



**ENERTI SA**

Via ai Ronchi 1  
6802 Rivera

Tel. +41(0)91 946 39 28  
Fax +41(0)91 946 39 34

*www.enerti.ch, info@enerti.ch*

# Piano illuminazione pubblica

## Comune di Mendrisio



### RELAZIONE TECNICA

---

Monteceneri, 19.04.2017

**Committente**

Aziende Industriali Mendrisio

**Autore**

Enerti SA, Via ai Rochi 1, 6802 Rivera

## Sommario

<b>SOMMARIO .....</b>	<b>3</b>
<b>1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
1.1 Quadro conoscitivo	5
1.2 Basi legali	6
1.3 Normative tecniche vigenti	6
1.3.1 SNR 13201-1:2016 - Determinazione della classe d'illuminazione (parte 1)	6
1.3.2 SN EN 13201-2:2016 – Esigenze delle prestazioni (parte 2)	8
1.3.3 SN EN 13201-3:2016 – Calcolo delle prestazioni (parte 3)	8
1.3.4 SN EN 13201-4:2016 – Misura delle prestazioni d'illuminazione (parte 4)	8
1.3.5 SN EN 13201-5:2016 – Indicatori di prestazione energetica (parte 5)	8
1.3.6 SLG 202:2016 – Complemento alle norme europee	8
1.4 Inquinamento luminoso	8
1.4.1 Linee guida cantonali per la prevenzione dell'inquinamento luminoso	9
1.4.2 Ordinanza municipale	9
1.4.3 Norma SIA 491	9
1.5 Incentivi finanziari	10
1.5.1 Fondo energie rinnovabili (FER)	10
1.5.2 ProKilowatt	10
1.5.3 EffeSTRADA+	10
1.6 Approfondimento tecnico	10
1.6.1 Armature	10
1.6.2 Concetti di risanamento	14
<b>2 ANALISI DELLA SITUAZIONE ATTUALE (AL 31.12.2016) .....</b>	<b>15</b>
2.1 Armature	16
2.2 Gestione	20
2.3 Consumi energetici	21
2.4 Monumenti	21
2.5 Indicatori per catalogo Città dell'energia	22
<b>3 PRINCIPI GENERALI .....</b>	<b>23</b>
<b>4 ZONE DI ILLUMINAZIONE .....</b>	<b>24</b>
4.1 Zone da piano regolatore	24
4.2 Zone particolari	24
<b>5 PIANO D'AZIONE.....</b>	<b>25</b>
5.1 Proposte tecniche di intervento	25
5.2 Priorità di intervento	25
5.3 Progetto pilota	26
5.4 Stima dei costi dell'infrastruttura	26
5.5 Risparmio energetico	27
<b>ALLEGATI .....</b>	<b>29</b>
A Proposta modifica Ordinanza municipale concernente la prevenzione dell'inquinamento luminoso	29

B	Mappatura zone 30 km/h e zone pedonali	29
C	Cartine	29

**INDICI ..... 30**

1.	Indice delle immagini	30
2.	Indice delle tabelle	30
3.	Unità di misura	30

# 1 Introduzione

Il presente documento è uno strumento pianificatorio del Comune di Mendrisio che fornisce basi e principi da applicare nella progettazione, nel risanamento e nella gestione dell'illuminazione pubblica.

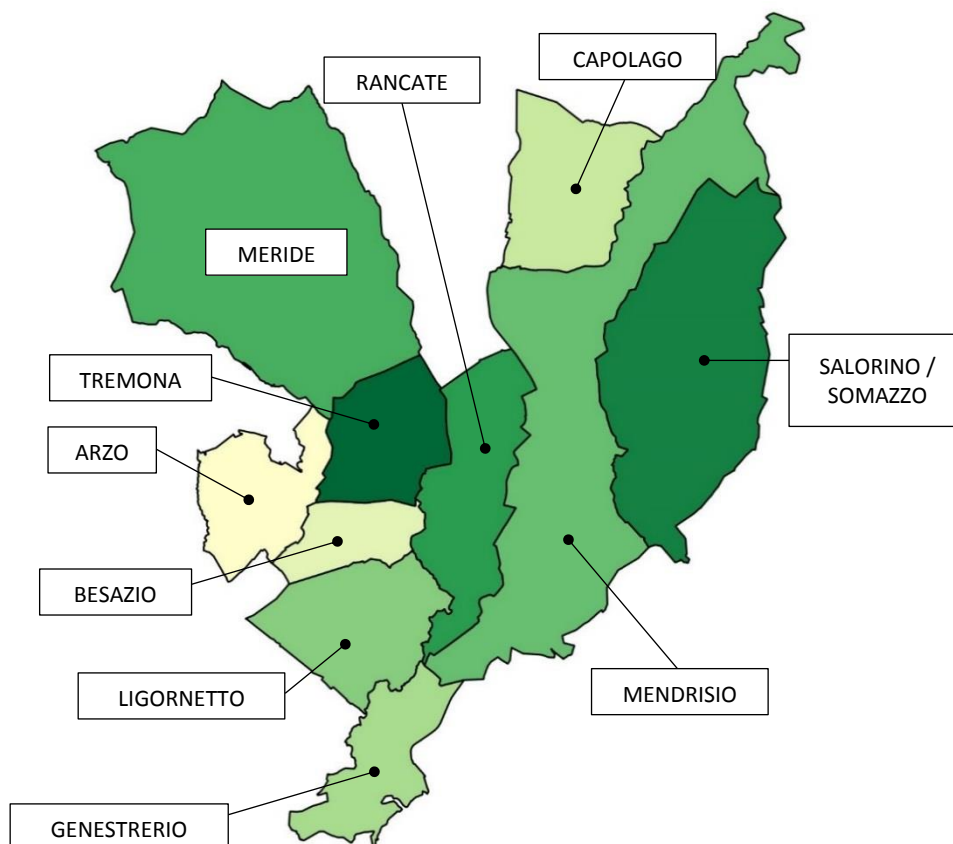
Il Comune di Mendrisio è un esempio a livello cantonale per quanto riguarda la politica energetica comunale, e ha visto confermarsi il label "Città dell'energia" per ben quattro volte. Il Piano dell'illuminazione pubblica va ad inserirsi idealmente in questo contesto e ad integrarsi con il documento "Strategie Mendrisio 2030, Obiettivi strategici per lo sviluppo sostenibile della Città di Mendrisio".

Le proposte ed i principi contenuti dal Piano dell'illuminazione pubblica saranno idealmente da implementare nella già esistente Ordinanza comunale concernente la prevenzione dell'inquinamento luminoso.

## 1.1 Quadro conoscitivo

Mendrisio si compone di 10 quartieri che hanno cominciato ad aggregarsi a partire dal 2004 con il Comune di Salorino (4 aprile 2004), seguito dai Comuni di Arzo, Capolago, Genestrerio, Rancate e Tremona (5 aprile 2009). Il 14 aprile 2013 infine si sono aggiunti Besazio, Ligornetto e Meride andando a costituire così, l'attuale Comune di Mendrisio.

Oggi il capoluogo del distretto conta 15'704 abitanti<sup>1</sup> rappresentando la quarta città ticinese per numero di abitanti. La superficie totale del Comune raggiunge i 3'197 ha costituendo l'1.14% della superficie Cantonale. La superficie di insediamento a Mendrisio rappresenta il 21% della superficie totale, mentre a livello cantonale questo valore raggiunge il 5.6%.



**Figura 1:** Disposizione dei 10 quartieri del Comune di Mendrisio.

<sup>1</sup> Popolazione residente permanente al 31.12.2016

## 1.2 Basi legali

Le basi legali inerenti l'illuminazione pubblica sono contenute nella legge Cantonale sulle strade del 23 marzo 1983. Questa descrive che l'illuminazione delle strade pubbliche o aperte al pubblico all'interno delle zone edificabili di regola è compito dei comuni. Essi sono responsabili quindi del corretto esercizio e della manutenzione dell'impianto di illuminazione. Per strade si intendono le aree utilizzate per la circolazione dei veicoli a motore, dei veicoli senza motore o dei pedoni, quindi strade carrabili, percorsi ciclabili e pedonali. Le strade pubbliche comprendono quelle di proprietà del Comune, del Cantone, dei Consorzi e dei Patriziati.

Se l'illuminazione delle strade all'interno delle zone edificabili è compito del Comune, non è invece così per le zone al di fuori dell'edificabile. Qui è il Cantone che provvede (salvo accordi particolari) all'illuminazione delle strade nell'interesse della sicurezza della circolazione.

## 1.3 Normative tecniche vigenti

In materia di illuminazione pubblica la Svizzera ha adottato le normative del comitato europeo di standardizzazione. Queste permettono, sulla base delle caratteristiche delle strade analizzate, della sua utilizzazione e delle condizioni circostanti la strada, di individuare le prestazioni necessarie all'impianto d'illuminamento. Tali norme sono valide per la progettazione o in caso di ammodernamento di un impianto d'illuminamento, non contengono però criteri vincolanti che definiscono la necessità stessa di illuminare un certo tratto stradale. Esse non si esprimono nemmeno sulla modalità di gestione dell'impianto. La decisione se illuminare o meno un certo tratto stradale, piuttosto che piazzali o aree di parcheggio pubbliche, spetta al Comune o rispettivamente al Cantone.

In fase di progettazione devono essere utilizzate le norme in vigore in quel dato momento. Per il 2017 valgono le norme elencate nei paragrafi successivi.

