degli apparecchi in stato pessimo, come si vedrà nella relazione energetica, ha un forte impatto sui consumi energetici, senza dimenticare l'incremento di sicurezza che porterebbe.

Per quanto riguarda i sostegni, circa la metà di essi è in stato buono, mentre circa il 44% è in stato sufficiente. I sostegni in stato pessimo rappresentano il 9% del totale, in valore assoluto significa che 438 sostegni costituiscono un pericolo per gli utenti; interventi di sostituzione di essi dovrebbero avere la priorità.



### 3.6. Profilo economico

Si riassumono qui di seguito i costi di gestione dell'intero parco di pubblica illuminazione, ripartiti tra costo di approvvigionamento dell'energia e costo per la manutenzione (ordinaria e straordinaria) per l'anno 2009.

<b>Costo di approvvigionamento dell'energia</b>	<b>€ 287.132,65</b>
<b>Costo per manutenzione ordinaria</b>	<b>€ 56.145,00</b>
<b>Costo per manutenzione straordinaria</b>	<b>€ 70.950,37</b>
<b>Totale costi di gestione</b>	<b>€ 414.228,02</b>
<b>Spesa per punto luce</b>	<b>€/pl 87,30</b>

Dalla lettura dei dati presentati nella tabella emerge chiaramente come sia preponderante il costo dell'energia rispetto alle altre voci di spesa; è evidente che una riqualificazione del parco impiantistico abbatterebbe significativamente la spesa energetica, oltre a ridurre i costi per la manutenzione.

## **4. Possibilità di intervento sul parco impiantistico ai fini del risparmio energetico**

Le soluzioni tecniche adottabili per conseguire un risparmio energetico nell'esercizio degli impianti di pubblica illuminazione del comune di Vigonza sono classificabili in due categorie:

- Soluzioni che prevedono la modifica tecnica degli impianti
- Soluzioni che prevedono l'ottimizzazione della procedura gestionale degli impianti

Le soluzioni che prevedono la modifica tecnica degli impianti che evidenziano criticità, a loro volta, si possono distinguere in:

### ***4.1. Installazione di riduttori di flusso centralizzati***

Tali apparecchiature effettuano una riduzione della tensione applicata alle sorgenti luminose, e quindi del loro flusso luminoso, ad orari definiti dal gestore dell'impianto.

Questo intervento è possibile e vantaggioso solo nei casi ove le sorgenti luminose siano tutte a vapori di sodio ed il numero di punti luce alimentati da uno stesso quadro di comando sia considerevole (maggiore alle 60 unità). L'intervento permette così di ottenere una riduzione dei consumi energetici in funzione di una riduzione del flusso luminoso (lm) emesso dagli apparecchi in determinate fasce orarie. E' ragionevole considerare che tali apparecchi, durante la riduzione della tensione, permettano di risparmiare il 25% dell'energia rispetto la situazione a tensione nominale.

A contrasto dei benefici ottenibili vi è il cospicuo costo d'installazione di queste apparecchiature che dilatano nel tempo il tempo di ammortamento. Qualora si scelga l'utilizzo di questa tecnologia particolare attenzione va quindi posta sulla qualità e sulle garanzie dell'apparecchiatura.

### ***4.2. Installazione di alimentatori dimmerabili sui singoli apparecchi***

Tale soluzione prevede l'installazione sui singoli punti luce di alimentatori elettronici dimmerabili, i quali eseguono una regolazione del flusso grazie ad una centralina sul quadro che invia onde convogliate all'alimentatore. Questi regolatori possono

trovare impiego in tutti quegli impianti che, per le loro modeste dimensioni, rendono antieconomica l'installazione di un regolatore di flusso centralizzato.

#### ***4.3. Sostituzione di corpi illuminanti esistenti con altri ad elevato rendimento ottico***

E' un intervento che permette di ottenere un beneficio tanto maggiore quanto più grande è il numero di elementi su cui si va ad agire.

L'intervento ha come oggetto la sostituzione dell'intero corpo illuminante con riferimento alle armature a basso rendimento, senza distinzione per quel che riguarda la tipologia di sorgente luminosa. L'impiego di questo tipo di apparecchi permette, a parità di luminanza media dell'area da illuminare (manto stradale, parchi, zone residenziali, ecc.), una sostanziale diminuzione della potenza impegnata.

#### ***4.4. Sostituzione dei corpi illuminanti con apparecchi a led***

Al pari della soluzione precedente questo è un intervento che si basa sulla sostituzione degli attuali corpi illuminanti con apparecchi ad alto rendimento.

La tecnologia a led infatti, relativamente recente per quel che riguarda il suo uso nell'illuminazione pubblica e dunque da poco sul mercato, sfrutta l'elettronica e le sue applicazioni per ottenere degli apparecchi dagli indubbi vantaggi energetici e manutentivi. Il led presenta un'efficienza energetica paragonabile a quella delle lampade al sodio ad alta pressione, attorno ai 100 lm/W, ma una vita media pari a 5 volte quella della suddetta lampada a scarica.

Non va tuttavia sottovalutata la criticità applicativa di questa tecnologia che abbisogna di un monitoraggio costante delle condizioni di utilizzo, come particolare attenzione va posta sull'energia termica dissipata da questo tipo di apparecchio che al contrario di quelli tradizionali è di notevole entità (la vita media di una sorgente a led infatti è garantita per una temperatura di funzionamento di 25°C).

Un'ultima nota va fatta relativamente al calcolo dei tempi di ammortamento degli apparecchi in quanto non è ancora perfettamente definita l'influenza dei fattori esterni (non trascurabili sulle installazioni all'esterno) sulla durata delle componenti elettroniche delle armature (il riferimento è agli alimentatori elettronici).

#### ***4.5. Riduzione della potenza impegnata con sostituzione delle lampade al mercurio***

Questo intervento può essere eseguito mediante il ricablaggio degli apparecchi esistenti, o con la sostituzione degli stessi qualora il loro stato di conservazione renda antieconomica l'operazione.

L'attività consta di fatto nella sostituzione delle lampade a vapori di mercurio con altre a vapori di sodio di potenza inferiore ma maggior efficienza luminosa. Questa soluzione, se integrata con politiche di sostituzione programmata delle lampade, permette di ottenere oltre ai benefici economici derivanti dalla riduzione dei consumi energetici, anche una sostanziale riduzione degli oneri manutentivi in quanto la durata delle lampade a vapori di sodio è circa quattro volte superiore a quella delle lampade a vapori di mercurio.

La tabella che segue riporta i dati caratteristici delle lampade analizzate in questa soluzione.

TIPO DI LAMPADA	EFFICIENZA LUMINOSA lumen/Watt
Sodio alta pressione (SAP) 70-100W	94 - 110 (bassa T di colore: luce gialla)
Vapori di mercurio (Hg) 125-250W	50 - 55 (alta T di colore: luce bianco/verde)

VAPORI DI MERCURIO		SODIO ALTA PRESSIONE		RISPARMIO
POTENZA	LUMEN	POTENZA	LUMEN	
125 W	6.300	70 W	6.500	55 W
250 W	13.000	150 W	17.500	100 W
400 W	22.000	250 W	33.000	150 W

Analizzando l'efficienza luminosa (lm/watt), parametro che dà il rapporto tra flusso luminoso radiato ("quantità di luce") e potenza assorbita, è facile constatare il vantaggio che comporta l'installazione di lampade SAP da 70÷150W di ultima generazione, laddove sono invece presenti vecchie lampade del tipo Hg da 125-250W.

