

# POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale  
in Architettura per il Progetto Sostenibile

Tesi di Laurea Magistrale

## Apparecchi storici di illuminazione tra conservazione ed innovazione tecnologica: il caso di Torino



### Relatore

Prof.ssa Chiara Aghemo

### Correlatori

Prof.ssa Anna Pellegrino  
Arch. Alessandra Paruzzo

### Candidato

Serena Buonacorsi

Febbraio 2018

## INDICE

Introduzione .....	3
Capitolo 1: Evoluzione dell'Illuminazione Pubblica della Città di Torino	
1.1: <i>Dalle Lanterne a Segò al Gas Illuminante</i> .....	5
1.2: <i>L'avvento dell'Elettricità, il Piano Peri e i progetti della prima metà del Novecento</i> .....	8
1.3: <i>Dagli indirizzi del secondo dopoguerra alla redazione del primo Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale</i> .....	13
1.4: <i>Il Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale e il Piano della Luce Decorativa del 2012</i> .....	18
Capitolo 2: Indagine sugli apparecchi storici di illuminazione della città di Torino	
2.1: <i>Introduzione</i> .....	21
2.2: <i>Gli apparecchi storici di illuminazione della città di Torino</i> .....	22
Capitolo 3: Aspetti e problematiche della conversione a LED degli apparecchi storici di illuminazione	
3.1: <i>Aspetto percettivo</i> .....	95
3.2: <i>Aspetto tecnologico</i> .....	98
3.3: <i>Aspetto energetico</i> .....	102
Capitolo 4: Interventi di relamping a LED riguardanti gli impianti storici di illuminazione pubblica di Torino	
4.1: <i>Riqualificazione dei Murazzi del Po</i> .....	107
4.2: <i>Apparecchio storico di illuminazione tipo "Piacentini": restauro conservativo e riqualificazione tecnologica</i> .....	112
4.3: <i>Sperimentazioni sull'apparecchio storico di illuminazione tipo "Santa Teresa con gonnella"</i> ....	114
Capitolo 5: Conversione a LED degli apparecchi storici di illuminazione stile Impero	
5.1: <i>L'apparecchio storico stile Impero</i> .....	117
5.2: <i>Piazza Carlo Emanuele II: quadro esigenziale e obiettivi di progetto</i> .....	121
5.3: <i>Stato di fatto dell'illuminazione pubblica di Piazza Carlo Emanuele II ed ipotesi di progetto</i> ....	128
5.4: <i>Soluzioni per la conversione a LED degli apparecchi storici di illuminazione stile Impero</i> .....	141
5.5: <i>Confronto dei risultati</i> .....	163
Conclusioni.....	173
Allegato A: Quadro normativo	
A.1: <i>Progetto illuminotecnico stradale</i> .....	A.1
A.2: <i>Inquinamento luminoso</i> .....	A.11
Bibliografia	

## INTRODUZIONE

L'illuminazione urbana riveste un ruolo fondamentale nel conferire identità ai luoghi, plasmandone l'immagine notturna e correlando gli elementi che costituiscono l'ambiente costruito. Inizialmente concepita come strumento atto a garantire la sicurezza dell'uomo, la luce artificiale diventa infatti mezzo per la valorizzazione del contesto urbano ed oggetto di progettazione sia quantitativa che qualitativa per il disegno della città illuminata.

La sensibilizzazione verso gli aspetti della sostenibilità in termini di riduzione del consumo energetico, dell'inquinamento luminoso e quindi dell'impatto ambientale dovuto agli impianti di illuminazione pubblica, ha portato negli ultimi anni ad operare verso un efficientamento degli stessi mediante soprattutto l'introduzione dei più performanti sistemi a LED. Tale tipologia di sorgenti presenta numerosi vantaggi che vanno ben oltre il risparmio energetico ottenibile grazie alla riduzione della potenza installata in quanto, a parità di assorbimento, le sorgenti a LED presentano una maggior quantità di flusso luminoso emesso rispetto alle lampade tradizionali. Inoltre la maggior durata di vita si traduce in una minore necessità di manutenzione e l'elevata resa cromatica produce una miglior qualità della luce emessa. Si tende quindi sempre più a progettare i nuovi impianti sfruttando questa tecnologia e, ancor di più, a sostituire i corpi illuminanti presenti con le nuove soluzioni più efficienti. Ne è un esempio il progetto #TorinoaLED, promosso dalla Città di Torino e da IREN Energia, che mira a riqualificare gli impianti di illuminazione pubblica della città sostituendo la totalità degli apparecchi installati con nuovi a LED, ad oggi già attuato su oltre 50'000 corpi illuminanti.

Un particolare ambito di interesse degli interventi di rinnovo degli impianti è rappresentato dalla presenza di armature diffuse già da inizio '900, caratterizzanti l'immagine della città come elementi di arredo urbano dal particolare design consolidato e per tale motivo definiti "storici". Questa accezione indica quindi non solo la loro importanza in quanto apparecchi di illuminazione la cui concezione è riferibile ad un determinato periodo storico, ma anche, e soprattutto, la loro valenza visiva nella percezione diurna e notturna di particolari luoghi simboli della città. In quest'ambito si colloca lo studio del presente lavoro di tesi, redatto con il supporto della sezione "Illuminazione Pubblica" di IREN Energia S.p.A., volto ad indagare gli aspetti dell'adeguamento tecnologico degli apparecchi storici di illuminazione che, seppur orientato verso la limitazione del consumo energetico e dell'impatto ambientale, non può prescindere dal rispetto dell'immagine dell'apparecchio di illuminazione storico stesso e del contesto urbano illuminato.

Viene proposta una prima sezione dedicata alla storia dell'illuminazione pubblica, con l'evoluzione del modo di generare luce e di concepire la sua funzione che ha portato alla progettazione delle armature oggetto di interesse e un focus sugli strumenti di pianificazione. Si passa poi con il capitolo 2 ad indagare i tratti distintivi delle diverse tipologie di apparecchi storici, individuate grazie alla catalogazione riportata dal fascicolo degli apparecchi contenuto nel Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale (PRIC); ne vengono quindi analizzate le caratteristiche tecniche e formali avvalendosi anche di documentazioni archivistiche prodotte dall'AEM Torino, oggi IREN Energia, evidenziando le modifiche apportate già nel corso degli anni al fine di rendere più efficiente il sistema in uso grazie alla disponibilità di nuovi modi di generare luce o di soluzioni tecnologicamente più avanzate. Le stesse vengono successivamente quantificate ed individuate sul territorio nonchè correlate alla classificazione stradale delle aree che vanno ad illuminare; se ne evidenzia infine la connotazione diurna e notturna dell'immagine della città mediante un'ampio racconto fotografico opportunamente prodotto. Nel capitolo 3 si va a porre l'attenzione sui principali aspetti coinvolti negli interventi di adeguamento tec-

nologico degli apparecchi storici, con particolare riferimento agli ambiti legati alla percezione dell'elemento di arredo urbano e dell'ambiente in cui si inserisce, al funzionamento delle diverse soluzioni tecnologiche e alla valutazione energetica. Al capitolo 4 viene proposta un'analisi degli interventi di conversione a LED, già messi in atto su alcune tipologie di apparecchi storici di illuminazione della città di Torino, e la relativa incidenza sulla loro immagine, sottolineando le scelte tecniche e i risvolti in termini di consumo energetico. Grazie alle analisi effettuate è stato possibile sviluppare il progetto di conversione a LED dell'apparecchio storico di illuminazione stile Impero, trattato nel capitolo 5, contestualizzato nell'ambito di piazza Carlo Emanuele II. Individuate le criticità legate all'impianto attualmente in uso in tale area, vengono infatti ipotizzate e messe a confronto diverse soluzioni per migliorarne le prestazioni illuminotecniche in linea con quanto dettato dalla normativa di riferimento (approfondimento affrontato nell'allegato A) ed operare un efficientamento energetico con un approccio basato sul rispetto dell'immagine dell'apparecchio di illuminazione stesso e dell'ambiente in cui si inserisce.

## CAPITOLO 1: EVOLUZIONE DELL'ILLUMINAZIONE PUBBLICA DELLA CITTÀ DI TORINO

### 1.1: DALLE LANTERNE A SEGO AL GAS ILLUMINANTE

La necessità di illuminare le città di notte si manifesta nel XVI secolo come risposta a problemi di pubblica sicurezza: impianti di illuminazione fissa, con lanterne apposte negli edifici agli angoli delle strade, iniziano a sostituire il servizio di noleggio dei porta lanterna precedentemente istituito e reso obbligatorio per chi avesse dovuto avventurarsi di notte per le strade buie delle città.

Il primo impianto di illuminazione pubblica con lanterne dedicate, non facenti più parte degli edifici, nasce nel 1667 a Parigi quando mille lanterne a sego vengono sospese con corde sul centro delle strade.

Pioniera in Italia, sull'esempio della "Ville Lumière", è la città di Torino: nel 1675 "Madama Reale" Maria Giovanna Battista di Savoia-Nemours manifesta l'intenzione di « *tenere lanterne sopra li cantoni accese di notte ad effetto che si potesse camminare per la Città* »<sup>1</sup> cosicché vengono posizionate lanterne a sego su pertiche in legno ancorate ai muri dei palazzi.

Durante il corso del '700 all'illuminazione per la pubblica sicurezza si affianca quella celebrativa degli eventi di casa Reale e delle festività e ricorrenze nei luoghi più rappresentativi della città; questo fino al 1782 quando sotto Re Vittorio Emanuele III viene progettato dall'architetto Dellala di Beinasco un sistema con 625 lanterne alimentate in parte ad olio e in parte a sego che rimangono accese tutto l'anno. Negli anni successivi l'Accademia Reale delle Scienze (istituita nel 1783) conduce sperimentazioni su modifiche da apportare ai componenti degli apparecchi e su materiali combustibili con maggior rendimento.

Quasi parallelamente si sviluppa la ricerca di un nuovo modo per produrre la luce che porta a fine secolo all'avvento del gas illuminante grazie al francese Philippe Lebon e all'inglese William Murdoch, ed alla sua diffusione in molte città europee e statunitensi; questo nuovo sistema ha tuttavia ancora dei limiti legati ad esalazioni maleodoranti e al rischio di esplosioni. Giovanni Antonio Giobert, chimico piemontese membro dell'Accademia Reale delle Scienze dal 1789, discute in un saggio del 1820 "*Notizie intorno la illuminazione a gaz in Inghilterra e viste sulla possibilità di introdurla a Torino*"<sup>2</sup> della eventuale sostituzione del carbon fossile con l'olio o con il catrame vegetale per porre rimedio ai suddetti inconvenienti, aprendo il dibattito sull'introduzione del gas illuminante nel regno di Sardegna.

Corre l'anno 1837 quando l'ingegner Hippolyte Gautier (costruttore, membro dell'Officina del gas di Lione) e l'architetto Francois Reymondon di Grenoble fondano la Società anonima per l'illuminazione a gas della città di Torino con l'approvazione di Carlo Alberto, il quale impone solamente che lo stabilimento venga costruito ad almeno 300 metri dai confini cittadini e che il servizio di illuminazione sia costante giorno e notte: nel 1838 viene così costruita l'officina nella zona di Porta Nuova e dall'anno successivo iniziano i primi esperimenti di distribuzione del gas. I due soci hanno precedentemente illuminato a gas il caffè Gran Corso di piazza Vittorio (1832), denominato poi "caffè del Gaz", dando dimostrazione dell'efficacia del sistema.<sup>3</sup>

L'avvento del gas nell'illuminazione pubblica si ha il 1° ottobre 1846, compleanno di Carlo Alberto, con l'introduzione di 240 fanali nel centro della città ad illuminare via Dora Grossa, piazza Castello,

1 Citato in AGHEMO C., BISTAGNINO L., RONCHETTA C. (a cura di), ARDIZZONE G., BROGLINO M., *Illuminare la città. Sviluppo dell'illuminazione pubblica a Torino: Piani, Realizzazioni, Progetti*, p.19

2 Citato in FERRONE V. (a cura di), *Torino energia*, p. 18

3 DAMERI A., *Tra decoro e progresso: il gas entra in città*, in FERRONE V. (a cura di), *Torino energia*, p. 102

via Po, via Nuova e via Santa Teresa. Tuttavia già nel 1839 gli “Annali universali di statistica” riportano: « abbiamo la compiacenza di poter indicare in questo fascicolo che a Torino la pubblica illuminazione a gas è già attivata, e che la società che ne assunse l’incarico, ne fece in piazza San Carlo, nella Contrada Nuova e di Porta Nuova, non che in vari caffè e fondaci il primo esperimento. Nelle vie le lanterne del gas erano poste in faccia agli antichi fanali per mostrare chiaramente quanto li superino in bellezza e in luce. »<sup>4</sup> E ancora Silvio Pellico in una lettera dello stesso anno: « Il gas ha terminato i suoi affanni, ed è uscito dalle tenebre glorioso come il sole. Alcuni caffè, e tra gli altri il caffè Calosso, sono l’ammirazione del popolo per la magica luce che li abbellisce ».<sup>5</sup> Sono già stati trasformati a gas i 123 fanali a sospensione denominati “Bordier” installati nel 1826 in piazza Castello, piazza S. Giovanni, piazza Carignano, via Doragrossa e nella contrada Nuova, contrada di Po e contrada d’Italia; la diffusione del nuovo sistema di alimentazione prosegue poi tra il 1850 e il 1860 con la soppressione di 170 lampioni ad olio sostituiti con 712 fanali a gas.

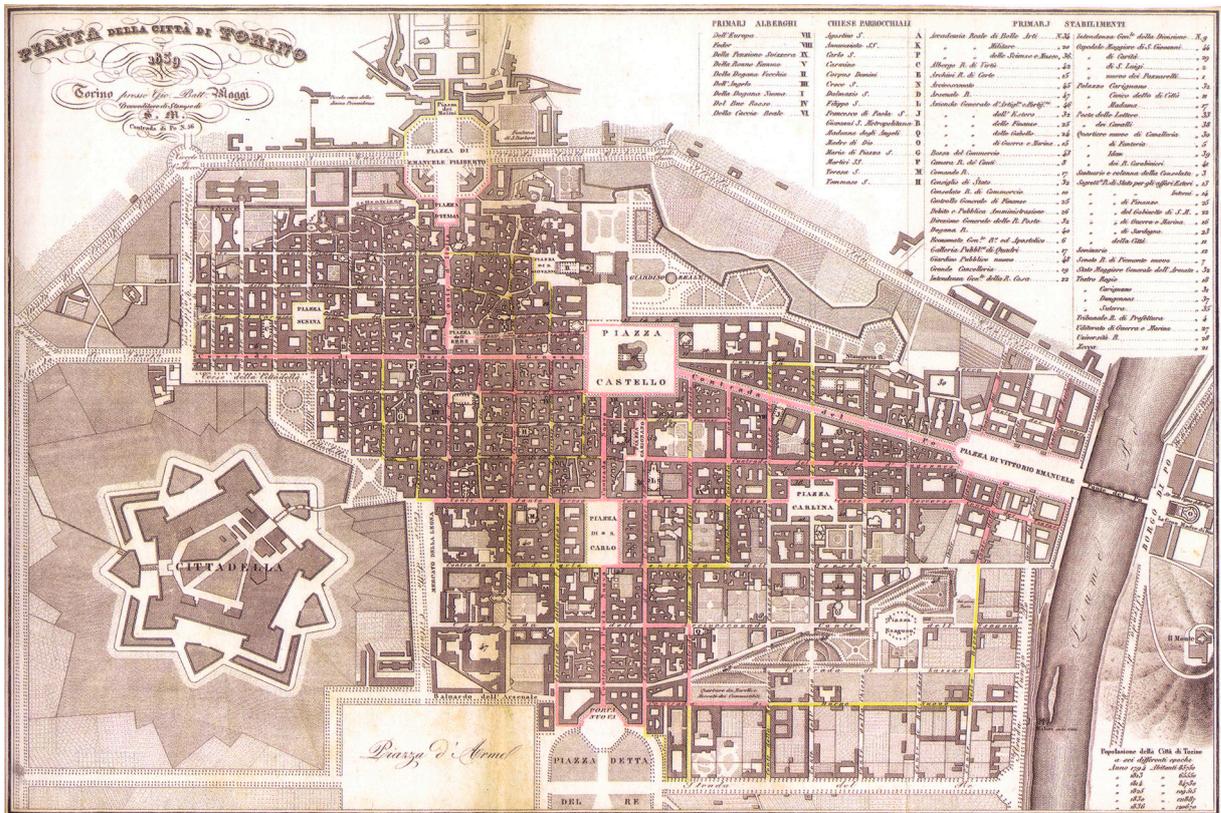


Figura 1.1.1  
 Pianta della Città di Torino con le vie illuminate a gas, 1839  
 (ASCT, *Ragionerie*, 1839, vol. 49, p. 448)  
 in FERRONE V. (a cura di), *Torino Energia*

Il progetto di localizzazione dei fanali Bordier dell’ingegner Barone rappresenta un momento importante nella definizione di diversi modelli di apparecchio illuminante: oltre all’illuminazione di strade e piazze vengono infatti coinvolti per la prima volta i portici, ponendo il problema della progettazione differenziata in base all’ubicazione. Dal 1846 troviamo un’ulteriore delineazione di diverse tipologie di apparecchio: nelle piazze e vie principali vengono impiegati candelabri semplici o a braccio, in cor-

4 Citato in CIARDI M., *Teorie e tecniche dell’energia da Michelotti a Ferraris*, in FERRONE V. (a cura di), *Torino energia*, p. 21  
 5 *Epistolario di Silvio Pellico*, a cura di Guglielmo Stefani, Firenze: Le Monnier, 1856, citato in DAMERI A., *Tra decoro e progresso: il gas entra in città*, in FERRONE V. (a cura di), *Torino energia*, p. 101

rispondenza degli incroci con le vie secondarie si hanno candelabri a braccio di lunghezza variabile ed infine lampioni appesi alle catene delle volte per i portici.

Negli anni a cavallo tra Ottocento e Novecento si manifesta la necessità di regolamentare il sistema di illuminazione urbana, in termini di ubicazione dei corpi illuminanti e di diffusione anche nelle aree di espansione individuate dal Piano d'Ingrandimento della Capitale di Carlo Promis del 1851. Torino è, in questo periodo, sede di numerose Esposizioni dove trovano spazio sperimentazioni sulla ricerca di nuove tecnologie e più in particolare nell'ambito dell'energia elettrica.

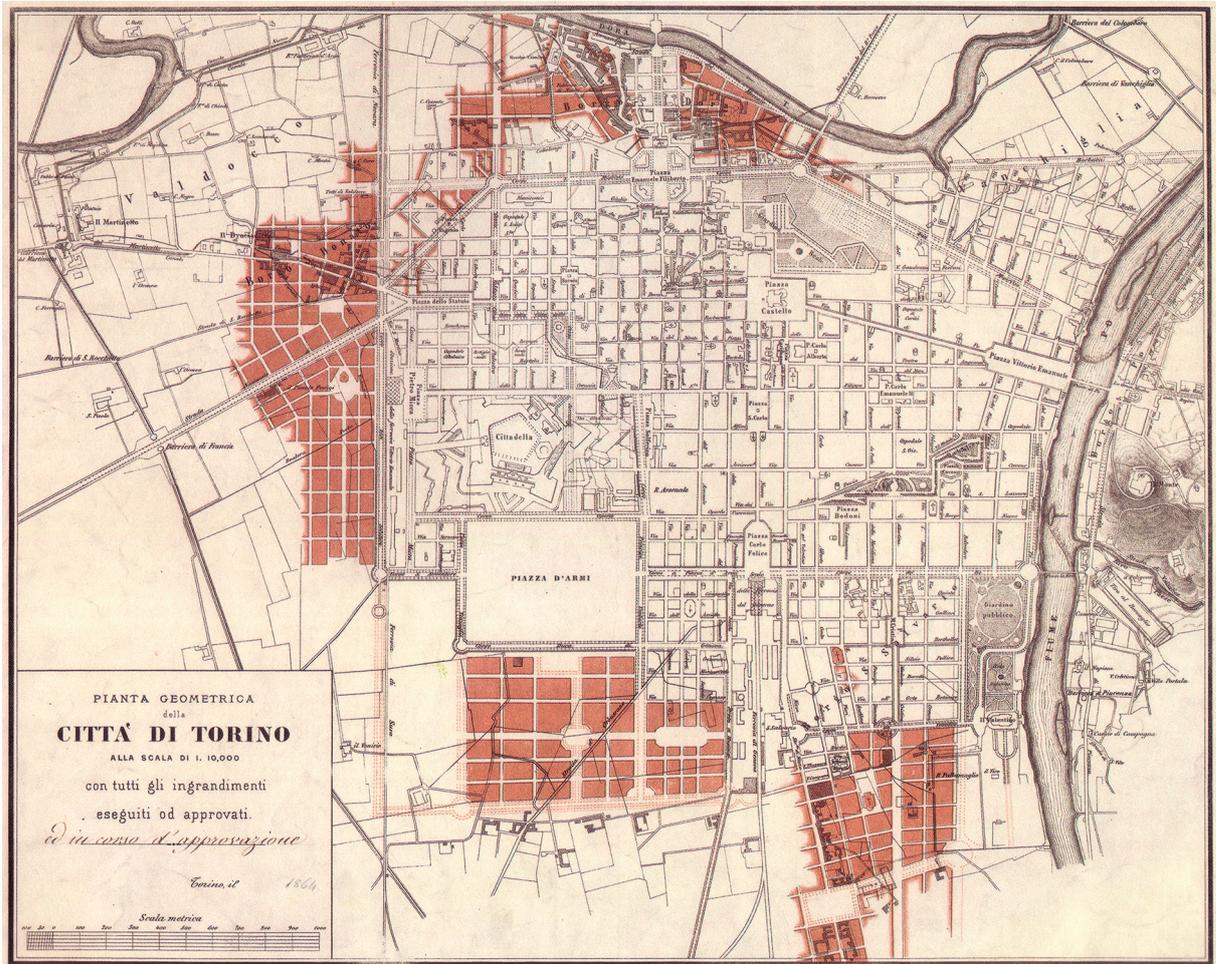


Figura 1.1.2

*Pianta geometrica della Città di Torino con tutti gli ingrandimenti eseguiti ed approvati ed in corso di approvazione, 1864*

(ASCT, *Tipi e disegni*, 64.5.11)

in FERRONE V. (a cura di), *Torino Energia*

Già dal primo decennio dell'Ottocento si hanno i primi risultati nell'utilizzo dell'elettricità ma solo nel 1879 vengono prodotte le prime lampade a filamento incandescente dalla Edison Electric Light Company. Tuttavia il sistema non è ancora efficiente in quanto, come sottolineato da Galileo Ferraris in una conferenza tenutasi lo stesso anno presso il Museo Industriale di Torino, non si trova un filamento in grado di resistere alla temperatura d'incandescenza. Ad Alessandro Cruto, nato a Piossasco il 24 maggio 1847, si deve l'invenzione del filamento di grafite adatto per le lampade ad incandescenza; egli fondò nel 1885 ad Alpignano la prima fabbrica in Italia per la produzione di lampadine elettriche. Lo stabilimento ospita ad oggi l'ecomuseo "Sogno di luce: la lampadina di Alessandro Cruto" che testimonia e celebra gli studi di Cruto e la sua importanza nella storia dell'illuminazione.

## 1.2: L'AVVENTO DELL'ELETTRICITÀ, IL PIANO PERI E I PROGETTI DELLA PRIMA METÀ DEL NOVECENTO

La prima applicazione dell'elettricità per l'illuminazione urbana di Torino si ha nel 1884 con l'utilizzo di 12 lampade ad arco-voltaico da 800 candele in piazza Carlo Felice. Lo stesso anno viene impiegato per la prima volta il sistema ad incandescenza nell'illuminazione del Teatro Regio in occasione dei festeggiamenti dell'Esposizione Nazionale Italiana. Negli anni successivi l'elettricità si diffonde anche in via Po, via Roma, piazza San Carlo e piazza Vittorio Emanuele.



**Figura 1.2.1**

*L'illuminazione del corso Vittorio Emanuele, la sera del 27 aprile, disegno di Ettore Ximenes (ASCT, Collezione Simeom, B 703, pp. 349 e 69), in Torino e l'Esposizione Italiana del 1884*  
in FERRONE V. (a cura di), *Torino Energia*

Tra fine Ottocento e inizio Novecento si vive il decollo industriale della città di Torino; in questo contesto l'amministrazione di Secondo Frola opera verso una municipalizzazione del servizio di produzione e distribuzione dell'energia elettrica, il cui monopolio è finora detenuto dalla Società Piemontese e dalla Società Elettrica Alta Italia. Nel 1903 viene autorizzato l'insediamento di un impianto idroelettrico a Chiomonte « per provvedere direttamente a dare a basso prezzo forza motrice per lo sviluppo della grande e piccola industria ed a risolvere anche in molta parte la questione della pubblica e privata illuminazione »<sup>6</sup>, e nel 1907 viene istituita l'Azienda Elettrica Municipale.

Siamo nel 1914 quando viene approvato il primo progetto di illuminazione pubblica elettrica, redatto in funzione dell'intensità del traffico e dell'importanza degli assi viari, che prevede di sostituire tutti i lampioni a gas con lampade ad arco-voltaico o ad incandescenza. In particolare le lampade ad arco si prevede che vengano impiegate nelle piazze e nei corsi principali, mentre le lampade ad incandescenza sono da destinarsi sotto i portici e nelle strade secondarie. L'attuazione del progetto viene bloccata

6 Citato in MONTANARI G., *Elettricità e architettura nella città industriale, Il primo sviluppo dell'industria idroelettrica pubblica a Torino*, in FERRONE V. (a cura di), *Torino energia*, p. 121

dallo scoppio della prima guerra mondiale.



**Figura 1.2.2**  
Piazza San Carlo di notte, cartolina, 1917 (ASCT, *Nuove acquisizioni*)  
in FERRONE V. (a cura di), *Torino Energia*

Il primo piano organico e globale di illuminazione pubblica elettrica di Torino viene elaborato nel 1919 dall'ingegner Guido Peri, responsabile del Servizio Tecnologico Municipale: si prevede la suddivisione della città in tre fasce concentriche con diversa gerarchia di illuminamento, degradante dal centro verso la periferia, e costante all'interno di esse. Non vengono tantomeno differenziate le sorgenti luminose che, tutte ad incandescenza, vengono impiegate "a forte potenza" con flusso da 6000 a 10000 lumen nella prima fascia, ottenendo livelli di illuminamento tra 2 e 10 lux; lampade da 2000 lumen nella fascia intermedia, con illuminamento tra 0.5 e 2 lux; lampade da 1000 lumen con livelli tra 0.5 e 1 lux nella terza fascia. Allo stesso modo i corpi illuminanti consistono perlopiù nelle armature con corpo in rame e riflettente in ferro tipo "piccola potenza" e si distinguono tra applicazione nella zona centrale o nelle due fasce più esterne solo per la dimensione<sup>7</sup>. Il nuovo assetto viene portato a termine nel 1924 dotando la città di Torino del servizio di illuminazione pubblica più moderno d'Italia. Con l'introduzione dell'elettricità nel sistema di illuminazione pubblica, si assiste alla progressiva sparizione degli addetti all'accensione e spegnimento manuale dei lampioni a gas; nel 1928 viene applicato per la prima volta a Torino il comando centrale di accensione e spegnimento delle lampade<sup>8</sup>. È in questi anni che si inizia a studiare il rapporto che intercorre tra l'apparecchio di illuminazione e il suo inserimento nell'ambiente urbano, nonchè l'adattamento delle soluzioni all'aumento del traffico veicolare e alla conseguente necessità di sicurezza. La concezione dei diversi corpi illuminanti segue

7 JOB A., BROGLINO M., *Note sui piani e progetti nella città di Torino dal 1920 a oggi, 1. Il Piano Peri*, in AGHEMO C., BISTAGNINO L., RONCHETTA C. (a cura di), ARDIZZONE G., BROGLINO M., *Illuminare la città. Sviluppo dell'illuminazione pubblica a Torino: Piani, Realizzazioni, Progetti*, p. 23

8 Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale, Relazione illustrativa, Articolo 1 - cenni storici sull'illuminazione pubblica di Torino

da un lato la riproposizione di modelli preesistenti, dall'altro l'uso di forme di matrice razionalista: tra gli anni Venti e Trenta si diffondono nelle aree centrali quei modelli di armature e sostegni che, in gran parte, troviamo ancora oggi. È il caso delle lanterne "ex gas" o "Settecento" che vengono riproposte su modello delle lanterne ottocentesche a gas, dei "Casanova" in stile liberty, delle lanterne "Impero" su sostegno a cornucopia e dell'armatura "Santa Teresa" nelle versioni "Santa Teresa con



- Zona a 2 + 10 lux
- Zona a 0,5 + 2 lux
- Zona a 0,5 + 1 lux

**Figura 1.2.3**

Divisione in zone illuminotecniche del territorio cittadino fino al 1954, sulla base del Piano dell'ing. Peri (Servizio Tecnologico Municipale), 1919

in AGHEMO C., BISTAGNINO L., RONCHETTA C. (a cura di), ARDIZZONE G., BROGLINO M., *Illuminare la città. Sviluppo dell'illuminazione pubblica a Torino: Piani, Realizzazioni, Progetti*

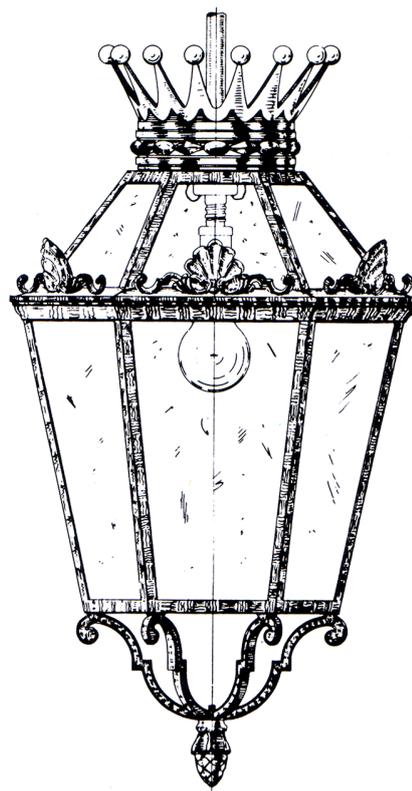
globo America” e “Santa Teresa in gonnella”<sup>9</sup>.

Il progetto più emblematico si inserisce nell'intervento di ricostruzione di via Roma, per la quale inizialmente vengono studiate soluzioni direttamente integrate nell'architettura: come prima ipotesi si propongono luci incassate negli elementi decorativi delle facciate, in secondo luogo viene sperimentato un sistema di illuminazione a scomparsa ma con risultati non soddisfacenti. Il progetto viene indirizzato sulla soluzione che prevede lanterne sospese in chiave agli archi dei nuovi portici, realizzata tra il 1931 e il 1937 e visibile ancora oggi, che consentiva di illuminare in modo diffuso sia la strada, sia i portici, sia le facciate degli edifici, sottolineando le volumetrie delle architetture<sup>10</sup>. Per il tratto di via caratterizzata da modelli architettonici settecenteschi, compresa tra piazza Castello e piazza San Carlo, vengono progettate nel 1933 le lanterne “armatura ornamentale tipo portici” (Figura 1.2.4)



Figura 1.2.5

Lantern “tutta cristallo” realizzata per l'illuminazione di via Roma (ASCT, *Tipi e disegni*, 92.32.1-9) in FERRONE V. (a cura di), *Torino Energia*



DIS. TOMASINI (F 34)

22 NOV. 1933

Figura 1.2.4

“Nuova Armatura Portici”, dis. Tomasini, 22 novembre 1933, Archivio A.E.M.

in AGHEMO C., BISTAGNINO L., RONCHETTA C. (a cura di), ARDIZZONE G., BROGLINO M., *Illuminare la città. Sviluppo dell'illuminazione pubblica a Torino: Piani, Realizzazioni, Progetti*

conosciute come “Settecento grande”. Il secondo tratto che va da Piazza San Carlo a piazza Carlo Felice presenta invece le linee più moderne di stampo razionalista progettate da Marcello Piacentini, per le quali vengono ideati i corpi illuminanti in vetro di forma tronco-piramidale “900” (Figura 1.2.5) detti “Piacentini”, affiancati dalle “Torcia di gala” poste sui fronti delle facciate. Se il Piano Peri prevedeva per la fascia centrale livelli di illuminamento da 2 a 10 lux, per l'intervento di rinnovo degli impianti di via Roma vengono previsti fino a 24 lux sulla sezione carrabile e 30

9 JOB A., BROGLINO M., *Note sui piani e progetti nella città di Torino dal 1920 a oggi*, 2. *Illuminazione e ambiente negli Anni Venti e Trenta*, in AGHEMO C., BISTAGNINO L., RONCHETTA C. (a cura di), ARDIZZONE G., BROGLINO M., *Illuminare la città. Sviluppo dell'illuminazione pubblica a Torino: Piani, Realizzazioni, Progetti*, p. 23

10 MONTANARI G., *Elettricità e architettura nella città industriale, L'illuminazione pubblica e la città della modernità*, in FERRONE V. (a cura di), *Torino energia*, p. 136



**Figura 1.2.6**

Torino. Via Roma, cartoline, 1930 circa (ASCT, Fototeca, cartoline postali)  
in FERRONE V. (a cura di), *Torino Energia*

portata dall'Italia sull'Austria nella prima guerra mondiale) che dalla sommità del colle della Maddalena rischiara il cielo circostante con un fascio di luce intermittente, o la Torre littoria i cui balconi furono illuminati da sorgenti poste lungo il profilo delle solette e dei parapetti<sup>11</sup>. Simbolo di modernizzazione e sviluppo tecnologico, lo scenario notturno diventa elemento di propaganda del regime e ambientazione ideale per le celebrazioni e manifestazioni pubbliche. Con l'imminente scoppio della seconda guerra mondiale si sono rese necessarie azioni di oscuramento della città come prevenzione antiaerea, con lo spegnimento dell'illuminazione pubblica che torna ad accendersi dopo la fine della guerra e la caduta del regime; il primo esperimento avviene nel 1939 quando «La sera del 7 gennaio u.s. esattamente alle 19,45 al segnale delle sirene d'allarme le 20.000 lampade della nostra illuminazione pubblica sono state spente»<sup>12</sup>.

lux nel sotto-portico.