Questi documenti regolamentano anche l'abbassamento del flusso luminoso negli orari con poco traffico. La gestione del flusso luminoso può essere di 3 tipi:

- Preconfigurato (gestione via telecomando di rete)
- Programmato nell'armatura (l'armatura viene programmata con l'orario e la potenza desiderati)
- Dinamica (in casi particolari si può valutare questo sistema. Es: strade pedonali poco utilizzate)

### 1.3.1 SNR 13201-1:2016 - Determinazione della classe d'illuminazione (parte 1)

Questa regola permette di individuare la classe d'illuminazione raccomandata per una determinata zona di studio.

La determinazione della classe d'illuminazione avviene sulla base dei parametri principali legati alle situazioni d'illuminazione quali "zone a traffico motorizzato" (M), "zone di conflitto" (C) e "zone pedonali/ciclabili" (P). Questi parametri includono la velocità consentita, il volume e la composizione del traffico, la funzione e il tracciato globale della strada, nonché le condizioni legate all'ambiente.

Per ogni singolo parametro viene determinato un valore appropriato ( $V_W$ ). La somma di tutti i valori ( $V_{WS}$ ) viene in seguito impiegata per la determinazione del numero della classe d'illuminazione secondo la seguente formula:

$$\text{Numero della classe d'illuminazione} = 6 - V_{WS}$$

Tabella 1 mostra la valutazione dei parametri contenuta nella norma e riferita alla situazione d'illuminazione M (zone e traffico motorizzato).

Parametro	Opzioni	Descrizione		Valore $V_W$
Velocità	Molto elevata	$v > 100$ km/h		3
	Elevata	$70 < v \leq 100$ km/h		2
	Moderata	$40 < v \leq 70$ km/h		1
	Lenta	$v \leq 40$ km/h		a)
Volume di traffico Valore pianificato del volume di traffico medio giornaliero (TGM)	Traffico medio giornaliero nei due sensi di marcia Veicoli al giorno	$> 25'000$		1
		Da 15'000 a 25'000		0.5
		Da 7'000 a 15'000		0
		$< 7'000$		-0.5
Volume di traffico Valori reali del volume di traffico massimo all'ora		Strade ad elevata capacità e strade principali a $>2$ vie	Strade principali e due corsie, di collegamento, collettore e di collegamento	
	Elevato	$>65\%$ del volume di traffico massimo	$>45\%$ del volume di traffico massimo	0
	Moderato	Da 35% a 65% del volume di traffico massimo	Dal 15% al 45% del volume di traffico massimo	-1
	Basso	$<35\%$ del volume di traffico massimo	$<15\%$ del volume di traffico massimo	-2
Composizione del traffico	Mista, con una percentuale elevata di traffico non motorizzato			a)
	Misto			1
	Unicamente motorizzato			0
Separazione della carreggiata	No			0
	Si			-0.5
Densità di intersezioni		Intersezione, distanza tra i ponti, km	Intersezioni stradali Nr./km	
	Elevato	$< 3$	$> 3$ b)	0.5
	Moderato	$\geq 3$	$\leq 3$	0
Veicoli in sosta	Si			0.5
	No			0
Luminosità ambiente	Elevata	Strade commerciali, pannelli pubblicitari, stadi sportivi, aree di sosta, luoghi di carico/scarico		1
	Moderata			0
	Debole			-1
Navigazione	Difficile			0.5
	Normale			0

a) Per questo criterio si applica il procedimento secondo la classe C

b) Per questo criterio è necessario esaminare il procedimento secondo la classe C

**Tabella 1:** Parametri di selezione della classe d'illuminamento M contenuti nella regola svizzera SNR 13201-1:2016.

Il numero della classe d'illuminazione delle zone a traffico motorizzato (M1 – M6), delle zone di conflitto (C0 – C5) e delle zone pedonali/ciclabili (P1 – P7) determinate nella Parte 1 sono necessarie nella Parte 2 per la

determinazione delle prestazioni d'illuminazione corrispondenti.

### **1.3.2 SN EN 13201-2:2016 – Esigenze delle prestazioni (parte 2)**

Questa norma indica le prestazioni d'illuminazione delle classi indicate nella regola precedente (parte 1).

### **1.3.3 SN EN 13201-3:2016 – Calcolo delle prestazioni (parte 3)**

Questa norma definisce i metodi per il calcolo delle caratteristiche qualitative dell'impianto d'illuminazione sulla base di procedure prestabilite.

### **1.3.4 SN EN 13201-4:2016 – Misura delle prestazioni d'illuminazione (parte 4)**

Lo scopo di questa norma è quello di stabilire criteri e procedimenti per le misurazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione stradale. Le misurazioni danno la possibilità di confrontare i dati calcolati con i dati reali e di monitorare le condizioni di un impianto d'illuminazione.

### **1.3.5 SN EN 13201-5:2016 – Indicatori di prestazione energetica (parte 5)**

Questa norma stabilisce come calcolare gli indicatori di prestazione energetica di un'installazione di illuminazione pubblica. Questi indicatori possono essere impiegati per confrontare le prestazioni energetiche di differenti soluzioni inerenti lo stesso progetto d'illuminazione pubblica.

### **1.3.6 SLG 202:2016 – Complemento alle norme europee**

Questo documento fornisce indicazioni per situazioni concrete che aiutano ad applicare le norme europee indicate nei paragrafi precedenti. Esso è provvisto di esempi, fotografie e descrizioni di diverse situazioni d'illuminamento, di incroci e di zone di conflitto. Il documento fornisce indicazioni particolari sullo standard valido in Svizzera per gli attraversamenti pedonali e per la disposizione dei corpi illuminanti in punti particolari. In merito agli attraversamenti pedonali è indicato di seguito un riassunto delle indicazioni contenute nella norma.

#### Illuminazione degli attraversamenti pedonali

Lo scopo particolare dell'illuminazione negli attraversamenti pedonali è quello di permettere agli automobilisti di riconoscere in tempo un pedone mentre attraversa la strada e allo stesso tempo di permettere al pedone di vedere i veicoli in arrivo mentre si trova ancora in zona d'attesa (es. marciapiede). Gli attraversamenti pedonali demarcati e non demarcati (con e senza strisce pedonali) sono trattati allo stesso modo dal lato illuminotecnico.

I passaggi pedonali che si trovano in un tratto stradale della categoria M2 o C2 non necessitano di un'illuminazione supplementare. I passaggi pedonali con classi più basse, da M3/C3 a M5/C5, necessitano di un'illuminazione supplementare. Oltre all'incremento di luminosità è indicata una nuova disposizione dei punti luce in modo tale che in entrambi i sensi di marcia risulti la stessa situazione. Se una nuova disposizione dei punti luce non è possibile è necessario incrementare la classe d'illuminazione fino al livello immediatamente superiore.

## **1.4 Inquinamento luminoso**

A livello federale non esistono leggi o regolamenti specifici nell'ambito dell'inquinamento luminoso. I principali punti di riferimento sono la Legge sulla Protezione dell'Ambiente e le raccomandazioni per la prevenzione delle emissioni luminose pubblicate dall'ufficio federale dell'ambiente nel 2005.

A livello cantonale il dipartimento del territorio ha emanato le linee guida quale strumento di aiuto all'esecuzione della pianificazione dell'illuminazione a livello Comunale. Le linee guida non hanno alcuna valenza giuridica ma viene data concretezza a principi e concetti giuridici indeterminati inclusi in leggi e ordinanze.



Sulla base delle linee guida cantonali il Comune di Mendrisio ha elaborato infine un'ordinanza specifica per la prevenzione dell'inquinamento luminoso.

#### 1.4.1 Linee guida cantonali per la prevenzione dell'inquinamento luminoso

Le linee guida cantonali definiscono i provvedimenti per un'illuminazione efficiente ed efficace. Tali provvedimenti si suddividono nel tipo di illuminazione, l'orientamento e la posizione delle luci, l'utilizzo di schermature e il ricorso a limitazioni orarie. Di seguito sono elencate le misure tecniche contenute nelle linee guida cantonali.

Tipo di illuminazione	<ul style="list-style-type: none"><li>- Adottare le lampade più efficienti sul mercato;</li><li>- Commisurare la potenza di emissione in modo da ottimizzare l'illuminazione;</li><li>- È vietato l'uso di fasci di luce roteanti o fissi.</li></ul>
Orientamento e posizione delle luci	<ul style="list-style-type: none"><li>- Illuminare solo l'oggetto d'interesse;</li><li>- Illuminare dall'alto verso il basso.</li></ul>
Schermatura	<ul style="list-style-type: none"><li>- Prevedere l'uso di schermature che impediscano l'illuminazione di spazi che non la richiedono.</li></ul>
Limitazioni orarie	<ul style="list-style-type: none"><li>- Possono essere previsti sistemi di controllo che provvedano allo spegnimento parziale o totale;</li><li>- Possono essere utilizzati dispositivi che si accendono solo in caso di necessità;</li><li>- Può essere applicato un sistema di regolazione del flusso luminoso dell'impianto in funzione del suo utilizzo e dell'orario;</li><li>- L'illuminazione di insegne (eccetto i servizi prioritari) è ammessa dal crepuscolo fino alle 24:00.</li></ul>

#### 1.4.2 Ordinanza municipale

Nel Comune di Mendrisio è in vigore l'ordinanza municipale concernente la prevenzione dell'inquinamento luminoso con l'obiettivo di prevenire l'uso di illuminazioni inefficienti, moleste e dirette verso spazi dove l'illuminazione non è necessaria. L'ordinanza è in linea con le raccomandazioni dell'ufficio federale dell'ambiente del 2005 e con le linee guida della Sezione protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo del Dipartimento del territorio del 2007.