La sostituzione delle attuali lampade Hg da 125W-250W con, ad esempio, lampade SAP da 70W-150W, offrirebbe un doppio beneficio: aumento del flusso luminoso con una contestuale riduzione dei consumi energetici.

Le soluzioni che prevedono invece l'ottimizzazione della gestione degli impianti sono le seguenti:

#### ***4.6. Ottimizzazione dei tempi di accensione***

È possibile ottimizzare i tempi di esercizio degli impianti evitando accensioni anticipate e spegnimenti ritardati dovute all'influenza di fattori esterni quali condizioni meteo, vegetazione, posizione di installazione, ecc., sugli interruttori crepuscolari.

Si può quindi prevedere la sostituzione degli interruttori crepuscolari con orologi astronomici, che in funzione dell'impostazione della latitudine e longitudine del sito di installazione, regolano gli orari di accensione all'alba e spegnimento al tramonto di tutti i giorni dell'anno in funzione del mutare delle stagioni, con la possibilità di modificare leggermente gli orari stessi in funzione della zona in cui è presente l'impianto.

#### ***4.7. Ottimizzazione dei contratti di fornitura di energia elettrica***

A seguito della liberalizzazione del mercato dell'energia elettrica, gli utenti possono accedere a diverse soluzioni contrattuali offerte da molteplici fornitori, è quindi opportuna un'analisi delle condizioni economiche offerte dal mercato.

La situazione odierna offre ad esempio la possibilità di stipulare contratti che permettono di acquistare energia elettrica a prezzi bassi consumandola entro certi vincoli che possono essere di quantità, di orario, o entrambi abbinati. Contestualmente a questa opzione va anche valutata la possibilità di risparmiare l'onere delle accise, imposte che, come è risaputo, incidono in modo significativo sul costo energetico; sono infatti diversi i fornitori che consentono di risparmiare questa componente in funzione dell'utilizzo di energia prodotta da fonti rinnovabili. Quelle elencate sono solo alcune delle opportunità presenti oggi sul mercato e sarebbe quindi desiderabile una ricerca di mercato finalizzata all'adozione di condizioni economiche che garantiscano una riduzione dei costi energetici sostenuti dall'Amministrazione.

## **5. Scelta delle soluzioni finalizzate al risparmio energetico**

Analizzate le possibilità di intervento ai fini del risparmio energetico, ed evidenziate le peculiarità del patrimonio impiantistico del comune di Vigonza, si può quindi definire quali, tra le soluzioni precedentemente descritte, utilizzare al fine dell'integrazione degli interventi per il risparmio energetico con le necessità di riqualificazione dell'attuale parco impianti.

Tra le soluzioni presentate non si prendono in considerazione:

### ***5.1. Sostituzione dei corpi illuminanti con apparecchi a led***

Questa soluzione, seppur consenta un risparmio energetico cospicuo, comporta un costo d'investimento molto più oneroso della sostituzione con lampade a scarica ad alta efficienza; questo deriva dal fatto che, come detto in precedenza, la tecnologia a led è relativamente recente.

Mediamente, un apparecchio a led costa almeno 4 volte rispetto ad un apparecchio cablato con lampada a scarica di flusso luminoso simile.

Si analizzeranno di conseguenza i seguenti interventi:

- Installazione degli orologi astronomici
- Sostituzione dei corpi illuminanti e utilizzo di sorgenti luminose ad alta efficienza
- Installazione di alimentatori elettronici dimmerabili
- Ottimizzazione dei contratti di fornitura
- Installazione di riduttori di flusso centralizzati

Nel seguito verrà giustificata la scelta degli interventi proposti, i quali saranno analizzati sia dal punto di vista energetico, che dal punto di vista economico.

### ***5.2. Installazione degli orologi astronomici***

L'installazione degli orologi astronomici, in sostituzione degli interruttori crepuscolari, ha molteplici vantaggi, i principali dei quali sono:

- Accensione e spegnimento degli impianti definita solo dagli orari di alba e tramonto e non da condizioni atmosferiche e fattori esterni non desiderati e aleatori
- Riduzione dei disservizi data l'impossibilità di manomissione e danneggiamento del dispositivo, eventi possibili in presenza di crepuscolare
- Riduzione dei consumi energetici dovuti ad accensioni e spegnimenti precisi

Il numero d'impianti di pubblica illuminazione presenti sul territorio comunale comandati tuttora da interruttori crepuscolari è di 101 unità, che alimentano 1481 punti luce.

- Quadri interessati all'intervento: 101
- Costo dell'investimento comprensivo di oneri finanziari: € 17.488 (iva esclusa)

Un'analisi energetica che evidenzi la riduzione dei consumi conseguibile mediante l'installazione degli orologi astronomici risulta difficile da effettuare, dato che i tempi di accensione degli impianti comandati da crepuscolari sono aleatori e potenzialmente diversi per ogni impianto. In ogni caso, l'esecuzione dell'intervento proposto è desiderabile, dato l'investimento modesto da affrontare.

### ***5.3. Sostituzione dei corpi illuminanti e utilizzo di sorgenti ad alta efficienza***

Questo tipo di intervento risulta il più oneroso dal punto di vista economico, ma rende conseguibili risparmi consistenti, come sarà analizzato nel seguito.

Due sono le proposte che si prenderanno in considerazione:

- a) Sostituzione di tutti i corpi illuminanti in stato pessimo**
- b) Sostituzione dei soli apparecchi cablati al mercurio**

Non è stato preso in considerazione il ricablaggio al sodio degli apparecchi con lampada al mercurio, in quanto la stragrande maggioranza di essi è in stato pessimo e buona parte non rispetta la legge regionale 17/09 sull'inquinamento luminoso.

#### **SOLUZIONE a)**

- Punti luce interessati all'intervento: 1660
- Potenza interessata: 197,7 kW
- Punti luce con apparecchi stradali: 961
- Punti luce con apparecchi d'arredo: 555
- Punti luce con proiettori: 19
- Punti luce per segnalazione: 125
- Costo dell'investimento comprensivo di oneri finanziari: € 433.793 (iva esclusa)

#### **SOLUZIONE b)**

- Punti luce interessati all'intervento: 966
- Potenza interessata: 140,5 kW
- Punti luce con apparecchi stradali: 481

- Punti luce con apparecchi d'arredo: 479
- Punti luce con proiettori: 6
- Costo dell'investimento comprensivo di oneri finanziari: € 306.700 (iva esclusa)

I costi dell'investimento sono stati calcolati prevedendo l'utilizzo di armature stradali AEC Kaos cablate al sodio da 150W, 100W e 70W; le armature d'arredo prescelte sono AEC Vigila cablate con lampade CDM da 50W.

Per quanto riguarda la soluzione a), si è prevista la sostituzione di tutti i tubi fluorescenti a servizio dei sottopassi con proiettori al sodio, in quanto permettono di dilatare gli intervalli di manutenzione (una lampada al sodio ha una vita media più che doppia rispetto ad una sorgente fluorescente), la quale spesso risulta difficoltosa da effettuare per il sostenuto traffico veicolare; la soluzione al sodio presenta inoltre, rispetto ai tubi fluorescenti, un'efficienza luminosa superiore mediamente del 40%.