Gli anni della prima metà del Novecento vedono quindi Torino come città d'avanguardia in materia di illuminazione pubblica: studi specifici per le vie e piazze centrali si affiancano ai progetti per i viali alberati (corso Vittorio Emanuele II, corso Francia) e per i principali assi di accesso alla città (corso Giulio Cesare). Si assiste alla realizzazione di monumenti e architetture concepiti per poter essere espressi anche con l'uso della luce elettrica, come il faro della Vittoria (realizzato nel 1928 in commemorazione della vittoria ri-



**Figura 1.2.7**

Le luci notturne di via Roma e della Torre Littoria, Mario Gabino, 1934 (GAM, Fondo Gabino B70/115)  
in FERRONE V. (a cura di), *Torino Energia*

11 MONTANARI G., *Elettricità e architettura nella città industriale, La luce elettrica tra arte e architettura*, in FERRONE V. (a cura di), *Torino energia*, p. 138

12 CHIARELLI G., *L'oscuramento delle luci in caso di guerra*, in "Torino", XIX (1939), n. 1 (gennaio), pp.15-16, Citato in MONTANARI G., *Elettricità e architettura nella città industriale, L'illuminazione pubblica e la città della modernità*, in FERRONE V. (a cura di), *Torino energia*, p. 137

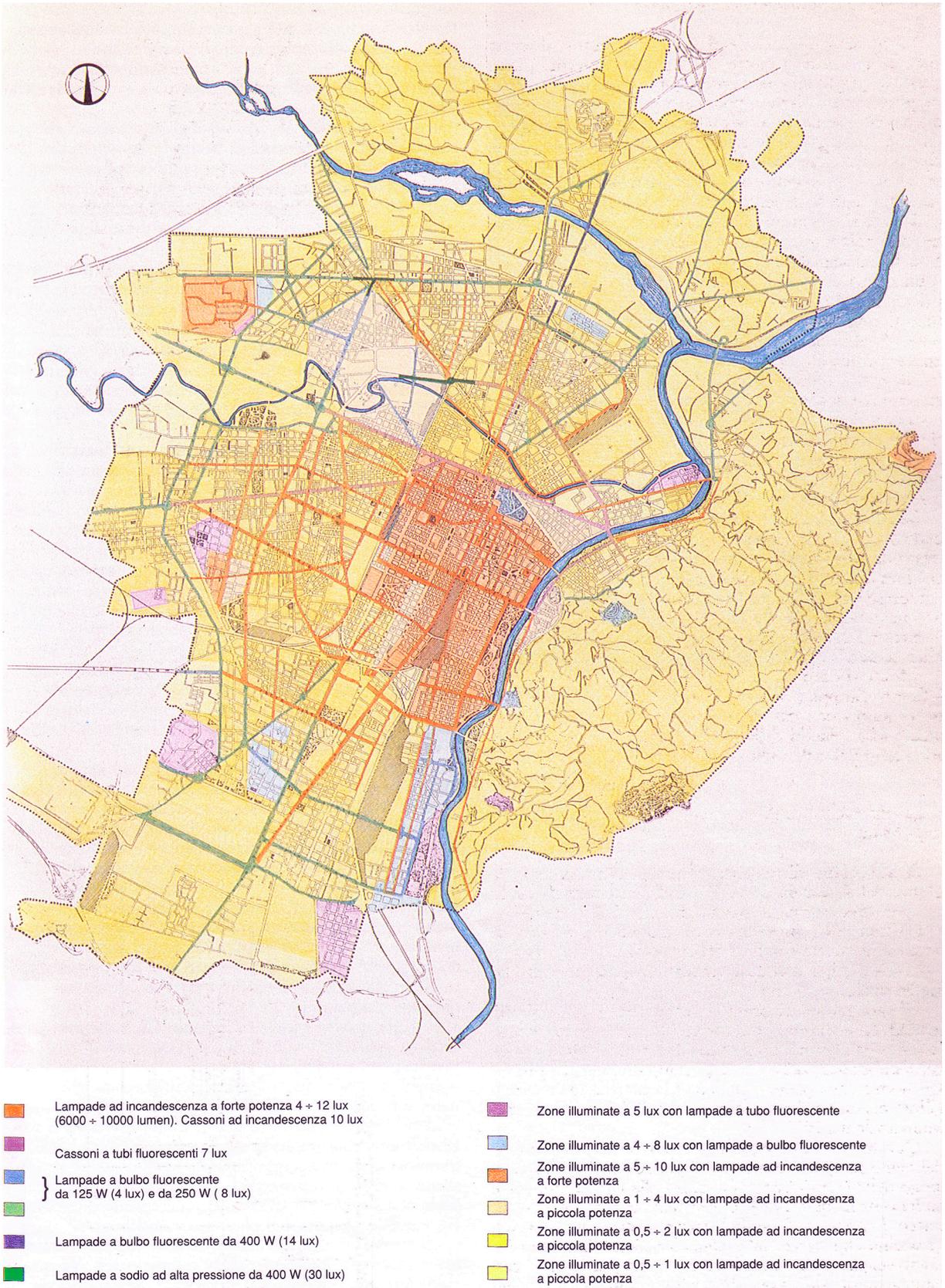
### 1.3: DAGLI INDIRIZZI DEL SECONDO DOPOGUERRA ALLA REDAZIONE DEL PRIMO PIANO REGOLATORE DELL'ILLUMINAZIONE COMUNALE

I primi anni della seconda metà del Novecento sono caratterizzati dall'immissione nel mercato di nuove tipologie di sorgenti, e dalla standardizzazione progettuale dei corpi illuminanti, prodotti industrialmente, con una conseguente perdita di legame con il contesto urbano in cui vanno ad inserirsi. Vengono progressivamente abbandonati i corpi illuminanti con minor rendimento luminoso a favore dell'uso delle nuove sorgenti a scarica nei gas che, impiegate nelle arterie principali, producono un aumento dei livelli di illuminamento. Torino viene definita "nuova Ville lumière" grazie anche al grande impulso dato al miglioramento dell'illuminazione pubblica dalle celebrazioni del primo centenario dell'Unità d'Italia, con la realizzazione dell'area espositiva Italia '61, e dai nuovi insediamenti delle aree di espansione della città; la situazione rilevata nel 1972 (Figura 1.3.1) mostra come in queste ultime aree si raggiungano livelli di illuminamento più alti della media generale (tra i 4 e gli 8 lux) escludendo la zona centrale dove l'uso delle lampade ad incandescenza a forte potenza garantisce livelli di illuminamento tra 5 e 10 lux.

Nel 1973 l'Azienda Elettrica Municipale sviluppa, sulla spinta delle "raccomandazioni" dell'Associazione Italiana di Illuminotecnica e delle "Recommandations internationales pour l'éclairage des voies publiques" della Commission Internationale de l'Eclairage in ottica di un risparmio energetico e della sicurezza pubblica, una Proposta di Piano per l'illuminazione pubblica in Torino. Sino ad ora gli indirizzi risalgono al Piano Peri del 1919; i nuovi criteri prevedono una gerarchizzazione del sistema viario, in funzione del traffico veicolare e del sistema di trasporto pubblico, secondo 4 categorie di assi stradali ai quali corrispondono diversi livelli di illuminamento medio previsti (Figura 1.3.2): categoria A: assi di penetrazione, di tangenza o di scorrimento; categoria B1: assi stradali ordinari, principali; categoria B2: assi stradali ordinari di interesse locale con funzione di accesso agli insediamenti commerciali, direzionali ed industriali; categoria C: assi viari ordinari di interesse locale, interni agli insediamenti residenziali. I corpi illuminanti vengono differenziati sulla base della categoria e della sezione stradale e quindi non ai fini di una valorizzazione dell'ambiente urbano, allo stesso modo si differenziano le tipologie di sorgenti impiegate: si propongono lampade al sodio ad alta pressione per le categorie A e B1 mentre per le categorie B2 e C lampade a vapori di mercurio. La necessaria revisione del sistema di distribuzione di energia elettrica, con la sostituzione del sistema di alimentazione in serie con quello in derivazione, porta a diluire nel tempo l'intervento. Le aree del centro storico non verranno interessate dal processo di rinnovo fino alla metà degli anni '80 (Figura 1.3.3) anche a causa delle problematiche poste dal binomio efficienza luminosa - resa cromatica della sorgente da utilizzare: le lampade ad incandescenza a forte potenza sin ora impiegate garantiscono la miglior resa cromatica, mentre le lampade a vapori di sodio a bassa pressione (al primo posto nella scala dell'efficienza luminosa) hanno una colorazione monocromatica che le rende inutilizzabili in ambito urbano.<sup>13</sup>

---

13 JOB A., BROGLINO M., *Note sui piani e progetti nella città di Torino dal 1920 a oggi*, 4. *La riformulazione di un piano globale per l'illuminazione pubblica*, in AGHEMO C., BISTAGNINO L., RONCHETTA C. (a cura di), ARDIZZONE G., BROGLINO M., *Illuminare la città. Sviluppo dell'illuminazione pubblica a Torino: Piani, Realizzazioni, Progetti*, p. 28-29



**Figura 1.3.1**

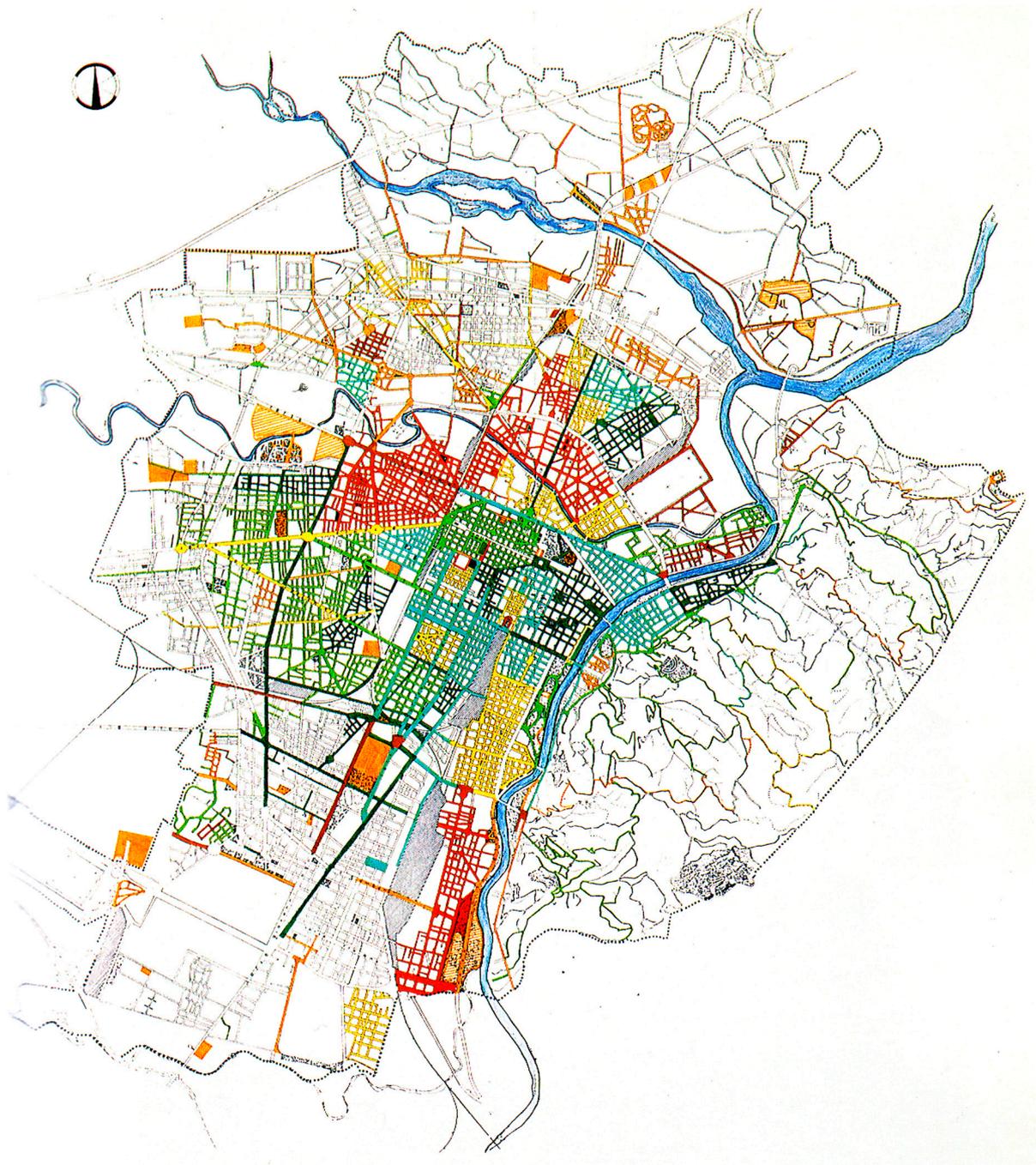
Divisione del territorio in zone illuminotecniche fino al 1972 - Livello di illuminamento nelle arterie principali in AGHEMO C., BISTAGNINO L., RONCHETTA C. (a cura di), ARDIZZONE G., BROGLINO M., *Illuminare la città. Sviluppo dell'illuminazione pubblica a Torino: Piani, Realizzazioni, Progetti*



- Strade con impianti di utilizzazione di classe A  
Livello medio di illuminamento 30 lux
- Strade con impianti di utilizzazione di classe B<sub>1</sub>  
Livello medio di illuminamento 15 lux
- Strade con impianti di utilizzazione di classe B<sub>2</sub>  
Livello di illuminamento 7,5 lux
- Strade con impianti di utilizzazione di classe C  
Livello medio di illuminamento 4 lux

**Figura 1.3.2**

Proposta di piano per l'illuminazione pubblica in Torino, A.E.M., 1973  
 in AGHEMO C., BISTAGNINO L., RONCHETTA C. (a cura di), ARDIZZONE G., BROGLINO M., *Illuminare la città. Sviluppo dell'illuminazione pubblica a Torino: Piani, Realizzazioni, Progetti*



- Impianti già normalizzati al 1985
- Previsioni d'intervento anno 1985
- Previsioni d'intervento anno 1986
- Previsioni d'intervento anno 1987
- Previsioni d'intervento anno 1988
- } Previsioni d'intervento anni 1990-1991
- 

**Figura 1.3.3**

Previsioni di normalizzazione degli impianti tra il 1985 e il 1991, A.E.M.

in AGHEMO C., BISTAGNINO L., RONCHETTA C. (a cura di), ARDIZZONE G., BROGLINO M., *Illuminare la città. Sviluppo dell'illuminazione pubblica a Torino: Piani, Realizzazioni, Progetti*

Su commissione dell'Assessorato all'Arredo Urbano viene svolto il censimento degli arredi su aree campione, "Rilievo Sistemático degli Elementi dell'Arredo Urbano", che evidenzia la varietà di armature, bracci, pali e basi presenti, sia originali sia riprodotti artigianalmente o in serie; gli studi puntuali del 1982 degli architetti Achille Castiglioni e Gianfranco Cavaglia testimoniano la diffusione di 42 tipi di apparecchi illuminanti e 39 sostegni differenti, integrati e consolidati nell'immagine dell'ambiente urbano<sup>14</sup>. Ciò indirizza le proposte progettuali dell'Azienda Energetica Municipale, alla quale viene affidato il servizio di illuminazione pubblica nel 1986, svolte in collaborazione con l'Assessorato all'Arredo Urbano, verso la riproposizione dei corpi illuminanti già presenti, e solo raramente all'uso di nuove armature. Un esempio è rappresentato dal progetto del 1987 per via Monte di Pietà e via Mercanti dove, nell'ambito della ridefinizione dell'impianto di illuminazione, vengono realizzati artigianalmente i corpi illuminanti su modelli delle lanterne a gas "ex gas quadrangolare", conservati nei magazzini comunali.

Su progetto dall'Azienda Energetica Metropolitana, dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris e del Settore Arredo e Immagine Urbana della Città, viene redatto nel 1999 il primo "Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale e dell'Illuminazione Decorativa", nato dall'esigenza di ridisegnare e modellare la città di notte in funzione di una sua valorizzazione e della sicurezza pubblica<sup>15</sup>. Ad esso fanno riferimento gli interventi svolti in occasione delle Olimpiadi Invernali del 2006 che hanno dettato, oltre al potenziamento dell'illuminazione funzionale dei percorsi olimpici, l'esaltazione di piazze e vie dell'area centrale, di palazzi e chiese, di monumenti e dei portici della città.



Figura 1.3.4

Copertina del primo Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale e dell'Illuminazione Decorativa, 1999  
IREN Energia

14 JOB A., BROGLINO M., *Note sui piani e progetti nella città di Torino dal 1920 a oggi*, 4. *La riformulazione di un piano globale per l'illuminazione pubblica*, in AGHEMO C., BISTAGNINO L., RONCHETTA C. (a cura di), ARDIZZONE G., BROGLINO M., *Illuminare la città. Sviluppo dell'illuminazione pubblica a Torino: Piani, Realizzazioni, Progetti*, p. 34

15 Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale, Relazione illustrativa, Articolo 1 - cenni storici sull'illuminazione pubblica di Torino

## 1.4: IL PIANO REGOLATORE DELL'ILLUMINAZIONE COMUNALE E IL PIANO DELLA LUCE DECORATIVA DEL 2012

Nel primo decennio degli anni Duemila si susseguono nuove disposizioni, in termini di prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e al corretto impiego delle risorse energetiche, che mettono in evidenza la necessità di aggiornare gli strumenti di pianificazione degli impianti di illuminazione pubblica. In adeguamento anche al Piano Urbano del Traffico (PUT, 2001) e al Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS, 2010) della città di Torino e alle norme UNI 11248 e UNI EN 13201 in materia di illuminazione stradale, vengono redatti i nuovi "Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale" (P.R.I.C.) e "Piano della Luce Decorativa" (P.L.D.), approvati con deliberazione del consiglio comunale nel gennaio del 2012 e ancora attualmente in vigore.<sup>16</sup>

### 1.4.1: Il Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale

Il Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale (P.R.I.C.) è uno strumento di pianificazione che ha come carattere preminente l'unitarietà progettuale sul territorio comunale degli impianti di illuminazione pubblica mediante la definizione di requisiti, vincoli e prescrizioni.

Costituito da elaborati tecnici e grafici il Piano si compone di:

- Relazione illustrativa, dove vengono esposte le basi sulle quali viene redatto il PRIC e i criteri per la stesura, l'analisi dello stato attuale degli impianti, oltre che indicata la normativa illuminotecnica di riferimento;
- Norme di attuazione, danno una definizione del PRIC e delineano le modalità di attuazione, con indicazione della normativa di riferimento e definizione di requisiti illuminotecnici, vincoli e prescrizioni, nonché indicazioni sulle tipologie di impianti di illuminazione pubblica e i relativi apparecchi, sorgenti e sostegni;
- Fascicolo degli apparecchi di illuminazione presenti sul territorio comunale al momento della stesura del PRIC;
- Elaborati grafici, tavole che fotografano lo stato attuale e tavole di progetto.

Le Norme di attuazione delineano tre diverse tipologie di azione progettuale che si distinguono in: progetti di percorso, per le strade di grande viabilità; progetti di area, con individuazione della Zona Urbana Centrale Storica e delle Zone

Urbane Storico Ambientali del Piano Regolatore Generale Comunale e delle principali aree verdi; ed infine progetti puntuali per l'illuminazione di particolari ambiti urbani e di emergenze architettoniche



Figura 1.4.1  
Copertina del PRIC  
IREN Energia

<sup>16</sup> Deliberazione del consiglio comunale 16 gennaio 2012

e/o ambientali per i quali viene effettuata un'analisi nel Piano della Luce Decorativa.<sup>17</sup>

Nella classificazione delle strade vengono individuate due gerarchie viarie in aggiunta a quelle indicate dal PUMS: la classe “portici”, da distinguere dagli altri percorsi pedonali, e la classe “strade collinari”; vengono quindi definiti i relativi requisiti illuminotecnici riferiti alla classificazione illuminotecnica stradale delle UNI EN 13201-2:2004 e UNI 11248:2007.

Tra gli obiettivi presentati in sede di Consiglio Comunale per l'approvazione del Piano, oltre ad illuminare correttamente e in maniera funzionale la città dando forma e valorizzandone l'immagine notturna, alla programmazione del rinnovo degli impianti, il contenimento dell'inquinamento luminoso e il risparmio energetico appare la “conservazione, in ambiti particolari, di supporti ed apparecchi di illuminazione storici e/o tipici della Città”.<sup>18</sup> A tal proposito, nei criteri di progettazione dei nuovi interventi di area e di percorso contenuti nelle Norme di attuazione, viene prescritto l'utilizzo di apparecchi di tipo storico tipici della Città di Torino per i progetti rientranti nella Zona Urbana Centrale Storica e nelle Zone Urbane Storico Ambientali del Piano Regolatore Generale Comunale. In relazione all'ambito di installazione e alla funzione vengono inoltre fornite indicazioni per la tipologia di sorgente da impiegare, in termini di colore della luce e resa cromatica. In particolare nella Z.U.C.S. e nelle Z.U.S.A. si predilige l'uso di luce bianca con temperatura di colore correlata di 3000K, atta a garantire un'adeguata resa cromatica e miglior comfort visivo.

In materia di inquinamento luminoso si evidenzia che, in base alle “Linee Guida per la limitazione dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico”, il territorio della Città di Torino risulta compreso in parte in zona 1 (Siti Natura 2000) e in parte in zona 2. A queste corrispondono i valori massimi ammissibili di  $R_n$  definiti dalla UNI 10819 pari all'1% per la zona 1 e al 5% per la zona 2. A ciascuna tipologia di impianto è stato associato un valore di  $R_n$  a seguito di un'analisi dell'incidenza di ognuna sull'emissione di flusso luminoso verso l'alto, il valor medio rappresenta il rapporto di emissione superiore dell'intera città, così come indicato nelle “Linee guida della Provincia di Torino per l'applicazione della L.R. 31/2000”. Al momento della redazione del PRIC il rapporto medio di emissione superiore risultava pari a circa il 4,7% con una riduzione prevista intorno al 2,7% al termine del rinnovo degli impianti. Il metodo di calcolo di  $R_n$  consente di operare scelte progettuali più flessibili e adatte al contesto storico e monumentale della città di Torino, quali l'utilizzo di apparecchi di illuminazione tipici della Città negli ambiti della Z.U.C.S e delle Z.U.S.A. suesposti.

#### **1.4.2: Il Piano della Luce Decorativa**

Così come il PRIC anche il Piano della Luce Decorativa rappresenta uno strumento di pianificazione unitario ed esteso a tutto il territorio comunale, questo è volto a regolamentare gli interventi di illuminazione decorativa mediante indicazioni tecniche e formali.

L'attuazione avviene mediante progetti puntuali con i quali si intende rapportare i monumenti al contesto in cui si collocano, in modo da poter leggere complessivamente l'ambiente urbano notturno; gli obiettivi perseguiti infatti sono<sup>19</sup>:

- la valorizzazione notturna dei beni architettonici e ambientali della città;
- l'individuazione, anche notturna, dei segni di riconoscimento diurno di un'area o di un borgo;
- la fruibilità visiva di luoghi e monumenti di notte, nel massimo rispetto delle loro caratteristiche

---

17 PRIC, Norme di attuazione, articolo 2 - attuazione

18 Deliberazione del consiglio comunale 16 gennaio 2012

19 PLD, Norme di attuazione, articolo 2 - obiettivi

formali e ambientali.

Il progetto dell'illuminazione decorativa non può prescindere da un'analisi delle peculiarità del monumento, dell'architettura e dell'ambiente che li circonda, finalizzata a mettere in risalto i dettagli consentendo la comprensione globale del manufatto senza stravolgerne la lettura diurna. Vista la varietà di ambiti interessati dalla progettazione di impianti di illuminazione decorativa, il PLD fornisce alcune indicazioni generali sulla metodologia di approccio alla progettazione per le principali categorie (vie, piazze e portici; facciate di edifici monumentali; monumenti; architetture religiose; architetture ed edifici di interesse storico/artistico/simbolico; ponti e lungo - fiumi; fontane) e i seguenti criteri generali<sup>20</sup>:

- è praticamente impossibile misurare il fattore di riflessione delle varie superfici che compongono il monumento; occorre quindi effettuare prove preliminari e basare il progetto illuminotecnico sulla stima fotometrica delle varie superfici derivante dalle prove.
- la resa dei colori deve essere adeguata ai materiali ed al colore delle opere da illuminare; la distribuzione spettrale delle sorgenti di luce deve essere scelta accuratamente, quando necessario differenziandola, ma non troppo, rispetto a quella impiegata per edifici adiacenti per evidenziare aspetti cromatici diversi.
- la buona utilizzazione dell'energia è importante anche negli impianti di illuminazione decorativa; è importante installare lampade con la massima efficienza luminosa, non esagerare nei livelli di illuminazione, anche per evitare effetti di macchia luminosa, e contenere il flusso luminoso entro la sagoma dell'opera da illuminare, evitando fenomeni di abbagliamento, pericolosi in presenza di traffico e comunque fastidiosi, e di inquinamento luminoso.

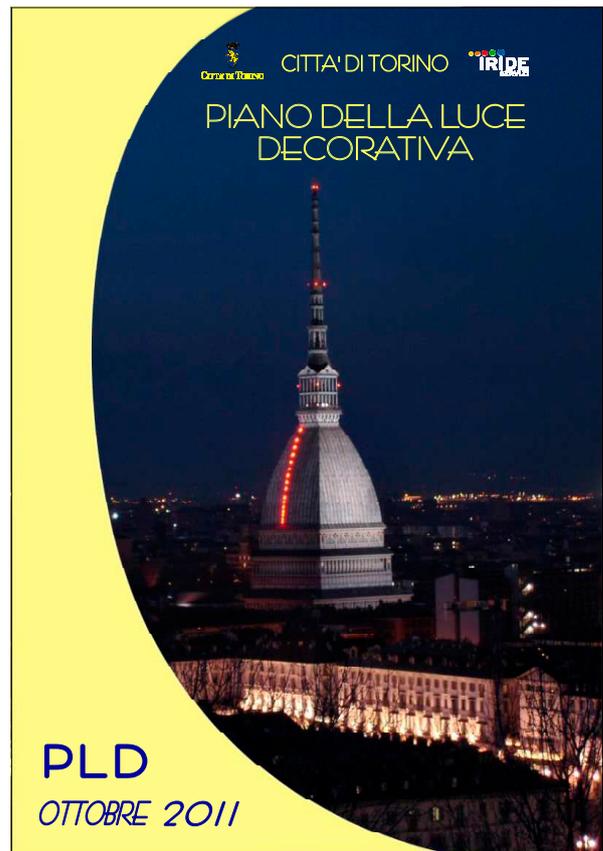


Figura 1.4.2  
Copertina del PLD  
IREN Energia

In riferimento alle emergenze da illuminare viene fornito un elenco dei monumenti e dei luoghi già illuminati, lasciando aperta la possibilità di valorizzare qualsiasi emergenza urbana, descritti tramite schede che contengono indicazioni storiche, cartografiche e fotografiche. I monumenti vengono distinti in due gruppi in base allo stato dell'impianto di illuminazione adottato: il primo include i monumenti con impianto nuovo o di recente realizzazione, progettato e realizzato quindi per valorizzare al meglio l'architettura e la volumetria del manufatto, utilizzando le tecnologie di illuminazione più avanzate; il secondo invece include i monumenti con impianto da rinnovare, da completare e/o da migliorare con le tecniche di illuminazioni più attuali. In quest'ultimo caso, quando possibile, è stata espressa una prima indicazione progettuale di massima.<sup>21</sup>

20 PLD, Relazione illustrativa, 4. Indicazioni progettuali

21 PLD, Relazione illustrativa, 3. Luoghi e monumenti

## CAPITOLO 2: INDAGINE SUGLI APPARECCHI STORICI DI ILLUMINAZIONE DELLA CITTÀ DI TORINO

### 2.1: INTRODUZIONE

Strade, piazze, luoghi simbolo della città di Torino sono ancor oggi caratterizzati dalla presenza di apparecchi di illuminazione storici, la cui valenza non risiede soltanto nella loro “storicità” intesa come riconducibilità ad un determinato periodo storico ma anche e soprattutto al loro consolidamento nell’immagine comune della città. Alcune di queste tipologie di elementi di arredo urbano risalgono agli anni Venti e Trenta del ‘900, quando il rapporto tra apparecchio di illuminazione e ambiente urbano diventa elemento di studio per il disegno dei corpi illuminanti; da un lato vengono riproposti modelli preesistenti, come nel caso degli apparecchi tipo “Settecento”, dall’altro si introducono nuove forme di stampo razionalista, come i “Santa Teresa con gonnella”.

Nel presente capitolo si vanno ad indagare i caratteri distintivi delle singole tipologie di armature storiche, partendo dalla catalogazione riportata nel fascicolo degli apparecchi contenuto nel Piano Regolatore dell’Illuminazione Comunale, descrivendone i tratti formali e le caratteristiche tecniche avvalendosi anche di documentazioni archivistiche prodotte dall’AEM Torino, oggi IREN Energia. Si mettono poi in evidenza gli interventi, a cui sono state sottoposte diverse delle numerose tipologie ancora oggi presenti, operati al fine di rendere più efficiente il sistema in uso grazie alla disponibilità di nuovi modi di generare luce (come il passaggio dall’uso del gas illuminante alle sorgenti ad incandescenza degli apparecchi in stile “Ex Gas”) o nuove soluzioni tecnologicamente più avanzate (sostituzione delle lampade ad incandescenza con sorgenti a scarica nei gas). Le stesse vengono successivamente quantificate ed individuate sul territorio nonchè correlate alla classificazione stradale delle aree che vanno ad illuminare; se ne evidenzia infine la connotazione diurna e notturna dell’immagine della città mediante un’ampio racconto fotografico opportunamente prodotto.

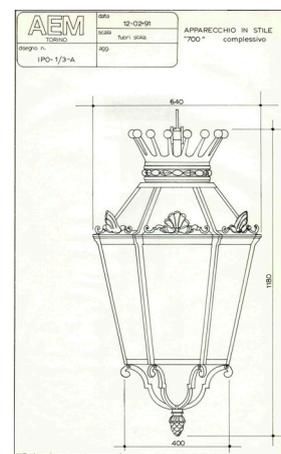
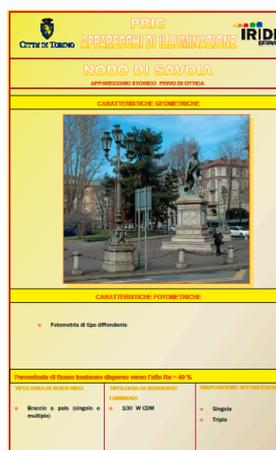


Figura 2.1.1 - Figura 2.1.2

Esempio di scheda estratta dal fascicolo degli apparecchi contenuto nel PRIC e di documentazione archivistica prodotta da AEM Torino, IREN Energia



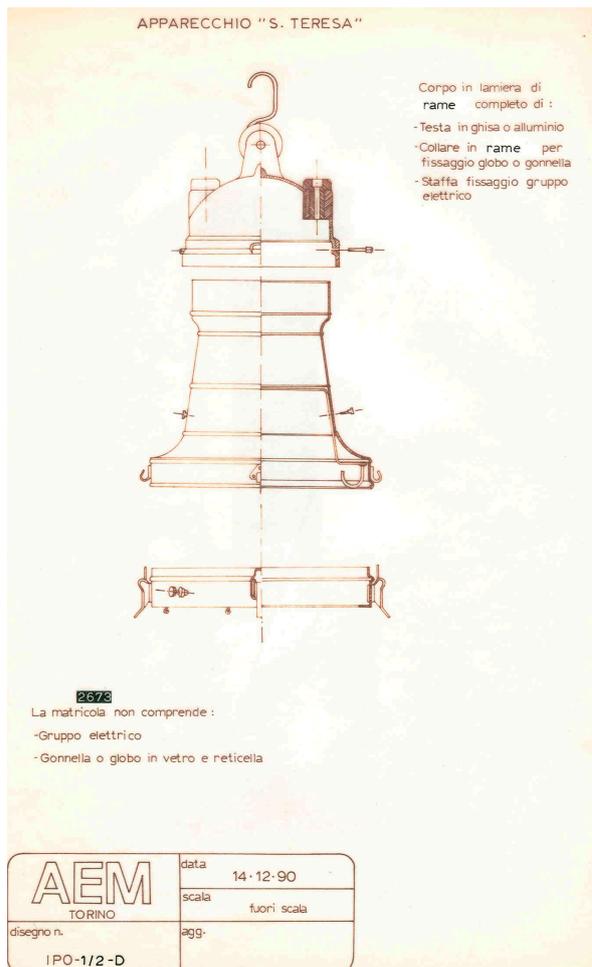
Figura 2.1.3 - Figura 2.1.4

Immagine diurna e notturna dell’apparecchio storico stile “Impero”, piazza Carignano

## 2.2: GLI APPARECCHI STORICI DI ILLUMINAZIONE DELLA CITTÀ DI TORINO

### 2.2.1: Santa Teresa con gonnella

L'apparecchio storico tipo "Santa Teresa" è caratterizzato da un'armatura metallica in fusione di alluminio o bronzo verniciata in colore RAL 6009 (verde abete). Questa consiste in un cappello emisferico, dotato di supporto superiore per il fissaggio al sostegno, a cui è fissato un telaio centrale di forma cilindrica e un anello inferiore ad esso incernierato. Alla struttura descritta, per mezzo del collare inferiore, viene fissata una gonnella in polimetilmetacrilato (PMMA) opale nel caso dell'apparecchio tipo "Santa Teresa con gonnella", o un globo in vetro per l'apparecchio tipo "Santa Teresa con globo America" (che verrà successivamente descritto), così come visibile dalla scheda tecnica prodotta dall'Azienda Energetica Metropolitana di Figura 2.2.1.2.



**Figura 2.2.1.2**  
Apparecchio storico "Santa Teresa"  
Disegno tecnico da scheda AEM



**Figura 2.2.1.1**  
Apparecchio storico "Santa Teresa"  
Disegno da scheda AEM

All'interno della struttura metallica è posto il gruppo elettrico, fissato con una piastra all'anello inferiore, e il portalampada. L'apparecchio viene concepito negli anni Venti-Trenta del Novecento equipaggiato con sorgenti ad incandescenza, vie-



**Figura 2.2.1.3**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con gonnella"  
Installazione su braccio a palo, Parco del Valentino

ne pertanto successivamente modificato con l'aggiunta del gruppo di alimentazione necessario per l'equipaggiamento con le attuali sorgenti a scarica nei gas.

Molto diffuso sul territorio torinese questo apparecchio è installato su tesata, su braccio a palo (sia singolo che doppio) e su braccio a muro.



**Figura 2.2.1.4**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con gonnella"  
Installazione su tesata, Corso Moncalieri



**Figura 2.2.1.5**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con gonnella"  
Installazione su braccio a palo, Via della Basilica

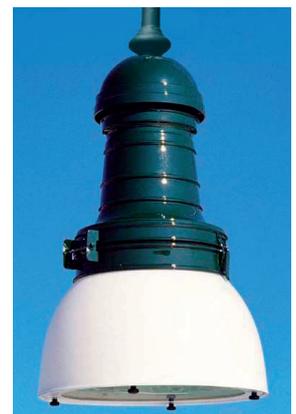
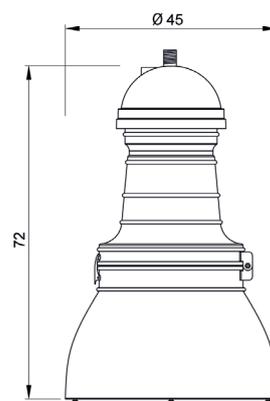


**Figura 2.2.1.6**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con gonnella"  
Installazione su braccio a palo, Via Pietro Egidi



**Figura 2.2.1.7**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con gonnella"  
Installazione su braccio a muro, Lungo Po Armando Diaz

L'apparecchio di illuminazione tipo Santa Teresa con gonnella è stato oggetto di intervento a fine anni '90, da parte dell'azienda Neri, per la realizzazione di una versione con ottica. Questa è stata realizzata in lamiera di alluminio dello spessore di 1 mm ed inserita all'interno della gonnella in PMMA opale, la quale risulta chiusa inferiormente con un vetro piano temprato (IK 08) ancorato alla gonnella per mezzo di un anello in lamiera di alluminio. Per accedere al vano contenente le apparecchiature elettriche, all'interno del telaio cilindrico centrale dell'armatura realizzata totalmente in alluminio, è necessario agire sulla cerniera di ancoraggio della gonnella, mentre la sostituzione della lampada è effettuabile tramite rimozione del vetro di protezione inferiore. L'apparecchio realizzato presenta un grado di protezione,



**Figura 2.2.1.8**  
Schema e fotografia dell'apparecchio Santa Teresa con ottica, Neri

contro il rischio di penetrazione di corpi solidi e sostanze liquide, IP65 ( che corrisponde alla totale protezione contro l'ingresso della polvere e alla protezione contro i getti d'acqua) e una classe II di isolamento elettrico.