I punti principali dell'ordinanza municipale sono i seguenti:

- Sono vietati show luminosi o skybeamer così come fasci di luce fissi o mobili rivolti verso il cielo;
- Se possibile devono essere evitati impianti di illuminazione nelle aree rurali;
- Le illuminazioni esterne di qualsiasi genere e le insegne pubblicitarie devono di regola essere spente dalle 24:00 fino alle 06:00 (salvo eccezioni). Sono ammesse luci nel caso di comprovate esigenze di sicurezza, così come possono essere autorizzati sistemi comandati da sensori di presenza o movimento;
- L'illuminazione non deve essere eccessiva e deve essere calibrata all'ambiente circostante.

L'ordinanza si applica a impianti nuovi così come a quelli esistenti dal momento che essi subiscono interventi di manutenzione, ampliamento o modifica. Sono soggetti a questa ordinanza i proprietari privati e pubblici di edifici o impianti, i gestori e i responsabili.

#### 1.4.3 Norma SIA 491

Quale ausilio progettuale è peraltro stata pubblicata nel 2013 la norma SIA 491: "Prevenzione delle emissioni di luce esterne inutili".

## 1.5 Incentivi finanziari

### 1.5.1 Fondo energie rinnovabili (FER)

Il fondo energie rinnovabili, proposta dal Gran Consiglio quale controprogetto all'iniziativa popolare denominata "Per un'AET senza carbone", è uno degli importanti provvedimenti per concretizzare quanto proposto nel Piano d'azione 2013 del Piano Energetico Cantonale. Il suo finanziamento è garantito da un prelievo sul consumo degli utenti finali e sulla produzione media annua di energia elettrica proveniente da centrali a carbone in cui AET ha acquisito quote di partecipazione. I fondi del FER sono riversati in due modalità principali: attraverso incentivi cantonali e attraverso un finanziamento ai Comuni. Il 70% degli incentivi cantonali sono destinati alla remunerazione a copertura dei costi per l'immissione in rete dell'energia elettrica (RIC-TI), il 20% è destinato a contributi unici per la costruzione di impianti per la produzione elettrica da fonti rinnovabili e il 6% è destinato al sostegno di progetti di ricerca in ambito di efficienza energetica e risparmio energetico. Il finanziamento ai Comuni, assegnato in funzione di una chiave di riparto che tiene conto delle particolarità dei Comuni, è destinato al finanziamento di attività comunali nell'ambito dell'efficienza e del risparmio energetico. Attività riconosciute in questo senso sono ad esempio il risanamento del proprio parco immobiliare, la costruzione di nuovi edifici ad alto standard energetico, interventi sulle proprie infrastrutture oppure ancora altri provvedimenti adottati per promuovere un'utilizzazione più parsimoniosa e razionale dell'energia elettrica.

### 1.5.2 ProKilowatt

Prokilowatt, condotto dall'ufficio federale dell'energia, organizza annualmente gare pubbliche per programmi e progetti che contribuiscono ad un risparmio energetico in ambito elettrico nelle industrie, nei servizi e nelle abitazioni. I progetti indirizzati alle imprese industriali, artigianali e dei servizi come anche al settore pubblico prevedono la realizzazione delle misure nella propria impresa. I programmi sono invece principalmente indirizzati a enti che per conto di terzi gestiscono la realizzazione di diverse singole misure dello stesso tipo.

I progetti e i programmi con il miglior rapporto efficacia/contributo richiesto hanno la possibilità di vincere la gara pubblica e vedersi assegnato il contributo richiesto.

### 1.5.3 EffeSTRADA+

EffeStrada è un programma attivo a livello nazionale sostenuto da ProKilowatt. Esso promuove progetti di risanamento con almeno 50 (25 per armature con sensore di movimento) punti luce fino ad un massimo di 1000 utilizzando armature LED dotate di comando. Il programma è gestito dall'associazione delle industrie d'illuminazione. Per ogni punto luce EffeSTRADA+ versa un incentivo di 100 CHF a condizione che vengano soddisfatti dei criteri come il dimmeraggio con almeno 3 livelli (maggiori informazioni: [www.ffeStrada.ch/it/vantaggi](http://www.ffeStrada.ch/it/vantaggi)).

## 1.6 Approfondimento tecnico

### 1.6.1 Armature

Le principali tecnologie di armature impiegate attualmente nell'illuminazione pubblica sono:

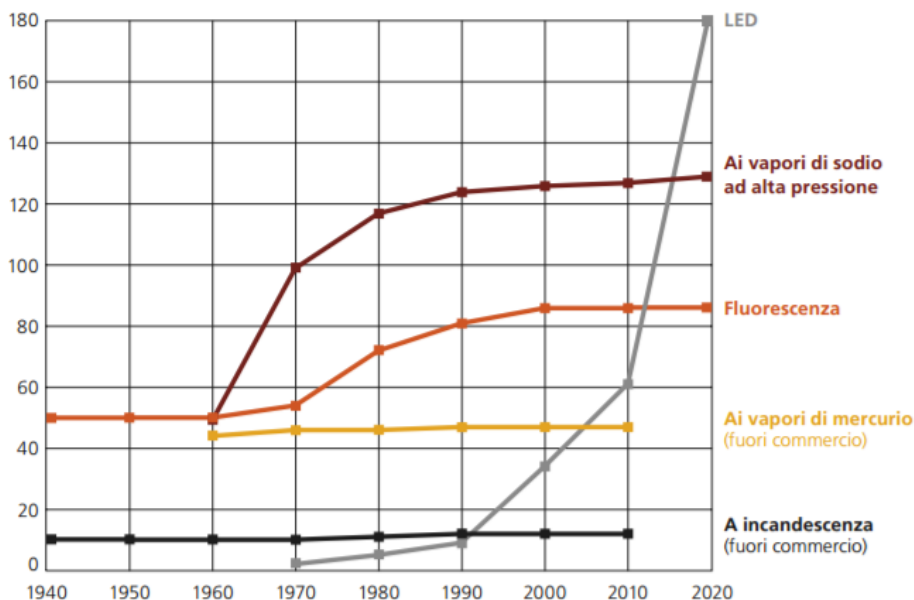
- Armature a vapori di sodio ad alta (HS) e bassa pressione (LS);
- Armature ad alogenuri metallici;
- Armature fluorescenti;
- Armature a vapori di mercurio;
- Armature a LED.

Le lampade ad incandescenza non sono più impiegate da decenni nell'ambito dell'illuminazione pubblica a causa della loro scarsa efficienza energetica.

Le armature LED conoscono tuttora uno sviluppo molto marcato che ha portato ad un notevole aumento dell'efficienza luminosa, cosa che non ha invece riguardato le altre tecnologie di illuminazione. Nell'ambito dell'efficienza luminosa, gli sviluppi degli ultimi anni hanno portato le armature a LED ad eguagliare le armature ai vapori di sodio, come mostrato nella seguente immagine.

**SVILUPPO DELLE LAMPADE**

Efficienza luminosa (lumen per watt)



**Figura 2:** Evoluzione dell'efficienza luminosa dei principali tipi di lampade. Fonte: SvizzeraEnergia

La scarsa efficienza energetica e le problematiche ambientali riguardanti le lampade ai vapori di mercurio ne hanno determinato il divieto di commercializzazione in Europa a partire da aprile 2015. Oltre a queste è vietata la commercializzazione di lampade sostitutive al sodio (plug-in) mentre per altre sono prescritti dei valori di efficienza luminosa minima, come mostrato in Figura 3.

Prescrizioni: tabella di marcia				
	2012	2015	2017	Rilevanza
Lampadine ai vapori di mercurio		Divieto		+++
Lampadine plug-in ai vapori di sodio (ibride)		Divieto		+++
Ai vapori di sodio smerigliate	Divieto per lampadine con meno di 80 lm/W			+
Ai vapori di sodio trasparenti	Divieto per lampadine con meno di 90 lm/W			+
Ad alogenuri metallici smerigliate	Divieto per lampadine con meno di 70 lm/W		75 lm/W	+
Ad alogenuri metallici trasparenti	Divieto per lampadine con meno di 75 lm/W		80 lm/W	+
Alimentatori	Divieto per rendimenti inferiori a 75%			+
Armature	A partire dal 2017, le nuove armature devono essere compatibili con l'alimentatore prescritto			++

**Figura 3:** Prescrizioni a livello Europeo valide anche in Svizzera. Fonte: topstreetlight.ch

Le tecnologie impiegate nei risanamenti o nelle nuove installazioni di illuminazione pubblica e che attualmente corrispondono allo stato della tecnica sono le lampade a LED e quelle ai vapori di sodio. Le loro

principali caratteristiche sono elencate qui di seguito.

### **Lampade ai vapori di sodio**

La lampada ai vapori di sodio appartiene alla famiglia delle lampade a scarica. I suoi principali vantaggi sono:

- Ottima efficienza luminosa;
- Costi molto contenuti;
- Tecnologia consolidata.

Gli svantaggi sono invece:

- Dimensionamento difficoltoso a causa delle potenze predefinite;
- Resa cromatica non ottimale (le lampade LPS addirittura molto scarsa);
- Accensione non immediata;
- Discreta necessità di manutenzione;
- Non adatte ad alti regimi di accensione e spegnimento.

Le lampade al sodio oggi giorno vengono impiegate principalmente:

- Per la sostituzione di lampade ai vapori di mercurio, in caso di scarse risorse finanziarie;
- Per l'illuminazione di aree molto vaste quali campi di calcio, posteggi, piazzali, ecc.

### **Lampade a LED**

L'acronimo LED sta per "Light Emitting Diode" che significa "diodo ad emissione luminosa". I suoi principali vantaggi sono:

- Accensione e spegnimento immediato;
- Dimmerabilità (flusso luminoso 0-100%);
- Adatto in combinazione con sensori di movimento;
- Buona resa cromatica;
- Luce direzionata (buon direzionamento del fascio luminoso, basso inquinamento luminoso);
- Elevata efficienza energetica;
- Lunga durata di vita;
- Potenziale di sviluppo non ancora esaurito;
- Bassa necessità di manutenzione.