#### STATO DI FATTO

(Pi) Potenza Nominale [W]	(Pu)Potenza Effettiva (Pi+15%) [W]	(Ea) Energia Annua consumata (Pu*4300ore) [kWh]
197.691	227.344	<b>977.582</b>

#### PROPOSTA D'INTERVENTO:

##### a) Sostituzione dei corpi illuminanti in stato pessimo

Totale energia annua allo stato di fatto (kWh)	977.582
Totale energia dopo gli interventi proposti (kWh)	532.685
Risparmio energetico annuo sul totale consumato (kWh)	- <b>444.897</b>
Risparmio energetico percentuale annuo sul totale consumato	- <b>45,5%</b>

##### b) Sostituzione dei corpi illuminanti cablati al mercurio

Totale energia annua allo stato di fatto (kWh)	603.933
Totale energia dopo gli interventi a progetto (kWh)	287.700
Risparmio energetico annuo sul totale consumato (kWh)	- <b>316.233</b>
Risparmio energetico percentuale annuo sul totale consumato	- <b>52,4%</b>

#### **5.4. Installazione di alimentatori dimmerabili**

L'adozione di questi alimentatori elettronici, come anticipato in precedenza, rende possibile la riduzione della tensione di alimentazione della singola lampada, anche fino al 60% della tensione nominale, e quindi una corrispondente riduzione del flusso luminoso emesso; più realisticamente in questa sede si considera una riduzione del 30%.

Il mercato offre diverse soluzioni per questo scopo, tra di esse si è scelto di analizzare gli alimentatori elettronici che effettuano la riduzione del flusso luminoso grazie ad un centralino presente nel quadro di comando dell'impianto, il quale comunica la riduzione ai diversi alimentatori mediante onde convogliate.

L'installazione di questi alimentatori elettronici è da valutare in tutti quei casi, riscontrati frequentemente per il parco impiantistico di Vigonza, in cui impianti di medie dimensioni per i quali non è sostenibile l'investimento per un riduttore di flusso alimentano apparecchi in buone condizioni.

Per lo stato di conservazione buono di quest'ultimi, il ricablaggio con alimentatore elettronico dimmerabile risulta un investimento interessante e con ritorno assicurato nel periodo di tempo di riferimento.

- Punti luce interessati all'intervento: 257
- Potenza interessata: 31,5 kW
- Punti luce con armature stradali: 257
- I costi dell'investimento sono stati calcolati prevedendo l'utilizzo di 150 alimentatori da 100W e 107 unità da 150W
- Costo dell'investimento comprensivo di oneri finanziari: € 231.898 (iva esclusa)

#### **STATO DI FATTO:**

(Pi) Potenza Nominale [W]	(Pu) Potenza Effettiva (Pi+15%) [W]	(Ea) Energia Annua consumata (Pu*4300ore) [kWh]
31.500	36.225	<b>155.768</b>

**PROPOSTA D'INTERVENTO:**

**Installazione di alimentatori dimmerabili**

(Pi) Potenza Nominale [W]	(Pu) Potenza Effettiva (Pi+5%) [W]	(Ep) Energia annua consumata a pieno regime (Pu*2000ore) [kWh]	(Er) Energia annua consumata a regime ridotto (Pu*0.7*2300ore) [kWh]
31.500	33.075	<b>66.150</b>	<b>53.251</b>

Totale energia annua allo stato di fatto (kWh)	155.768
Totale energia dopo l'intervento proposto (kWh)	119.401
Risparmio energetico annuo sul totale consumato (kWh)	- <b>36.367</b>
Risparmio energetico percentuale annuo sul totale consumato	- <b>23,3%</b>

### **5.5. Ottimizzazione dei contratti di fornitura**

Ad oggi l'Amministrazione comunale ha provveduto all'acquisto dell'energia elettrica come cliente in Salvaguardia. Al fine di minimizzare i costi di approvvigionamento, si può valutare la possibilità di acquistare l'energia elettrica sul mercato libero. Questa possibilità può offrire maggior flessibilità contrattuale e può permettere di acquistare l'energia con maggiore aderenza rispetto alla modalità di prelievo che si effettua, anche in relazione al fatto che gli impianti vengono eserciti nelle fasce orarie di bassa richiesta della rete.

In questa sede ci si limita ad elencare quali sono gli aspetti da tenere in considerazione per effettuare una scelta mirata:

- Suddivisione dei prezzi (tariffa monoraria)
- Indicizzazione del prezzo dell'energia (prezzo fisso, percentuale di un indice, ecc)
- Durata del contratto (annuale, biennale)
- Garanzie sui pagamenti richieste dalle società di vendita (richiesta o meno di fidejussioni o garanzie particolari)
- Perdite, corrispettivi per il dispacciamento (inclusi o esclusi)
- Disponibilità dei dati relativi al consumo (anche dopo la cessazione del rapporto contrattuale)
- Modalità di pagamento
- Modificabilità o meno delle condizioni di contratto
- Estensibilità della fornitura

### **5.6. Installazione di riduttori di flusso**

Gli impianti presenti sul territorio comunale già serviti da riduttori di flusso centralizzati sono 35, uno solo non ancora in servizio, di seguito una tabella di riepilogo delle unità presenti.

<b>Quadro</b>	<b>Ubicazione(via)</b>	<b>Punti luce serviti</b>	<b>Potenza(kVA)</b>
89	Matteotti	28	14
104	Tagliamento	56	14
111	B. da Peraga	10	14
112	Matteotti	13	14
115	Piave	43	14
120	Luganega	52	14
130	Cavour	98	33
132	IV Novembre	33	14

<b>Quadro</b>	<b>Ubicazione(via)</b>	<b>Punti luce serviti</b>	<b>Potenza(kVA)</b>
133	Prati	18	14
137	Galato (piazza)	67	23
144	Kennedy	62	9
147	Paradisi	72	14
150	Recanati	28	14
151	Luganega	68	11
153	Argine Destro	20	14
154	San Valentino	28	14
162	Mazzini	62	14
163	Diaz	26	14
166	Parigi	75	9
168	Degli Alpini	81	14
171	Germania	47	14
172	Garibaldi	71	14
173	Prati	50	14
174	Regia	51	23
176	Atene	28	9
177	Caltana	52	23
178	Alfieri	36	14
179	Ruffini	47	14
181	Cavinello	90	20
182	S.G.Barbarigo	58	11
183	Gorizia	40	14
185	Francia	58	23
186	Pavia	81	14
187	Cavour	128	33
190	Germania	91	23

Dall'analisi dei dati rilevati sulla consistenza degli impianti, risulta economicamente interessante l'installazione di altri riduttori di flusso.

È doveroso, prima di ipotizzare di installare un dispositivo riduttore, valutare lo stato degli apparecchi dell'impianto, in quanto se quest'ultimi si presentano in stato pessimo, la loro sostituzione consente di optare per riduttori di flusso con potenza inferiore.

Gli impianti esaminati qui di seguito presentavano globalmente corpi illuminanti obsoleti, per cui si è prevista la loro sostituzione prima dell'installazione del riduttore di flusso.

- Impianti interessati all'intervento: 2
- Punti luce complessivi: 170
- Si ipotizza di installare due macchine da 14 kVA.