L'apparecchio è configurabile con due ottiche diverse a seconda della tipologia di installazione prevista: nel caso in cui venga installato su tesata l'apparecchio viene dotato di ottica con distribuzione fotometrica simmetrica (Figura 2.2.1.14 e Figura 2.2.1.17 a pagina seguente), mentre per il montaggio su braccio a palo/braccio a muro al lato della strada è inseribile una tipologia di ottica con distribuzione fotometrica di tipo asimmetrico (Figura 2.2.1.15, Figura 2.2.1.16 e Figura 2.2.1.18 a pagina seguente).



**Figura 2.2.1.9**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con ottica"  
Installazione su braccio a palo, Ponte Umberto I



**Figura 2.2.1.10**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con ottica"  
Installazione su braccio a muro, Piazza della Repubblica



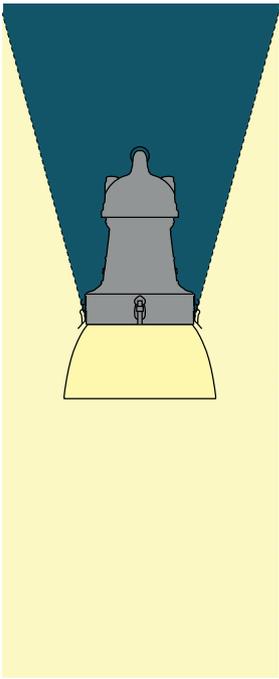
**Figura 2.2.1.11**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con ottica"  
Installazione su braccio a palo, Piazza della Repubblica



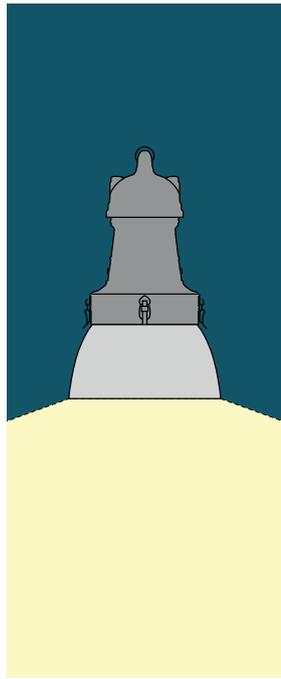
**Figura 2.2.1.12**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con ottica"  
Installazione su braccio a palo, Corso Bolzano

In relazione all'assenza o presenza dell'ottica si registra una diversa percentuale di flusso disperso verso l'alto ( $R_n$ ): risulta assente negli apparecchi con ottica stradale e pari a circa il 20% in quelli con fotometria originale di tipo diffondente.

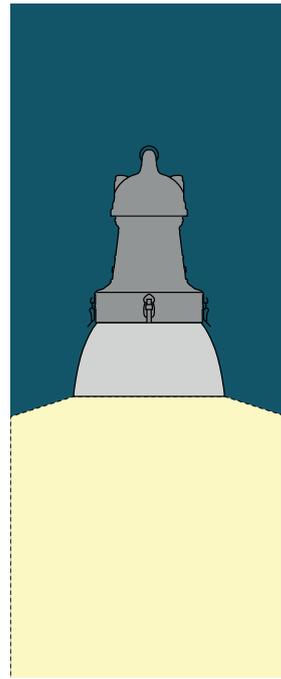
Le tipologie di sorgenti utilizzate attualmente sono a scarica nei gas: le troviamo a vapori di sodio con una potenza di 150W nel caso della versione con ottica e da 100W, 150W e 250W nel caso della versione priva di ottica; a vapori di alogenuri da 70W in entrambe le versioni e da 100W solo nella tipologia stradale; infine la versione senza ottica è presente anche con sorgente a vapori di mercurio da 250W.



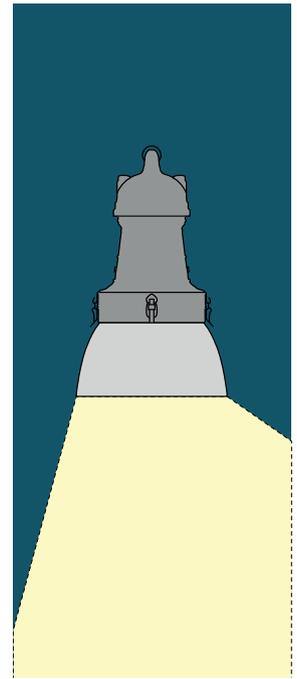
**Figura 2.2.1.13**  
Schema di emissione apparecchio Santa Teresa con gonnella in origine



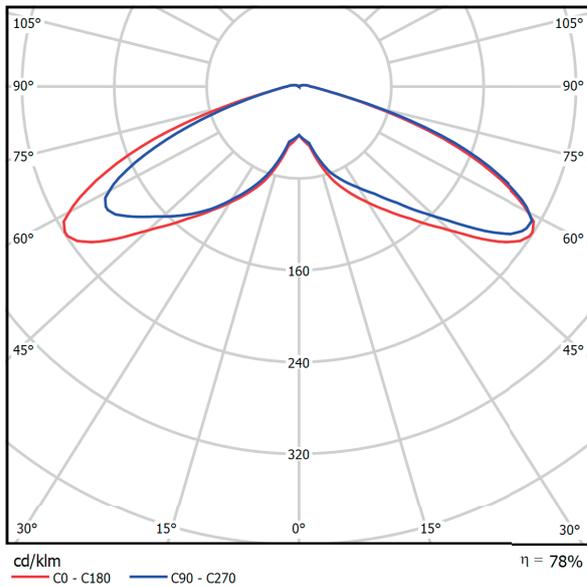
**Figura 2.2.1.14**  
Schema di emissione apparecchio Santa Teresa con ottica, installazione su tesata



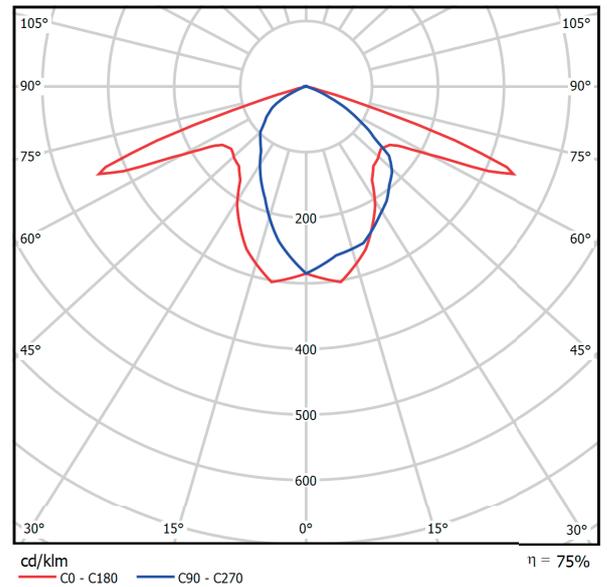
**Figura 2.2.1.15**  
Schema di emissione apparecchio Santa Teresa con ottica, installazione su braccio a palo/muro, sezione longitudinale



**Figura 2.2.1.16**  
Schema di emissione apparecchio Santa Teresa con ottica, installazione su braccio a palo/muro, sezione trasversale

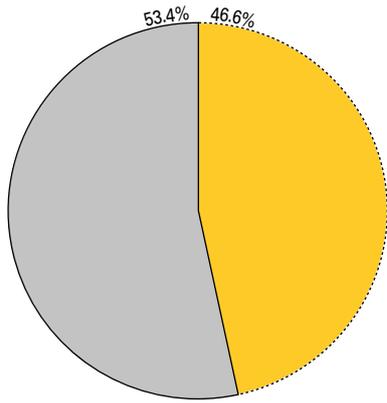


**Figura 2.2.1.17**  
Diagramma polare rappresentante la distribuzione fotometrica dell'apparecchio Santa Teresa con ottica, versione simmetrica per installazione centro strada, Neri



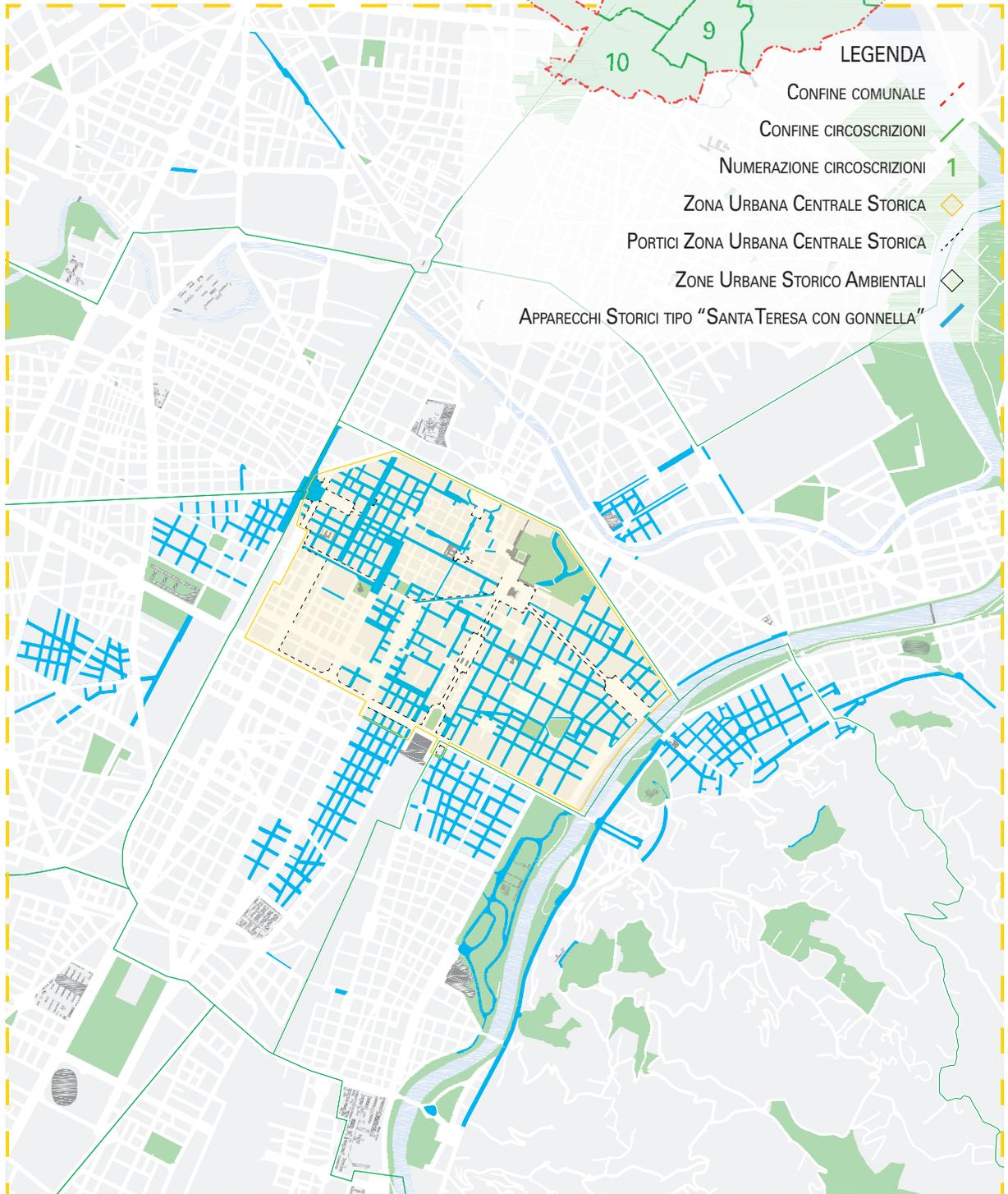
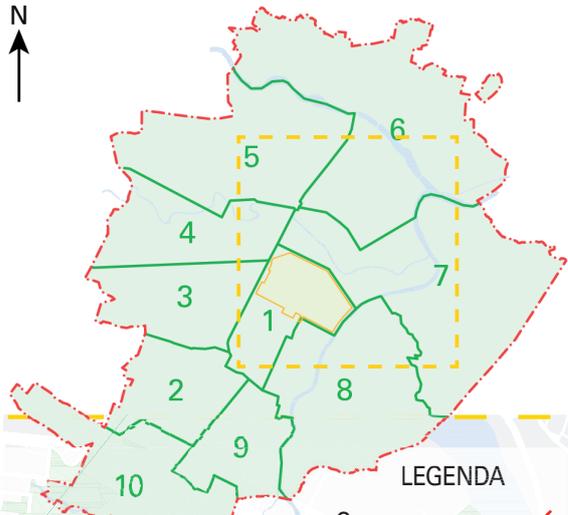
**Figura 2.2.1.18**  
Diagramma polare rappresentante la distribuzione fotometrica dell'apparecchio Santa Teresa con ottica, versione asimmetrica per installazione lato strada, Neri

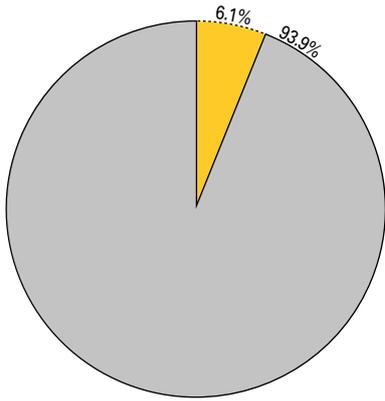
Con circa 5000 elementi distribuiti sul territorio torinese questa tipologia di apparecchio caratterizza vie della Zona Centrale Storica e delle aree limitrofe, aree verdi, strade collinari e aree pedonali.



APPARECCHI STORICI  
SANTA TERESA  
CON GONNELLA

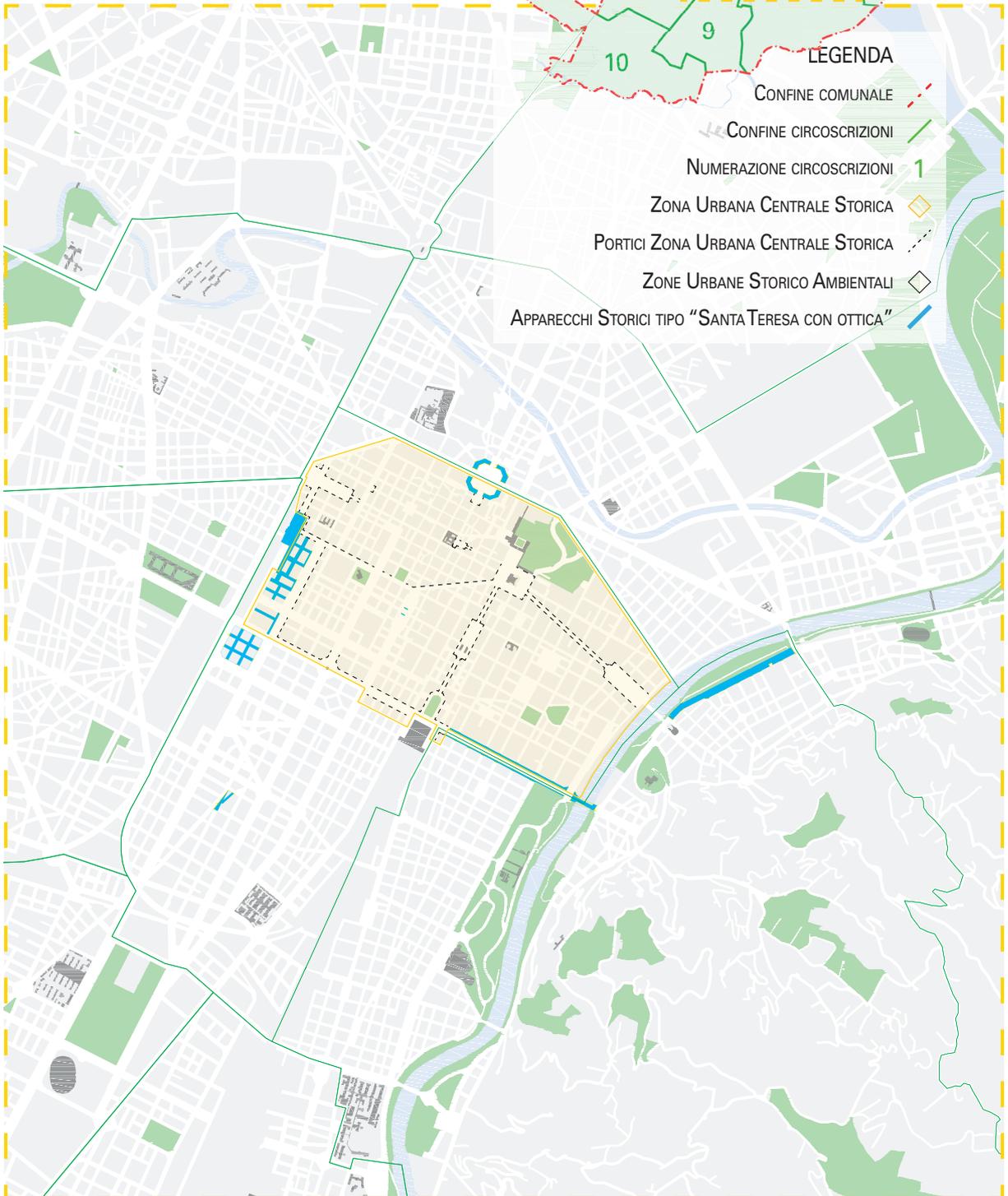
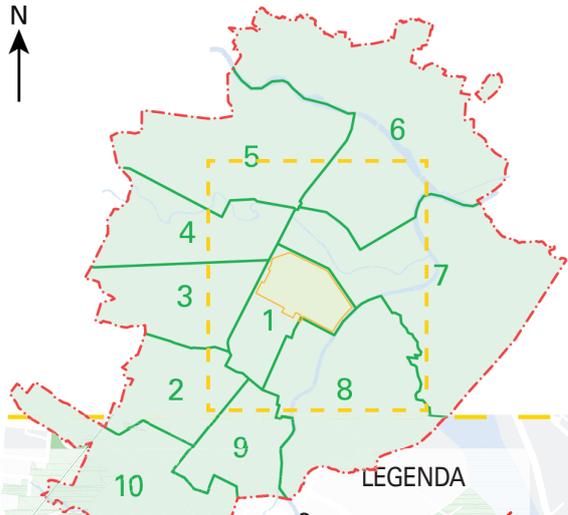
ALTRI APPARECCHI  
STORICI





APPARECCHI STORICI  
SANTA TERESA  
CON OTTICA

ALTRI APPARECCHI  
STORICI



Le fotografie di seguito riportate mostrano l'immagine notturna dell'apparecchio di illuminazione e dell'ambiente in cui si inserisce; in particolare si nota l'elemento diffondente della caratteristica gonnella in PMMA opale e come questa risulti meno evidente nella versione dotata di ottica, nonché l'incidenza sulla percezione del contesto delle diverse distribuzioni fotometriche precedentemente descritte.



**Figura 2.2.1.16**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con gonnella"  
Installazione su tesata, Via Principe Amedeo



**Figura 2.2.1.17**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con gonnella"  
Installazione su braccio a palo doppio, Via Pietro Egidi



**Figura 2.2.1.18**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con gonnella"  
Installazione su braccio a palo, Via Del Carmine



**Figura 2.2.1.19**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con gonnella"  
Installazione su braccio a palo, Parco del Valentino



**Figura 2.2.1.20**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con gonnella"  
Installazione su braccio a muro, Via Bligny



**Figura 2.2.1.21**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con gonnella"  
Installazione su braccio a palo, Salita al C.A.I. Torino



**Figura 2.2.1.22**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con ottica"  
Installazione su tesata, Via Sant'Antonio Da Padova



**Figura 2.2.1.23**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con ottica"  
Installazione su braccio a palo, Via Guicciardini



**Figura 2.2.1.24**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con ottica"  
Installazione su braccio a palo doppio, Piazza della Repubblica



**Figura 2.2.1.25**  
Apparecchio storico "Santa Teresa con ottica"  
Installazione su braccio a muro, Piazza della Repubblica

### Apparecchio storico tipo Santa Teresa con gonnella

Tipologie di supporto	Tesata Braccio a palo singolo e multiplo Braccio a muro
Sorgenti iniziali	A incandescenza
Prima modifica	Inserimento gruppo elettronico per sorgenti a scarica nei gas
Sorgenti a scarica in uso	Vapori di alogenuri da 70 W Vapori di sodio da 100 e 150 W Vapori di mercurio da 250 W
Fotometria versione con sorgenti a scarica	Diffondente
Rn versione con sorgenti a scarica	circa 20%
Consistenza versione con sorgenti a scarica	4.745 apparecchi - 46,6% degli apparecchi storici presenti
Seconda modifica	Produzione di una versione con ottica, Neri - 1999
Sorgenti in uso nella versione con ottica	Vapori di alogenuri da 70 W e 100 W Vapori di sodio da 150 W
Fotometria versione con ottica	Simmetrica stradale per installazione su tesata Asimmetrica stradale per installazione a lato strada
Rn versione con ottica	0%
Consistenza versione con ottica	616 apparecchi - 6,1% degli apparecchi storici presenti

### 2.2.2: Santa Teresa con globo America

Questa tipologia di apparecchio presenta l'armatura metallica in fusione di alluminio o bronzo, verniciata in colore RAL 6009 (verde abete), caratterizzante i corpi illuminanti tipo "Santa Teresa".

La struttura risulta infatti costituita da un cappello emisferico, sul quale si innesta il sistema di fissaggio al supporto, e da un telaio centrale cilindrico con incernierato un collare e un anello in fusione di alluminio. Quest'ultimo funge sia da sistema di ancoraggio che da elemento di protezione per un globo in vetro opale, aperto superiormente con un foro di 250 mm di diametro, che funge da diffusore. Il globo, al quale l'apparecchio deve la sua denominazione di "Santa Teresa con globo America", ha un'altezza di 430 mm e diametro massimo di 380 mm ed è decorato con una retina come da Figura 2.2.2.2.

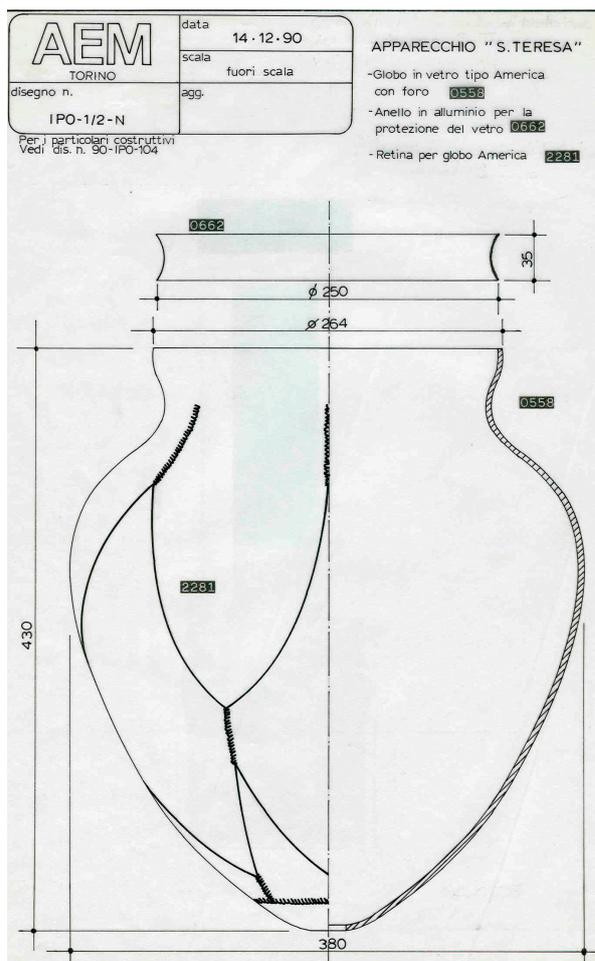


Figura 2.2.2.2

Apparecchio storico "Santa Teresa con globo America"  
Disegno tecnico del globo da scheda AEM

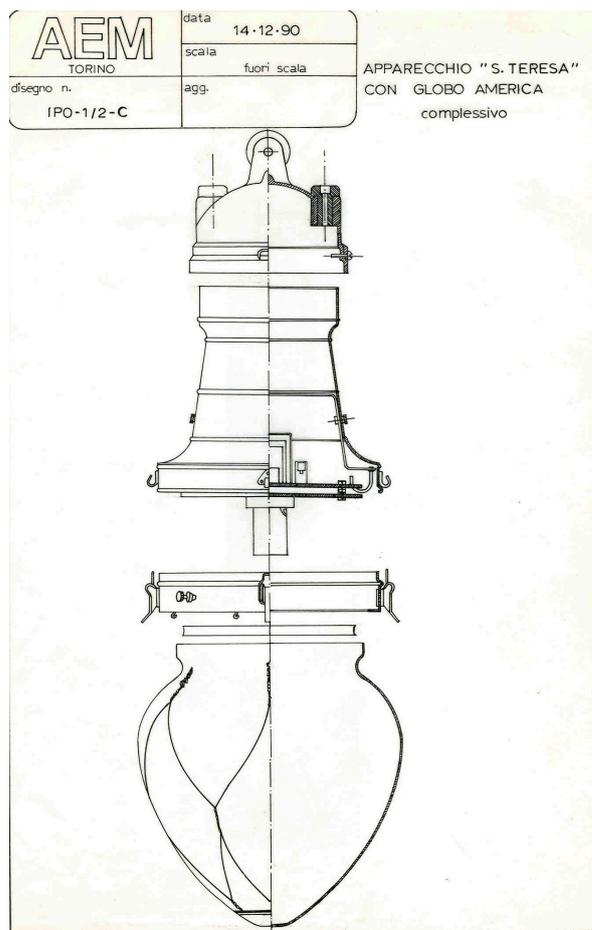


Figura 2.2.2.1

Apparecchio storico "Santa Teresa con globo America"  
Disegno tecnico da scheda AEM



Figura 2.2.2.3

Apparecchio storico "Santa Teresa con globo America" all'e-comuseo "Sogno di luce: la lampadina di Alessandro Cruto"

Il portalampana ed il gruppo elettrico, che come per il Santa Teresa con gonnella è stato inserito per il passaggio dall'uso delle originali sorgenti ad incandescenza alle attuali sorgenti a scarica nei gas, sono ancorati all'anello inferiore per mezzo di una staffa.

Questa tipologia di apparecchio risulta prevalentemente impiegato per l'illuminazione dei portici, installato su tiglia in chiave agli archi (Figura 2.2.2.4), ma lo troviamo installato anche su braccio a muro come visibile in Figura 2.2.2.5.



**Figura 2.2.2.4**

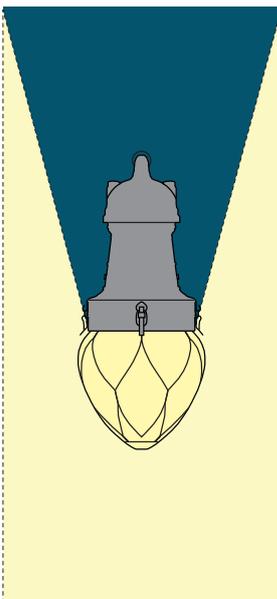
Apparecchio storico "Santa Teresa con globo America"  
Installazione su tiglia, Piazza della Repubblica



**Figura 2.2.2.5**

Apparecchio storico "Santa Teresa con globo America"  
Installazione su tiglia, Piazza della Repubblica

Equipaggiato oggi con sorgenti a scarica nei gas a vapori di alogenuri metallici da 70W e da 100W e a vapori di mercurio da 125W, presenta una distribuzione del flusso luminoso emesso di tipo diffuso, dovuta all'elemento del globo in vetro opale, così come schematizzata in Figura 2.2.2.6. La tipologia di emissione descritta consente l'illuminazione delle arcate dei portici, del passaggio pedonale, di parte della sede stradale adiacente e delle volte del sottoportico. Per l'illuminazione di queste ultime agli apparecchi storici in stile Santa Teresa con globo America vengono affiancati dei proiettori, opportunamente orientati e installati in corrispondenza delle colonne, il cui contributo è evidente nelle immagini seguenti.



**Figura 2.2.2.6**

Schema di emissione apparecchio Santa Teresa con globo America



**Figura 2.2.2.7**

Apparecchio storico "Santa Teresa con globo America"  
Installazione su tiglia, Via Pietro Micca



**Figura 2.2.2.8**

Apparecchio storico "Santa Teresa con globo America"  
Installazione su tigia, Piazza della Repubblica



**Figura 2.2.2.9**

Apparecchio storico "Santa Teresa con globo America"  
Installazione su tigia, Via Cernaia

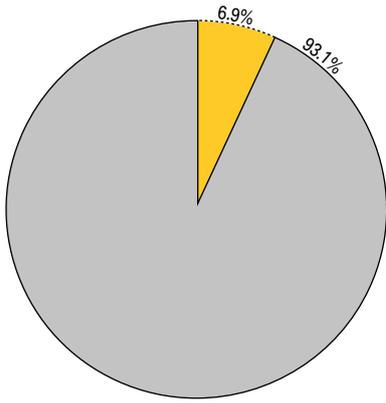


**Figura 2.2.2.10**

Apparecchio storico "Santa Teresa con globo America"  
Installazione su braccio a muro, Piazza della Repubblica

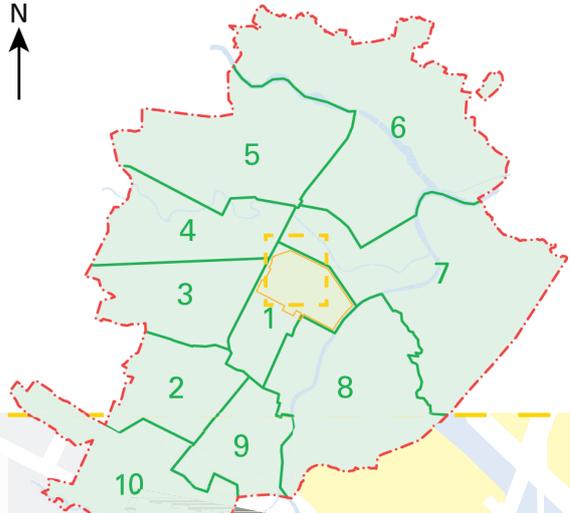
Analizzando la diffusione di questa tipologia di apparecchio di illuminazione sul territorio, con 699 elementi, emerge la sua prevalente presenza nella Zona Urbana Centrale Storica, con particolare evidente caratterizzazione dei portici che da piazza Castello percorrono via Pietro Micca, via Cernaia e corso San Martino fino a raggiungere piazza Statuto.

<b>Apparecchio storico tipo Santa Teresa con globo America</b>	
Tipologie di supporto	Tigia
Sorgenti iniziali	A incandescenza
Modifiche	Inserimento gruppo elettronico per sorgenti a scarica nei gas
Sorgenti in uso	Vapori di alogenuri da 70 W e 100 W Vapori di mercurio da 125 W
Fotometria	Diffondente
Rn	-
Consistenza	700 apparecchi - 6,9% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione	Portici - Strade urbane locali della Zona Urbana Centale Storica (categoria F)



APPARECCHI STORICI  
SANTA TERESA CON  
GLOBO AMERICA

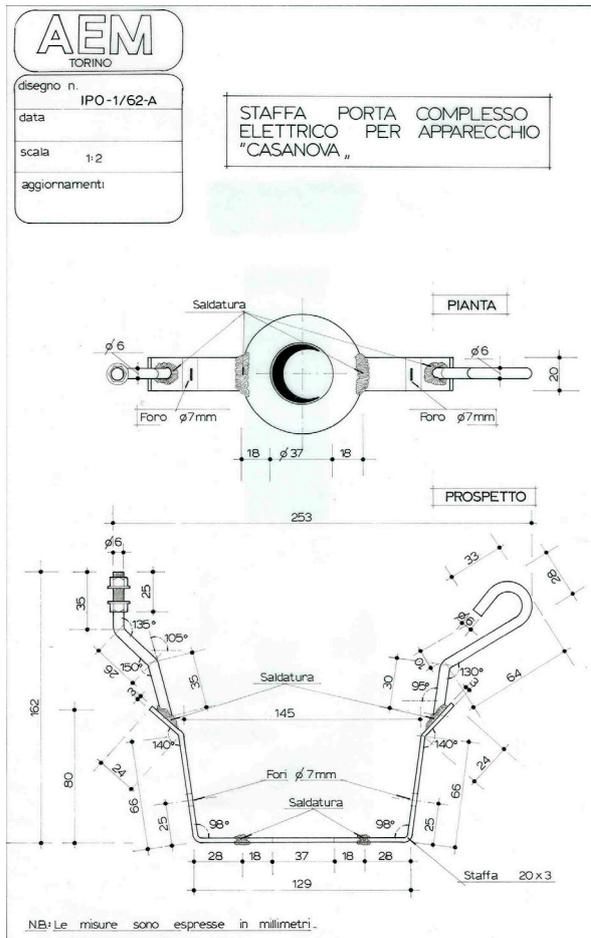
ALTRI APPARECCHI  
STORICI



### 2.2.3: Casanova

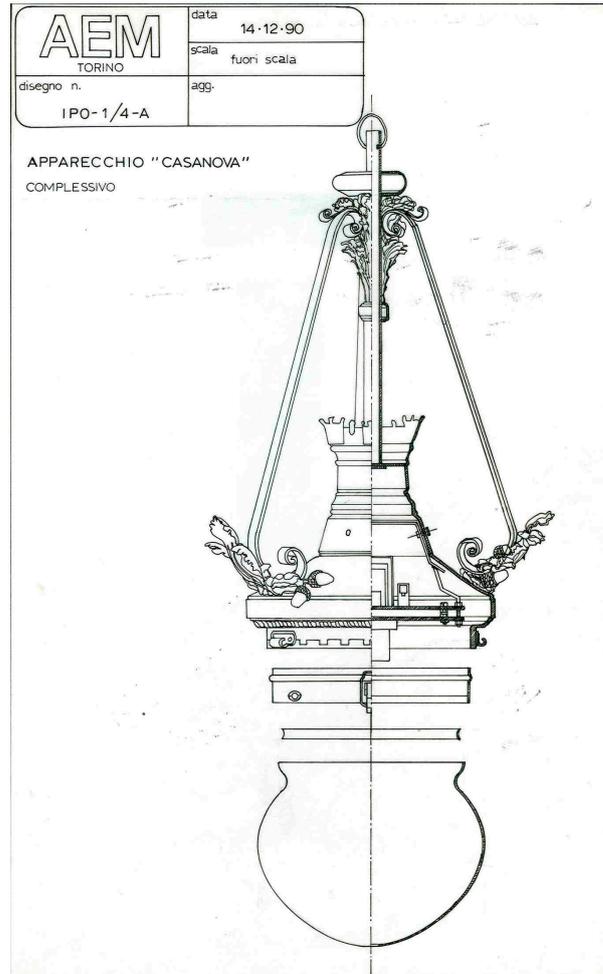
L'apparecchio storico tipo "Casanova", dall'immagine in stile liberty, si compone di una struttura metallica caratterizzata dall'assemblamento di sezioni tronco-coniche con diverso angolo di inclinazione e dalla presenza di tre bracci decorati con foglie di quercia e ghiande in fusione di alluminio. Un collare, anch'esso in alluminio, consente l'aggancio di un globo a goccia in vetro smerigliato del diametro di base di 265 mm e di 270 mm di altezza e del relativo cerchio di protezione (visibile in Figura 2.2.3.2).