Mentre gli svantaggi delle lampade LED sono:

- Tuttora in fase di sviluppo;
- Mancanza di valori di invecchiamento empirici;
- Disponibilità futura di pezzi di ricambio non garantita.

La tecnologia LED è impiegata oggi giorno principalmente nei seguenti casi:

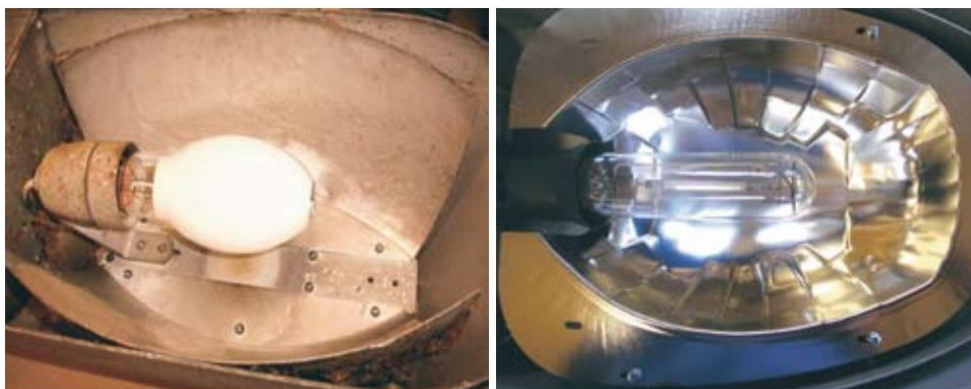
- Rinnovamento di impianti di illuminazione;
- Sostituzione di lampade al mercurio;
- Percorsi pedonali e piste ciclabili;
- Particolari esigenze di illuminazione;
- Zone che richiedono una bassa dispersione di luce;
- Frequenti accensione e spegnimento.

Non sono invece ancora indicati per l'illuminazione di ampie superfici.

Le armature sono un aspetto fondamentale nella progettazione dell'illuminazione di aree pubbliche. Queste devono essere adeguate all'ambiente che si vuole illuminare e possibilmente dirigere il fascio di luce verso le

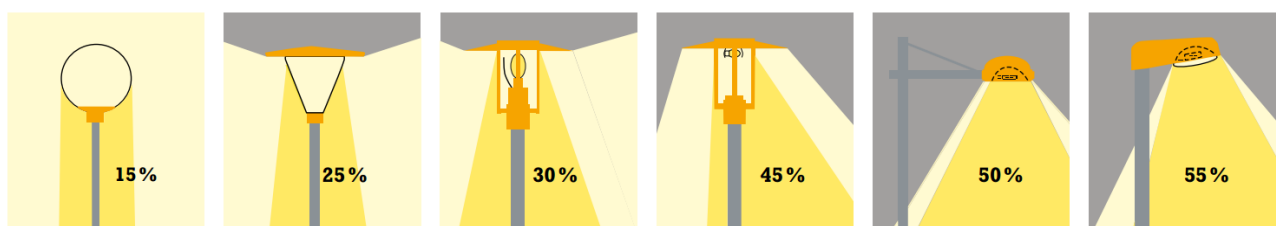
superfici da illuminare evitando l'ambiente circostante. Un'illuminazione mirata permette infatti di preservare meglio il paesaggio notturno naturale, di evitare un influsso sul ritmo circadiano e sul sistema endocrino dell'uomo e degli animali, di evitare danni agli ambienti vitali di animali notturni, di evitare uno spreco di energia e un disturbo alle persone che vivono nelle zone abitate. La sfida risiede proprio nel riuscire a minimizzare tali svantaggi senza d'altra parte compromettere i bisogni di sicurezza e visibilità che un sistema d'illuminazione deve garantire.

Le vecchie armature presentano spesso caratteristiche che riducono il rendimento dell'intero sistema di illuminazione. Le armature aperte o senza una chiusura ermetica tendono a sporcarsi e ridurre l'efficienza dell'illuminazione.



**Figura 4:** Armatura vecchia con una bassa riflessione della luce a sinistra e armatura nuova a destra. Fonte: topten.ch.

Spesso le armature di vecchia generazione non presentano schermature o dispositivi ottici per indirizzare il fascio luminoso e in altri casi tale schermatura è assolutamente inefficiente. Questa caratteristica influisce in maniera consistente sul rendimento luminoso.



**Figura 5:** Rendimento di differenti armature in funzione dell'indirizzamento del fascio luminoso. Fonte: topten.ch

Le nuove armature presentano spesso degli accorgimenti tecnici o delle nuove configurazioni che permettono di aumentare lo sfruttamento della luce utile. I nuovi modelli di armature a globo o sfera presentano una schermatura sulla parte superiore. Questa permette di recuperare la luce diretta verso il cielo, riflettendola verso il basso.



**Figura 6:** Armatura a sfera con e senza schermatura della luce verso l'alto. Fonte: catalogo.disano.it

Le vecchie armature inoltre, spesso non permettono la sostituzione della lampada al loro interno con lampade di tecnologia diversa. Le armature con lampade ai vapori di mercurio per esempio non possono essere più sostituite in quanto in commercio non esistono lampadine atte ad essere montate su armature di

quel genere.

## 1.6.2 Concetti di risanamento

### 1. Sostituzione della lampada

La sostituzione della lampada e il mantenimento dell'armatura è una soluzione praticabile nel caso in cui l'armatura e spesso anche il palo, presentano un comprovato valore architettonico, storico o ornamentale che ne impedisca la sostituzione. La soluzione migliore in questi casi è l'integrazione di lampadine LED attraverso soluzioni tecniche specifiche che tengano conto oltre all'aumento dell'efficienza energetica, anche del contenimento dell'inquinamento luminoso secondo le direttive comunali. Se questa soluzione non risulta fattibile è possibile considerare una modalità di gestione che sull'arco della notte diminuisca il tempo di illuminamento.

La città di Mendrisio non presenta lampade con particolare valore architettonico o storico e che necessitano di rinnovamento.

### 2. Sostituzione della lampada e dell'armatura

La sostituzione dell'armatura, rappresenta nella maggior parte dei casi la soluzione più efficace. La nuova armatura possiederà un migliore indirizzamento della luce che ne aumenterà l'efficienza. Al contempo possono essere impiegate tecnologie che al momento attuale si riassumono nelle armature a LED o ai vapori di sodio.

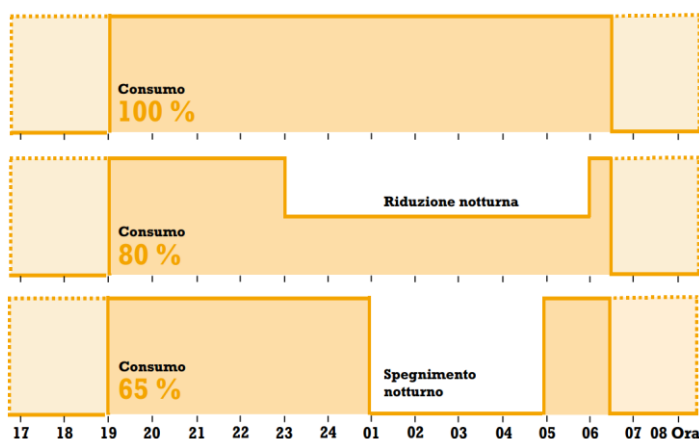
Questa soluzione è da adottare nei casi in cui sono presenti armature aperte o senza un indirizzamento del fascio luminoso, nei casi in cui sono installate lampade al mercurio o sostitutive al sodio oppure ancora se si vanno a sostituire armature obsolete (indicativamente >25 anni). Il ritorno dell'investimento in questi casi è assicurato soprattutto dall'elevato risparmio energetico.

### 3. Ottimizzazione della gestione

Le possibilità di riduzione dell'illuminazione nelle ore notturne e di conseguenza dei consumi energetici sono le seguenti:

- Spegnimento dell'illuminazione nelle ore notturne dove non è più richiesta;
- Riduzione dell'illuminazione tramite spegnimento parziale (nei punti luce con più lampade);
- Riduzione dell'illuminazione tramite riduzione del flusso luminoso;
- Impiego di sensori di movimento;
- Impiego di sensori di luce naturale per la gestione dell'accensione e dello spegnimento.

La riduzione dell'illuminazione permette di adattare la luminosità di un determinato luogo alle sue esigenze in ogni momento della notte, riducendo in modo considerevole i consumi elettrici.