- Costo dell'investimento comprensivo di oneri finanziari: € 13.804 (iva esclusa)

**STATO DI FATTO:**

(Pi) Potenza Nominale [W]	(Pu) Potenza Effettiva (Pi+15%) [W]	(Ea) Energia Annua consumata (Pu*4300ore) [kWh]
15.665	18.015	<b>77.463</b>

**PROPOSTA D'INTERVENTO:**

**Quadri interessati dall'intervento**

Q157	Via Padova
Q188	Via Carpane

(Pi) Potenza Nominale [W]	(Pu) Potenza Effettiva (Pi+15%) [W]	(Ep) Energia annua consumata a pieno regime (Pu*200ore) [kWh]	(Er) Energia annua consumata a regime ridotto (Pu*0.7*2300ore) [kWh]
15.665	18.015	<b>36.030</b>	<b>29.004</b>

Totale energia annua allo stato di fatto (kWh)	77.463
Totale energia dopo l'intervento proposto (kWh)	65.033
Risparmio energetico annuo sul totale consumato (kWh)	- <b>12.430</b>
Risparmio energetico percentuale annuo sul totale consumato	- <b>16,1%</b>

## 6. Analisi economiche

Per le soluzioni proposte, analizzate dal punto di vista energetico, si vuole fare un'analisi economica che metta in risalto l'effettiva convenienza dell'intervento, mettendo in relazione costi e benefici.

La proposta d'intervento che riguarda l'installazione degli orologi astronomici non verrà analizzata dal punto di vista economico, in quanto, come detto in precedenza, è di difficile valutazione la quantificazione dei benefici ottenibili dato che gli attuali orari di accensione degli impianti non è definibile univocamente.

I dati economici che si presenteranno in seguito non sono attualizzati, per il loro calcolo si adottano i parametri riportati di seguito.

Periodo di tempo analizzato	10 anni
Ore annuali di funzionamento degli impianti	4300
Ore annuali di funzionamento degli impianti a pieno regime	2000
Ore annuali di funzionamento degli impianti a regime ridotto	2300
Fattore di perdita per calcolo energia consumata	1,15
Fattore di perdita con alimentatori elettronici	1,05
Costo dell'energia al netto di IVA e accise, in €/kWh	0,1256
Tasso percentuale per calcolo oneri finanziari	3,5%

### 6.1. Sostituzione dei corpi illuminanti e utilizzo di sorgenti ad alta efficienza

Questa soluzione prevede la revisione di buona parte degli impianti e risulta la più onerosa dal punto di vista economico, tuttavia, comporta un notevole incremento dell'efficienza energetica del parco impiantistico e permette di riqualificare la parte di apparecchi (ben il 35% del totale) che non hanno più requisiti tecnici sufficienti. Come per l'analisi energetica, si considerano due tipi di intervento:

- a) Sostituzione di tutti i corpi illuminanti in stato pessimo
- b) Sostituzione dei soli apparecchi cablati al mercurio

#### ENERGIA CONSUMATA [kWh/anno]

	<i>Stato di fatto caso (a)</i>	<i>Stato di fatto caso (b)</i>	<i>Stato di progetto caso (a)</i>	<i>Stato di progetto caso(b)</i>
<b>Energia effettiva</b>	977.582	603.933	532.685	287.700