Concepito con l'uso di sorgenti ad incandescenza è stato modificato per l'inserimento del complesso elettronico atto all'alimentazione delle sorgenti a scarica nei gas attuali; questo viene alloggiato all'interno della struttura metallica, alla quale viene imbullonata un'apposita staffa di supporto come da disegno tecnico prodotto



**Figura 2.2.3.3**

Staffa per ancoraggio gruppo elettronico  
Disegno tecnico da scheda AEM

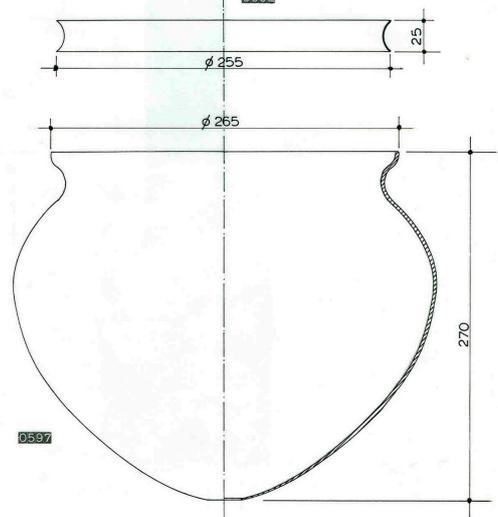


**Figura 2.2.3.1**

Apparecchio storico "Casanova"  
Disegno tecnico da scheda AEM

#### APPARECCHIO "CASANOVA"

- Globo in vetro smerigliato con foro 0597
- Anello in alluminio per la protezione del globo 0662



**Figura 2.2.3.2**

Apparecchio storico "Casanova"  
Disegno tecnico globo da scheda AEM



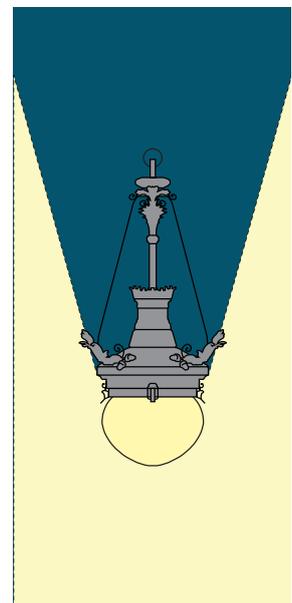
**Figura 2.2.3.4**  
Apparecchio storico "Casanova"  
Installazione su tigia, Corso Vittorio Emanuele II

dall'Azienda Energetica Metropolitana di Figura 2.2.3.3.

Installato a sospensione su tigia si inserisce come corpo illuminante per il sotto-portico e, data la presenza del globo diffusore, presenta una fotometria di tipo diffondente (schematizzata in Figura 2.2.3.6) ed è in uso con sorgenti luminose a vapori di alogenuri nelle potenze da 70W e da 100W. Dalla fotografia notturna si nota come risalti particolarmente il globo e come l'apparecchio illumini sia il suolo sia le verticalità del sotto-portico, nonché parte delle arcate sebbene con il visibile contributo dei proiettori.



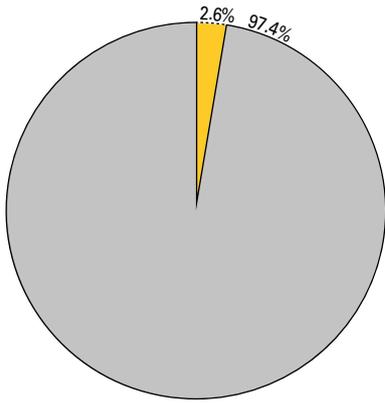
**Figura 2.2.3.5**  
Apparecchio storico "Casanova"  
Installazione su tigia, Corso Vittorio Emanuele II



**Figura 2.2.3.6**  
Schema di emissione apparecchio Casanova

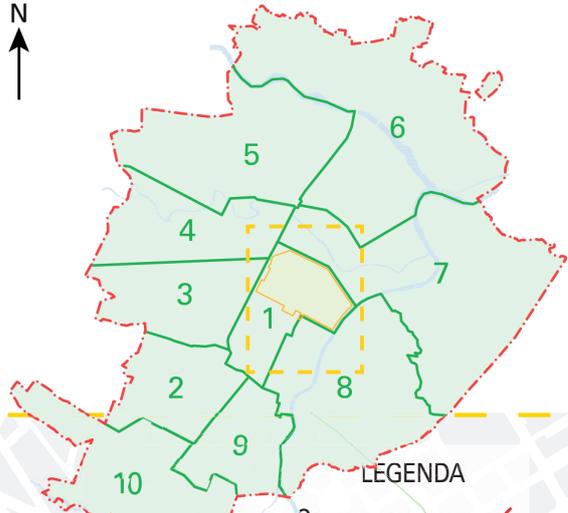
A pagina seguente viene riportata la distribuzione dei 268 elementi presenti, localizzati nella Zona Centrale Storica e nelle limitrofe via Nizza e via Sacchi.

<b>Apparecchio storico tipo Casanova</b>	
Tipologie di supporto	Tigia
Sorgenti iniziali	A incandescenza
Modifiche	Inserimento gruppo elettronico per sorgenti a scarica nei gas
Sorgenti in uso	Vapori di alogenuri da 70 W e 100 W
Fotometria	Diffondente
Rn	-
Consistenza	268 apparecchi - 2,6% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione	Portici



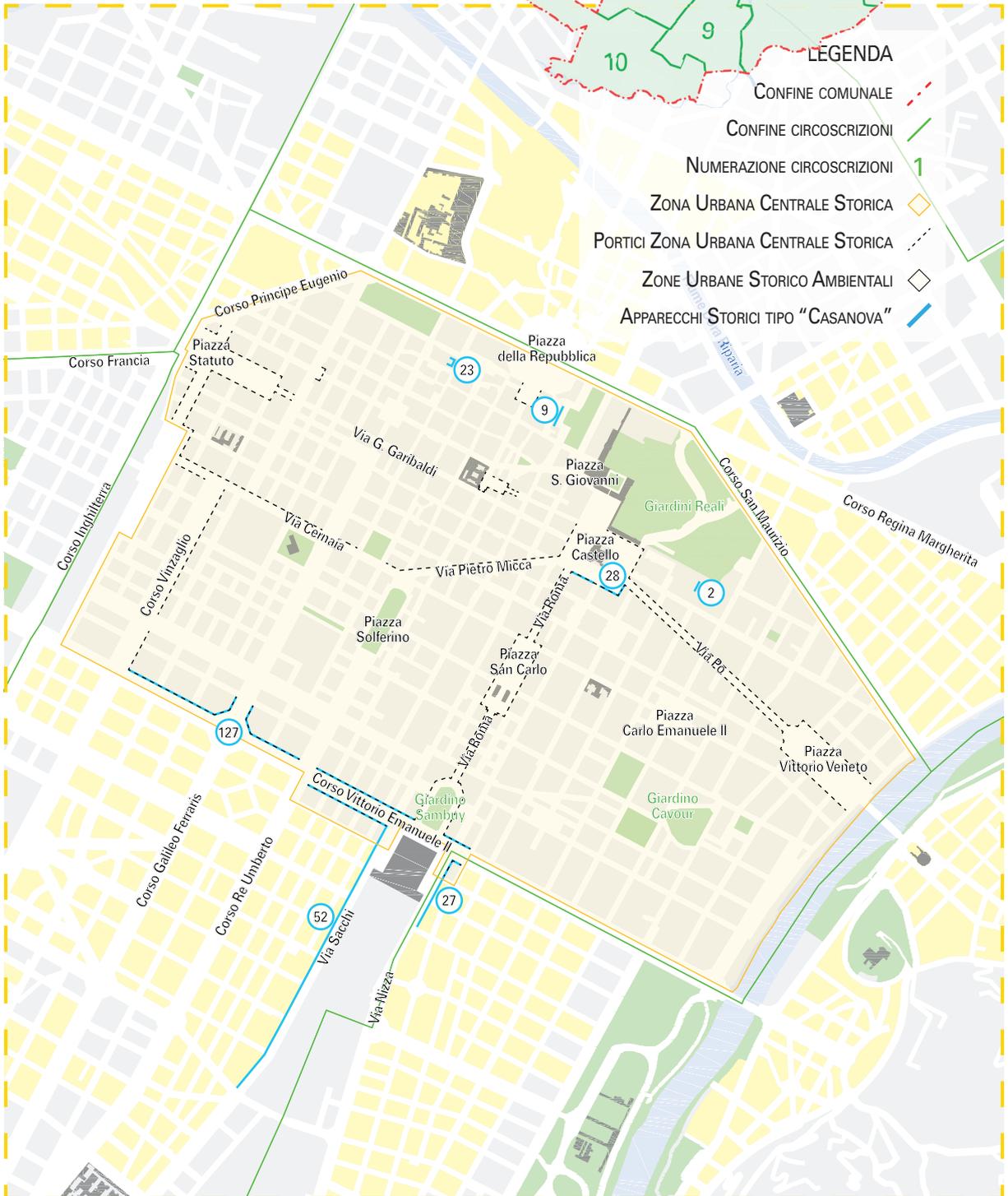
APPARECCHI STORICI CASANOVA

ALTRI APPARECCHI STORICI



LEGENDA

- CONFINE COMUNALE
- CONFINE CIRCOSCRIZIONI
- NUMERAZIONE CIRCOSCRIZIONI
- ZONA URBANA CENTRALE STORICA
- PORTICI ZONA URBANA CENTRALE STORICA
- ZONE URBANE STORICO AMBIENTALI
- APPARECCHI STORICI TIPO "CASANOVA"



## 2.2.4: Impero

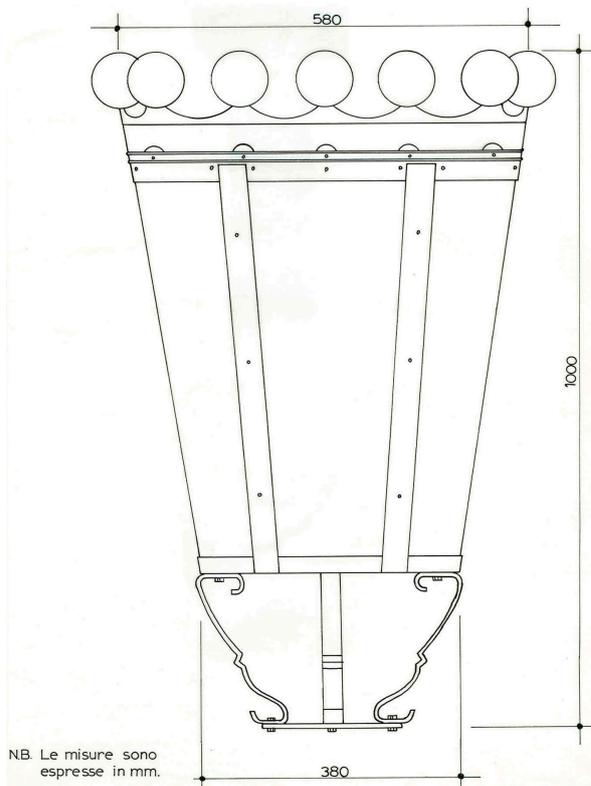
L'apparecchio storico in stile "Impero" si è diffuso nelle principali piazze della città di Torino, a partire dagli anni Venti del 1900, caratterizzando l'immagine con la sua installazione su palo detta "cornucopia" per la presenza di un elemento centrale e altri cinque disposti circolarmente su altrettanti bracci di supporto.



**Figura 2.2.4.1**  
Apparecchio storico "Impero"  
Installazione tipo "Cornucopia", Piazza Carignano

<b>AEM</b> TORINO	data	12-02-91
	scala	1:5
disegno n.	agg.	
IPO - 1/7-A		

APPARECCHIO IN STILE  
"IMPERO"  
complessivo



NB. Le misure sono espresse in mm.

**Figura 2.2.4.3**  
Apparecchio storico "Impero"  
Disegno tecnico da scheda AEM

<b>AEM</b> TORINO	data	05-03-91
	scala	fuori scala
disegno n.	agg.	
IPO - 1/7		

STILE IMPERO



**Figura 2.2.4.2**  
Apparecchio storico "Impero"  
Disegno complessivo da scheda AEM

Il corpo illuminante consiste in una lanterna tronco-conica del diametro massimo superiore di 580 mm e minimo inferiore di 380 mm, costituita da lastre in policarbonato Makrolon curvate con telaio in alluminio verniciato di colore RAL6009 (verde abete). Uno sportello integrato nella lanterna (lastra in policarbonato e telaio in allumi-



**Figura 2.2.4.4**  
Apparecchio storico "Impero"  
Apertura laterale, Giardino Sambuy

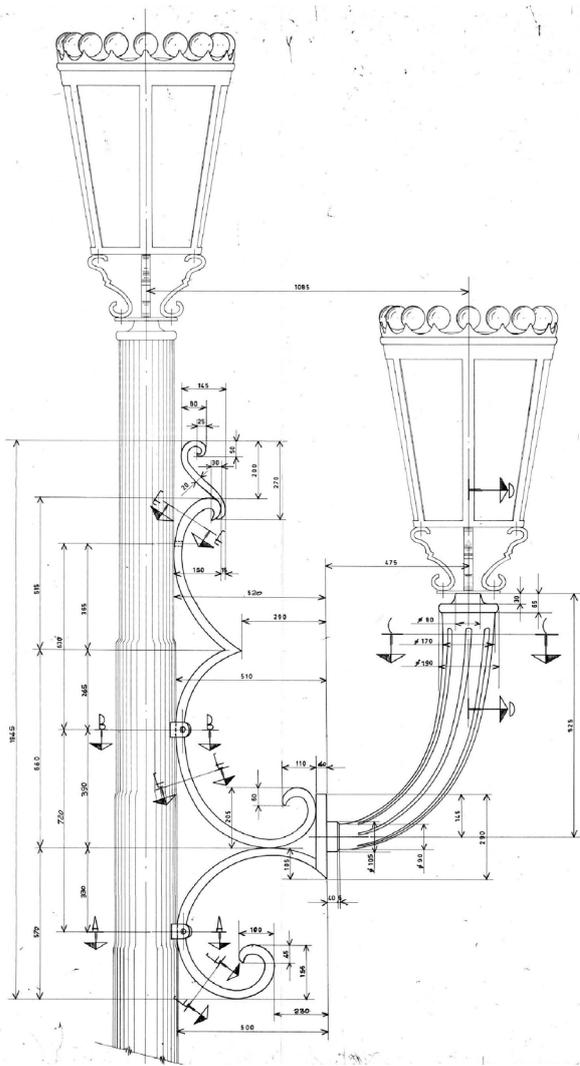


Figura 2.2.4.5

Apparecchio storico "Impero"

Dettaglio disegno n° 91-IPO-110 del 1991, IRIDE servizi

nio incernierato) consente l'accesso al vano interno (Figura 2.2.4.4).

Completano l'armatura, per un'altezza totale di 1000 mm, una chiusura superiore con corona decorativa e quattro bracci sagomati che partendo dall'estremità inferiore ancorano la lanterna ad una flangia circolare atta all'installazione su palo tipo "cornucopia" sopra descritta (un apparecchio su testa-palo più cinque su braccio a palo) come da disegno n° 91-IPO-110 del 1991 di IRIDE servizi (Figura 2.2.4.5).

Il disegno tecnico "IPO-1/60-D" dell'Azienda Energetica Metropolitana prodotto nel Dicembre 1990 riporta invece il gruppo elettrico (compatibile anche con altre tipologie di apparecchi storici) che risulta installato su staffa ancorata all'estremità superiore dell'armatura come da disegno "IPO-1/7-C" dell'A.E.M. di Figura 2.2.4.7. Questo viene inserito nella seconda metà del '900 per adeguare la lanterna all'uso delle sorgenti a scarica nei gas, in quanto si diffonde negli anni Venti-Trenta del secolo scorso equipaggiato con lampada ad incandescenza.

Le sorgenti installate, ubicate nella parte alta della lanterna, risultano quindi essere di tipo a scarica nei gas a vapori di alogenuri da 70W, a vapori di sodio da 100W e 150W e a vapori di mercurio da 250W. L'apparecchio presenta una

AEM TORINO	data	14-12-90
	scala	fuori scala
	disegno n.	agg.
IPO-1/60-D		

GRUPPO ELETTRICO ADATTO PER APPARECCHI IN STILE TIPO :  
S. TERESA , CASANOVA , EX GAS ESAGONALE (con portalampada in alto)  
"700,, - IMPERO

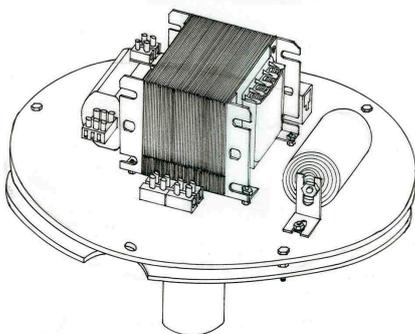


Figura 2.2.4.6

Gruppo elettrico

Disegno tecnico da scheda AEM

AEM TORINO	data	10-01-91
	scala	fuori scala
	disegno n.	agg.
IPO-1/7-C		

vedi dis.n.87-IPO-75/106

APPARECCHIO STILE "IMPERO"

-Staffa fissaggio gruppo elettrico

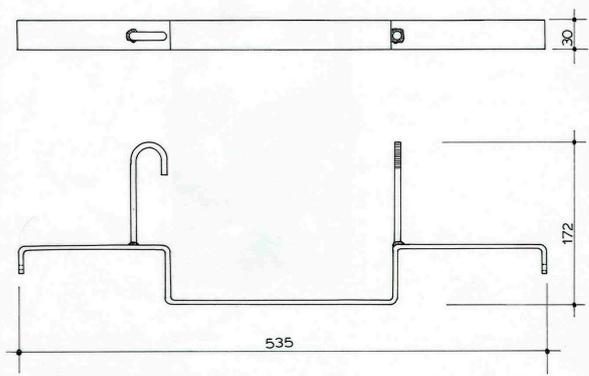


Figura 2.2.4.7

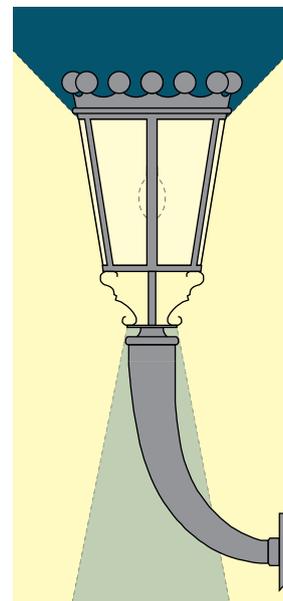
Staffa per il fissaggio del gruppo elettrico

Disegno tecnico da scheda AEM

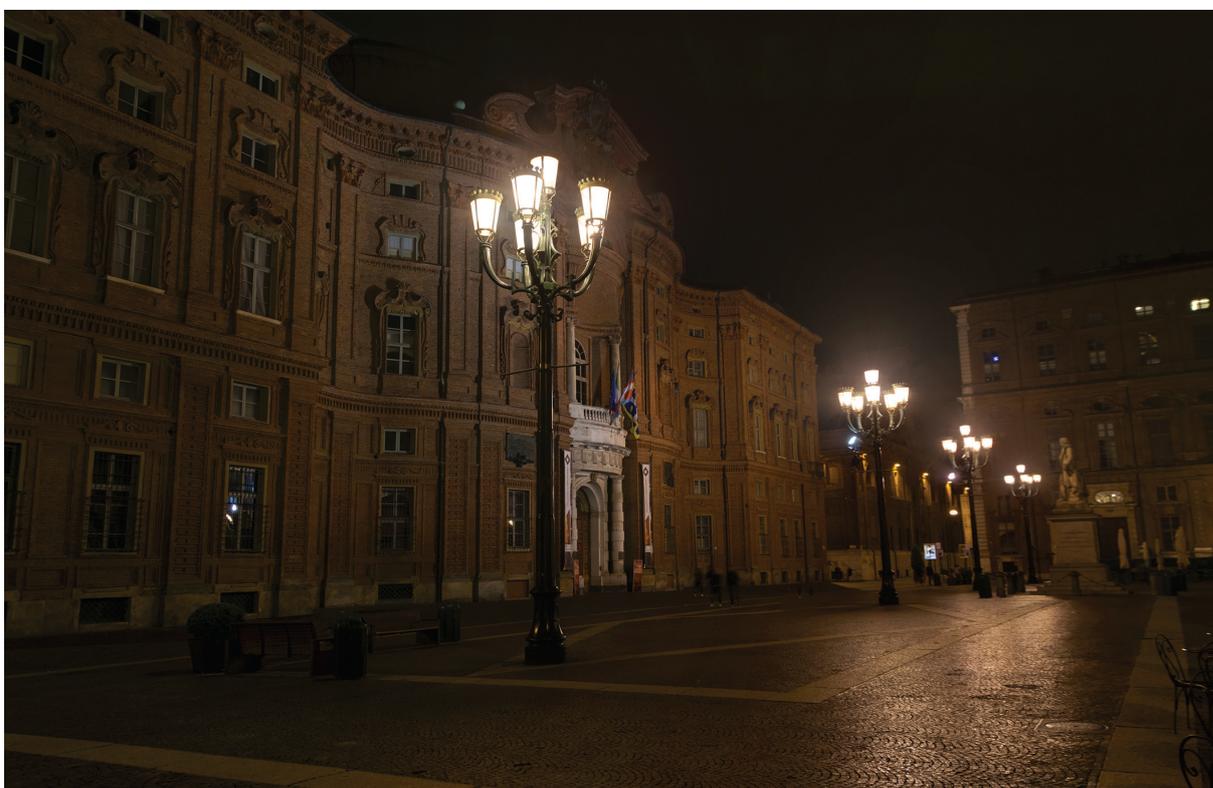
distribuzione fotometrica di tipo diffondente (Figura 2.2.4.9) e percentuale di flusso disperso verso l'alto  $R_n$  pari al 37%; il flusso luminoso emesso si diffonde quindi sulle quinte edilizie che insistono sulle aree illuminate, così come visibile nell'esempio della facciata di Palazzo Carignano in Figura 2.2.4.10. Con 456 centri luminosi installati, come descritto, su supporto detto a Cornucopia, caratterizza le piazze Vittorio Veneto, Castello, Statuto, Savoia, Carlo Emanuele II, Carlo Alberto, Carignano, Giambattista Bodoni e il giardino Sambahy.



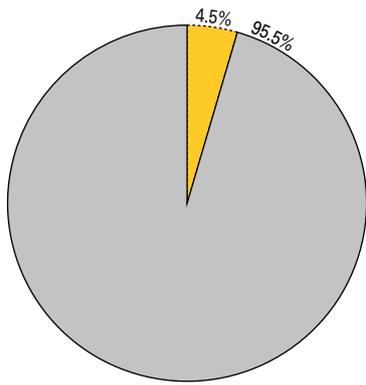
**Figura 2.2.4.8**  
 Apparecchio storico "Impero"  
 Installazione su braccio a palo stile "Cornucopia", Piazza Castello



**Figura 2.2.4.9**  
 Schema di emissione apparecchio Impero

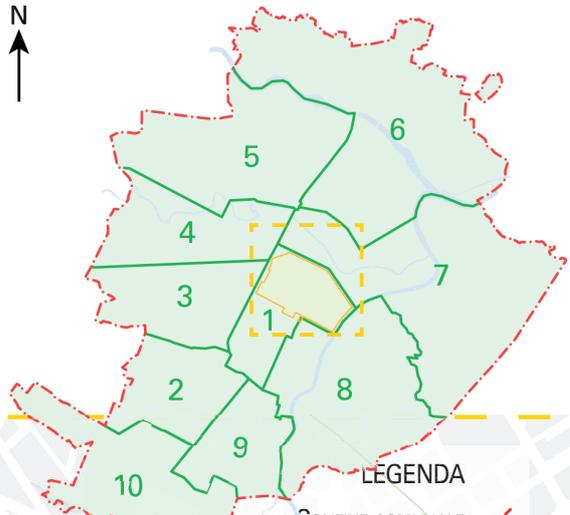


**Figura 2.2.4.10**  
 Apparecchio storico "Impero"  
 Installazione su braccio a palo stile "Cornucopia", Piazza Carignano



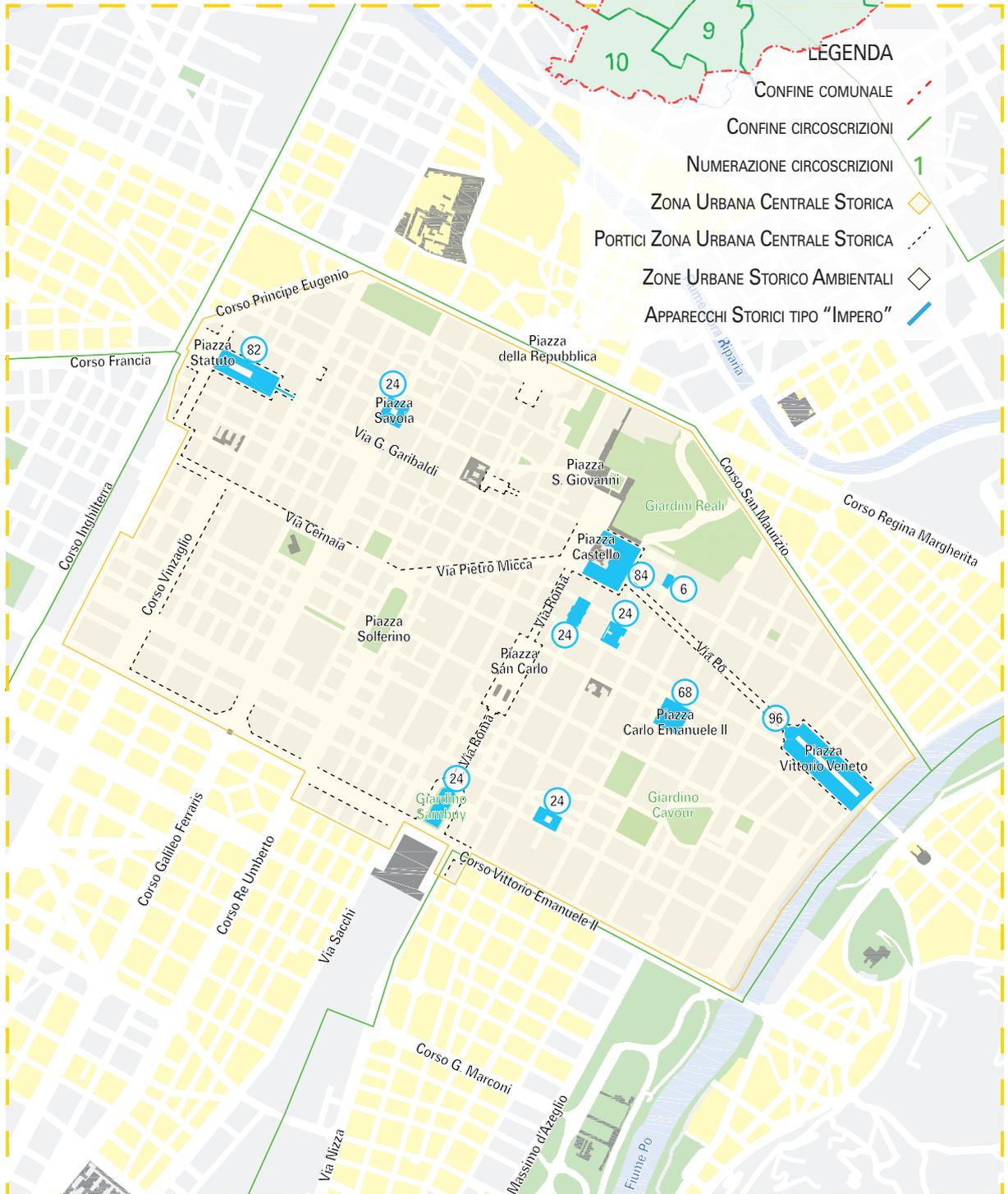
APPARECCHI STORICI IMPERO

ALTRI APPARECCHI STORICI

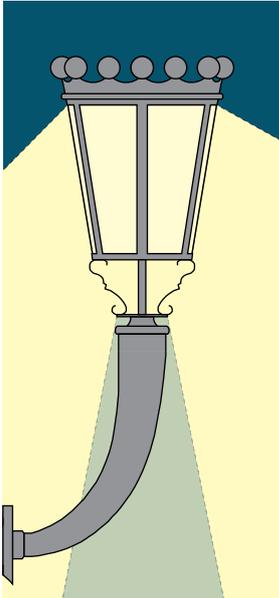


LEGENDA

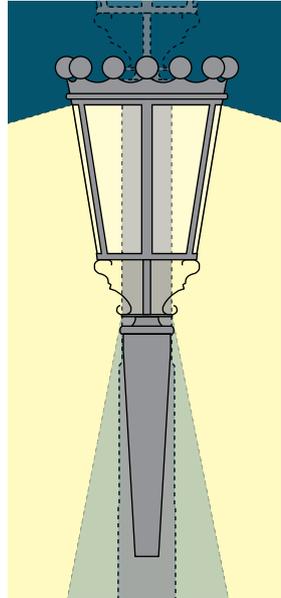
- CONFINE COMUNALE
- CONFINE CIRCOSCRIZIONI
- NUMERAZIONE CIRCOSCRIZIONI
- ZONA URBANA CENTRALE STORICA
- PORTICI ZONA URBANA CENTRALE STORICA
- ZONE URBANE STORICO AMBIENTALI
- APPARECCHI STORICI TIPO "IMPERO"



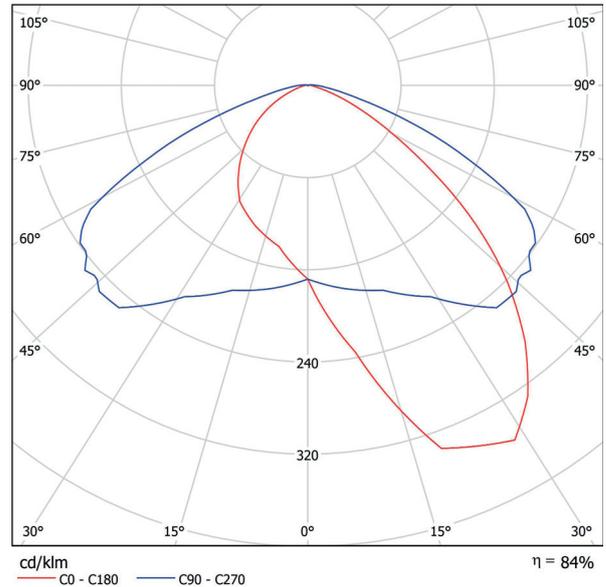
Questa tipologia di apparecchio è stata oggetto di intervento nei primi anni 2000, da parte dell'azienda Neri, che ne ha prodotto una versione dotata di ottica che presenta una distribuzione fotometrica di tipo asimmetrico, con percentuale di flusso disperso verso l'alto  $R_n$  pari allo 0,6%. Equipaggiato con sorgenti a scarica nei gas a vapori di alogenuri da 100W e da 150W, lo troviamo installato come sistema di illuminazione delle piazze Gran Madre di Dio, San Giovanni, San Carlo e nel piazzale antistante la stazione Porta Nuova dove, impiegato per l'illuminazione stradale di corso Vittorio, risulta integrato con proiettori. Quattro elementi sono ulteriormente presenti in piazza Carlo Emanuele II.