**Figura 7:** Rappresentazione della riduzione e dello spegnimento nelle ore notturne.  
Fonte: topten.ch

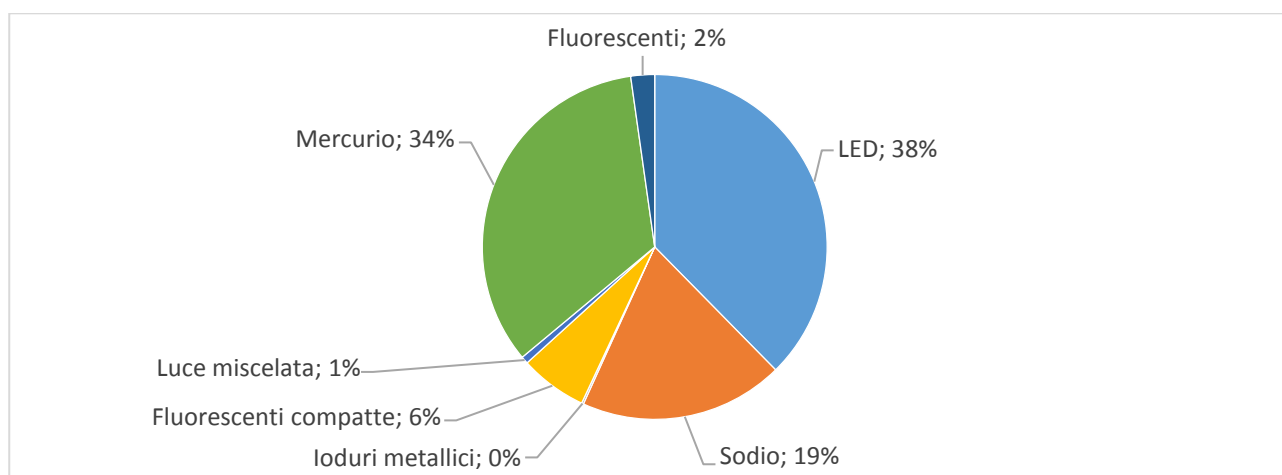
## 2 Analisi della situazione attuale (al 31.12.2016)

Nel Comune di Mendrisio vengono utilizzate 5 tipologie di armature; fluorescenti/a risparmio, a led, a ioduri metallici, ai vapori di mercurio e ai vapori di sodio. La suddivisione nei quartieri del Comune e le quantità di punti luce sono riportate nella tabella seguente, aggiornata al 31.12.2016.

Quartiere	LED	Sodio	Ioduri metallici	Fluorescenti compatte	Luce miscelata	Mercurio	Fluorescenti
Arzo	86	26		1	1	104	
Besazio	58	25		5		33	
Capolago	41	4				131	5
Genestrerio	71	14	1			24	1
Ligornetto	56	39	1	16	6	117	12
Mendrisio	588	309	3	107	2	281	19
Meride	23			26		27	19
Rancate	86	72		10	10	84	4
Salorino	26	41				65	1
Tremona	10	2		10		73	1
<b>TOTALE</b>	<b>1045</b>	<b>532</b>	<b>5</b>	<b>175</b>	<b>19</b>	<b>939</b>	<b>62</b>

**Tabella 2:** Tecnologia di lampadine impiegate nei quartieri del Comune di Mendrisio. Fonte: AIM

Le lampade al LED rappresentano il numero maggiore di armature, seguite dalle armature al mercurio. La quota delle tipologie di armature presenti nel Comune di Mendrisio è rappresentata in Figura 8.



**Figura 8:** Quota di punti luce presenti nel Comune di Mendrisio suddivisi per tecnologia installata. Fonte: AIM

## 2.1 Armature

Di seguito sono elencate le armature presenti nel Comune di Mendrisio con l'indicazione delle quantità presenti, della denominazione e della lampada installata.


<p style="text-align: center;"><b>01</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>02</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>03</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Siteco SL 10 MIDI</b> LED: 464 pz.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Siteco 5NA 552 E-1</b> Sodio: 192 pz. Mercurio: 2 pz.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Siteco SL10 MINI/MICRO</b> LED: 235 pz.</p>
<p style="text-align: center;"><b>04</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>05</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>06</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Zebralux</b> Sodio: 48 pz.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Sistellar</b> Sodio: 7 pz. Mercurio: 8 pz.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Siteco 5NA 551 E-1</b> Sodio: 167 pz. Mercurio: 9 pz.</p>
<p style="text-align: center;"><b>07</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>08</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>09</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Siteco Monsun LED</b> LED: 18 pz.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Schröder SCULPflood 60</b> LED: 2 pz.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Schröder Isla Led</b> LED: 13 pz.</p>






<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
		
<p><b>Disano globo / Globo / Sfera</b>                  Mercurio: 26 pz.                  LED: 4 pz.                  Sodio: 89 pz.                  Risparmio: 20 pz.</p>	<p><b>Schröder Ampera</b>                  LED: 1 pz.</p>	<p><b>SILL 490</b>                  Mercurio: 2 pz.                  Risparmio: 7 pz.                  Sodio: 3 pz.</p>

<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
		
<p><b>Siteco 5NA 585</b>                  Mercurio: 522 pz.</p>	<p><b>Schröder NEOS</b>                  LED: 48 pz.</p>	<p><b>LEDway Series</b>                  LED: 215 pz.</p>



<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
		
<p><b>Siteco 5NA 758 E-1</b>                  Sodio: 2 pz.</p>	<p><b>SICOMPACT MINI/MIDI</b>                  Ioduri metallici: 3 pz.                  LED: 1 pz.                  Sodio: 4 pz.</p>	<p><b>Arealite</b>                  Risparmio: 5 pz.</p>

<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>
		
<p><b>Artafai ITF mod Reflex</b> Risparmio: 28 pz.</p>	<p><b>Ascona Rustica</b> LED: 1 pz. Risparmio: 56 pz. Sodio: 1 pz. Mercurio: 9 pz. Luce miscelata: 18 pz.</p>	<p><b>Bag Turgi 7-1311 – Fungo</b> Mercurio: 11 pz.</p>




<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>
		
<p><b>Bag Turgi Plazalux</b> Sodio: 1 pz. Mercurio: 5 pz.</p>	<p><b>Faro (diversi)</b> LED: 3 pz. Sodio: 10 pz. Mercurio: 5 pz. Ioduri metallici: 2 pz.</p>	<p><b>Gabbietta</b> Risparmio: 2 pz.</p>

<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>
		
<p><b>Quadralux</b> Mercurio: 14 pz.</p>	<p><b>Rodalux 7-1307 CU 1041</b> Risparmio: 2 pz. LED: 2 pz.</p>	<p><b>Siteco 5NA 171 2-C2</b> Mercurio: 13 pz. Sodio: 4 pz. Luce miscelata: 1 pz.</p>

<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>
		
<b>Siteco 5NA 570 2-2C</b> Mercurio: 119 pz.	<b>Siteco 5NA 583 1-1C</b> Mercurio: 148 pz.	<b>Tulux 13665 / Siteco 5NA 513</b> Mercurio: 24 pz.

<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>
		
<b>Cid CR</b> Sodio: 3 pz.	<b>Disano Lucerna LED</b> LED: 10 pz.	<b>FL</b> Fluorescente: 45 pz.

<b>34</b>	<b>35</b>	<b>36</b>
		
<b>FI Lanterna</b> Fluorescente: 17 pz.	<b>Lunula LED</b> LED: 28 pz.	<b>PG Angolo</b> Risparmio: 7 pz.

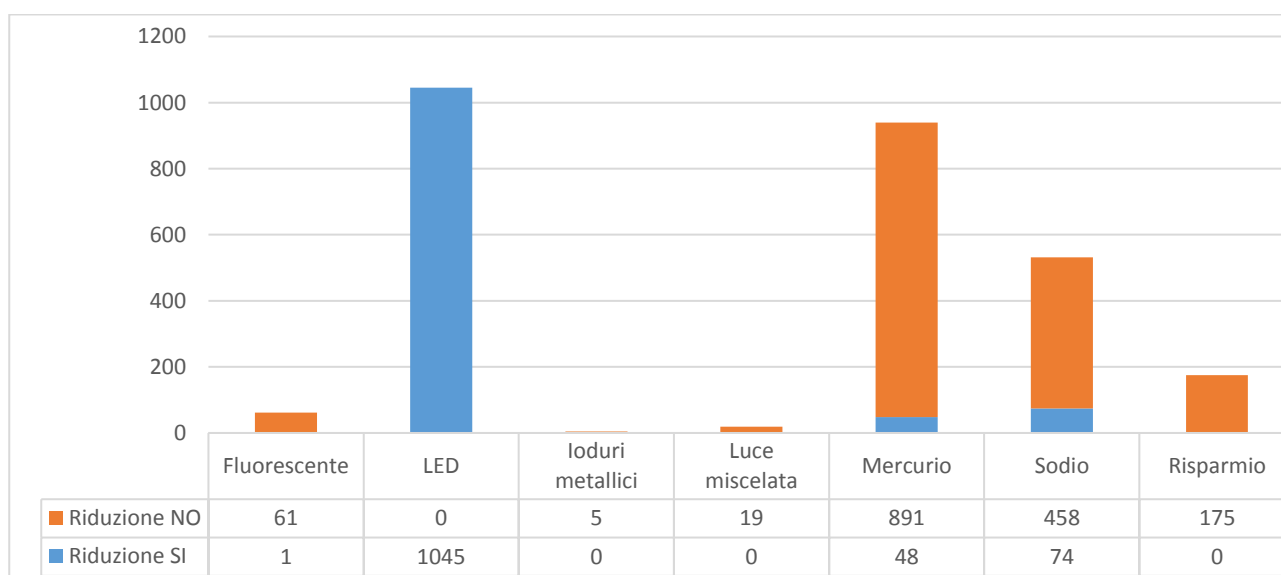
37	38	39
		
<b>PG Muro</b> Risparmio: 28 pz.	<b>PG Palo</b> Risparmio: 20 pz.	<b>Prio</b> Sodio: 1 pz.

40

<b>Sistel HQL</b> Mercurio: 22 pz.

## 2.2 Gestione

In Figura 9 sono indicati tutti i punti luce del Comune di Mendrisio suddivisi fra quelli che presentano una riduzione dell'illuminazione nelle ore notturne e quelli che invece che non presentano alcuna riduzione. L'Allegato C5 mostra una rappresentazione della posizione di tutti i punti luce con riduzione notturna dell'illuminazione.



**Figura 9:** Punti luce con riduzione dell'illuminazione in blu e punti luce senza alcuna riduzione in arancione.

La riduzione dell'illuminazione è presente in tutte le armature LED, nel 5% di quelle al mercurio e nel 14% di quelle al sodio.

## 2.3 Consumi energetici

Il consumo elettrico dell'impianto di illuminazione pubblica dei 10 quartieri del Comune di Mendrisio negli ultimi 5 anni è indicato in **Tabella 3**.