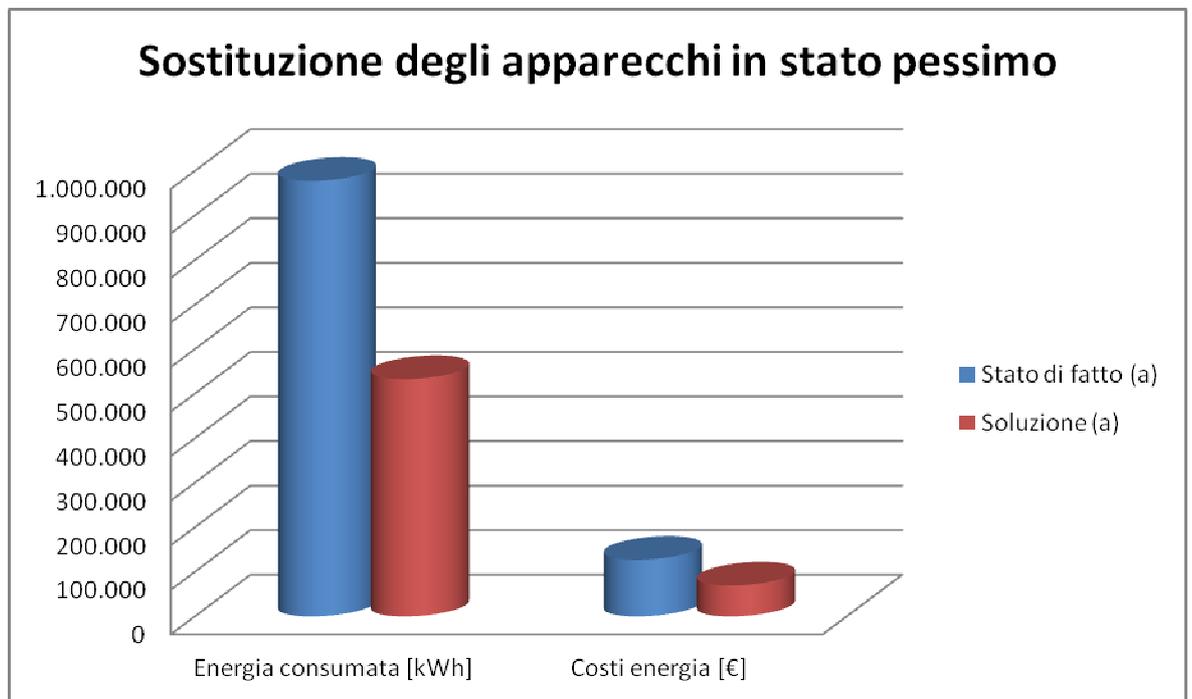
#### COSTI DI INSTALLAZIONE

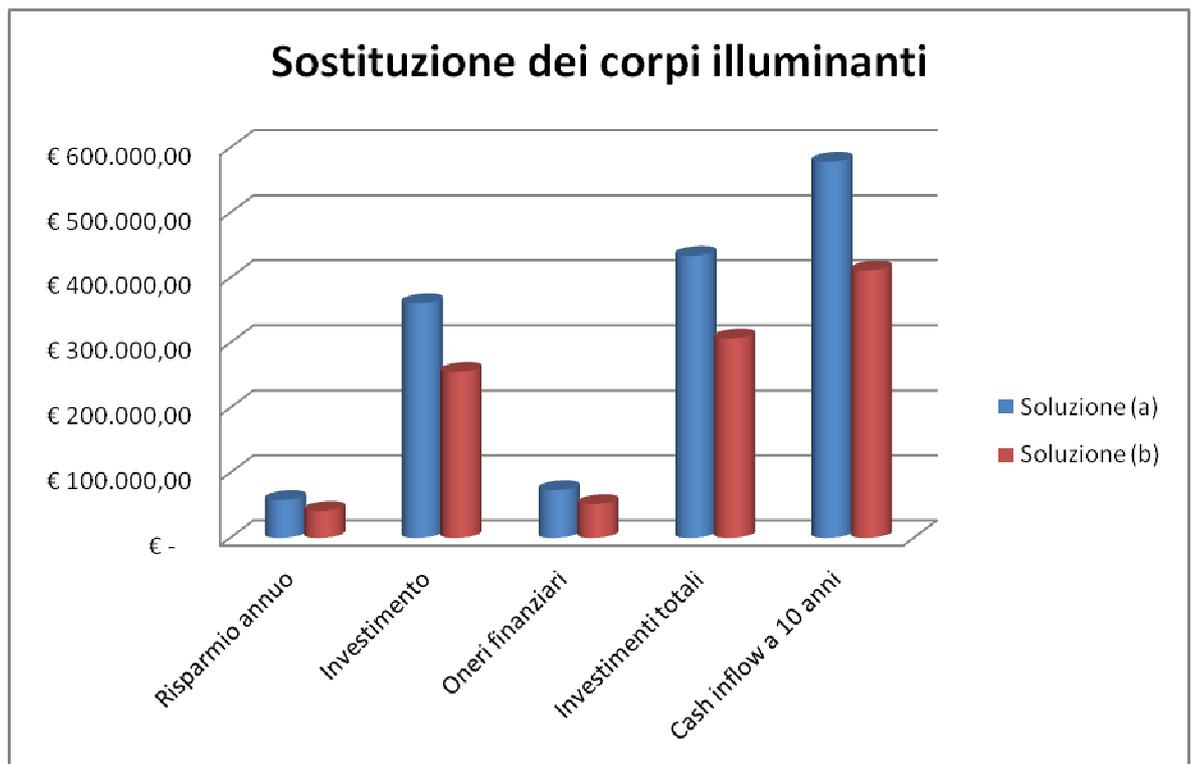
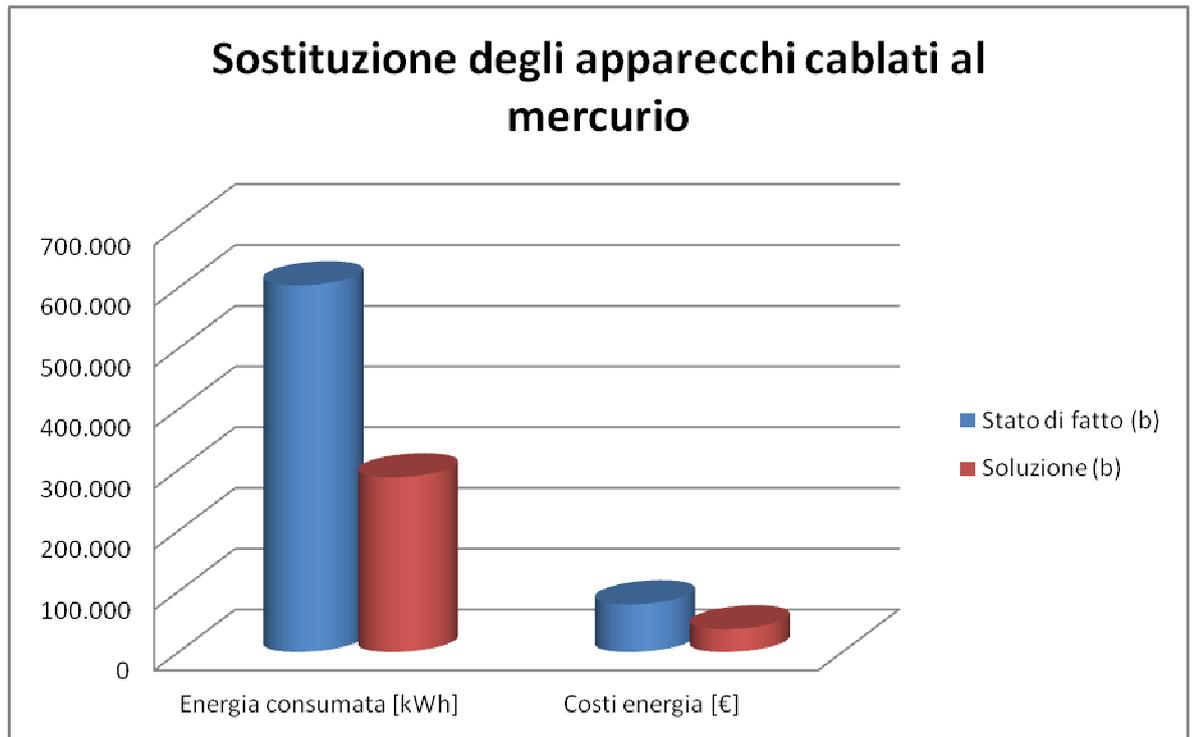
Armature da installare nel caso (a)			Armature da installare nel caso (b)		
AEC Kaos SHP 70W	760	€ 108.072,00	AEC Kaos SHP 70W	479	€ 68.113,80
AEC Kaos SHP 100W	170	€ 25.092,00	AEC Vigila CDM 50W	481	€ 186.147,00
AEC Kaos SHP 150W	31	€ 4.854,60	Proiettore 100W	6	€ 810,00
AEC Vigila CDM 50W	555	€ 214.785,00			
Proiettore 100W	29	€ 3.915,00			
Colonnine	2	€ 594,00			
Apl	4	€ 3.456,00			
Disano Hydro 2x36W	6	€ 269,00			
<b>Totale</b>	<b>1557</b>	<b>€ 360.768,60</b>	<b>Totale</b>	<b>966</b>	<b>€ 255.070,80</b>

<b>ONERI ENERGETICI</b>				
<b>Costi energia</b>	<b>Stato di fatto (a)</b>	<b>Stato di fatto (b)</b>	<b>Soluzione (a)</b>	<b>Soluzione (b)</b>
		<b>€ 122.784,30</b>	<b>€ 66.905,24</b>	<b>€ 75.853,86</b>

<b>RISPARMI DERIVANTI</b>		
	<b>Soluzione (a)</b>	<b>Soluzione (b)</b>
<b>Risparmio annuo</b>	<b>€ 55.879,06</b>	<b>€ 39.718,74</b>
<b>Investimento</b>	<b>€ 360.768,60</b>	<b>€ 255.070,80</b>
<b>Oneri finanziari</b>	<b>€ 73.025,00</b>	<b>€ 51.630,00</b>
<b>Investimenti totali</b>	<b>€ 433.793,60</b>	<b>€ 306.700,80</b>
<b>PayBack time in anni</b>	<b>7,76</b>	<b>7,72</b>
<b>Cash inflow a 10 anni</b>	<b>€ 558.790,63</b>	<b>€ 397.187,39</b>

Di seguito si riportano graficamente i risultati economici conseguibili con le due proposte di intervento.





## 6.2. Installazione di alimentatori dimmerabili

L'investimento presenta un tempo di ritorno leggermente superiore rispetto alla proposta di sostituzione degli apparecchi in stato pessimo, tuttavia è interessante perché si riducono i consumi energetici tramite la riduzione del flusso luminoso e grazie alle perdite trascurabili degli alimentatori elettronici rispetto a quelli ferromagnetici.

### ENERGIA CONSUMATA [kWh/anno]

	<i>Stato di fatto</i>	<i>Stato di progetto</i>
<b>Energia effettiva</b>	155.768	119.401