**Figura 2.2.4.11**  
Schema di emissione apparecchio Impero con ottica, sezione trasversale



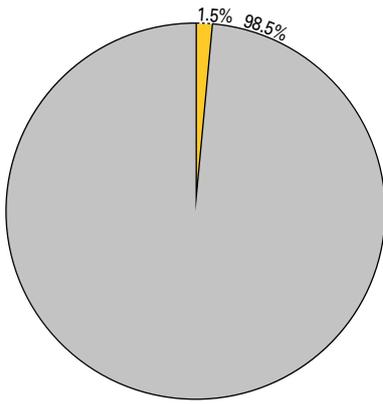
**Figura 2.2.4.12**  
Schema di emissione apparecchio Impero con ottica, sezione longitudinale



**Figura 2.2.4.13**  
Diagramma polare rappresentante la distribuzione fotometrica dell'apparecchio Impero con ottica, Neri

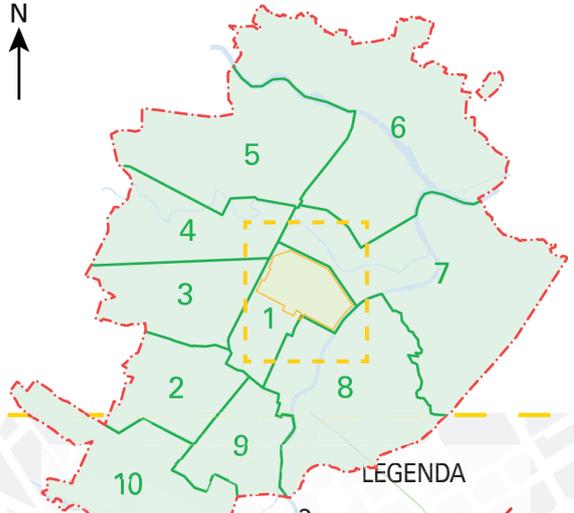


**Figura 2.2.4.14**  
Apparecchio storico "Impero con ottica"  
Installazione su braccio a palo stile "Cornucopia", Piazza San Carlo



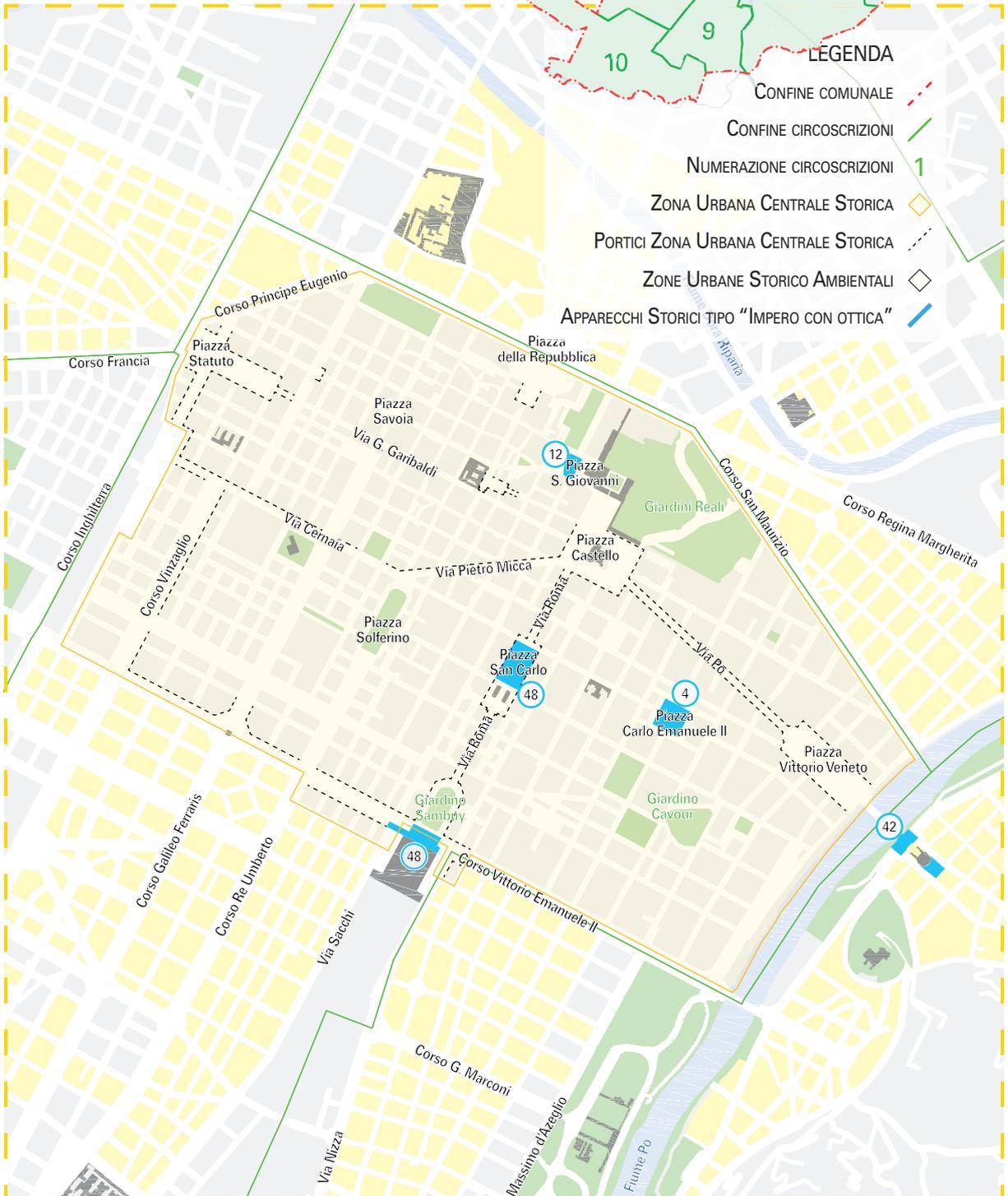
APPARECCHI STORICI  
IMPERO CON OTTICA

ALTRI APPARECCHI  
STORICI



LEGENDA

- CONFINE COMUNALE
- CONFINE CIRCOSCRIZIONI
- NUMERAZIONE CIRCOSCRIZIONI
- ZONA URBANA CENTRALE STORICA
- PORTICI ZONA URBANA CENTRALE STORICA
- ZONE URBANE STORICO AMBIENTALI
- APPARECCHI STORICI TIPO "IMPERO CON OTTICA"



<b>Apparecchio storico tipo Impero</b>	
Tipologie di supporto	Sistema "cornucopia"
Sorgenti iniziali	A incandescenza
Prima modifica	Inserimento gruppo elettronico per sorgenti a scarica nei gas
Sorgenti a scarica in uso	Vapori di alogenuri da 70 W Vapori di sodio da 100 e 150 W Vapori di mercurio da 250 W
Fotometria versione con sorgenti a scarica	Diffondente
Rn versione con sorgenti a scarica	circa 37%
Consistenza versione con sorgenti a scarica	456 apparecchi - 4,5% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione versione con sorgenti a scarica	Strade urbane di quartiere (categoria E2) - Strade urbane locali della Zona Urbana Centale Storica (categoria F) - Aree pedonali - Aree verdi
Seconda modifica	Produzione di una versione con ottica, Neri - inizio anni 2000
Sorgenti in uso versione con ottica	Vapori di alogenuri da 100 W e 150 W
Fotometria versione con ottica	Asimmetrica
Rn versione con ottica	0,6%
Consistenza versione con ottica	154 apparecchi - 1,5% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione versione con ottica	Strade urbane interquartiere (categoria E1) - Strade urbane locali della Zona Urbana Centale Storica (categoria F) - Aree pedonali

### 2.2.5: Ex Gas Quadrangolare

Caratterizzato da una lanterna composta da due sezioni tronco-piramidali a base quadrata con telaio in rame dello spessore di 1 mm e 8 lastre in vetro molato dello spessore di 6mm, l'apparecchio storico tipo "Ex Gas Quadrangolare" ha un'altezza di 700 mm ed una larghezza massima di 295 mm.

L'accesso al vano interno è garantito dalla possibilità di apertura di una delle componenti trasparenti laterali che funge da sportello.



Figura 2.2.5.1

Apparecchio storico "Ex Gas Quadrangolare"  
Apertura laterale, Via degli Stampatori

<b>AEM</b> TORINO	data	05-03-91
	scala	fuori scala
disegno n.	IPO- 1/6	
agg.		

### "EX GAS" QUADRANGOLARE

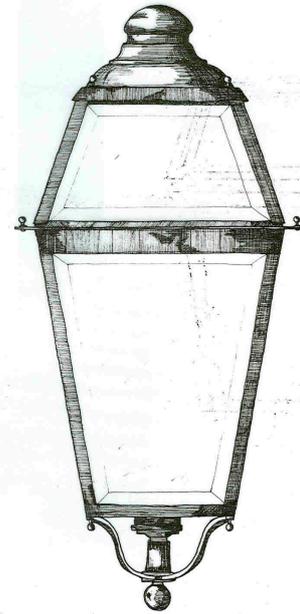


Figura 2.2.5.2

Apparecchio storico "Ex Gas Quadrangolare"  
Disegno complessivo da scheda AEM

Lo si trova installato su braccio a muro, su testa-palo o su braccio a palo sia con disposizione tripla

N.B. Le misure sono espresse in millimetri

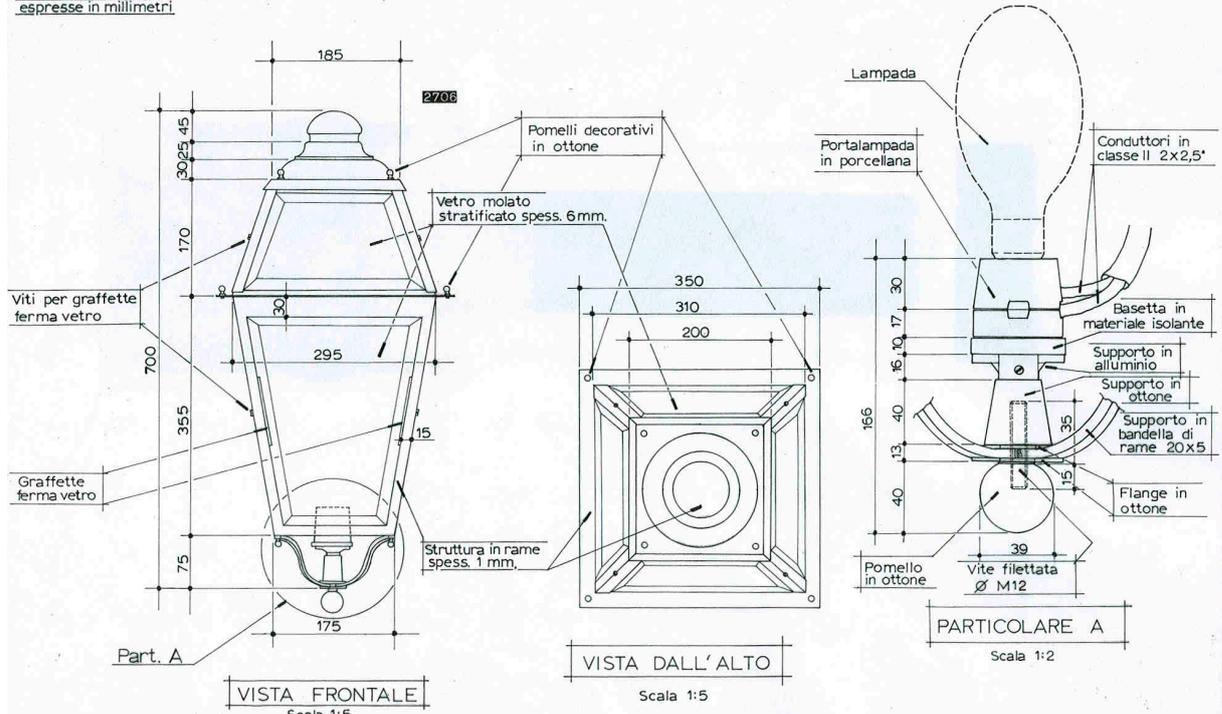
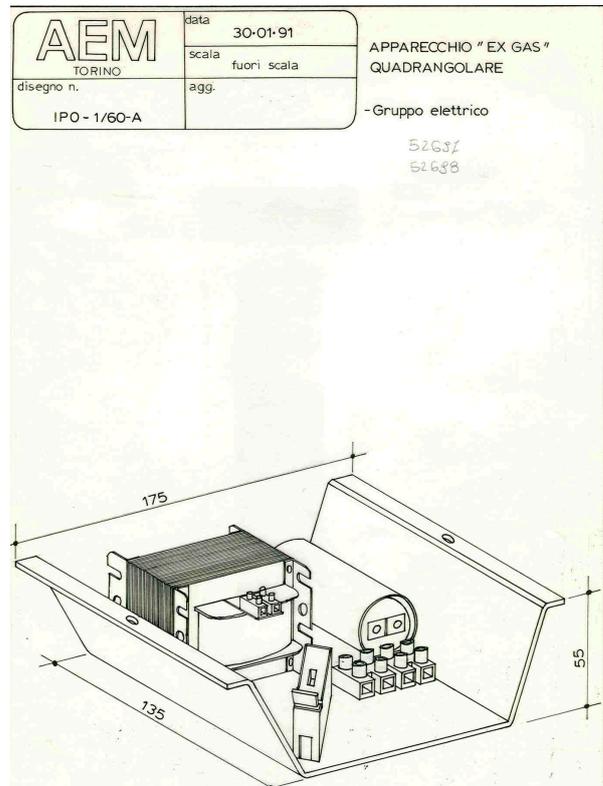


Figura 2.2.5.3

Apparecchio storico "Ex Gas Quadrangolare"  
Disegno tecnico da scheda AEM

sia quadrupla. Il fissaggio al supporto avviene nella parte inferiore dell'apparecchio tramite 4 supporti in bandella di rame congiunti tra due flange in ottone che consentono l'inserimento di una vite filettata terminante con una sfera decorativa; nella stessa sede si situa un portalampada in porcellana mentre il gruppo elettrico viene posto nella sezione tronco-piramidale superiore.

Originariamente concepito per il sistema di illuminazione a gas, vi risultano oggi installate sor-



**Figura 2.2.5.4**

Gruppo elettrico

Disegno tecnico da scheda AEM

genti a scarica nei gas a vapori di alogenuri da 70W, 100W e 150W nonché a vapori di mercurio da 125W. La distribuzione fotometrica risulta essere di tipo diffondente (schematizzata in Figura 2.2.5.9) con una percentuale di flusso disperso verso l'alto  $R_n$  stimata del 34%.

Con 517 elementi è presente soprattutto nell'a-



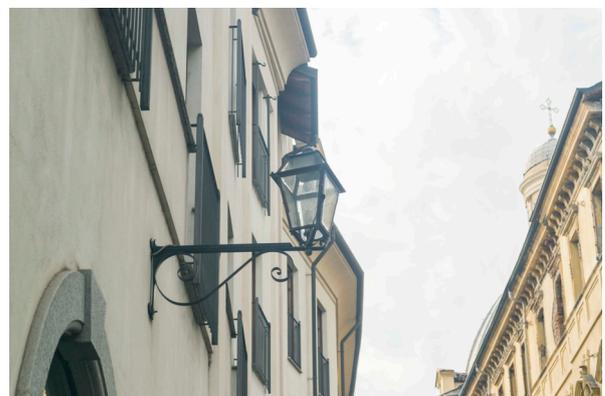
**Figura 2.2.5.5**

Apparecchio storico "Ex Gas Quadrangolare"  
Installazione su testa-palo, Largo IV Marzo



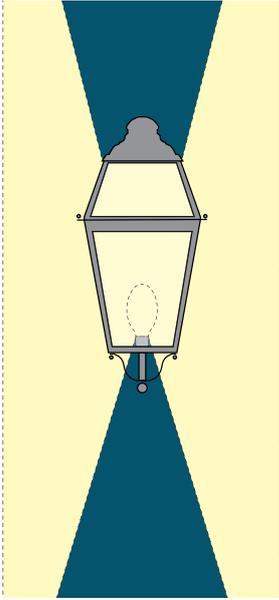
**Figura 2.2.5.6**

Apparecchio storico "Ex Gas Quadrangolare"  
Installazione su braccio a palo, Via Porta Palatina



**Figura 2.2.5.7**

Apparecchio storico "Ex Gas Quadrangolare"  
Installazione su braccio a muro, Via della Basilica



**Figura 2.2.5.8**  
 Schema di emissione apparecchio Ex gas quadrangolare



**Figura 2.2.5.9**  
 Apparecchio storico "Ex Gas Quadrangolare"  
 Installazione su braccio a palo, Via degli Stampatori



**Figura 2.2.5.10**  
 Apparecchio storico "Ex Gas Quadrangolare"  
 Installazione su braccio a muro, Via Sant'Agostino



**Figura 2.2.5.11**  
 Apparecchio storico "Ex Gas Quadrangolare"  
 Installazione su braccio a muro, Via Sant'Agostino



**Figura 2.2.5.12**  
 Apparecchio storico "Ex Gas Quadrangolare"  
 Installazione su testa-palo, Largo IV Marzo



**Figura 2.2.5.13**  
 Apparecchio storico "Ex Gas Quadrangolare"  
 Installazione su testa-palo, Largo IV Marzo



**Figura 2.2.5.14**

Apparecchio storico "Ex Gas Quadrangolare"  
Via Santa Maria

rea del Quadrilatero Romano, sia in percorsi pedonali sia su strade carrabili, così come in Largo Saluzzo e sul ponte Rossini (rispettivamente 53 e 24 unità). Quattro apparecchi di illuminazione installati su braccio a palo multiplo si riscontrano anche su corso Principe Eugenio nell'area pedonale in prossimità dell'incrocio con corso Giambattista Beccaria. Infine 45 centri luminosi sono presenti nel parco Giacomo Leopardi.

<b>Apparecchio storico tipo Ex Gas Quadrangolare</b>	
Tipologie di supporto	Braccio a palo singolo e multiplo Braccio a muro Testa-palo
Sistema iniziale	Illuminazione a gas
Modifiche	Inserimento lampade ad incandescenza Inserimento gruppo elettronico per sorgenti a scarica nei gas
Sorgenti in uso	Vapori di alogenuri da 70 W, 100 W e 150 W Vapori di mercurio da 125 W
Fotometria	Diffondente
Rn	circa 34%
Consistenza	643 apparecchi - 6,3% degli apparecchi storici presenti



### 2.2.6: Ex Gas Quadrangolare tipo Superga

L'apparecchio storico tipo "Ex Gas Quadrangolare tipo Superga" consiste in una lanterna tronco-piramidale a base quadrata, chiusa superiormente da un telaio metallico nel quale sono alloggiati i componenti elettrici e a cui risulta ancorato il portalampada in ceramica. L'installazione su testa-palo avviene per mezzo di un braccio metallico cavo sagomato (atto al passaggio dei cavi di alimentazione) che insiste sulla chiusura superiore della lanterna; lo stesso è provvisto di staffe di ancoraggio per l'attacco al supporto. Con questa tipologia di installazione sono presenti 12 apparecchi nel percorso di collegamento tra la fermata Superga della tranvia a dentera Sassi-Superga e la Basilica di Superga stessa. Ne si trova inoltre un elemento installato su braccio a muro nel piazzale Monte dei Cappuccini.



**Figura 2.2.6.1**

Apparecchio storico "Ex Gas Quadrangolare tipo Superga"  
Installazione su braccio a muro, Monte dei Cappuccini



**Figura 2.2.6.2**

Apparecchio storico "Ex Gas Quadrangolare tipo Superga"  
Installazione su braccio a palo, Basilica di Superga

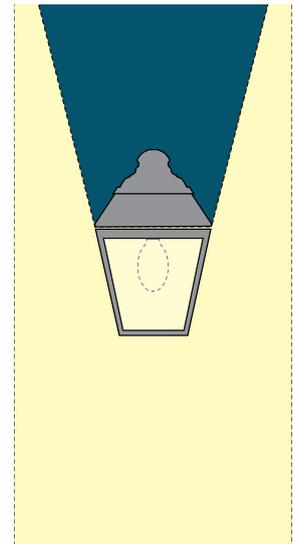
La lanterna, chiusa lateralmente e inferiormente da 5 lastre in vetro chiaro, presenta una fotometria di tipo diffondente con una percentuale di flusso disperso verso l'alto  $R_n$  stimata del 34%. Come evoca la sua denominazione questa tipologia di apparecchio nasce con sistema di illuminazione a gas, mentre oggi i 13 elementi presenti risultano equipaggiati con sorgenti a scarica nei gas a vapori di alogenuri da 100W.



**Figura 2.2.6.3**  
Apparecchio storico "Ex Gas Quadrangolare tipo Superga"  
Installazione su braccio a palo, Basilica di Superga

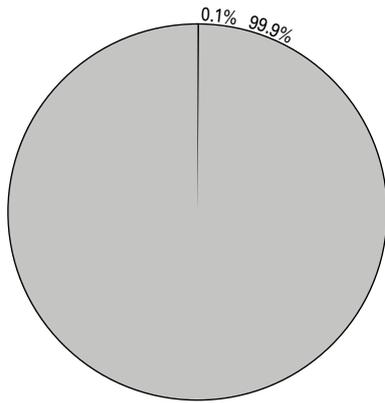


**Figura 2.2.6.4**  
Apparecchio storico "Ex Gas Quadrangolare tipo Superga"  
Installazione su braccio a muro, Monte dei Cappuccini



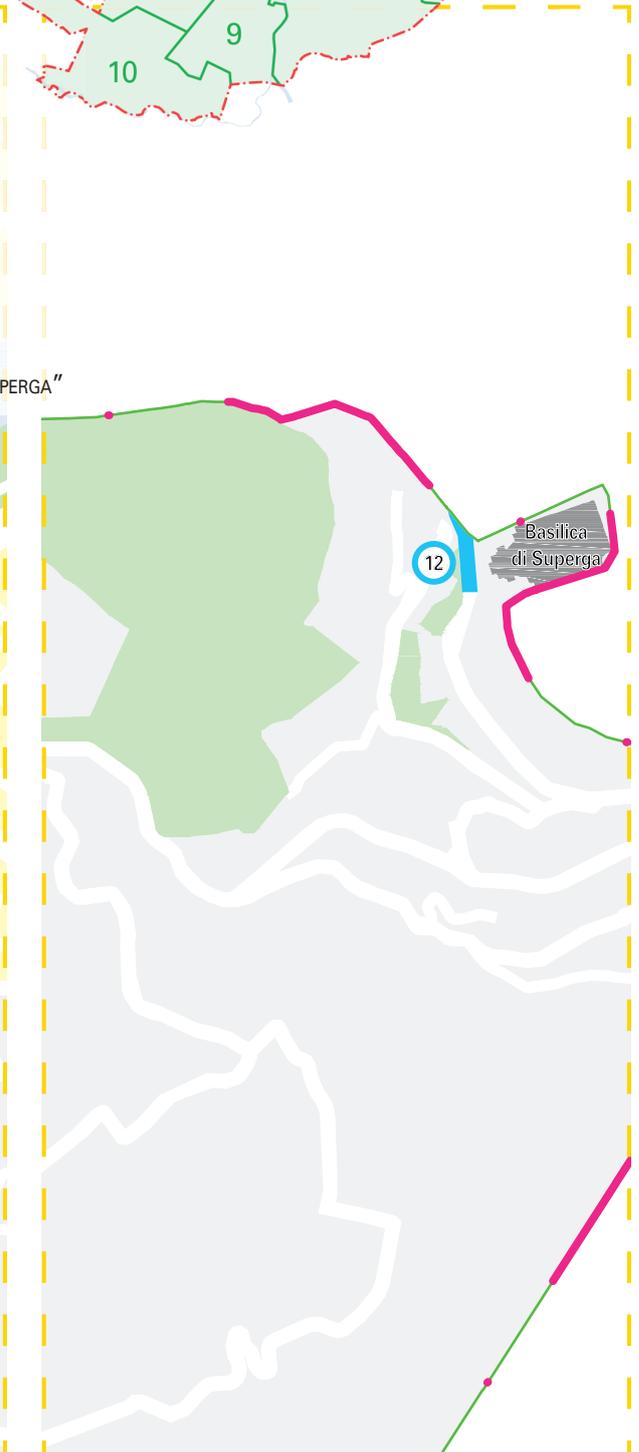
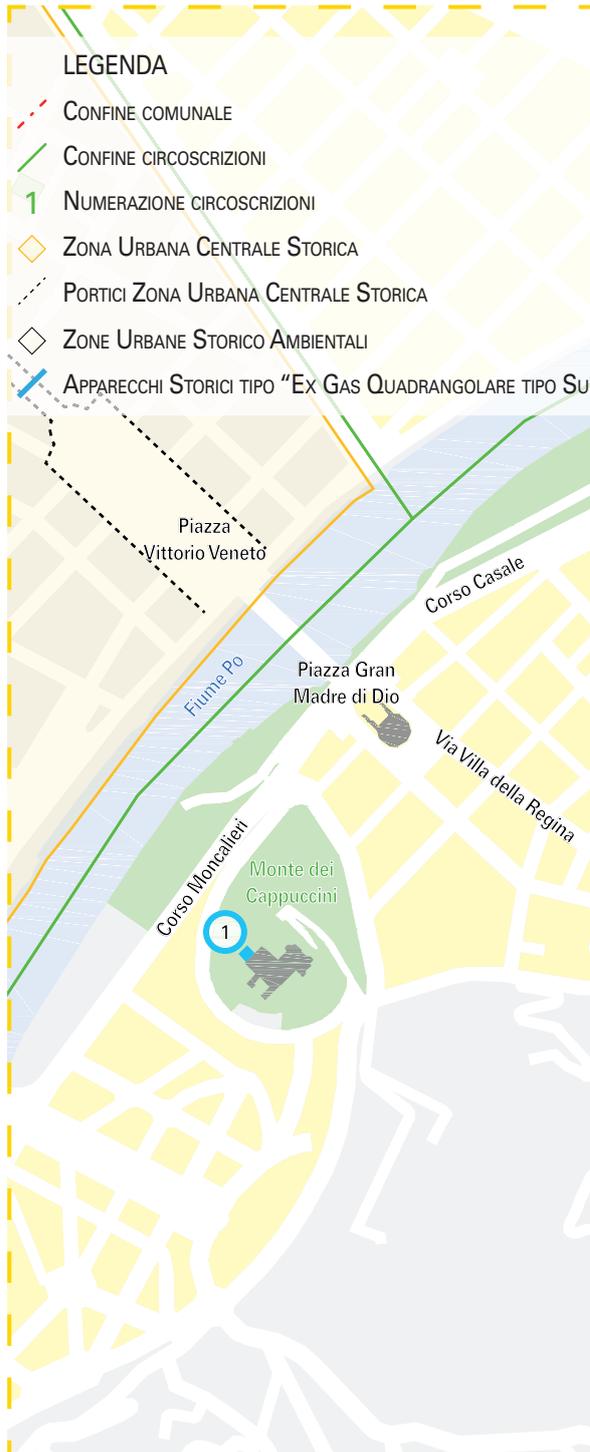
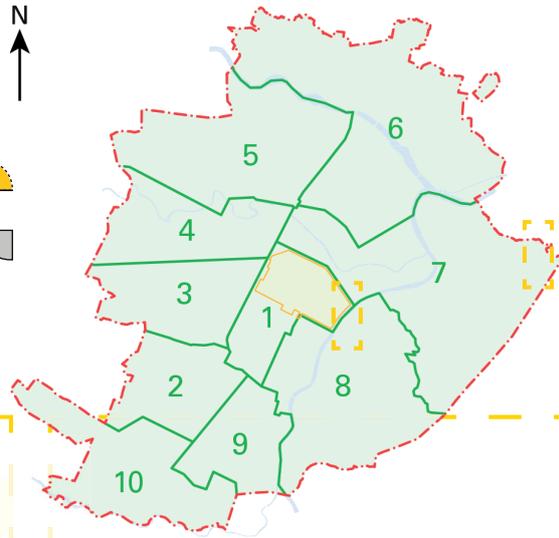
**Figura 2.2.6.5**  
Schema di emissione apparecchio Ex gas quadrangolare tipo Superga

<b>Apparecchio storico tipo Ex Gas Quadrangolare tipo Superga</b>	
Tipologie di supporto	Testa-palo
Sistema iniziale	Illuminazione a gas
Modifiche	Inserimento lampade ad incandescenza Inserimento gruppo elettronico per sorgenti a scarica nei gas
Sorgenti in uso	Vapori di alogenuri da 150 W
Fotometria	Diffondente
Rn	circa 34%
Consistenza	13 apparecchi - 0,1% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione	Aree pedonali



APPARECCHI STORICI  
EX GAS  
QUADRANGOLARE  
TIPO SUPERGA

ALTRI APPARECCHI  
STORICI



### 2.2.7: Tagliafico Mazzini

Questa tipologia di apparecchio di illuminazione storico, detto “San Giorgio” o “Tagliafico Mazzini”, consta di una lanterna di circa 700 mm di altezza e una larghezza massima di 490 mm, composta da due sezioni tronco-piramidali a base quadrata. Il telaio è in rame dello spessore di 2 mm mentre 8 lastre trapezoidali in vetro molato dello spessore di 6 mm fungono da elemento di chiusura laterale e un’ulteriore lastra circolare in vetro molato è posta a chiudere inferiormente l’apparecchio. Sono presenti pomelli decorativi in ottone ed originariamente ulteriori elementi decorativi in corrispondenza delle chiusure trasparenti, questi ultimi tuttavia non si rilevano in tutti gli apparecchi di questa tipologia (Figura 2.2.7.2 e Figura 2.2.7.3).

L’installazione è di tipo su testa-palo con sistema di fissaggio al supporto posto nella parte inferiore dell’apparecchio; la sorgente, attualmente di tipo a scarica nei gas a vapori di alogenuri metallici da



Figura 2.2.7.2

Apparecchio storico “Tagliafico Mazzini” con decorazioni delle chiusure laterali, Borgo Medievale



Figura 2.2.7.3

Apparecchio storico “Tagliafico Mazzini” privo di decorazioni sulle chiusure laterali, Borgo Medievale

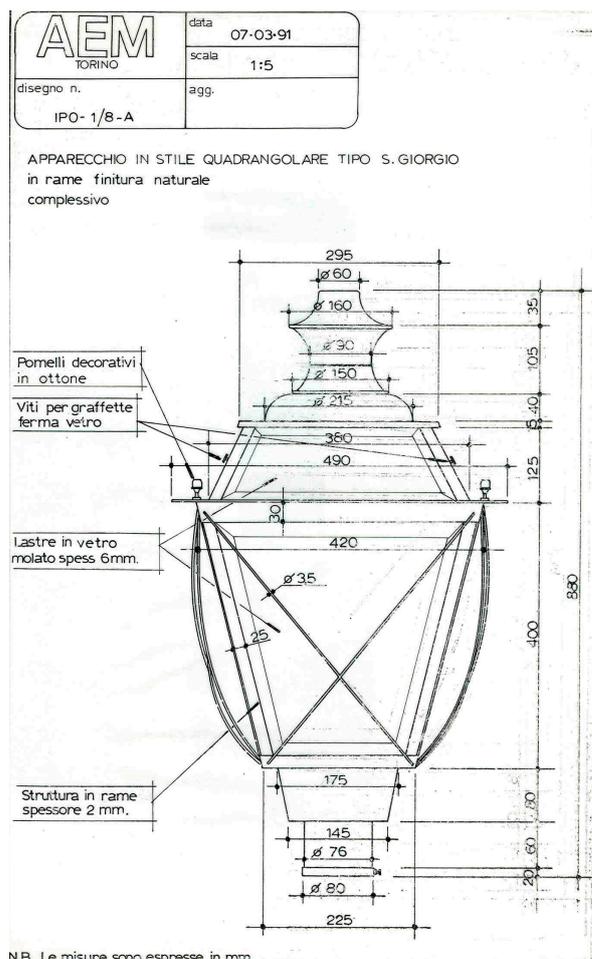


Figura 2.2.7.1

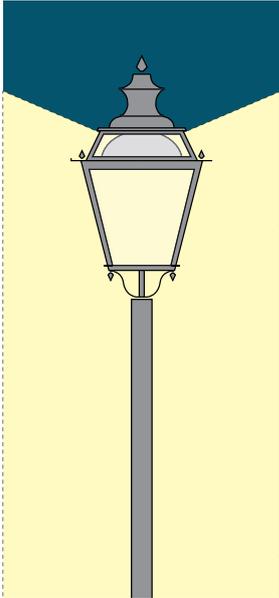
Apparecchio storico “S. Giorgio” o “Tagliafico Mazzini”  
Disegno tecnico da scheda AEM

150W, trova invece alloggiamento nella sezione tronco-piramidale superiore della lanterna dotata di ottica. Quest’ultimo elemento determina una distribuzione fotometrica dell’apparecchio di tipo rotosimmetrico con una percentuale stimata di flusso luminoso disperso verso l’alto  $R_n$  del 2,3%.



Figura 2.2.7.4

Apparecchio storico “Tagliafico Mazzini”  
Installazione su testa-palo, Borgo Medievale



**Figura 2.2.7.5**  
 Schema di emissione apparecchio Tagliafico Mazzini



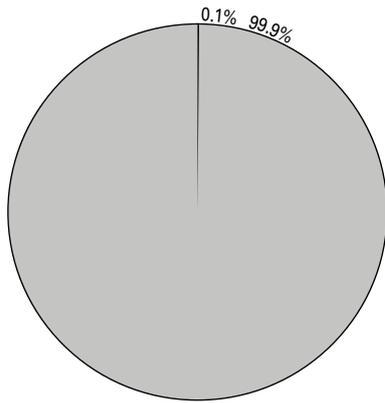
**Figura 2.2.7.6**  
 Apparecchio storico "Tagliafico Mazzini"  
 Installazione su testa-palo, Borgo Medievale



**Figura 2.2.7.7**  
 Apparecchio storico "Tagliafico Mazzini"  
 Installazione su testa-palo, Borgo Medievale

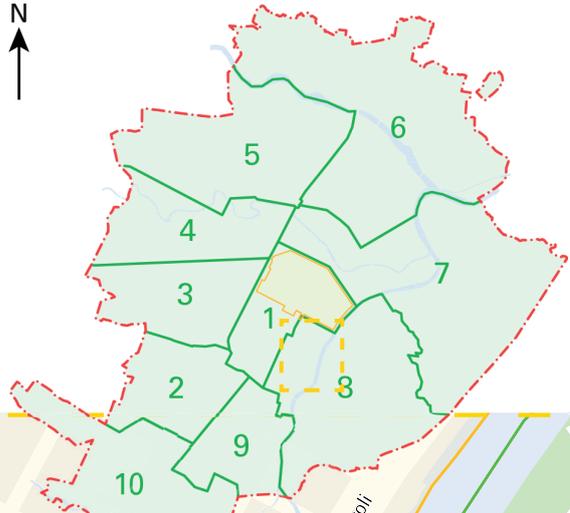
Con 7 elementi, rappresentanti lo 0,1% degli apparecchi storici ad oggi presenti sul territorio torinese, si situa nell'area del Parco del Valentino sul percorso lungo il Po nei pressi del Borgo Medievale.

<b>Apparecchio storico tipo Tagliafico Mazzini</b>	
Tipologie di supporto	Testa-palo
Sorgenti iniziali	A scarica nei gas
Modifiche	Nessuna
Sorgenti in uso	Vapori di alogenuri da 150 W
Fotometria	Rotosimmetrica
Rn	2,3%
Consistenza	7 apparecchi - 0,1% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione	Strade urbane locali pedonali (categoria F)



APPARECCHI STORICI  
TAGLIAFICO MAZZINI

ALTRI APPARECCHI  
STORICI



### 2.2.8: Tagliafico Galliera

La lanterna dell'apparecchio storico "Tagliafico Galliera" è costituita da due corpi tronco-piramidali a base esagonale con 12 lastre trapezoidali in vetro poste a chiusura laterale e un'ulteriore lastra di vetro di forma esagonale a chiusura della parte inferiore. L'accesso al vano interno dell'apparecchio è garantito dalla possibilità di apertura di una delle chiusure laterali che funge da sportello. Nella parte superiore della lanterna troviamo il gruppo elettronico e la sorgente (lampada a vapori di alogenuri da 150 W); è presente un riflettore in alluminio che connota una fotometria di tipo



Figura 2.2.8.1

Apparecchio storico "Tagliafico Galliera"  
Installazione su testa-palo, Parco del Valentino



Figura 2.2.8.2

Apparecchio storico "Tagliafico Galliera"  
Installazione su testa-palo, Parco del Valentino

rotosimmetrico con una percentuale di flusso luminoso dispersa verso l'alto stimata del 2,3%.

L'installazione è di tipo su testa-palo e il fissaggio avviene nella parte inferiore dell'apparecchio tramite 3 bracci sagomati e un supporto centrale cavo attraverso il quale viene effettuato il passaggio dell'alimentazione.

Di questa tipologia di apparecchio sono attualmente presenti 47 elementi situati nell'area del Parco del Valentino in prossimità dell'incrocio tra corso Massimo d'Azeglio e corso Vittorio Emanuele II.



Figura 2.2.8.3

Apparecchio storico "Tagliafico Galliera"  
Installazione su testa-palo, Parco del Valentino

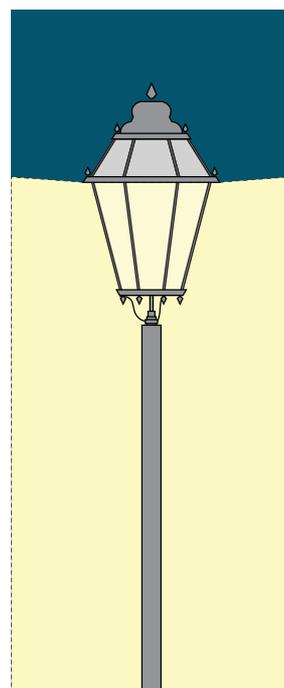
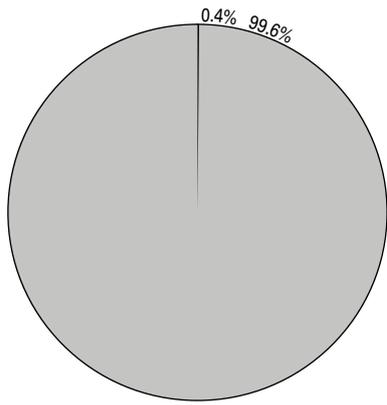


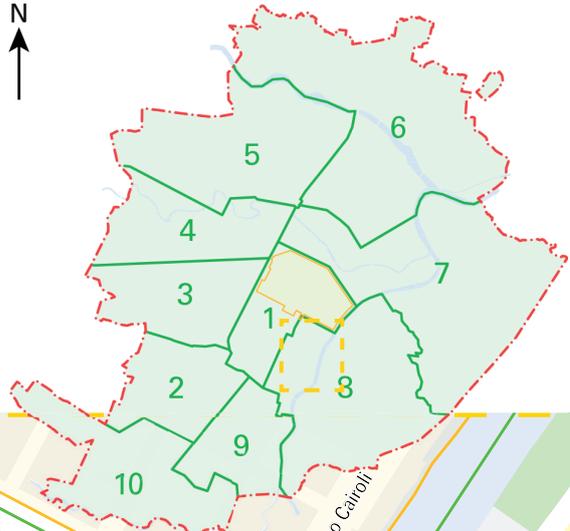
Figura 2.2.8.4

Schema di emissione apparecchio Tagliafico Galliera



APPARECCHI STORICI  
TAGLIAFICO  
GALLIERA

ALTRI APPARECCHI  
STORICI



Apparecchio storico tipo Tagliafico Galliera	
Tipologie di supporto	Testa-palo
Sorgenti iniziali	A scarica nei gas
Modifiche	Nessuna
Sorgenti in uso	Vapori di alogenuri da 150 W
Fotometria	Rotosimmetrica
Rn	2,3%
Consistenza	47 apparecchi - 0,5% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione	Aree verdi

### 2.2.9: Ex Gas Esagonale

L'apparecchio storico tipo "Ex Gas Esagonale" ha una lanterna composta da due telai in rame tronco-piramidali a base esagonale e da 12 lastre in vetro molato dello spessore di 5 mm una delle quali, dotata di telaio a sé stante, consente l'accesso al vano interno fungendo da sportello. Le viti esterne per il fissaggio degli elementi metallici sono in ottone a forma di ghianda. Risulta installato a sospensione o su testa-palo e, in relazione a ciò, il portalampada è situato rispettivamente nella sezione tronco-piramidale superiore o in quella inferiore sul supporto per l'aggancio al palo.