Energia consumata [kWh]	2012	2013	2014	2015	2016	2012-2016
Arzo	130'641	121'607	126'877	110'475	86'034	-34%
Besazio	51'549	45'381	52'396	49'321	47'166	-9%
Capolago	97'176	95'176	93'195	91'951	88'311	-9%
Genestrerio	65'064	65'042	57'889	57'053	58'014	-11%
Ligornetto	132'456	137'112	134'221	113'072	104'207	-21%
Mendrisio e Salorino	1'024'363	976'503	921'251	899'791	702'700	-31%
Meride	22'367	22'367	22'619	22'776	22'991	+3%
Rancate	160'598	165'308	154'168	154'607	122'300	-24%
Tremona	32'673	32'673	34'721	35'254	35'925	+10%
<b>TOTALE</b>	<b>1'716'887</b>	<b>1'661'169</b>	<b>1'597'337</b>	<b>1'534'300</b>	<b>1'267'648</b>	<b>-26%</b>

**Tabella 3:** Consumi elettrici totali dei 10 quartieri di Mendrisio dal 2012 al 2016.




Nonostante la costante crescita del numero di punti luce, nel complesso i consumi sono diminuiti del 26% dal 2012 al 2016. Ad eccezione dei quartieri di Tremona e Meride questa diminuzione più o meno marcata si è potuta registrare in tutti i restanti quartieri.

## 2.4 Monumenti

Un elenco dei monumenti presenti nel Comune di Mendrisio e la relativa indicazione dell'illuminazione presente sono indicati in Tabella 4.

N°	Oggetto			lunedì - venerdì		sabato - domenica		Osservazioni
				campanile	facciate	campanile	facciate	
1	Mendrisio	Chiesa	S Maria	NO	NO	SI	NO	
2	Mendrisio	Chiesa	S Giovanni	NO	SI	NO	SI	
3	Mendrisio	Chiesa	S Martino	NO	NO	SI	SI	
4	Mendrisio	Chiesa	Presanza sud	NO	NO	SI	NO	Campanile senza orologio
5	Mendrisio	Chiesa	S Sinisio alla Torre	NO	NO	SI	SI	Campanile senza orologio
6	Mendrisio	Chiesa	Cappuccini	NO	NO	NO	NO	
7	Mendrisio	Chiesa	S Cosma e Damiano	SI	NO	SI	SI	
8	Mendrisio	Palazzo	Torriani		SI		SI	
9	Genestrerio	Chiesa	S Antonio	SI	NO	SI	NO	
10	Ligornetto	Chiesa	Parrocchiale	SI	SI	SI	SI	
11	Ligornetto	Chiesa	S Giuseppe	NO	NO	NO	NO	
12	Rancate	Chiesa	S Stefano	SI	SI	SI	SI	
13	Besazio	Chiesa	dell'immacolata	SI	NO	SI	NO	Campanile senza orologio
14	Besazio	Chiesa	S Antonio Martire	SI	SI	SI	SI	Campanile senza orologio
15	Arzo	Chiesa	Santi Nazaro e Celso	SI	NO	SI	NO	
16	Arzo	Cappella	zona scuole		ill. interna		ill. interna	illuminato solo l'interno
17	Arzo	Cappella	zona Perfetta		ill. interna		ill. interna	illuminato solo l'interno
18	Tremona	Chiesa	S Agata	SI	SI	SI	SI	Campanile senza orologio
19	Tremona	Chiesa	Della Assunta	NO	NO	NO	NO	
20	Tremona	Cappella	S Rocco		ill. interna		ill. interna	illuminato solo l'interno
21	Tremona	Cappella	Alla Campagna		ill. interna		ill. interna	illuminato solo l'interno
22	Meride	Chiesa	S Silvestro	SI	SI	SI	SI	Campanile senza orologio
23	Meride	Chiesa	S Rocco	SI	NO	SI	NO	
24	Meride	Cappella	Crocifisso		ill. interna		ill. interna	illuminato solo l'interno
25	Capolago	Chiesa	S Maria Maddalena	NO	NO	NO	NO	
26	Salorino	Chiesa	S Zeno	NO	NO	SI	SI	Campanile senza orologio

Legenda:

	Mai illuminate
	Illuminate solo sabato e domenica
	Illuminate tutta la settimana

**Tabella 4:** Punti luce dedicati all'illuminazione di monumenti, perlopiù chiese.

## 2.5 Indicatori per catalogo Città dell'energia

Nel Comune di Mendrisio la quota dell'illuminazione pubblica con lampade ad alta efficienza e riduzione notturna è del:

<b>42%</b>
------------

Se tutte le lampade al Mercurio venissero sostituite questa quota salirebbe a 74,1%.

La lunghezza delle strade ed i perimetri delle piazze e parcheggi illuminati ammonta a 93,76 km. Nel 2016 l'indice di consumo è stato di:

<b>13.52 MWh/km</b>
---------------------

In funzione del numero di abitanti di un Comune l'Associazione svizzera per l'efficienza energetica (S.A.F.E) suggerisce i seguenti valori limite di consumo al chilometro per anno:

- Per Comuni fino a 10'000 abitanti: 8 MWh/km
- Per Comuni da 10'000 fino a 30'000 abitanti: 12 MWh/km
- Per Comuni con più di 30'000 abitanti: 18 MWh/km

L'indice di consumo viene calcolato tenendo in considerazione l'energia elettrica impiegata per l'illuminazione di strade, piazze, piste ciclabili, marciapiedi e sottopassaggi. Non viene invece considerata l'energia elettrica consumata per l'illuminazione di fermate del bus, gallerie, segnaletica stradale, cartelli pubblicitari luminosi, illuminazione di facciate o per le decorazioni natalizie.

Nella somma della lunghezza dei tratti stradali vengono considerate le strade comunali e cantonali illuminate, le piste ciclabili e le strade pedonali con illuminazione propria. La lunghezza del tratto stradale considerato nel caso di piazze illuminate corrisponde al perimetro delle singole piazze.

### 3 Principi generali

Sono definiti i seguenti principi generali da rispettare/cercare di soddisfare contenendo la spesa al massimo possibile, in ordine di importanza:

1. Sicurezza dell'utenza delle strade e dei cittadini
  - Rispetto delle norme vigenti nella progettazione dei singoli interventi
  - Eliminazione o limitazione dell'impatto ambientale (immissione luminosa e consumo energetico)
  - Utilizzo di armature efficaci (luce mirata) > tecnica
  
2. Risparmio energetico
  - Diminuzione della potenza (riduzione notturna) e/o spegnimento > tecnica/politica
  - Utilizzo di armature efficienti (rapporto lumen/watt) > tecnica
  
3. Arredo urbano
  - Utilizzo di armature adatte all'arredo della zona illuminata (estetica e tipo di luce)

## 4 Zone di illuminazione

Nell'allegato C8 è rappresentato il piano delle zone derivate dal piano regolatore. Di seguito è presentata una breve descrizione.

### 4.1 Zone da piano regolatore

Le zone di illuminazione derivate dalle zone edificabili del piano regolatore dei quartieri di Mendrisio si compone come segue:

<b>01 Cantine</b>	Le zone delle cantine comprendono le fasce sotto montagna dove si trovano appunto le cantine di Mendrisio.
<b>02 Residenziale A</b>	Questa zona comprende le zone residenziali a 2 piani.
<b>03 Residenziale B</b>	Questa zona comprende le zone residenziali a più di 2 piani.
<b>04 Nucleo</b>	La zona nucleo comprende i nuclei di Arzo, Tremona, Rancate, Genestrerio, Salorino, Somazzo, Capolago, Mendrisio e Meride.
<b>05 Edifici e attrezzature pubbliche</b>	Questa zona comprende le aree e gli edifici di appartenenza al Cantone o al Comune.
<b>06 Artigianale</b>	Queste aree registrano una forte presenza artigianale e sono presenti nell'agglomerato di Mendrisio nonché Capolago e Genestrerio.
<b>07 Industriale</b>	Le aree industriali sono situate lungo l'autostrada nei Comuni di Mendrisio e Rancate.
<b>08 Misto residenziale/artigianale</b>	Questa zona è presente a Mendrisio di fronte alla stazione FFS e a Capolago.
<b>09 Cave</b>	La zona cave comprende le cave di marmo di Arzo.
<b>10 Commerciale</b>	La zona commerciale si trova nei pressi del centro commerciale "Fox Town" e area circostante.

### 4.2 Zone particolari

#### Villa foresta

La zona residenziale di villa foresta è situata a sud del nucleo di Mendrisio. Nella zona sono presenti molte ville che sono servite da una strada comunale particolarmente elegante grazie anche all'impianto di illuminazione scelto. Anche in futuro per questa zona si prevede di mantenere delle armature esteticamente accattivanti e che ben si integrano alle caratteristiche della zona.

#### Zona residenziale-artigianale

L'attuale zona designata come residenziale-artigianale nei pressi della stazione ferroviaria di Mendrisio è ritenuta una zona particolare in quanto sono previsti notevoli cambiamenti nel corso dei prossimi anni. La zona attualmente presenta edifici industriali e residenziali. In futuro è prevista l'edificazione di un complesso scolastico appartenente alla scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI).

Vista la situazione di questa zona i principi generali d'illuminazione dovranno essere definiti in funzione della sua evoluzione.