### COSTI DI INSTALLAZIONE

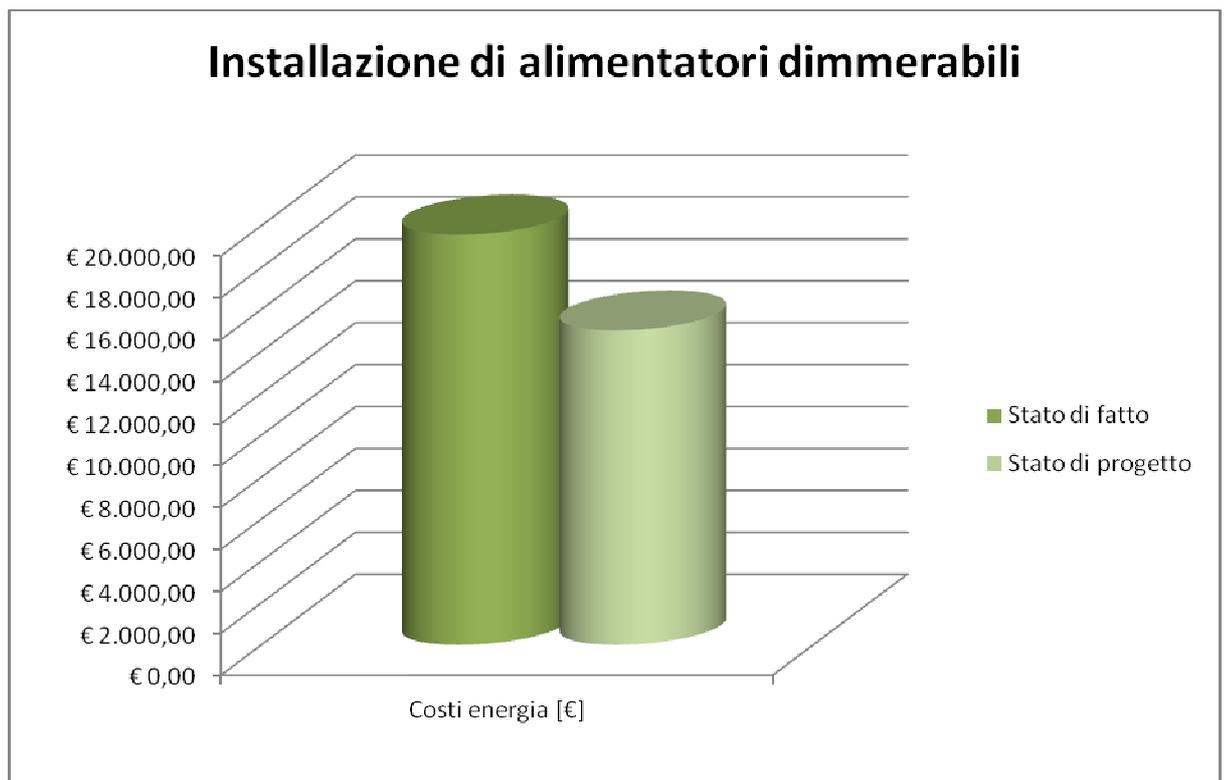
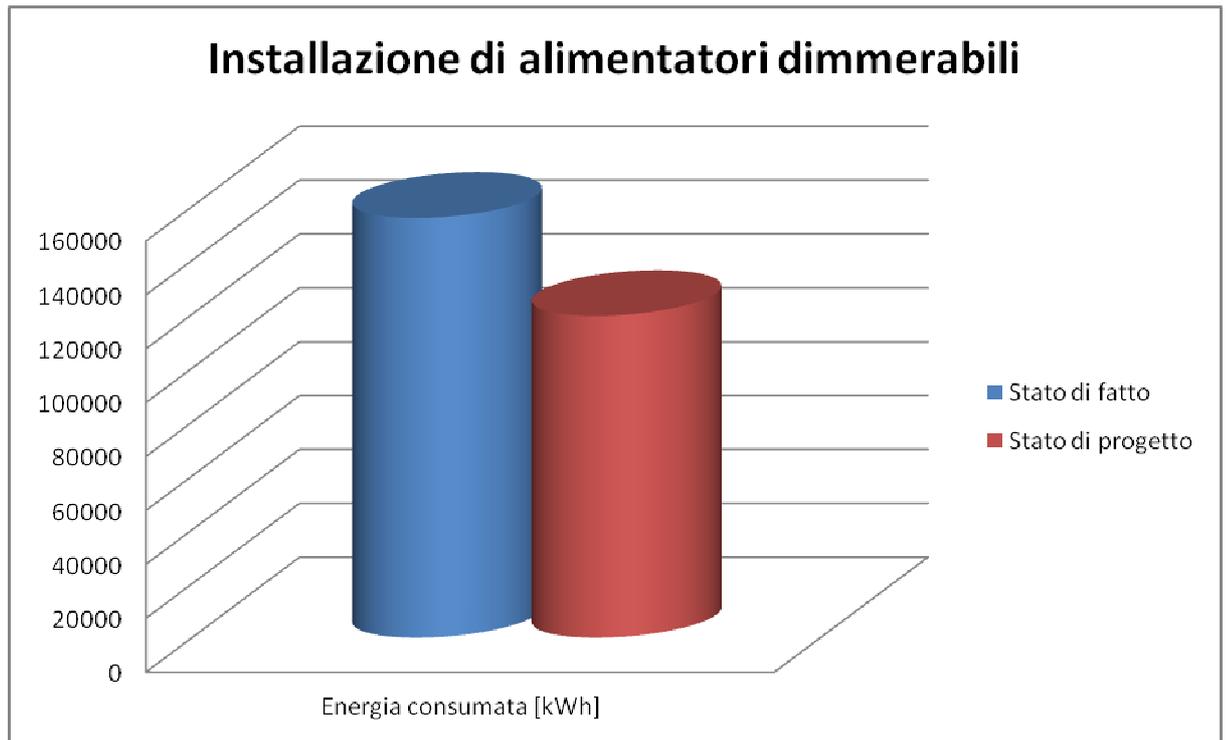
Alimentatore da 100W	150	€ 15.750,00
Alimentatore da 150W	107	€ 11.984,00
Control Unit	6	€ 6.300,00
<b>Totale</b>	<b>263</b>	<b>€ 34.034,00</b>

### ONERI ENERGETICI

	<b>Stato di fatto</b>	<b>Stato di progetto</b>
<b>Costi energia</b>	<b>€ 19.564,46</b>	<b>€ 14.996,77</b>

### RISPARMI DERIVANTI

<b>Risparmio annuo</b>	<b>€ 4.567,70</b>
<b>Investimento</b>	<b>€ 34.034,00</b>
<b>Oneri finanziari</b>	<b>€ 6.889,00</b>
<b>Investimenti totali</b>	<b>€ 40.923,00</b>
<b>PayBack time in anni</b>	<b>8,96</b>
<b>Cash inflow a 10 anni</b>	<b>€ 45.676,95</b>



### 6.3. Installazione di riduttori di flusso

L'investimento, come detto, consente risultati soddisfacenti solo su impianti di potenza rilevante; di seguito la valutazione di convenienza fatta per gli impianti di via Padova e via Carpane.

#### ENERGIA CONSUMATA [kWh/anno]

	<i>Stato di fatto</i>	<i>Stato di progetto</i>
<b>Energia effettiva</b>	76.463	65.033