Originariamente alimentato a gas ha visto poi l'introduzione delle lampade ad incandescenza, mentre oggi vi sono installate sorgenti a scarica nei gas a vapori di alogenuri da 100W e da 150W nonché a vapori di mercurio da 125W. Con il passaggio all'uso delle sorgenti a scarica è stato introdotto il complesso elettronico che, indistintamente dalla posizione della lampada, è sempre posizionato al di sopra della piastra riflettente

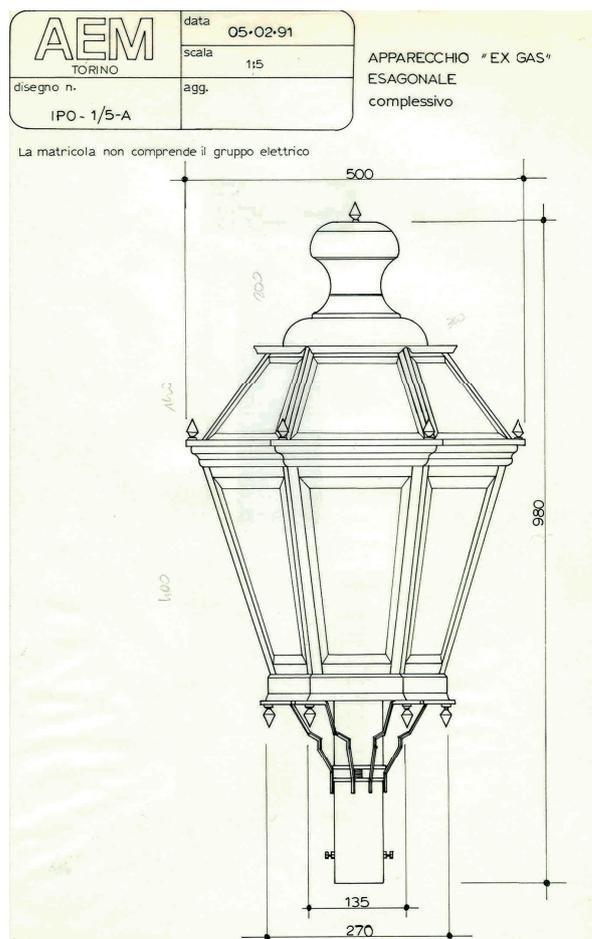


Figura 2.2.9.1

Apparecchio storico "Ex Gas Esagonale"  
Disegno complessivo da scheda AEM

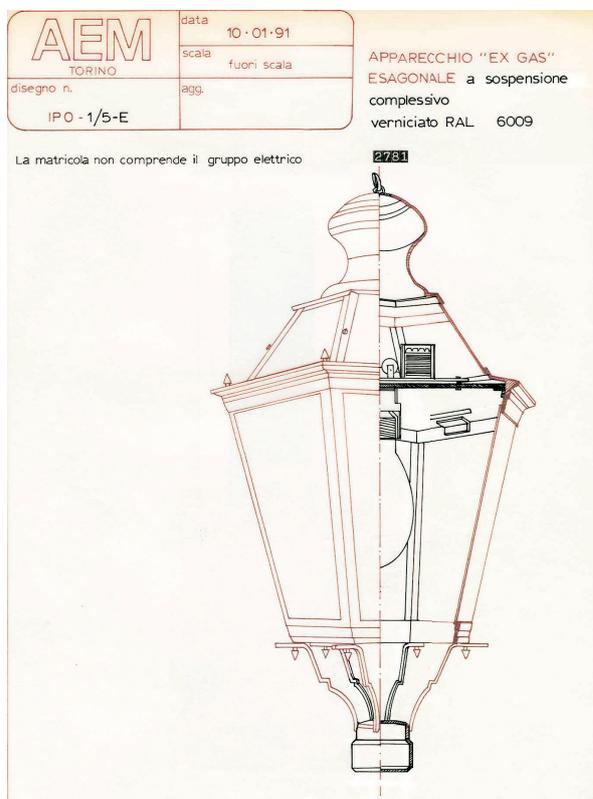


Figura 2.2.9.2

Apparecchio storico "Ex Gas Esagonale"  
Schema tipologia installata a sospensione da scheda AEM

in lamiera di alluminio dello spessore di 3mm, situata nel punto di giunzione tra le due sezioni tronco-piramidali della lanterna.

L'apparecchio presenta una fotometria di tipo diffondente così come schematizzata in Figura 2.2.9.6, con una percentuale di flusso disperso verso l'alto  $R_n$  stimata del 40%.



Figura 2.2.9.3

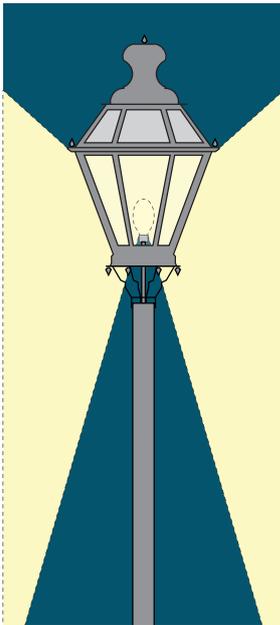
Apparecchio storico "Ex Gas Esagonale"  
Installazione su tigia, Piazza Palazzo di Città



**Figura 2.2.9.4**  
Apparecchio storico "Ex Gas Esagonale"  
Installazione su testa-palo, Giardino Lamarmora



**Figura 2.2.9.5**  
Apparecchio storico "Ex Gas Esagonale"  
Installazione su tiglia, Piazza Palazzo di Città



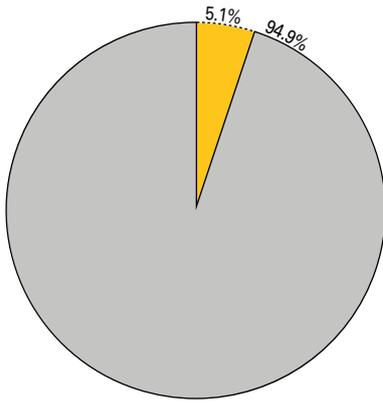
**Figura 2.2.9.6**  
Schema di emissione appa-  
recchio Tagliafico Galliera



**Figura 2.2.9.7**  
Apparecchio storico "Ex Gas Esagonale"  
Installazione su testa-palo, Giardino Lamarmora

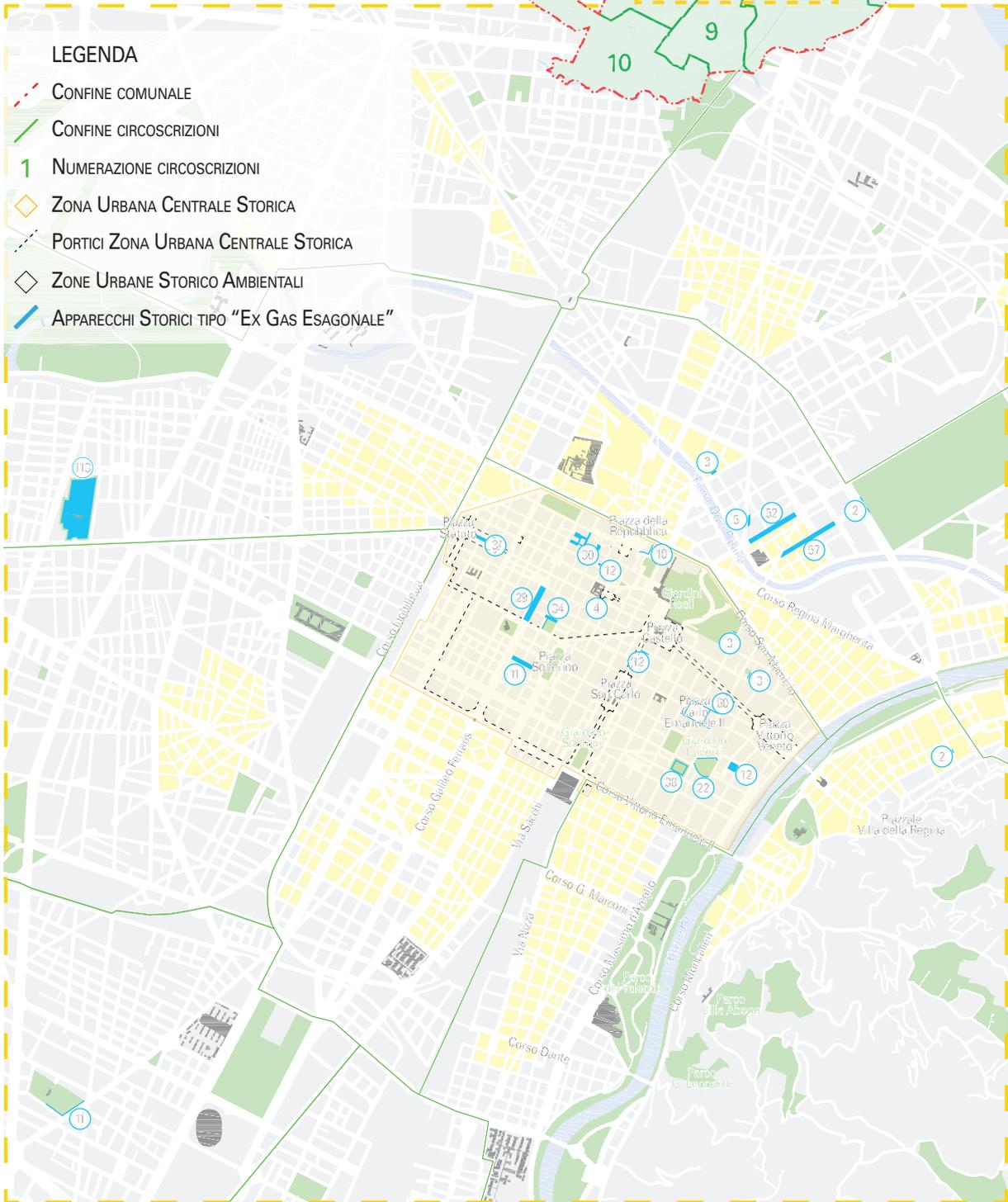
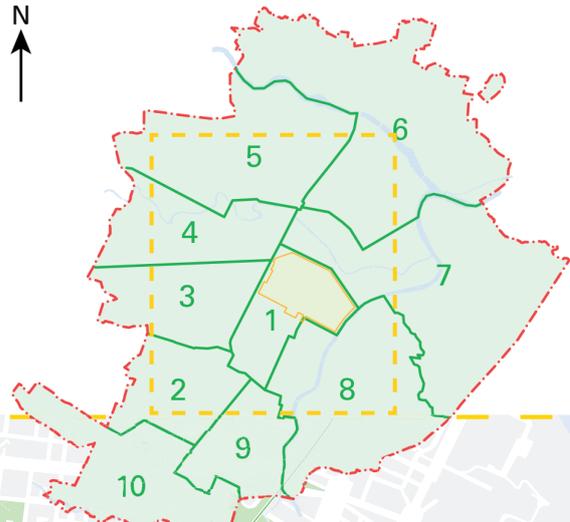
Di questa tipologia sono presenti 517 apparecchi dei quali 283 nella Zona Urbana Centrale Storica, 119 nel quartiere Aurora e 113 nel Parco della Tesoriera.

<b>Apparecchio storico tipo Ex Gas Esagonale</b>	
Tipologie di supporto	Testa-palo Tiglia
Sistema iniziale	Illuminazione a gas
Modifiche	Inserimento lampade ad incandescenza Inserimento gruppo elettronico per sorgenti a scarica nei gas
Sorgenti in uso	Vapori di alogenuri da 100 W e 150 W Vapori di mercurio da 125 W
Fotometria	Diffondente
Rn	circa 40%
Consistenza	517 apparecchi - 5,1% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione	Strade urbane di quartiere (categoria E2) - Strade urbane locali pedonali (categoria F) - Aree verdi



APPARECCHI STORICI  
EX GAS ESAGONALE

ALTRI APPARECCHI  
STORICI



### 2.2.10: Neri La 700

La tipologia di apparecchio storico “La 700”, prodotta da Neri Illuminazione, consiste in una lanterna di 850 mm di altezza e 480 mm di diagonale, composta da due sezioni tronco-piramidali a base esagonale, con struttura interamente realizzata in fusione di lega di alluminio. Prevede un telaio centrale al quale risultano incernierati un riflettore stampato in lamiera di alluminio (verniciato di color bianco) e un telaio superiore con caminetto.

Le sei componenti trasparenti sono realizzate in polimetilmetacrilato (PMMA).

Le viti esterne in ottone a forma di ghianda fungono anche da elemento decorativo mentre il resto della bulloneria è in acciaio Inox.

All'interno del telaio superiore sono alloggiati i componenti elettrici in una scatola in materiale isolante, mentre il portalampada in ceramica si trova all'estremità inferiore della lanterna ancorato al sestipode atto all'installazione su testa-palo.

L'accesso alle apparecchiature elettriche avviene per svitamento e rimozione del telaio superiore, in caso di sostituzione della lampada è possibile alzare il riflettore.

Nei 63 apparecchi diffusi nel centro storico, nel Parco Rignon e sulla Strada Comunale Santa Margherita risultano installate sorgenti a vapori di alogenuri da 100W o da 150W; presentano una fotometria di tipo diffondente, ma grazie alla schermatura superiore si stima una percentuale di flusso disperso verso l'alto  $R_n$  del 2,3%.

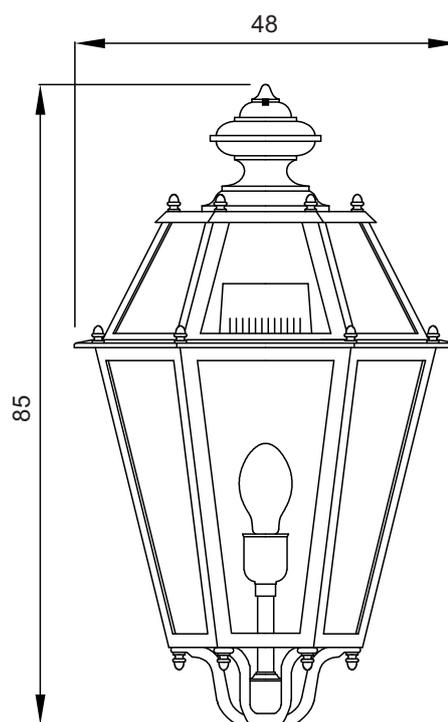


Figura 2.2.10.1  
Apparecchio storico “Neri la 700”  
Disegno tecnico da scheda Neri



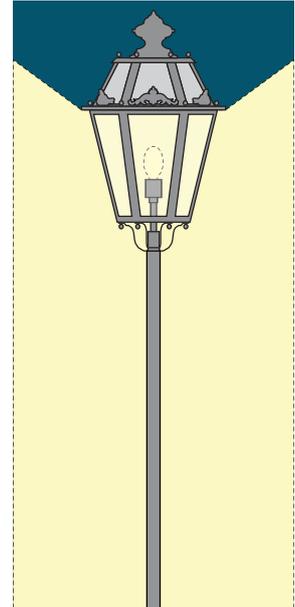
Figura 2.2.10.2  
Apparecchio storico "Neri la 700"  
Installazione su testa-palo, Piazza Castello



Figura 2.2.10.3  
Apparecchio storico "Neri la 700"  
Installazione su testa-palo, Piazza Castello



**Figura 2.2.10.4**  
Apparecchio storico "Neri la 700"  
Installazione su testa-palo, Giardino Sambuy



**Figura 2.2.10.5**  
Schema di emissione appa-  
recchio Neri La 700



**Figura 2.2.10.6**  
Apparecchio storico "Neri la 700"  
Installazione su testa-palo, Via Cesare Battisti

<b>Apparecchio storico tipo Ex Gas Esagonale</b>	
Tipologie di supporto	Testa-palo
Sorgenti iniziali	A scarica nei gas
Modifiche	Nessuna
Sorgenti in uso	Vapori di alogenuri da 100 W e 150 W
Fotometria	Diffondente
Rn	circa 2,3 %
Consistenza	63 apparecchi - 0,6% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione	Strade urbane di quartiere (categoria E2) - Strade urbane locali della Zona Urbana Centale Storica e pedonali (categoria F) - Aree verdi

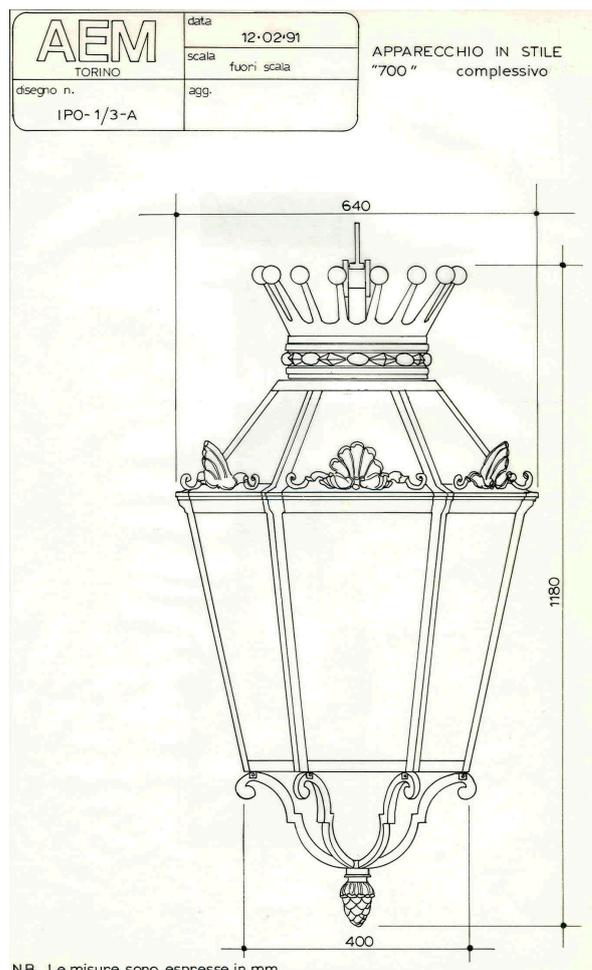


### 2.2.11: Stile '700

Caratterizzato da un'armatura composta da due telai tronco-piramidali a base esagonale l'apparecchio storico "Stile '700" ha una struttura metallica in alluminio (656 pezzi) o in bronzo sabbiato (185 pezzi). Una corona posta sulla sommità e altri fregi ed elementi a forma di pigna fungono da decorazione.

La struttura risulta aperta nella parte inferiore e chiusa lateralmente da elementi trapezoidali trasparenti in policarbonato Makrolon di 2mm di spessore. Il disegno tecnico "IPO-1/3-A" dell'Azienda Energetica Metropolitana prodotto nel Febbraio 1991 (Figura 2.2.11.1) esplicita le dimensioni della lanterna: 1180 mm di altezza per una diagonale di 640 mm e un'apertura inferiore di 400 mm.

Uno degli elementi trasparenti posti a chiusura laterale presenta un telaio a sé stante che, incernierato al resto della struttura, consente l'accesso



**Figura 2.2.11.1**  
Apparecchio storico "Stile '700"  
disegno tecnico da scheda AEM



**Figura 2.2.11.2**  
Apparecchio storico "Stile '700"  
Esemplare in bronzo sabbiato, Piazza Vittorio



**Figura 2.2.11.3**  
Apparecchio storico "Stile '700"  
Esemplare in alluminio, Piazza Carlo Felice

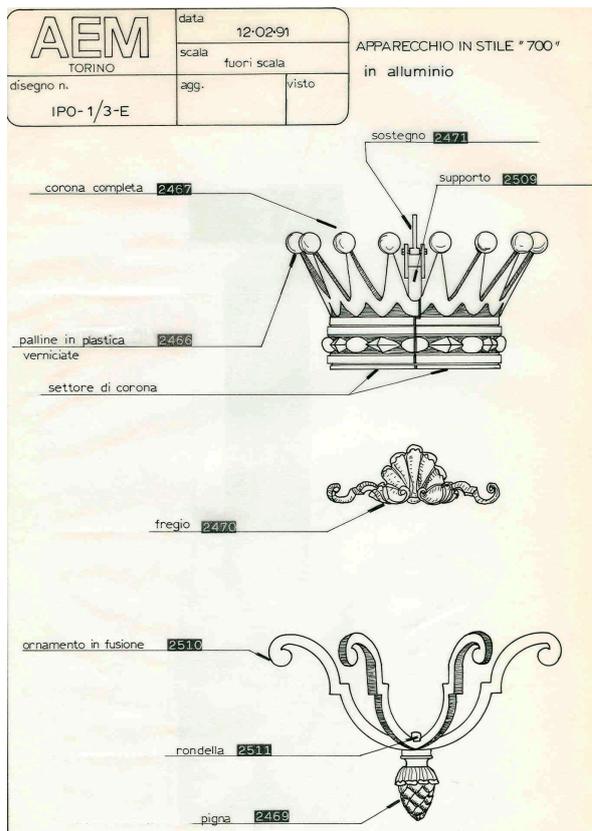


**Figura 2.2.11.4**  
Apparecchio storico "Stile '700"  
Apertura laterale, Piazza Vittorio

al vano interno dell'apparecchio Figura 2.2.11.4. Progettata nel 1933 come "Nuova Armatura Portici" nell'ambito del progetto di ricostruzione di via Roma (Capitolo 1.2 - Figura 1.2.4) la lanterna risulta equipaggiata con lampade ad incan-

descenza; viene poi convertita all'uso di sorgenti a scarica con l'introduzione del gruppo elettrico, ubicato nella parte superiore dell'apparecchio e protetto da una piastra antistillicidio.

Proseguendo verso il basso troviamo il punto di giunzione tra le due sezioni tronco-piramidali decorata da sei fregi dello stesso materiale del telaio e nella parte terminale, al di sotto dell'apertura, un ornamento composto da sei bracci che si congiungono per mezzo di una pigna decorativa.

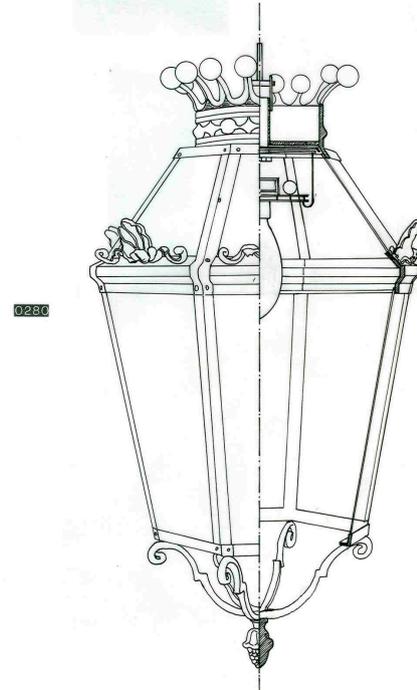


**Figura 2.2.11.6**  
Apparecchio storico "Stile '700"  
decorazioni corpo in alluminio da scheda AEM

<b>AEM</b> TORINO	data	10-01-91
	scala	fuori scala
disegno n.	agg.	
IPO-1/3-B		

APPARECCHIO IN STILE "700" in alluminio - complessivo

La matricola non comprende :  
Gruppo elettrico



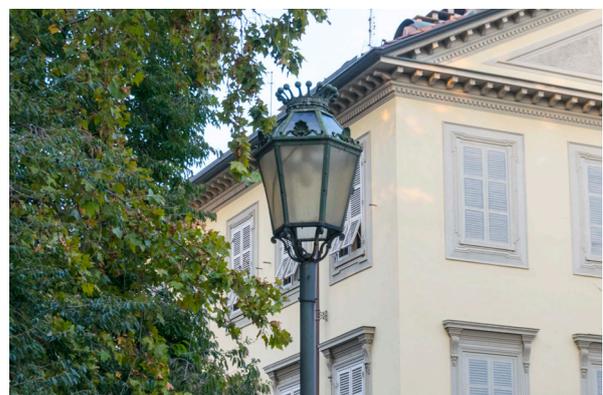
**Figura 2.2.11.5**  
Apparecchio storico "Stile '700"  
spaccato corpo in alluminio da scheda AEM

L'installazione è di tipo sia a sospensione, per mezzo di un sistema di ancoraggio posto al centro della corona decorativa (su braccio a palo, su braccio a muro o su tigia), sia su testa-palo.

Attualmente equipaggiato con sorgenti a vapori di alogenuri nelle potenze da 100W e da 150W presenta una fotometria di tipo diffondente, ne risultano 994 elementi (9.8% degli apparecchi



**Figura 2.2.11.7**  
Apparecchio storico "Stile '700"  
Installazione su braccio a palo, Giardino Cavour



**Figura 2.2.11.8**  
Apparecchio storico "Stile '700"  
Installazione su testa-palo, Giardino Cavour

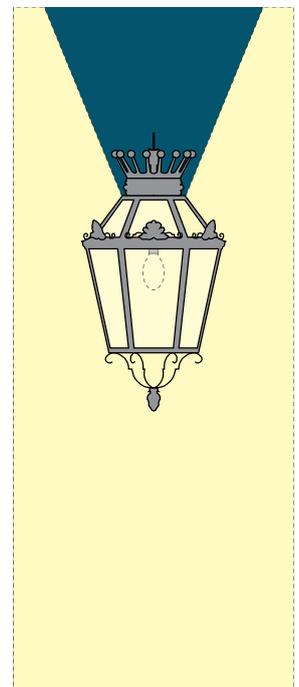
storici) diffusi nella Zona Urbana Centrale Storica. In particolare caratterizza i portici di piazza Carlo Felice, di piazza San Carlo e di piazza Castello e del tratto di via Roma che le collega, di via Po e piazza Vittorio, di piazza e via Palazzo di Città, di corso Vinzaglio, di via Pomba e via Mazzini, della stazione di Torino Porta Nuova e di via Sacchi tra corso Vittorio Emanuele II e corso Stati Uniti. Lo si trova poi più raramente in aree verdi (installato su testa-palo o su braccio a palo) come nel caso del Giardino Cavour o installato su braccio a muro come in piazza Carignano.



**Figura 2.2.11.9**  
Apparecchio storico "Stile '700"  
Installazione su braccio a muro, Piazza Carignano



**Figura 2.2.11.10**  
Apparecchio storico "Stile '700"  
Installazione su tigia, Piazza Palazzo di Città



**Figura 2.2.11.11**  
Schema di emissione apparecchio Stile '700



**Figura 2.2.11.12**  
Apparecchio storico "Stile '700"  
Installazione su testa-palo, Piazza Cavour



**Figura 2.2.11.13**  
Apparecchio storico "Stile '700"  
Installazione su braccio a palo, Piazza Cavour



<b>Apparecchio storico tipo Stile '700</b>	
Tipologie di supporto	Tigia Braccio a palo singolo e doppio Braccio a muro Testa-palo
Sorgenti iniziali	A incandescenza
Modifiche	Inserimento gruppo elettronico per sorgenti a scarica nei gas
Sorgenti in uso	Vapori di alogenuri da 100 W e 150 W
Fotometria	Diffondente
Rn	-
Consistenza	994 apparecchi - 9,8% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione	Portici - Strade urbane locali della Zona Urbana Centale Storica e pedonali (categoria F) - Aree verdi

### 2.2.12: Ordine Mauriziano

L'apparecchio storico denominato "Ordine Mauriziano" è anche conosciuto come "700 con croce e corona": presenta infatti una struttura simile al precedente apparecchio "Stile '700", realizzata con due telai metallici tronco-piramidali a base esagonale e con una corona posta sulla sommità. Tale corona caratterizza questo apparecchio in quanto presenta una forma più complessa culminante con un elemento a forma di croce.

Il telaio risulta aperto nella parte inferiore e chiuso lateralmente e nella parte superiore da elementi trasparenti di forma trapezoidale; uno



Figura 2.2.12.1

Apparecchio storico "Ordine Mauriziano"  
Installazione su braccio a muro, Piazzetta Reale



Figura 2.2.12.2

Apparecchio storico "Ordine Mauriziano"  
Installazione su braccio a muro e su tigia, Galleria Umberto I

degli elementi posti a chiusura laterale presenta un telaio a sé stante che, incernierato al resto della struttura, consente l'accesso al vano interno dell'apparecchio.

Inizialmente progettata per essere equipaggiata con lampade ad incandescenza, la lanterna è stata poi convertita all'uso di sorgenti a scarica nei cas con l'introduzione del gruppo elettrico, il quale trova alloggio nella parte superiore dell'apparecchio.

Il punto di giunzione tra le due sezioni tronco-piramidali risulta decorato da fregi dello stes-

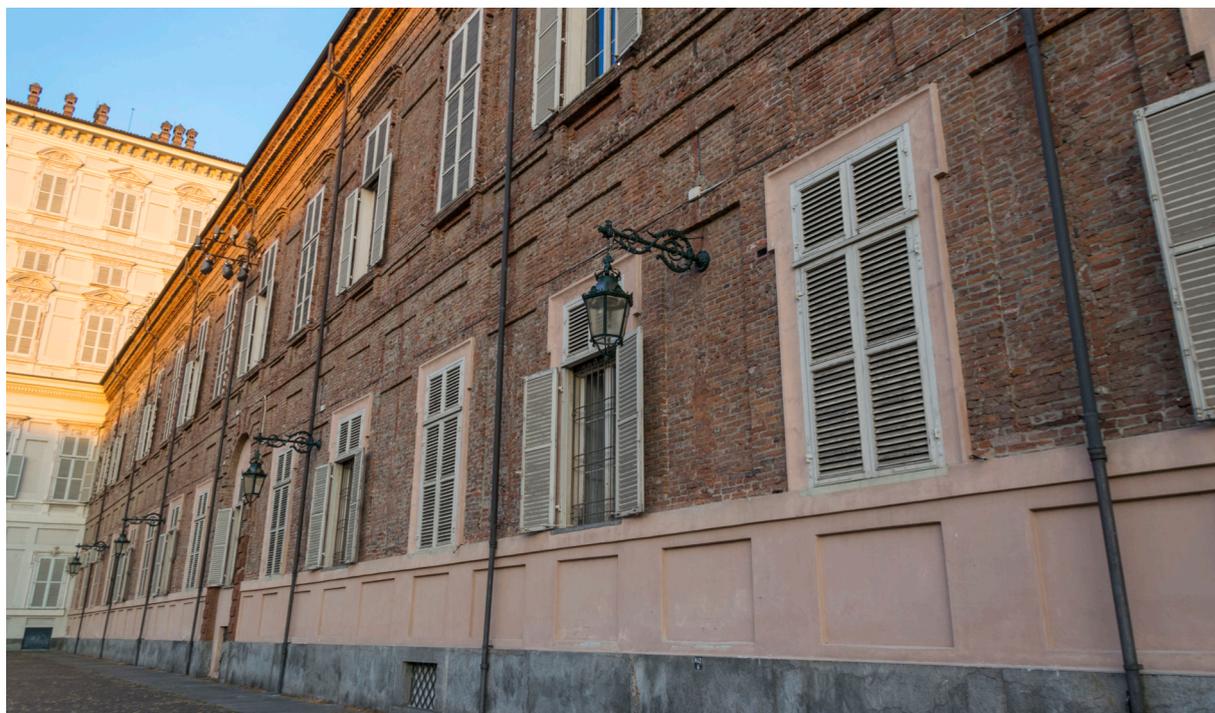


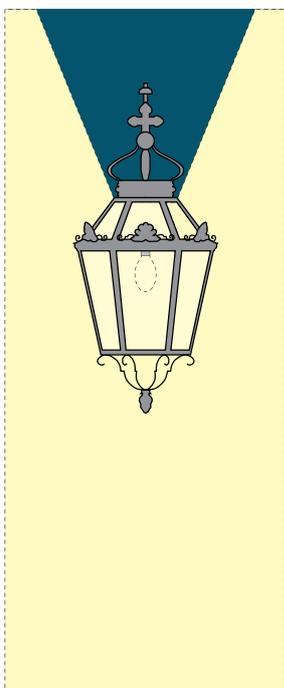
Figura 2.2.12.3

Apparecchio storico "Ordine Mauriziano"  
Installazione su braccio a muro, Piazzetta Reale

so materiale del telaio e nella parte terminale, al di sotto dell'apertura, vi è un ornamento composto da sei bracci che si congiungono in una pigna decorativa.

L'installazione è di tipo a sospensione, su braccio a muro o su tigia, per mezzo di un sistema di ancoraggio posto sulla croce sopra la corona decorativa.

Attualmente equipaggiato con sorgenti a vapori di alogenuri nelle potenze da 70W e da 100W, presenta una fotometria di tipo diffondente con una percentuale di flusso disperso verso l'alto Rn stimato



**Figura 2.2.12.4**  
Schema di emissione apparecchio Ordine Mauriziano



**Figura 2.2.12.5**  
Apparecchio storico "Ordine Mauriziano"  
Installazione su braccio a muro e su tigia, Galleria Umberto I

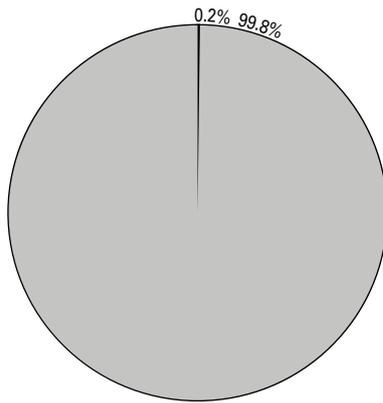


**Figura 2.2.12.6**  
Apparecchio storico "Ordine Mauriziano"  
Installazione su braccio a muro, Piazzetta Reale

in circa il 40%. Dalle immagini notturne si nota come la geometria della lanterna generi evidenti tagli di luce e di ombra sulle facciate degli edifici su cui sono installati gli apparecchi.