## 5 Piano d'azione

### 5.1 Proposte tecniche di intervento

<b>Nuclei, Cantine, Villa Foresta</b>	Nelle zone di nucleo si predilige una luce calda tra 3'000 K e 3'500 K e un'armatura di qualità, che contribuisca anche ad ornare l'arredo urbano. In questa zona si propone di introdurre una riduzione notturna a partire dalle 23:00 fino alle 05:00. Le caratteristiche indicate per la zona del nucleo sono le stesse anche per la zona cantine e la zona "Villa foresta".
<b>Zone residenziali</b>	La temperatura della luce proposta per le zone residenziali è situata tra 3'000 e 4'000 Kelvin e si tratta quindi di una temperatura calda/neutra. Anche in questo caso si propone una riduzione notturna dalle 23:00 alle 5:00. In queste zone è possibile valutare una riduzione doppia, lo spegnimento in alcune aree o l'introduzione di riduzioni dell'illuminazione in funzione degli orari dei mezzi pubblici.
<b>Aree artigianali e industriali</b>	Si propone l'impiego di luce neutra, con una temperatura quindi di 4'000 Kelvin. La riduzione notturna dell'illuminazione si attiva dalle 23:00 fino alle 5:00. In funzione della percorrenza delle strade si può valutare la necessità di riaccendere l'illuminazione pubblica prima delle 5:00.
<b>Aree pubbliche</b>	Le aree pubbliche sono già pianificate, verranno trattate puntualmente secondo le necessità.
<b>Fuori zona edificabile</b>	In linea di principio fuori dalle zone edificabili non deve essere illuminato. Si propone quindi di eliminare l'illuminazione pubblica o perlomeno, dove non rappresenta un problema per la sicurezza, effettuare uno spegnimento notturno. Occorrerà approfondire puntualmente i casi che si presenteranno di volta in volta.
<b>Illuminazione monumenti e chiese</b>	Si propone di illuminare i monumenti e le chiese unicamente il venerdì, il sabato e la domenica fino alle 24:00, i giorni del "settenario" (15 giorni prima di Pasqua fino a lunedì di Pasqua e dal 8 dicembre (festa dell'Immacolata) fino al 6 gennaio (festa dell'Epifania). La situazione attuale è illustrata nell'allegato C7. Di principio l'illuminazione dovrebbe essere effettuata dall'alto verso il basso oppure circoscrivendo il fascio luminoso così da limitare le emissioni luminose inutili. L'obiettivo consiste nell'uniformare l'illuminazione dei monumenti ma si dovrà valutare puntualmente se gli interventi proposti sono opportuni o meno.
<b>Illuminazione Natalizia</b>	L'illuminazione natalizia è una fonte di forti immissioni luminose, di conseguenza il suo utilizzo deve essere parsimonioso. L'illuminazione natalizia principale dovrà di regola veder impiegata una luce calda (3'000 K - 3'500 K).

### 5.2 Priorità di intervento

- Sostituzione dei pali in legno dei candelabri in cattivo stato (Allegato C4)
- Sostituzione delle lampade al mercurio entro il 2019
- Verificare lo stato dei pali in legno e dei candelabri nei comprensori AIL SA

- Ogni nuovo punto luce dovrà poter essere impostato su almeno un livello di riduzione del flusso luminoso
- Interventi di manutenzione su vecchie armature devono comprendere migliorie volte a ridurre le emissioni luminose inutili

### 5.3 Progetto pilota

- Progetto pilota illuminazione intelligente strada pedonale dietro Canavée
  - ❑ 23 punti luce a gestione dinamica
  - ❑ Costo materiale totale indicativo: 13'000 CHF
  - ❑ Sovracosto rispetto a soluzione standard: 6'000 CHF
  - ❑ Possibilità di richiedere contributi (ProKilowatt, effeSTRADA+,...)

### 5.4 Stima dei costi dell'infrastruttura

Di seguito vengono stimati i costi di investimento dell'infrastruttura di illuminazione pubblica con tecnologia LED e i costi annui derivanti. La stima è eseguita sulla base del costo e della durata di vita di ogni singolo punto luce e quello di tutti i suoi componenti. **Tabella 5** mostra i dati impiegati e il costo totale per singolo punto luce che ne scaturisce.

		Candelabro / braccio / cavo	Fondazione	Armatura LED	Costo totale
A candelabro	Costo medio da nuovo [CHF/pz.]	1'650	1'500	750	<b>3'900</b>
	Durata di vita [anni]	30	60	18 <sup>2)</sup>	-
A parete	Costo medio da nuovo [CHF/pz.]	1'400	-	750	<b>2'150</b>
	Durata di vita [anni]	30	-	18 <sup>2)</sup>	

**Tabella 5:** Stima dei costi e della durata di vita dei punti luce a parete e a candelabro.

Attualmente l'impianto di illuminazione pubblica di Mendrisio è dotato dei punti luce indicati in **Tabella 6**.

Punti mercurio/fluorescenti/luce miscelata	1'020
Punti sodio/risparmio/ioduri metallici	712
Punti LED	1'045
<b>TOTALE</b>	<b>2'777</b>
↳ Di cui a parete	337
↳ Di cui a candelabro	2'440

**Tabella 6:** Stima della situazione attuale al 31.12.2016.

<sup>2</sup> Valore indicativo per armature a LED con durata di vita a 80'000 ore.

Considerando un investimento a nuovo di 2'800 punti luce, di cui 300 a parete e i restanti a candelabro, sono stati calcolati i prezzi di Tabella 7 in considerazione dei dati di Tabella 5.

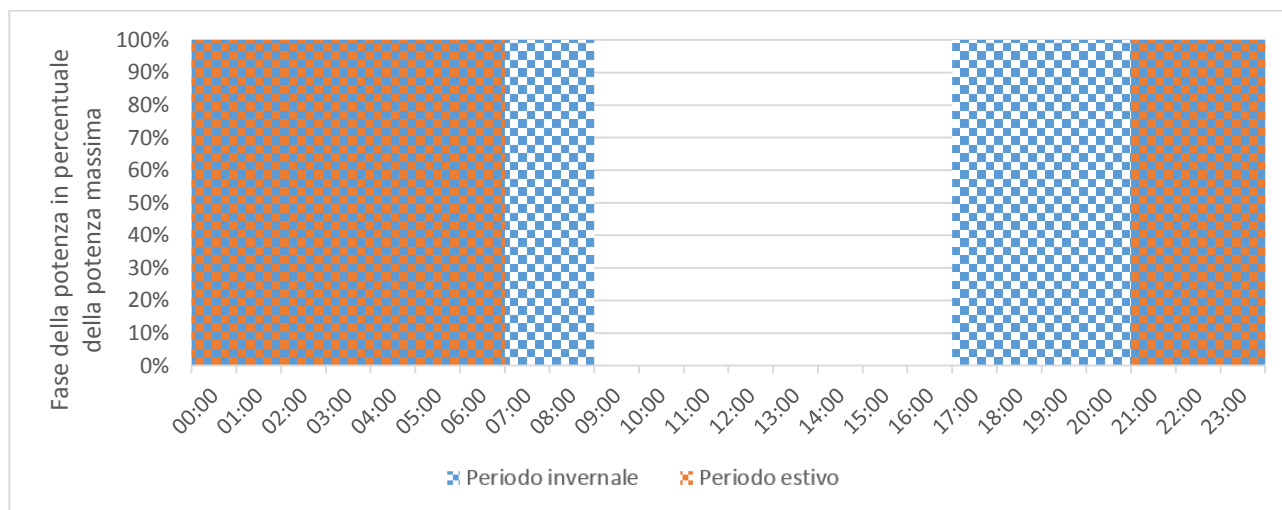
	Investimento a nuovo [CHF]	Necessità di investimento annuo per rinnovo [CHF]	Ammortamento annuo (lineare 4%) [CHF]	Interessi passivi annui (1.5% primo anno) [CHF]
<b>A candelabro</b>				
Candelabri	4'125'000	137'500	5'500	2'063
Basi candelabro	3'750'000	62'500	2'500	938
Armatura LED	1'875'000	104'167	4'167	1'563
<b>A parete</b>				
Braccio	420'000	14'000	560	210
Armatura	225'000	12'500	500	188
<b>Totale</b>	<b>10'395'000</b>	<b>330'667</b>	<b>13'227</b>	<b>4'960</b>

**Tabella 7:** Stima dei costi annui di mantenimento dell'impianto di illuminazione pubblica.

I costi totali annui per il mantenimento ad uno stato ottimale dell'impianto di illuminazione pubblica si attestano quindi a 348'854 CHF.

## 5.5 Risparmio energetico

Le armature al mercurio, fluorescenti e a luce miscelata presenti a Mendrisio verranno gradualmente sostituite con modelli a LED o sodio permettendo un ulteriore risparmio energetico. Di seguito è riportata una stima che considera la sostituzione di tutte queste armature con armature a LED. Le armature al mercurio, fluorescenti e a luce miscelata presenti al 31.12.2016 risultano essere 1'020 con una potenza elettrica complessiva stimata di 129 kW. Considerando gli orari di accensione dell'illuminazione pubblica (indicati in Figura 10) e la riduzione della potenza presente in 49 punti luce risulta un consumo annuo di 602 MWh.