#### COSTI DI INSTALLAZIONE

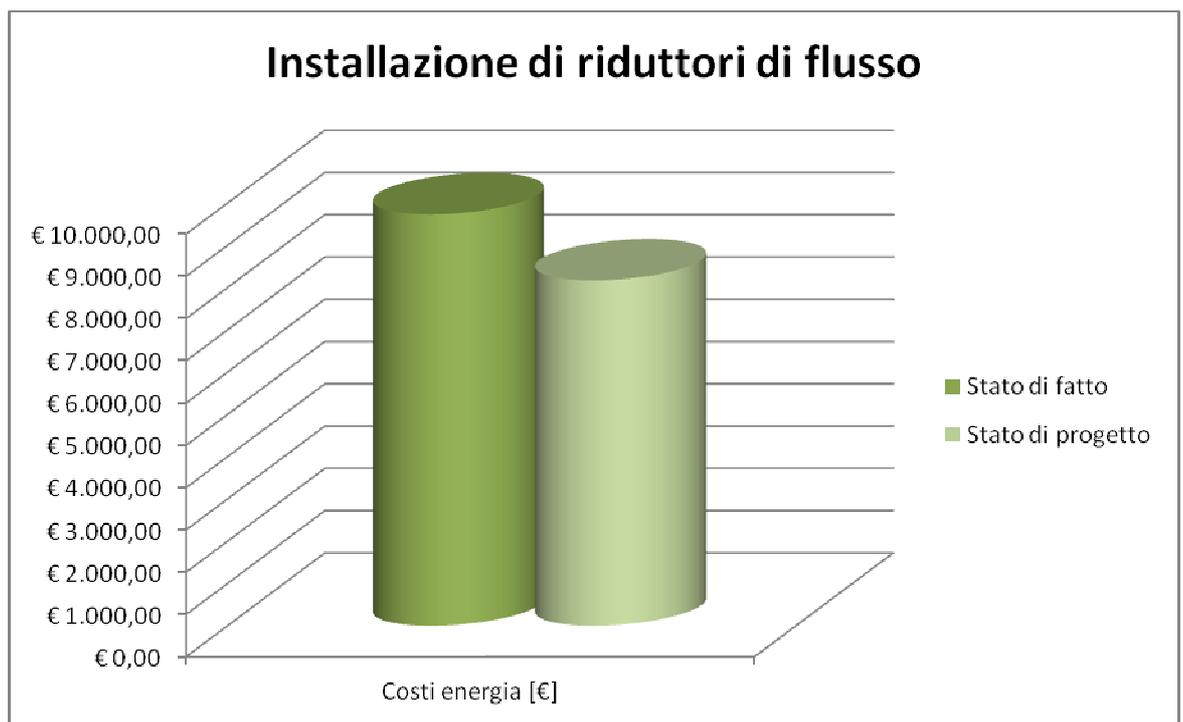
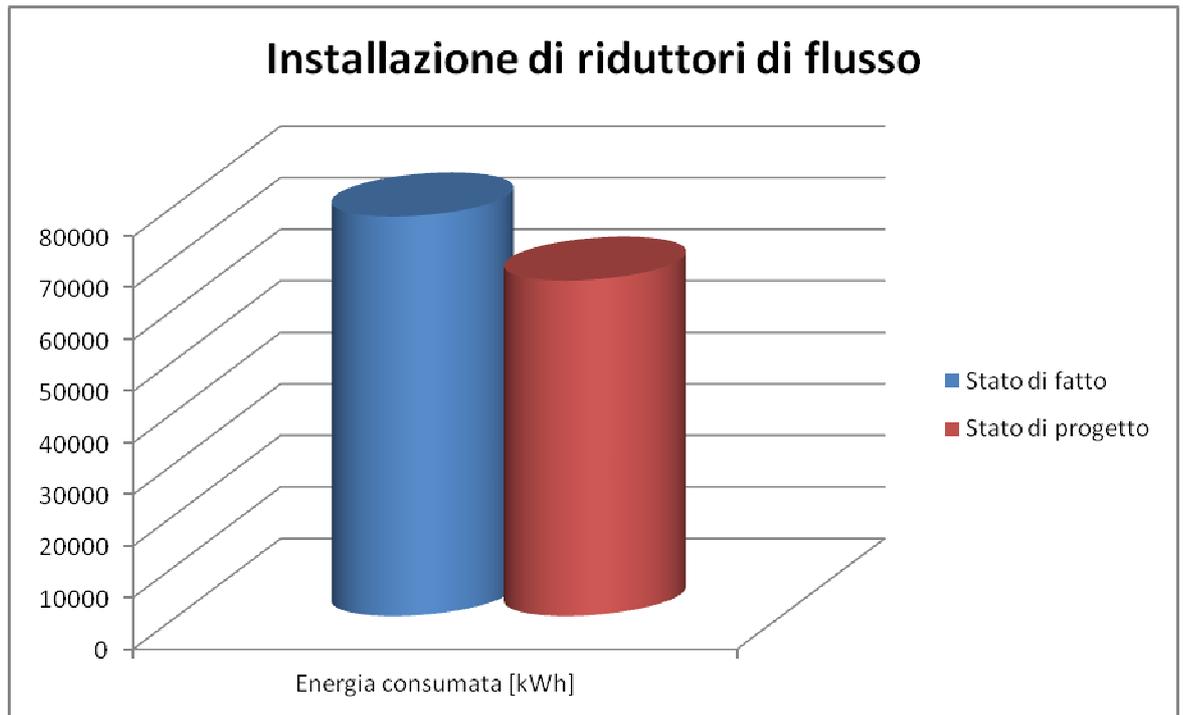
Riduttore 14kVA	2	€ 11.480,00
<b>Totale</b>	<b>2</b>	<b>€ 11.480,00</b>

#### ONERI ENERGETICI

	<b>Stato di fatto</b>	<b>Stato di progetto</b>
<b>Costi energia</b>	<b>€ 9.729,35</b>	<b>€ 8.168,14</b>

#### RISPARMI DERIVANTI

<b>Risparmio annuo</b>	<b>€ 1.561,21</b>
<b>Investimento</b>	<b>€ 11.480,00</b>
<b>Oneri finanziari</b>	<b>€ 2.324,00</b>
<b>Investimenti totali</b>	<b>€ 13.804,00</b>
<b>PayBack time in anni</b>	<b>8,84</b>
<b>Cash inflow a 10 anni</b>	<b>€ 15.612,08</b>



#### 6.4. Realizzazione di tutti gli interventi proposti

Merita attenzione la valutazione dei risparmi conseguibili realizzando tutti gli interventi proposti, per evidenziare globalmente il risparmio sui costi per la fornitura elettrica del quale l'Amministrazione può beneficiare.

Come per le singole proposte di intervento viste, si analizzano i parametri economici più significativi.

##### ENERGIA CONSUMATA [kWh/anno]

	<i>Stato di fatto</i>	<i>Stato di progetto</i>
<b>Energia effettiva</b>	2.286.088	1.811.567