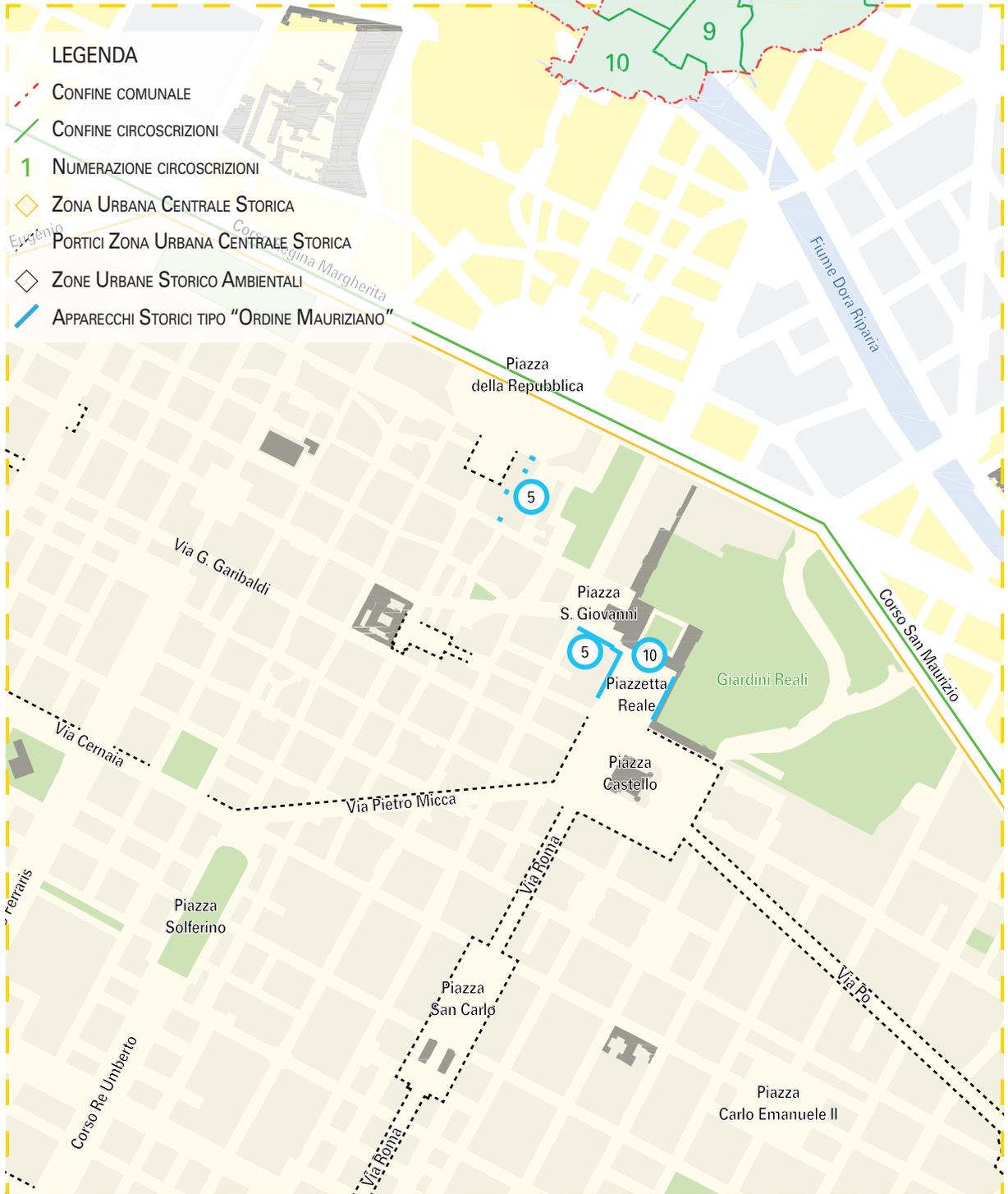
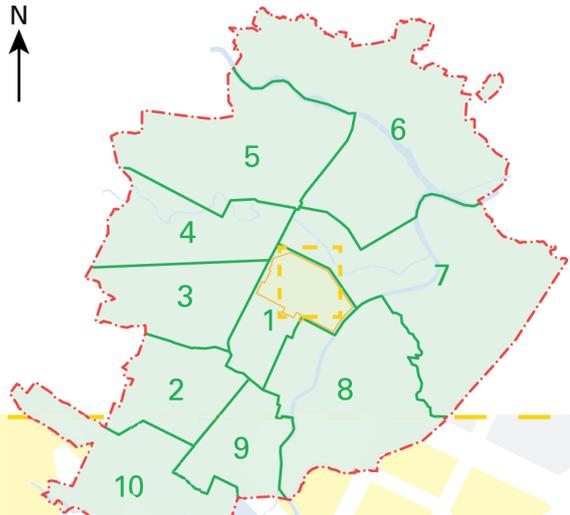
Risultano attualmente installati 20 apparecchi di questa tipologia (rappresentanti lo 0,2% degli apparecchi storici) ubicati in prossimità del Palazzo Reale, in Piazzetta Reale (10 elementi) e tra quest'ultima e Piazza San Giovanni (5 elementi), e nelle vicinanze di Piazza della Repubblica, in corrispondenza della Galleria Umberto I e anche affacciati sulla piazza.

<b>Apparecchio storico tipo Ordine Mauriziano</b>	
Tipologie di supporto	Tigia Braccio a muro
Sorgenti iniziali	A incandescenza
Modifiche	Inserimento gruppo elettronico per sorgenti a scarica nei gas
Sorgenti in uso	Vapori di alogenuri da 70 W e 100 W
Fotometria	Diffondente
Rn	circa 40%
Consistenza	20 apparecchi - 0,2% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione	Strade urbane locali della Zona Urbana Centale Storica e pedonali (categoria F)



APPARECCHI STORICI  
ORDINE MAURIZIANO

ALTRI APPARECCHI  
STORICI



### 2.2.13: *Nodo di Savoia*

L'apparecchio storico tipo "Nodo di Savoia" possiede un telaio in materiale metallico suddiviso in due parti tronco-piramidali a base esagonale da una fascia decorativa; altro elemento di decorazione è identificabile nella corona posta sulla sommità della lanterna.

I lati della struttura esagonale risultano chiusi da elementi trasparenti di forma trapezoidale mentre la parte inferiore è chiusa da un elemento opaco. In corrispondenza della chiusura inferiore avviene l'installazione di tipo braccio a palo o testa-palo, con fissaggio tramite un'interfaccia cilindrica saldata alla base esagonale della struttura.

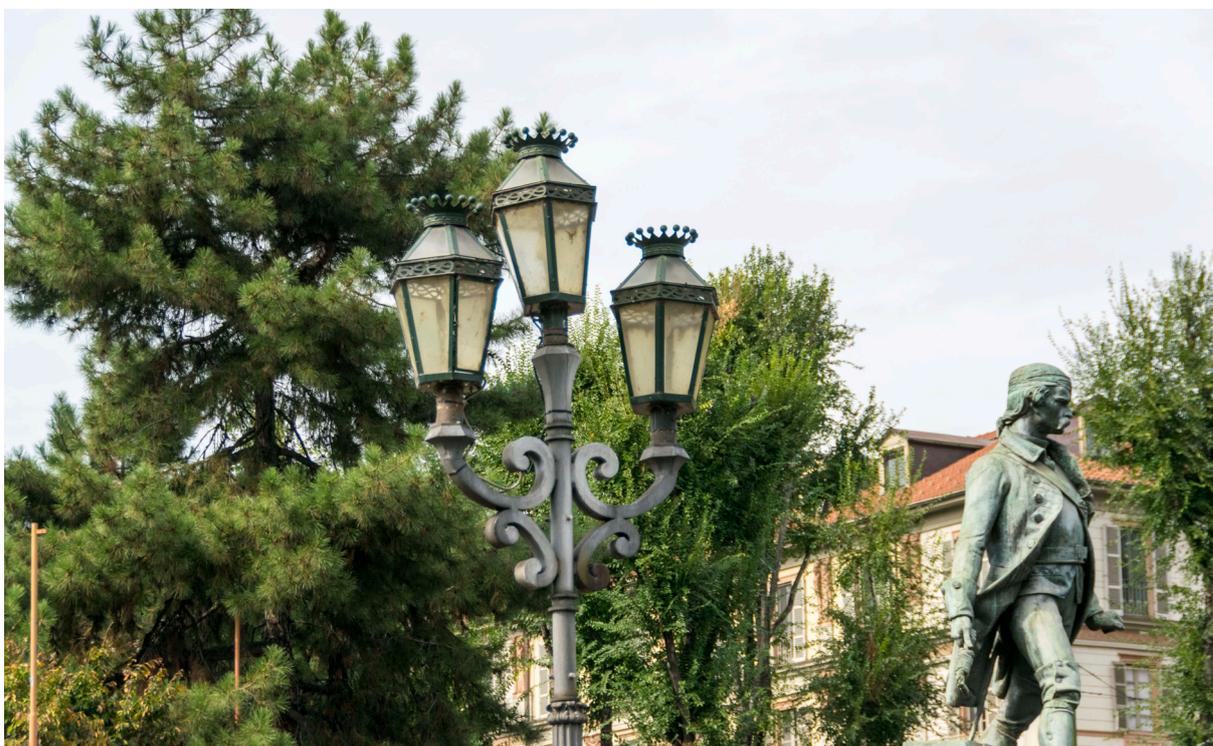
L'accesso al vano interno dell'apparecchio viene garantito da uno degli elementi trasparenti di chiusura laterale che, avente un telaio a sé stante incernierato al resto della struttura, funge da sportello.

La diffusione di questa tipologia di apparecchio avviene con la dotazione di lampade ad incandescenza mentre oggi vi troviamo sorgenti a scarica nei gas, installate nella parte alta della lanterna,



2.2.13.1

Apparecchio storico "Nodo di Savoia"  
Installazione su testa-palo, Giardino Guglieminetti

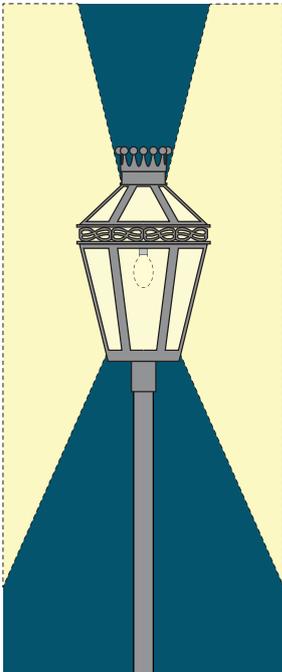


2.2.13.2

Apparecchio storico "Nodo di Savoia"  
Installazione su braccio a palo, Giardino Guglieminetti

al quale uso è stato poi convertito con l'introduzione del gruppo elettrico ubicato nella semi-lanterna superiore.

Risulta quindi attualmente equipaggiato con sorgenti a vapori di alogenuri da 100W e presenta una fotometria di tipo diffondente con una percentuale stimata di flusso disperso verso l'alto  $R_n$  di circa il 40%. In Figura 2.2.13.5 risulta ben visibile come la tipologia di emissione generi la proiezione sul Mastio della Cittadella del motivo decorativo della lanterna, mentre a terra viene proiettata la sagoma



**Figura 2.2.13.3**  
Schema di emissione apparecchio "Nodo di Savoia"



**2.2.13.4**  
Apparecchio storico "Nodo di Savoia"  
Installazione su braccio a palo, Giardino Guglieminetti

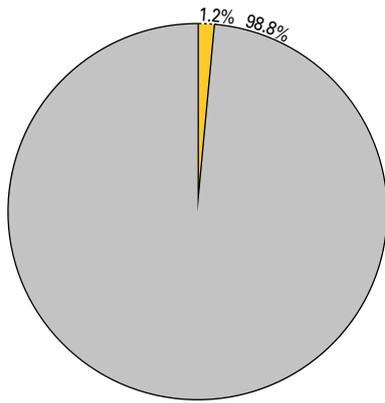


**2.2.13.5**  
Apparecchio storico "Nodo di Savoia"  
Installazione su testa-palo, Giardino Guglieminetti

della base esagonale e dei settori degli elementi trasparenti.

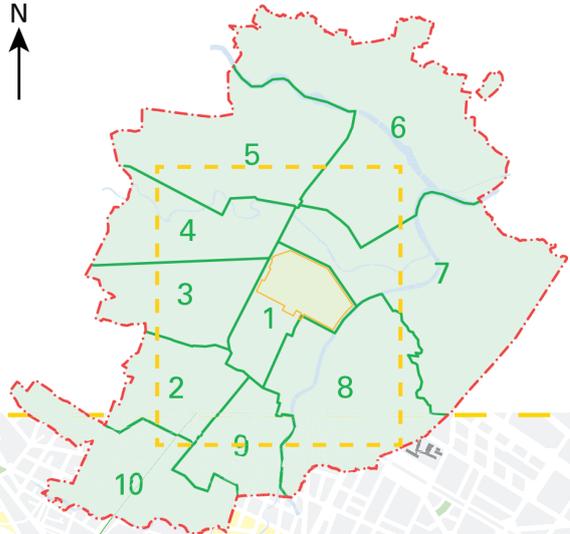
Sono ad oggi ancora diffusi 119 apparecchi di questo tipo (1,2% degli apparecchi storici): 83 nella Zona Urbana Centrale Storica, suddivisi tra i Giardini Reali (58 apparecchi) e Giardino Andrea Guglielminetti, dove si trova il Mastio della Cittadella (25 apparecchi), e 36 nella Circostrizione 2, in corrispondenza del Parco Rignon.

<b>Apparecchio storico tipo Nodo di Savoia</b>	
Tipologie di supporto	Braccio a palo
Sorgenti iniziali	A incandescenza
Modifiche	Inserimento gruppo elettronico per sorgenti a scarica nei gas
Sorgenti in uso	Vapori di alogenuri da 100 W
Fotometria	Diffondente
Rn	circa 40%
Consistenza	119 apparecchi - 1,2% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione	Aree verdi



APPARECCHI STORICI  
NODO DI SAVOIA

ALTRI APPARECCHI  
STORICI



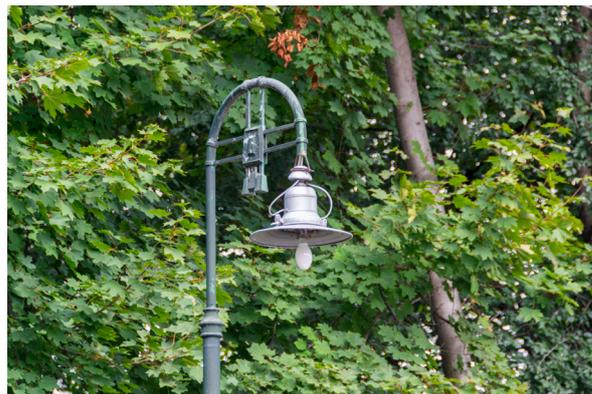
**LEGENDA**

- CONFINI COMUNALE
- CONFINI CIRCOSCRIZIONI
- NUMERAZIONE CIRCOSCRIZIONI
- ZONA URBANA CENTRALE STORICA
- PORTICI ZONA URBANA CENTRALE STORICA
- ZONE URBANE STORICO AMBIENTALI
- APPARECCHI STORICI TIPO "NODO DI SAVOIA"



### 2.2.14: Piccola potenza

L'apparecchio storico chiamato "Piccola Potenza" o tipo "Caplet" è caratterizzato da una struttura in alluminio con forma a campana, con la parte inferiore che si allarga a formare un "capello" di protezione per la sorgente luminosa. L'installazione è di tipo a sospensione su braccio a palo o a muro, con fissaggio tramite un piccolo telaio metallico che va ad ancorarsi sulla sommità della struttura a campana; attraverso tale struttura viene fatto passare il cablaggio di alimentazione della sorgente, uscente dal braccio di sostegno.



**Figura 2.2.14.1**  
Apparecchio storico "Piccola potenza"  
Installazione su braccio a palo, Borgo Po



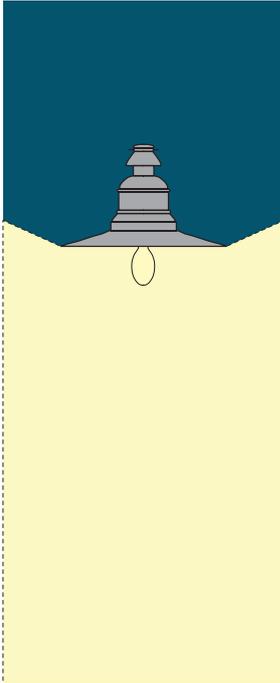
**Figura 2.2.14.2**  
Apparecchio storico "Piccola potenza"  
Installazione su braccio a palo, Borgo Po

Inizialmente anche per questo apparecchio si utilizzavano lampade a incandescenza, poi sostituite con sorgenti a scarica nei gas per la quale introduzione è stato inserito il gruppo elettrico all'interno della struttura cilindrica dell'apparecchio; risulta oggi dotato di lampade a vapori di alogenuri da 100 W o a vapori di mercurio da 125 W.

Si tratta di un elemento con distribuzione diffusa del flusso luminoso emesso, la cui percentuale di dispersione verso l'alto  $R_n$  è stimata in circa il 37%.



**Figura 2.2.14.3**  
Apparecchio storico "Piccola potenza"  
Installazione su braccio a palo, Borgo Po pressi Ponte Umberto I



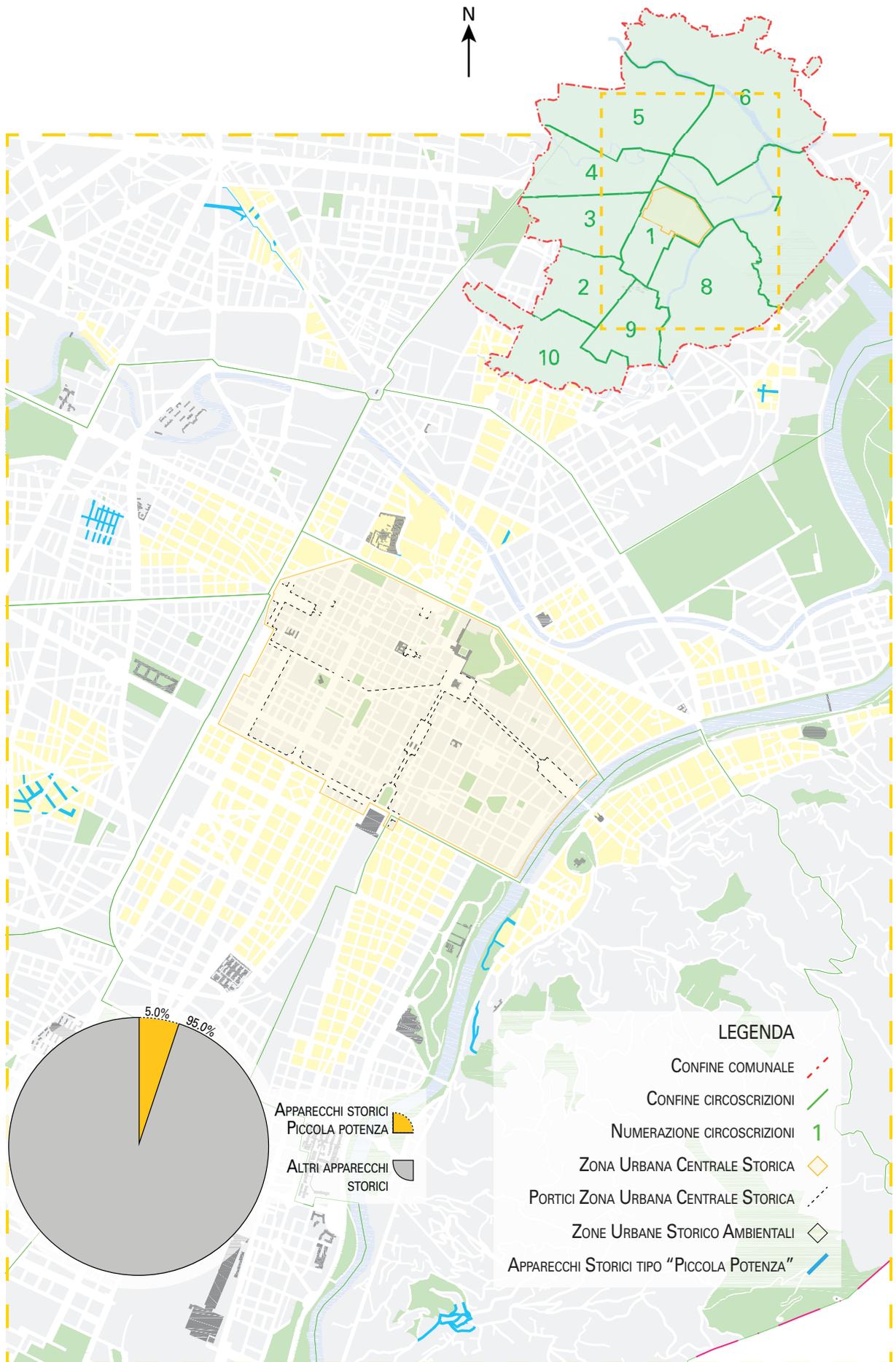
**Figura 2.2.14.4**  
Schema di emissione apparecchio Piccola potenza



**Figura 2.2.14.5**  
Apparecchio storico "Piccola potenza"  
Installazione su braccio a palo, Borgo Po

Sono attualmente installati 510 apparecchi di questa tipologia (5% degli apparecchi storici) in varie zone della città, come si può osservare nella seguente rappresentazione planimetrica.

<b>Apparecchio storico tipo Piccola potenza</b>	
Tipologie di supporto	Braccio a palo Braccio a muro
Sorgenti iniziali	A incandescenza
Modifiche	Inserimento gruppo elettronico per sorgenti a scarica nei gas
Sorgenti in uso	Vapori di alogenuri da 100 W Vapori di mercurio da 125 W
Fotometria	Diffondente
Rn	circa 37%
Consistenza	510 apparecchi - 5% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione	Strade urbane di quartiere (categoria E2) - Strade urbane locali (categoria F) - Aree pedonali - Aree verdi



### 2.2.15: Antares e Vomero

L'apparecchio storico tipo "Antares", produzione Fivep, ad oggi non risulta più presente sul territorio Torinese; i 37 elementi precedentemente situati sul camminamento del lungo Po, tra piazza Vittorio Veneto e corso Vittorio Emanuele II, sono stati infatti rimossi durante l'intervento di riqualificazione dei Murazzi del Po (che verrà più dettagliatamente descritto al capitolo 4 "Interventi di relamping a LED riguardanti gli impianti di illuminazione pubblica storica di Torino - 4.1: Riqualificazione dei Murazzi del Po").

Il corpo dell'apparecchio di illuminazione, alto 550 mm e dal diametro di 450 mm, era realizzato in pressofusione di alluminio e presentava un elemento diffusore prismato in vetro pressato al cui interno era collocata la sorgente (a vapori di mercurio da 250W) e un riflettore in lega di alluminio; ne risultava una distribuzione fotometrica di tipo parabolico.

Il rinnovo degli impianti di illuminazione pubblica dei Murazzi del Po ha portato anche alla rimozione degli apparecchi storici stile "Vomero", sempre di produzione Fivep, collocato sul muraglione del Lungo Po (17 elementi).



Figura 2.2.15.2

Apparecchio storico "Antares", installazione su braccio a palo lungo Po, IREN Energia

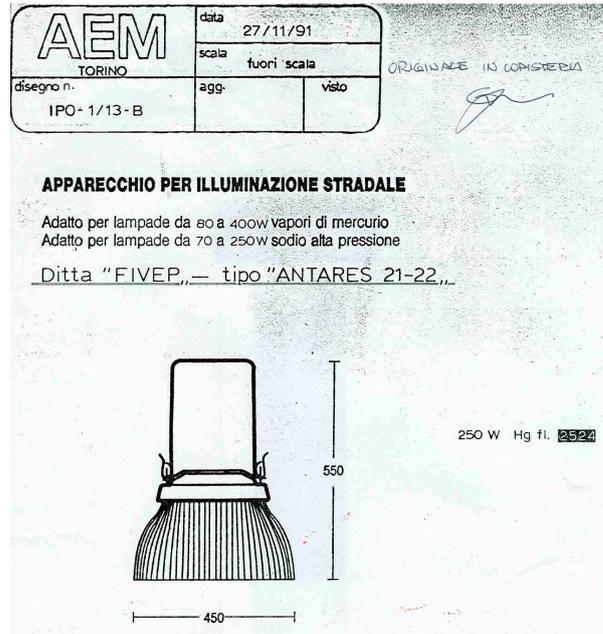


Figura 2.2.15.1

Apparecchio storico "Antares", disegno da scheda tecnica AEM

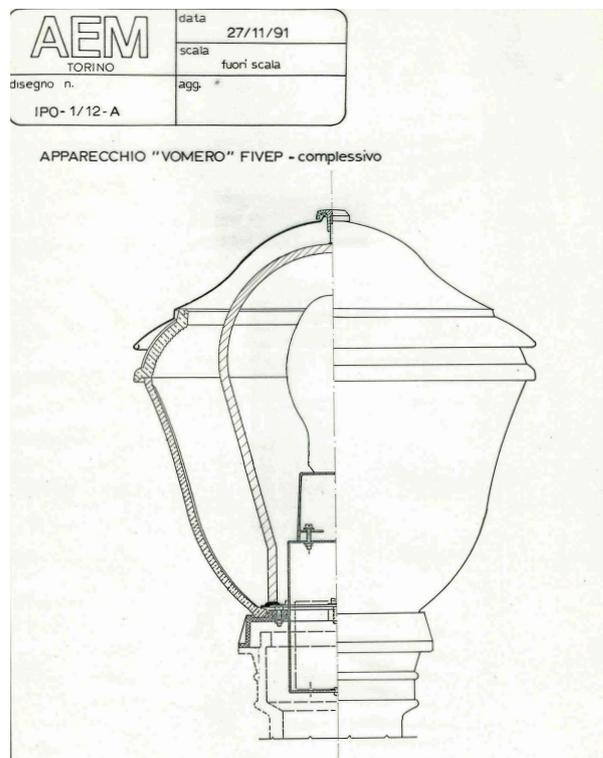
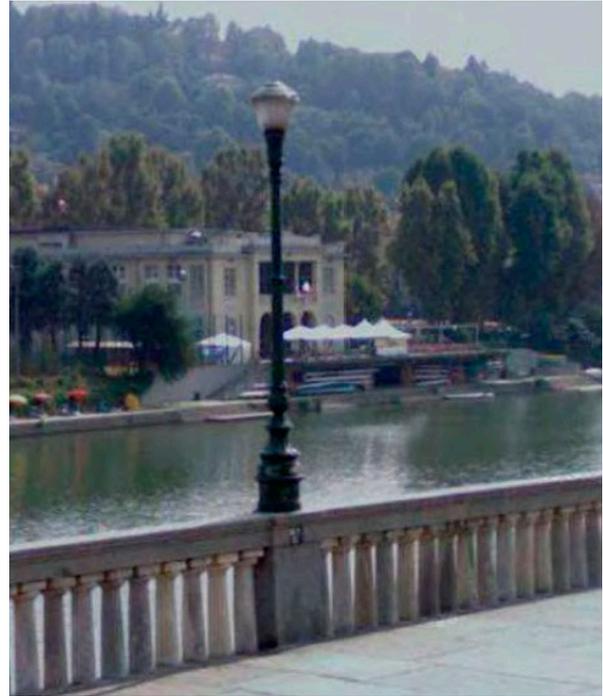


Figura 2.2.15.3

Apparecchio storico "Vomero", disegno da scheda tecnica AEM

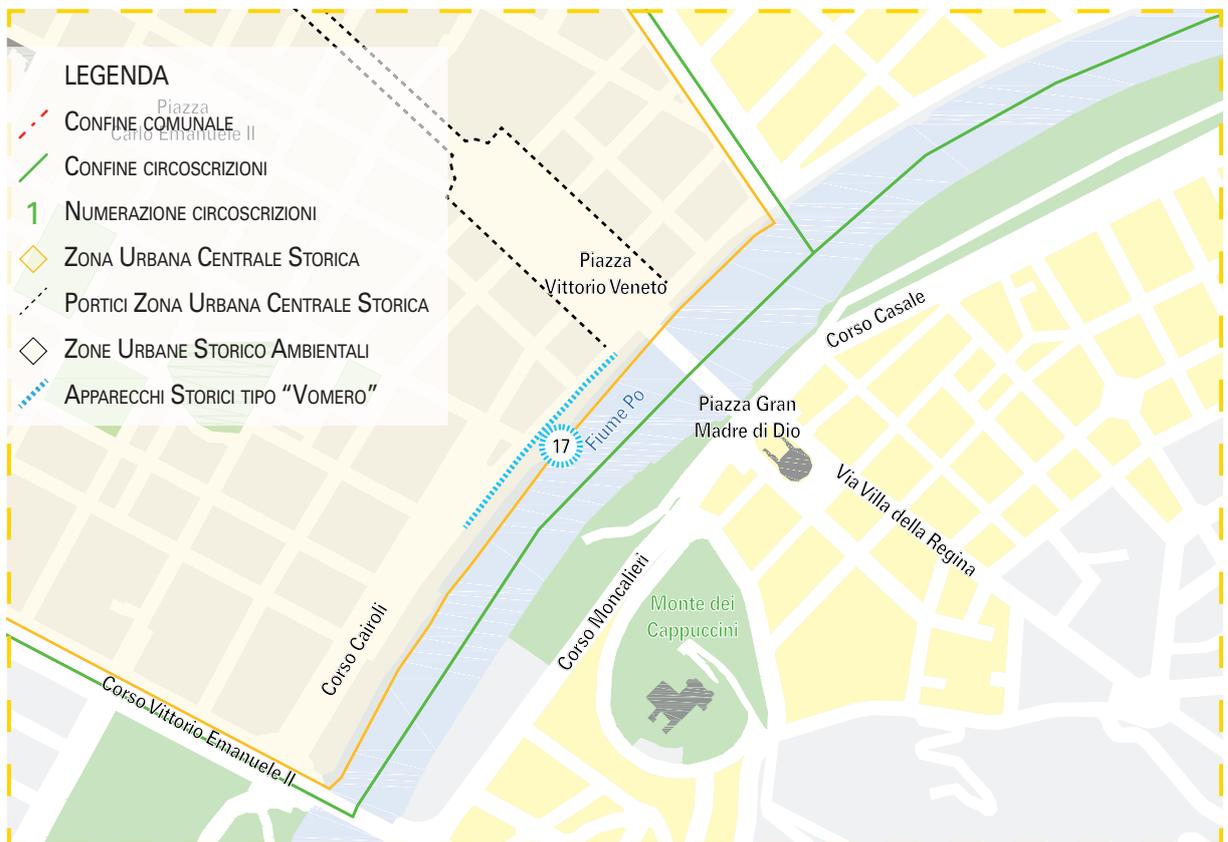
Questi erano costituiti da un elemento diffusore a base circolare schermato superiormente da una calotta opaca di chiusura; la sorgente, a vapori di mercurio da 250 W, risultava ubicata all'estremità inferiore dell'apparecchio che veniva installato su testa-palo.



**Figura 2.2.15.4**  
Apparecchio storico “Vomero”, installazione su testa-palo sul muraglione del lungo Po, IREN Energia

<b>Apparecchio storico tipo Antares</b>	
Tipologie di supporto	Braccio a palo
Sorgenti iniziali	A scarica nei gas
Modifiche	Nessuna
Sorgenti in uso prima della rimozione	Vapori di mercurio da 250 W
Fotometria	Parabolica
Rn	circa 20%
Consistenza	Rimosso

<b>Apparecchio storico tipo Vomero</b>	
Tipologie di supporto	Testa-palo
Sorgenti iniziali	A scarica nei gas
Modifiche	Nessuna
Sorgenti in uso prima della rimozione	Vapori di mercurio da 250 W
Fotometria	Diffusa
Rn	circa 33%
Consistenza	Rimosso



### 2.2.16: Edison Traditional

La struttura dell'apparecchio storico "Edison Traditional", prodotto da General Electric, consta di una lanterna a base circolare schermata superiormente da un elemento di chiusura opaco, costituito da una calotta emisferica culminante in un elemento decorativo composto da due sezioni tronco-coniche; risulta installato su supporti con sistema di ancoraggio tipo testa-palo.

Tale apparecchio nasce già per essere equipaggiato con la tipologia di sorgente a scarica nei gas e attualmente vi sono installate lampade a vapori di alogenuri nella potenza di 150 W.



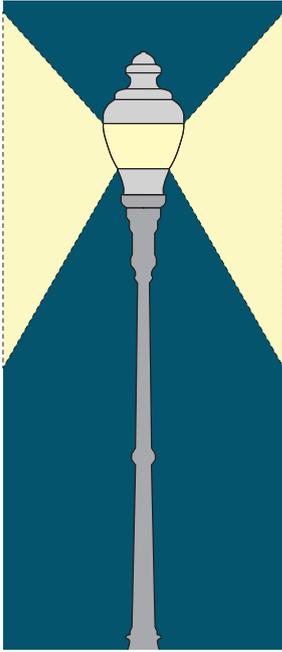
**Figura 2.2.16.1**  
Apparecchio storico "Edison Traditional"  
Installazione su testa-palo, Ponte Isabella



**Figura 2.2.16.2**  
Apparecchio storico "Edison Traditional"  
Installazione su testa-palo, Ponte Isabella

La chiusura in polimetilmetacrilato prismaticizzato funge da diffusore, si tratta infatti anche in questo caso di un elemento con fotometria di tipo diffondente, schematizzata in Figura 2.2.16.3, con una percentuale di flusso disperso verso l'alto  $R_n$  stimata in circa il 57%.

Sono ad oggi presenti 20 apparecchi "Edison Traditional" (0,2% degli apparecchi storici), tutti ubicati lungo il ponte Isabella che collega corso Dante con corso Moncalieri.



**Figura 2.2.16.3**  
 Schema di emissione appa-  
 recchio Edison Traditional

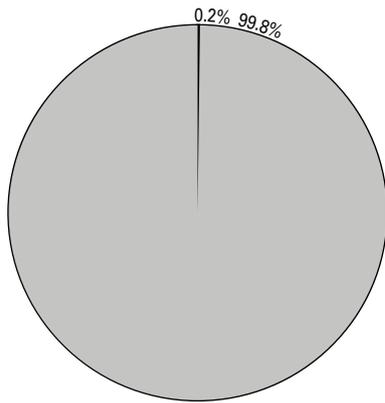


**Figura 2.2.16.4**  
 Apparecchio storico "Edison Traditional"  
 Installazione su testa-palo, Ponte Isabella



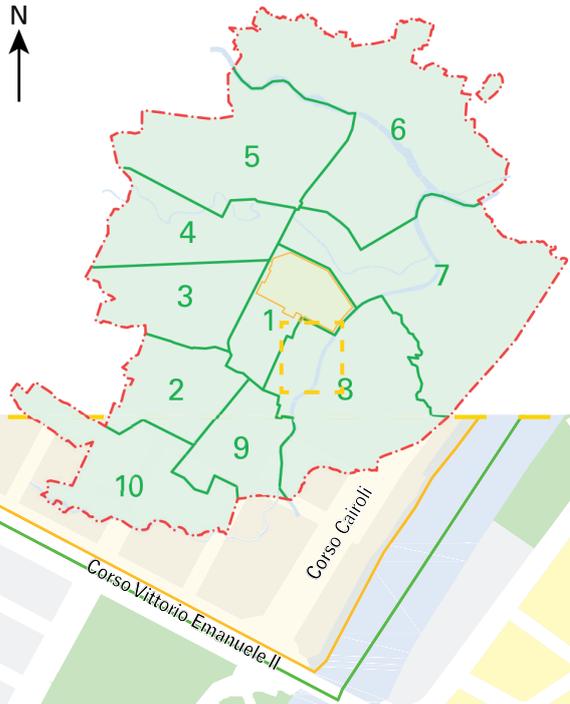
**Figura 2.2.16.5**  
 Apparecchio storico "Edison Traditional"  
 Installazione su testa-palo, Ponte Isabella

<b>Apparecchio storico Edison Traditional</b>	
Tipologie di supporto	Testa-palo
Sorgenti iniziali	A scarica nei gas
Modifiche	Nessuna
Sorgenti in uso	Vapori di alogenuri da 150 W
Fotometria	Diffondente
Rn	circa 57%
Consistenza	20 apparecchi - 0,2% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione	Strade urbane di quartiere (categoria E2)



APPARECCHI STORICI  
EDISON TRADITIONAL

ALTRI APPARECCHI  
STORICI



### 2.2.17: Torcia di gala e Piacentini

La “Torcia di gala” è un apparecchio di forma allungata con una base tronco-conica ed elementi verticali posti a protezione della struttura cilindrica opalina che contiene la sorgente luminosa.