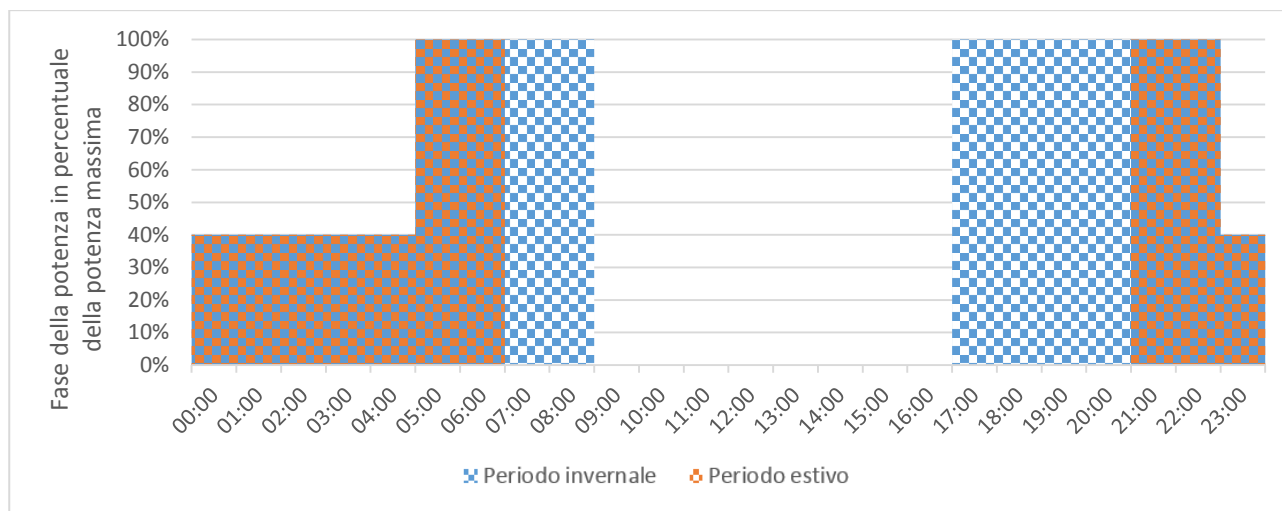


**Figura 10:** Orari di accensione considerati, suddividendo in modo semplificato fra periodo invernale e estivo.

L'efficienza luminosa delle lampade ai vapori di mercurio generalmente si situa al di sotto di 60 lm/Watt, quella delle lampade a LED invece di regola supera i 100 lm/Watt. Si può dunque affermare che la potenza elettrica necessaria per le armature a LED è del ~40-50% inferiore rispetto a quelle al mercurio.

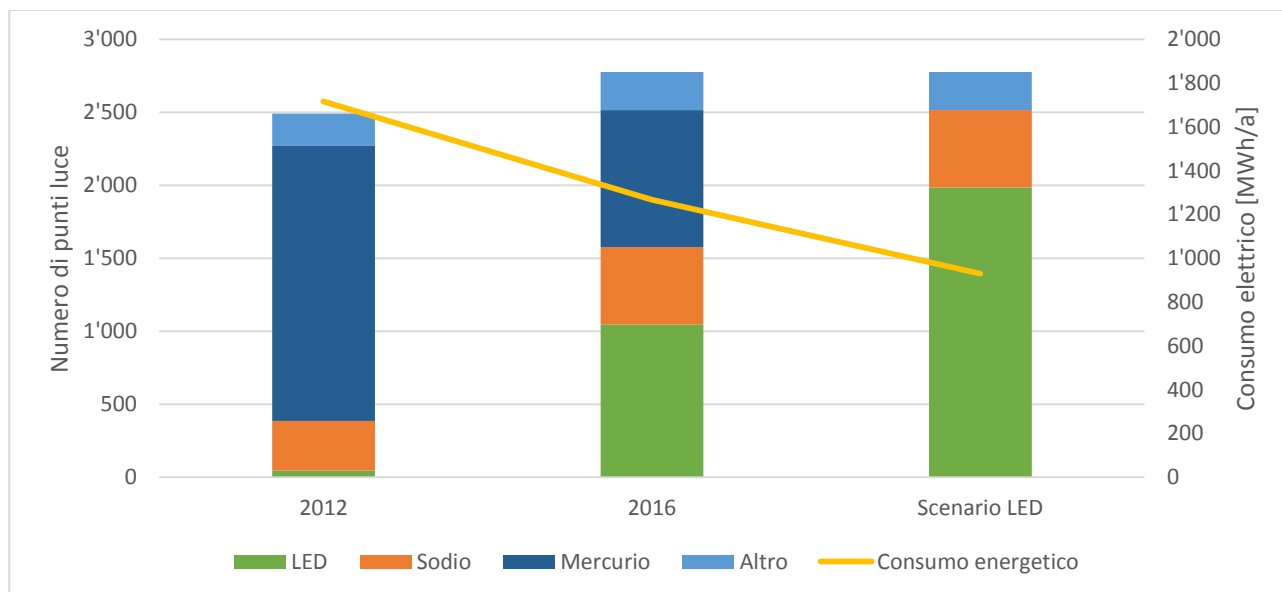
Il LED oltre a risultare più efficiente offre anche maggiori possibilità di regolazione. Nello scenario considerato

è stato ipotizzato il comando dell'illuminazione descritto nel profilo della potenza indicato in Figura 11. La riduzione avviene dalle 23.00 alle 05.00 e la potenza in questa finestra di tempo è impostata ad una quota secondo le norme (stima al 40% di quella massima).



**Figura 11:** Orari di accensione considerati e profilo della potenza dei punti luce LED.

La potenza elettrica delle armature a LED sostitutive, secondo le considerazioni appena elencate, sarebbe quindi pari a 82 kW con dei consumi elettrici annuali di 264 MWh, permettendo un risparmio annuo di 338 MWh.



**Figura 12:** Stima dei consumi energetici tramite la sostituzione delle armature al mercurio con armature LED.

Figura 12 mostra la tecnologia impiegata nei punti luce e il consumo elettrico annuo nel 2012, nel 2016 e nello scenario stimato.

## **Allegati**

**A Proposta modifica Ordinanza municipale concernente la prevenzione dell'inquinamento luminoso**

**B Mappatura zone 30 km/h e zone pedonali**

**C Cartine**

- C1 Lampade
- C2 Lampade al mercurio
- C3 Lampade LED
- C4 Condizioni pali
- C5 Riduzione dell'illuminazione e mezza notte virtuale
- C6 Cabine con riduzione
- C7 Illuminazione monumenti
- C8 Piano delle zone
- C9 Punti luce fuori zona edificabile
- C10 Armature a sfera e progetto pilota

## Indici

### 1. Indice delle immagini

**Figura 1:** Disposizione dei 10 quartieri del Comune di Mendrisio.

**Figura 2:** Evoluzione dell'efficienza luminosa dei principali tipi di lampade. Fonte: SvizzeraEnergia

**Figura 3:** Prescrizioni a livello Europeo valide anche in Svizzera. Fonte: topstreetlight.ch

**Figura 4:** Armatura vecchia con una bassa riflessione della luce a sinistra e armatura nuova a destra. Fonte: topten.ch.

**Figura 5:** Rendimento di differenti armature in funzione dell'indirizzamento del fascio luminoso. Fonte: topten.ch

**Figura 6:** Armatura a sfera con e senza schermatura della luce verso l'alto. Fonte: catalogo.disano.it

**Figura 7:** Rappresentazione della riduzione e dello spegnimento nelle ore notturne.

**Figura 8:** Quota di punti luce presenti nel Comune di Mendrisio suddivisi per tecnologia installata. Fonte: AIM

**Figura 9:** Punti luce con riduzione dell'illuminazione in blu e punti luce senza alcuna riduzione in arancione.

**Figura 10:** Orari di accensione considerati, suddividendo in modo semplificato fra periodo invernale e estivo.

**Figura 11:** Orari di accensione considerati e profilo della potenza dei punti luce LED.

**Figura 12:** Stima dei consumi energetici tramite la sostituzione delle armature al mercurio con armature LED.

### 2. Indice delle tabelle

**Tabella 1:** Parametri di selezione della classe d'illuminamento M contenuti nella regola svizzera SNR 13201-1:2016.

**Tabella 2:** Tecnologia di lampadine impiegate nei quartieri del Comune di Mendrisio. Fonte: AIM

**Tabella 3:** Consumi elettrici totali dei 10 quartieri di Mendrisio dal 2012 al 2016.

**Tabella 4:** Punti luce dedicati all'illuminazione di monumenti, perlopiù chiese.

**Tabella 5:** Stima dei costi e della durata di vita dei punti luce a parete e a candelabro.

**Tabella 6:** Stima della situazione attuale al 31.12.2016.

**Tabella 7:** Stima dei costi annui di mantenimento dell'impianto di illuminazione pubblica.

### 3. Unità di misura

**Lux [lx]** Il lux descrive il flusso luminoso che colpisce una determinata superficie ricevente.

$$[lx] = [lm]/[m^2]$$

**Lumen [lm]** Il lumen descrive il flusso luminoso emesso da una sorgente nello spazio.

$$[lm] = [cd] \cdot [sr]$$

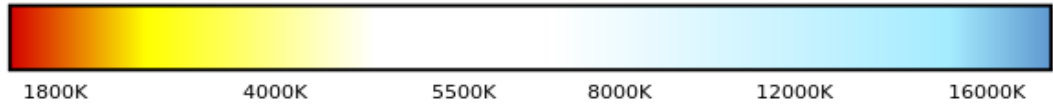
**Candela [cd]** La candela descrive la densità luminosa in una data direzione di una sorgente.

$$[cd] = [lm]/[sr]$$

**Steradiante [sr]** Angolo solido, corrisponde al tridimensionale del radiante.

**Luminanza [cd/m<sup>2</sup>]** È definita dal rapporto tra l'intensità luminosa e l'area apparente della superficie emittente.

**Temperatura di colore [K]** Rappresenta la temperatura che dovrebbe avere un corpo nero affinché la radiazione luminosa emessa da quest'ultimo appaia cromaticamente la più vicina possibile alla radiazione considerata.



- Bianco caldo: < 3'300K
- Bianco neutro: 3'300K – 5'300K
- Bianco freddo: > 5'300K

*Indice di resa cromatica*

L'indice di resa cromatica di una sorgente luminosa indica quanto naturale appaiono gli oggetti da essa illuminati. Una fonte luminosa con una buona resa cromatica ha uno spettro completo di tutte le lunghezze d'onda nel campo visibile.