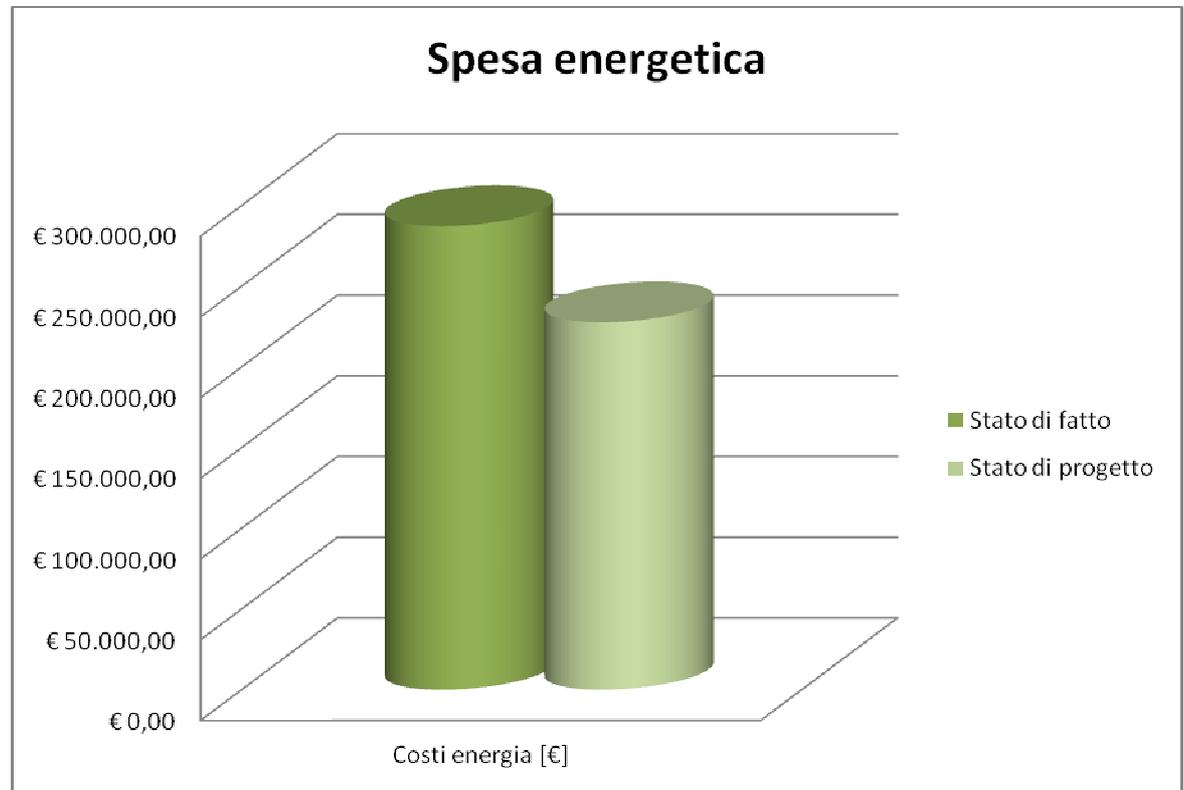
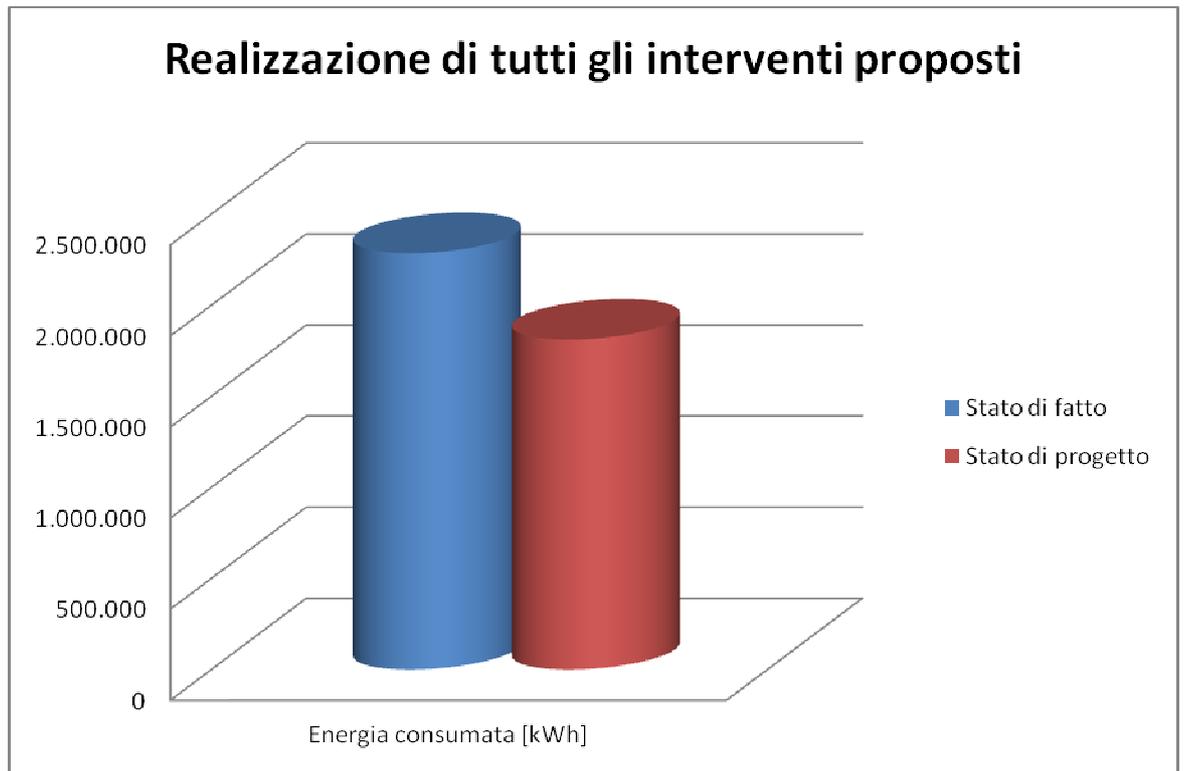
ONERI ENERGETICI		
Costi energia	Stato di fatto	Stato di progetto
	€ 287.132,65	€ 227.532,79

##### RISPARMI DERIVANTI

<b>Risparmio annuo</b>	€	<b>59.599,86</b>
<b>Investimento</b>	€	<b>420.826,60</b>
<b>Oneri finanziari</b>	€	<b>85.182,00</b>
<b>Investimenti totali</b>	€	<b>506.008,60</b>
<b>PayBack time in anni</b>		<b>8,49</b>
<b>Cash inflow a 10 anni</b>	€	<b>595.998,60</b>

La realizzazione degli interventi proposti porta ad una **riduzione dei consumi energetici del 20,8%**, che permette di recuperare l'investimento in poco più di 8 anni.

Da tenere in considerazione inoltre, tra i benefici economici ottenibili derivanti dalla riqualificazione del parco impiantistico, la riduzione dei costi di manutenzione, che in questa sede non sono stati analizzati.



## 7. Conclusioni

In questo elaborato si è analizzato il caso reale del parco impiantistico del comune di Vigonza (PD), per il quale si sono esposti lo stato di fatto dei principali componenti (quadri elettrici, lampade, apparecchi, sostegni, ecc) e le proposte di riqualificazione che meglio si integrano con la situazione odierna.

L'analisi energetica rileva che è possibile, realizzando tutti gli interventi proposti, risparmiare più del 20% dell'energia, migliorando allo stesso tempo il servizio e ammodernando il parco impiantistico.

Emerge chiaramente da questa trattazione che fare efficienza nell'ambito della pubblica illuminazione conviene, perché la riduzione dei consumi è tale da ripagare l'investimento in pochi anni.

Senza prendere in considerazione il fattore economico, che tuttavia predomina sempre sugli altri aspetti, l'adeguamento energetico del parco impiantistico è un segnale positivo che un'Amministrazione Comunale può dare ai propri cittadini sotto il punto di vista dell'ottimizzazione della spesa e del ruolo esemplare di ricerca dell'efficienza nei consumi come stile di pensiero.

Vigonza presenta una situazione impiantistica tipica del comune di medie dimensioni, di conseguenza la validità dell'analisi che si è sviluppata in questo elaborato si può estendere senza difficoltà a tutte quelle realtà urbane di conformazione simile, particolarmente diffuse in Italia, con impianti datati e poco efficienti, come indicano i dati riportati nell'Introduzione.

## 8. Bibliografia

- Cesi Ricerca, *“Necessità di illuminamento e stato attuale della Illuminazione pubblica”*, febbraio 2009.
- *Rivista Luce* 1/11, 3/10, 2/08, 1/08 – organo ufficiale dell’AIDI (Associazione Italiana di Illuminazione).
- Prof. Pietro Fiorentin, Università degli Studi di Padova, *Appunti delle lezioni di Illuminotecnica e Fotometria*, a.a.2010/2011,
- ERSE, *“Impatto sui consumi delle sorgenti innovative per l’illuminazione”*, febbraio 2010.