Sono elementi realizzati per un’installazione con braccio a muro e per sorgenti luminose a fluorescenza da 36 W; presentano una fotometria di tipo diffondente con una percentuale di flusso disperso verso l’alto  $R_n$  stimato in circa il 33%.

I 164 apparecchi di questa tipologia (1,6% degli apparecchi storici) caratterizzano il tratto di via Roma compreso tra Piazza Carlo Felice e Piazza

San Carlo assieme agli apparecchi storici tipo “Piacentini”, concepiti nell’ambito dell’intervento di ricostruzione di via Roma su progetto di Marcello Piacentini che ha avuto luogo tra il 1931 e 1937.

Conosciuta anche come “Novecento” la lanterna tipo Piacentini presenta una forma tronco-piramidale, costituita da 4 lastre di vetro trapezoidali consolidate da una struttura in lamiera verniciata di colore verde abete RAL 6009. Inizialmente equipaggiata con sorgenti ad incandescenza questa tipologia di apparecchio è stata nel corso degli anni oggetto di interventi di adeguamento tecnologico. Dopo l’iziale passaggio all’uso di sorgenti a fluorescenza lineari (1960), hanno visto l’introduzione di lampade fluorescenti compatte (fine anni ‘80) e, infine, il passaggio alla tecnologia LED nel corso del 2016 (intervento più dettagliatamente descritto al capitolo 4 “Interventi di relamping a LED riguardanti gli impianti di illuminazione pubblica storica di Torino - 4.2: Apparecchio storico tipo



Figura 2.2.17.1

Apparecchio storico "Torcia di gala"  
Installazione su braccio a muro, Via Roma



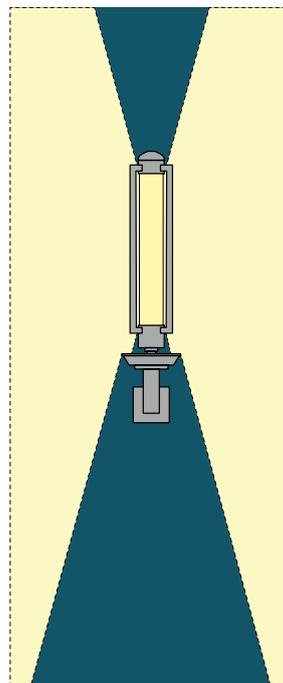
Figura 2.2.17.2

Apparecchio storico tipo “Piacentini” con “Torce di gala” visibili sul lato stradale opposto, Via Roma

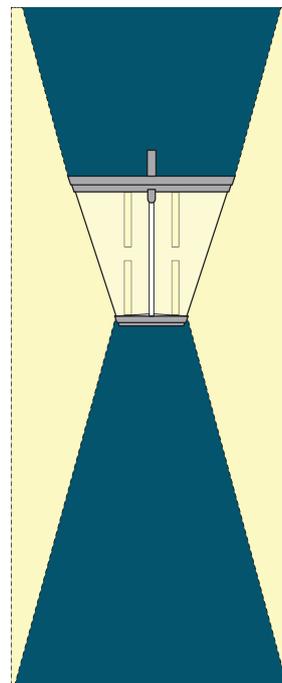
“Piacentini”: Restauro conservativo e riqualificazione tecnologica”). L'apparecchio storico tipo Piacentini risulta quindi ad oggi equipaggiato con 8 lampade a LED da 16 W e presenta una distribuzione diffusa del flusso luminoso emesso.



**Figura 2.2.17.**  
Apparecchio storico “Torchia di gala” e “Piacentini”  
Piazza CLN



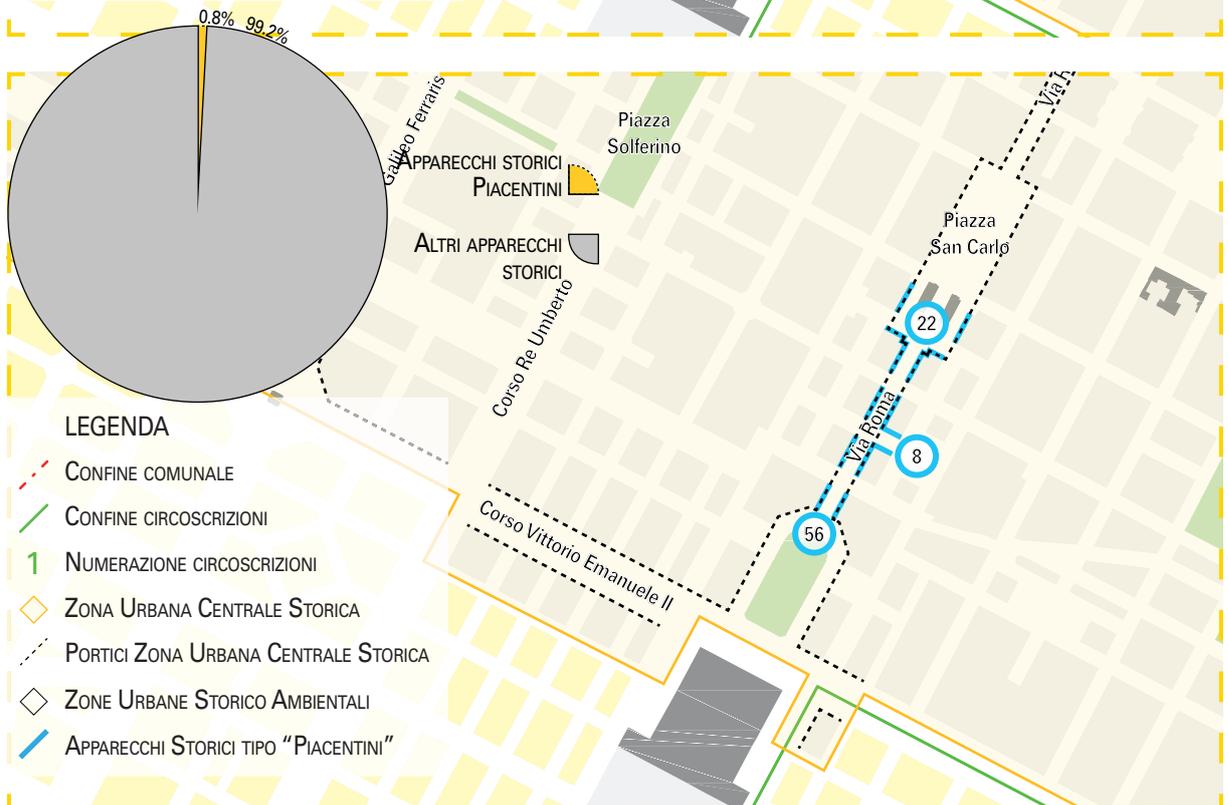
**Figura 2.2.17.**  
Schema di emissione apparecchio Torchia di gala



**Figura 2.2.17.**  
Schema di emissione apparecchio Piacentini

<b>Apparecchio storico tipo Torchia di gala</b>	
Tipologie di supporto	Braccio a muro
Sorgenti iniziali	A incandescenza
Modifiche	Inserimento lampade fluorescenti lineari
Sorgenti in uso	Fluorescenti da 36 W
Fotometria	Diffondente
Rn	circa 33%
Consistenza	164 apparecchi - 1,6% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione	Strade urbane di quartiere (categoria E2) - Aree pedonali

<b>Apparecchio storico tipo Piacentini</b>	
Tipologie di supporto	Tigia
Sorgenti iniziali	A incandescenza
Modifiche	Inserimento lampade fluorescenti lineari - 1960 Inserimento lampade fluorescenti lineari compatte - fine anni '80 Conversione a LED - 2016
Sorgenti in uso	8 lampade a LED da 16 W
Fotometria	Diffondente
Rn	-
Consistenza	86 apparecchi - 0,8% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione	Portici - Strade urbane di quartiere (categoria E2) - Aree pedonali



### 2.2.18: Palazzo Igiene

L'apparecchio storico "Palazzo Igiene", la cui concezione è contestuale alla costruzione del palazzo Servizi d'Igiene e Sanità (1936) dal quale deriva la sua denominazione, presenta una struttura cilindrica opalina che contiene al suo interno una sorgente luminosa di tipo fluorescente da 36 W. Tale struttura è delimitata superiormente da una copertura metallica circolare con un elemento decorativo sferico alla sommità e inferiormente da una base circolare sempre in materiale

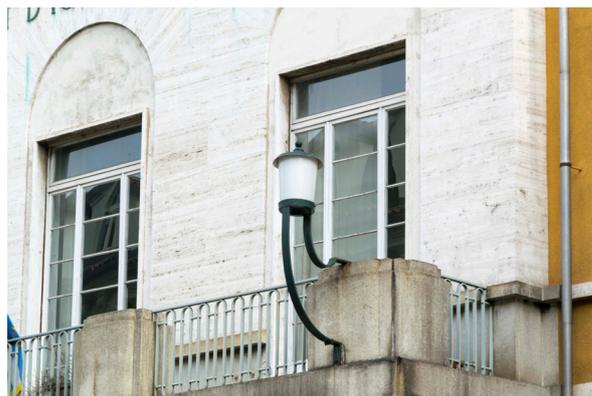


Figura 2.2.18.1

Apparecchio storico "Palazzo Igiene"  
Installazione su braccio a muro



Figura 2.2.18.2

Apparecchio storico "Palazzo Igiene"  
Installazione su braccio a muro

metallico su cui terminano i due bracci di sostegno del supporto a muro.

Tale tipologia di apparecchio presenta una fotometria di tipo diffondente con una percentuale di flusso disperso verso l'alto  $R_n$  stimato in circa il 33%.

La sua presenza è concentrata sulle facciate del Palazzo di Igiene e Sanità di Torino in via della Consolata, e consta di 16 elementi (0,2% degli apparecchi storici).



Figura 2.2.18.3

Apparecchio storico "Palazzo Igiene"  
Installazione su braccio a muro

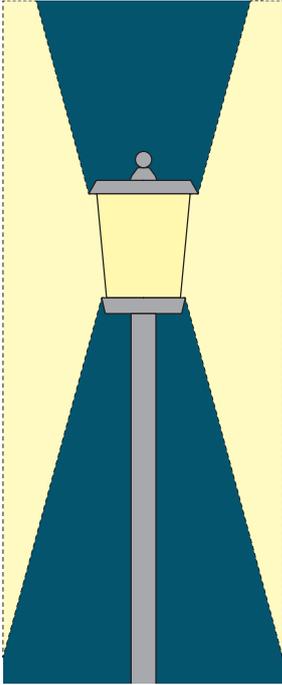
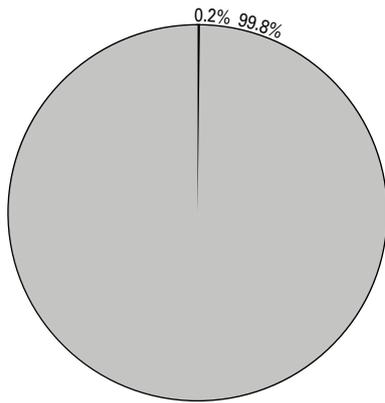


Figura 2.2.18.4  
Schema di emissione appa-  
recchio Palazzo Igiene



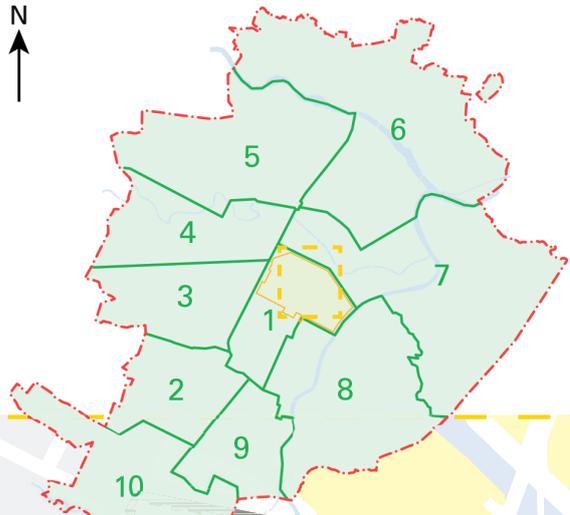
Figura 2.2.18.5  
Apparecchio storico "Palazzo Igiene"  
Installazione su braccio a muro

Apparecchio storico tipo Palazzo Igiene	
Tipologie di supporto	Braccio a muro
Sorgenti iniziali	Fluorescenti
Modifiche	Nessuna
Sorgenti in uso	Fluorescenti da 36 W
Fotometria	Diffondente
Rn	circa 33%
Consistenza	16 apparecchi - 0,2% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione	Strade urbane locali della Zona Urbana Centale Storica (categoria F)



APPARECCHI STORICI  
PALAZZO IGIENE

ALTRI APPARECCHI  
STORICI



### 2.2.19: Monaco

L'apparecchio storico tipo "Monaco" è realizzato con un telaio metallico suddiviso in due parti tronco-coniche unite da un anello con elementi decorativi. La parte tronco-conica superiore della struttura è interamente in metallo e funge da copertura dell'apparecchio; essa presenta una caratteristica corona decorativa alla sua sommità. La sezione tronco-conica inferiore, invece, è realizzata con superfici trasparenti e termina con un anello sostenuto da quattro bracci che fungono da base della struttura e vanno a unirsi nell'interfaccia tra apparecchio e braccio di sostegno.



Figura 2.2.19.1

Apparecchio storico "Monaco"  
Installazione su braccio a palo, Piazza Castello



Figura 2.2.19.2

Apparecchio storico "Monaco"  
Installazione su braccio a muro, Via G. L. Passalacqua

Si tratta di apparecchi progettati per ospitare sorgenti a scarica nei gas, attualmente installati con lampade a vapori di alogenuri da 70 W o 150 W, con fotometria di tipo diffondente e una percentuale di flusso disperso verso l'alto  $R_n$  stimato in circa 0,6% grazie alla presenza dell'elemento di schermatura superiore. Ne risulta un'illuminazione diffusa sulle superfici orizzontali e verticali dell'ambiente urbano in cui si inserisce la lanterna, con una netta proiezione delle ombre date dalle parti opache della struttura.

Sono ad oggi diffusi 18 apparecchi di illuminazione di questa tipologia ed equipaggiati con sorgenti originali, 16 dei quali si trovano in piazza Castello con installazione di tipo braccio a palo multiplo, mentre due elementi sono installati su braccio a muro all'ingresso della chiesa Cristiana Evangelica di via Giuseppe Luigi Passalacqua.

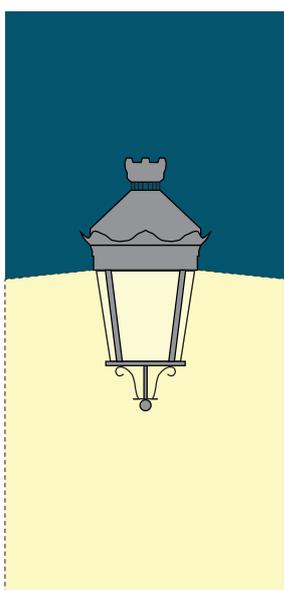


Figura 2.2.19.3

Schema di emissione apparecchio Monaco

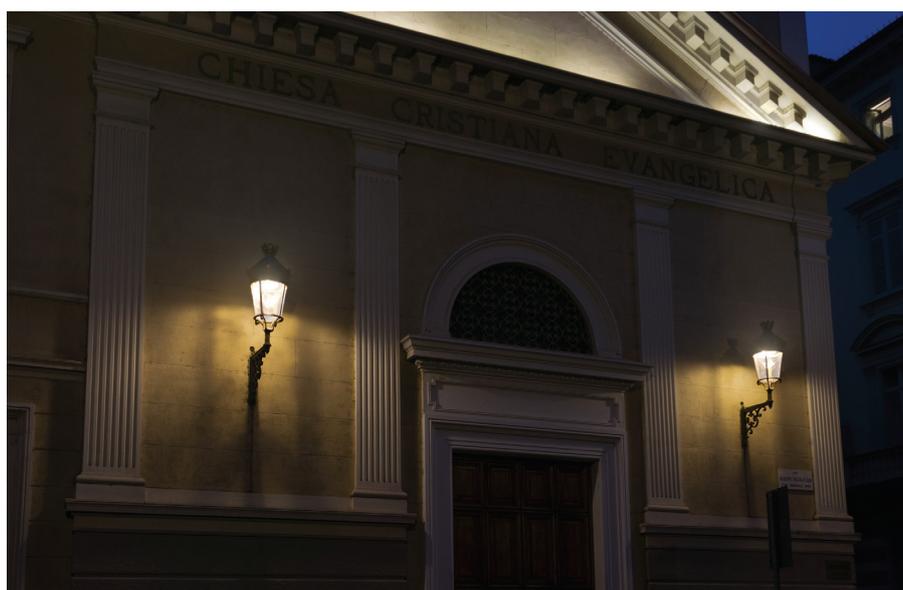


Figura 2.2.19.4

Apparecchio storico "Monaco"  
Installazione su braccio a muro, Via G. L. Passalacqua



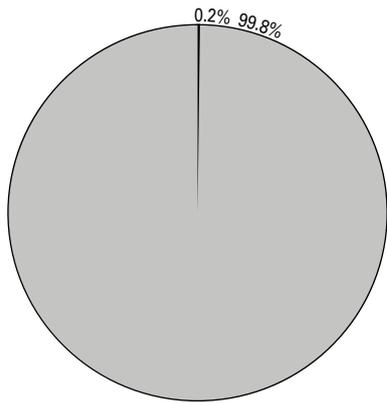
**Figura 2.2.19.5**  
 Apparecchio storico "Monaco"  
 Installazione su braccio a palo, Piazza Castello

L'apparecchio è stato oggetto di studio per la conversione a LED, attuata nell'ambito dell'intervento della Città di Torino per la riqualificazione dei Murazzi del Po. A tal fine è stata inserita nella parte superiore dell'apparecchio una piastra a LED da 48 W, con il relativo sistema di alimentazione. L'intervento verrà più dettagliatamente descritto nel capitolo 4 "Interventi di relamping a LED riguardanti gli impianti di illuminazione pubblica storica di Torino - 4.1: Riqualificazione dei Murazzi del Po".



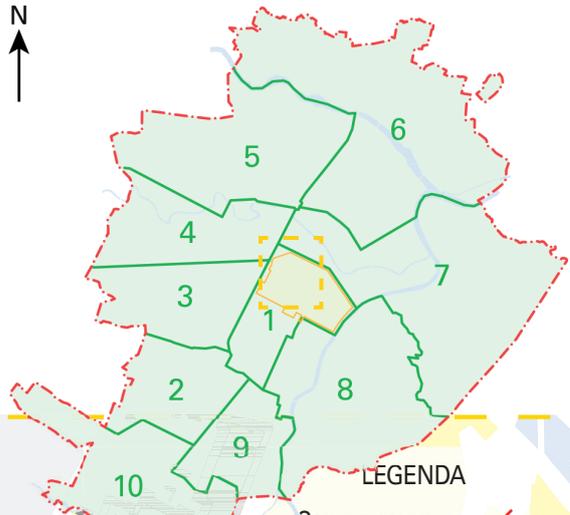
**Figura 2.2.19.6**  
 Conversione a LED dell'apparecchio storico "Monaco"  
 Muraglione del lungo Po

<b>Apparecchio storico tipo Monaco</b>	
Tipologie di supporto	Braccio a palo Braccio a muro
Sorgenti iniziali	A scarica nei gas
Modifiche	Conversione a LED - 2015
Sorgenti in uso	Vapori di alogenuri da 70 W e 150 W Piastra a LED da 48W
Fotometria versione con sorgenti a scarica	Diffondente
Rn versione con sorgenti a scarica	circa 0,6%
Consistenza versione con sorgenti a scarica	18 apparecchi - 0,2% degli apparecchi storici presenti
Aree di installazione versione sorgenti a scarica	Aree pedonali - Strade urbane locali della Zona Urbana Centrale Storica (categoria F)



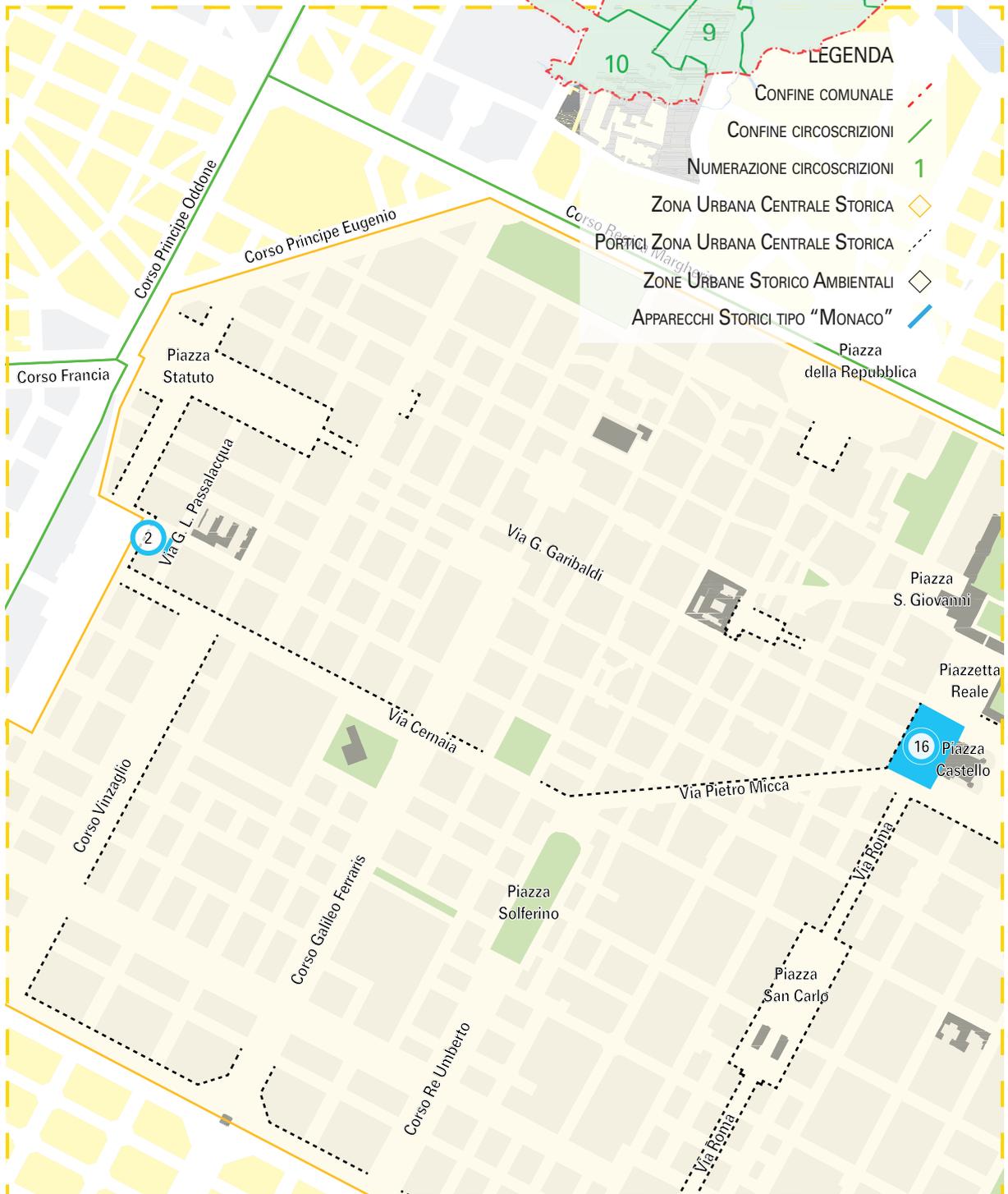
APPARECCHI STORICI MONACO

ALTRI APPARECCHI STORICI



LEGENDA

- CONFINE COMUNALE
- CONFINE CIRCOSCRIZIONI
- NUMERAZIONE CIRCOSCRIZIONI
- ZONA URBANA CENTRALE STORICA
- PORTICI ZONA URBANA CENTRALE STORICA
- ZONE URBANE STORICO AMBIENTALI
- APPARECCHI STORICI TIPO "MONACO"
- Piazza della Repubblica



### CAPITOLO 3: ASPETTI E PROBLEMATICHE DELLA CONVERSIONE A LED DEGLI APPARECCHI STORICI DI ILLUMINAZIONE

L'intervento di adeguamento tecnologico degli apparecchi storici di illuminazione pubblica, per l'introduzione di sorgenti a LED, interessa diverse tematiche che vanno dall'ambito della percezione, come l'impatto sull'immagine dell'elemento di arredo urbano stesso e sul contesto in cui si inserisce, all'ambito tecnologico, legate ad esempio alle componenti in gioco per il funzionamento di diversi sistemi e alle certificazioni del corpo illuminante, fino al settore della valutazione energetica degli impianti.

#### 3.1: ASPETTO PERCETTIVO

Uno dei principali ambiti coinvolti nella conversione a LED degli apparecchi storici di illuminazione pubblica è quello della percezione, nei suoi molteplici aspetti riguardanti l'immagine diurna e notturna sia del corpo illuminante che dell'ambiente urbano illuminato. Queste tipologie di apparecchi di illuminazione risultano infatti spesso consolidati nell'immagine comune di particolari luoghi della città, caratterizzandoli di giorno come elementi di arredo urbano e plasmandone la visione notturna.

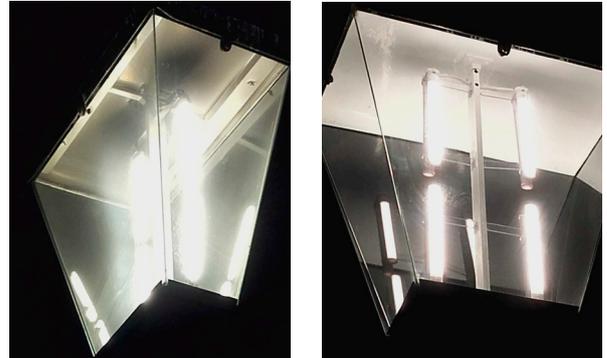
Gli interventi di efficientamento energetico degli impianti, mediante l'introduzione di sorgenti a LED, offrono la possibilità di andare a concentrare limitatamente alle aree di interesse il flusso luminoso emesso riducendone la dispersione al di fuori di esse, ottimizzando i consumi, andando tuttavia a modificare l'abituale percezione degli ambienti urbani illuminati. Nella fotografia di Figura 3.1.1 si può notare la differente resa del contesto del sistema di illuminazione tradizionale (a sinistra) e l'apparecchio con limitazione del flusso luminoso disperso verso l'alto (a destra): sulla quinta edilizia su cui insiste la prima tipologia di corpo illuminante si nota la distribuzione di tipo diffuso del flusso luminoso emesso, in buona parte direzionato anche al di sopra dell'apparecchio stesso, mentre la facciata dell'edificio sulla destra presenta un più marcato distacco tra zona illuminata e zona in ombra dovuto alla concentrazione verso il basso dell'emissione. Ciò incide anche visibilmente sull'immagine dell'armatura stessa, più visibile nel primo caso dove, rispetto a al corpo illuminante sulla destra, si riesce infatti a percepire la presenza dell'elemento opaco di chiusura superiore.



Figura 3.1.1

Confronto fra apparecchi di illuminazione tradizionali con tipologia di emissione diffusa del flusso luminoso (a sinistra) e con sistema di limitazione delle dispersioni verso l'alto (a destra), Roma

L'adeguamento tecnologico degli apparecchi di tipo storico di illuminazione, seppur orientato alla limitazione dei consumi energetici e dell'impatto ambientale, deve quindi essere condotto con particolari accorgimenti finalizzati al rispetto dell'apparenza dell'apparecchio di illuminazione storico stesso e del contesto urbano illuminato. La realizzazione dell'intervento di conversione a LED degli apparecchi storici tipo "Piacentini" della città di Torino, che verrà successivamente descritto più dettagliatamente al capitolo 4 "Interventi di relamping a LED riguardanti gli impianti di illuminazione pubblica storica di Torino - 4.2: Apparecchio storico tipo "Piacentini": Restauro conservativo e riqualificazione tecnologica", è un esempio di conservazione dell'immagine del corpo illuminante nonostante la differente tipologia di emissione della nuova sorgente introdotta. Al posto delle 4 lampade fluorescenti lineari compatte presenti (Figura 3.1.2), sono state infatti inserite 4 coppie di lampade a LED (Figura 3.1.3) in modo da ottenere una tipologia di emissione dell'apparecchio di illuminazione simile all'originale; l'intervento di sostituzione delle sorgenti è stato in questo caso preceduto da una verifica e consolidamento delle componenti strutturali delle armature risalenti agli anni '30 del Novecento, riportandole all'aspetto originale.



**Figura 3.1.2 - Figura 3.1.3**  
Apparecchio storico tipo "Piacentini" pre e post intervento di riqualificazione, Torino, IREN Energia

Questo tipo di operazione si rileva anche in alcuni interventi di restauro effettuati su lanterne storiche ormai in disuso e tornate ad illuminare le città, equipaggiate con lampade a LED. Ne è un esempio il restauro delle dieci lanterne di inizio '900 della pescheria di Venezia, eseguito da Neri SpA per riportarle ad illuminare il loggiato e l'affaccio sul Canal Grande.



**Figura 3.1.4 - Figura 3.1.5**

Lanterne della pescheria di Venezia in fase di restauro,



**Figura 3.1.6**

Lanterna della pescheria di Venezia, inserimento sorgente a



**Figura 3.1.7**

Lanterna della pescheria di Venezia equipaggiata con sorgente a LED, affaccio sul Canal Grande, Neri SpA



**Figura 3.1.8**

Lanterna della pescheria di Venezia equipaggiata con sorgente a LED, loggiato della pescheria, Neri SpA

Allo stesso modo, grazie a Neri SpA in collaborazione con Enel Sole, sono state restaurate le lanterne storiche poste a coronamento della cancellata della sede dell'Università di Pavia, riportate alla loro funzione originale dopo un intervento che ha portato all'equipaggiamento delle stesse con una piastra a LED.<sup>1</sup>



**Figura 3.1.9**

Lanterne della cancellata dell'Università di Pavia in fase di restauro, Neri SpA



**Figura 3.1.10**

Inserimento dell'elemento decorativo in ferro battuto nella lanterna equipaggiata con piastra a LED, Neri SpA



**Figura 3.1.11**

Lanterne della cancellata dell'Università restaurate ed equipaggiate con piastra a LED, immagine diurna, Neri SpA



**Figura 3.1.12**

ILanterne della cancellata dell'Università restaurate ed equipaggiate con piastra a LED, immagine notturna, Neri SpA

---

<sup>1</sup> Interventi eseguiti da Neri SpA, [www.neri.biz](http://www.neri.biz)

## 3.2: ASPETTO TECNOLOGICO

La nascita dell'impiantistica illuminotecnica è da riferirsi al XIX secolo quando, dopo aver generato luce per secoli mediante la combustione di varie sostanze (dal legname a sostanze oleose vegetali o prodotti di origine animale), viene introdotto il gas illuminante e, più tardi, l'elettricità. Risulta di particolare interesse ai fini dell'indagine sugli apparecchi d'illuminazione storici della città di Torino analizzare le trasformazioni, in termini di componenti, che si sono rese necessarie con l'evoluzione del modo di generare luce.

### 3.2.1: Tecnologie e componenti

L'apparecchio di illuminazione consente di trasformare l'energia elettrica in energia luminosa e di controllare la sua distribuzione nello spazio grazie ad un sistema di numerosi componenti elettrici, ottici e meccanici; gran parte delle caratteristiche costruttive sono determinate dalla tipologia di sorgente impiegata e dai relativi componenti atti al suo funzionamento.

Molte tipologie di apparecchio storico della città di Torino sono già state riadattate all'impiego di nuovi metodi di produzione della luce, alcune infatti risalgono all'uso del gas illuminante e sono state elettrificate, altre nascono pensate per sorgenti ad incandescenza che, oggi in disuso, sono poi state sostituite con altre tipologie di lampade. Vediamo quindi come cambiano le parti costitutive necessarie al funzionamento delle diverse tecnologie impiegate che devono trovare alloggiamento all'interno dell'apparecchio o nella scatola portacomponenti ad esso solidale.

#### 3.2.1.1: Sorgenti tradizionali e relativi componenti elettrici

Le prime sorgenti introdotte sono state le lampade ad incandescenza che, ormai in disuso, funzionano per diretta applicazione della tensione ai capi del filamento; gli apparecchi di illuminazione urbana risultavano pertanto equipaggiati solamente del *portalampada* per il supporto meccanico e la connessione elettrica della sorgente.

Ancora oggi in alcune armature storiche troviamo le lampade fluorescenti (negli apparecchi tipo "Palazzo igiene" e "Torcia di gala"). Queste necessitano, oltre che di un *reattore elettromagnetico* (alimentatore), di uno *starter* per il riscaldamento preventivo degli elettrodi (nella tipologia a catodi caldi) e di un *condensatore di rifasamento*; in alternativa ai suddetti elementi può essere utilizzato un *alimentatore elettronico* che assolve tutte le funzioni di alimentazione.

La restante parte degli apparecchi storici è equipaggiata da sorgenti di tipo a scarica nei gas ad alta pressione (eccetto la tipologia "Piacentini" che nel 2016 è stata oggetto di un intervento di efficientamento energetico che ha introdotto la tecnologia led): lampade a vapori di mercurio, a vapori di alogenuri metallici e a vapori di sodio. Le lampade a vapori di mercurio ad alta pressione si sono diffuse tra gli anni '50 e '70 anche grazie alla relativa semplicità dell'impianto di alimentazione necessario: presentano all'interno un elettrodo ausiliario per l'innesco delle prime scariche che si sostituisce all'accenditore, pertanto funzionano con un *reattore elettromagnetico* e un *condensatore di rifasamento*. Di successiva produzione sono le lampade a vapori di alogenuri metallici e a vapori di sodio, derivate dalla ricerca di maggiore efficienza e migliore qualità cromatica della luce emessa. La loro accensione è affidata ad un *accenditore* che generi forti tensioni di picco mentre per l'alimentazione si utilizza un *reattore induttivo*.

### 3.2.1.2: Sistema LED

Alla base della tecnologia LED c'è la ricerca condotta dal XX secolo sui fenomeni atomici che generano le radiazioni elettromagnetiche, un modo di generare luce che porta a introdurre negli apparecchi nuove componenti di tipo elettronico.

Il Light Emitting Diode è costituito da un materiale semiconduttore che, opportunamente drogato, presenta una giunzione p-n, ovvero uno strato con eccesso di elettroni (n) separato da una sottile zona di confine rispetto ad uno con eccesso di lacune (p). Sottoponendo gli elettroni ad una tensione diretta si induce la ricombinazione di coppie elettrone-lacuna (presenti rispettivamente nella banda di conduzione n e nella banda di valenza p) producendo così fotoni per emissione spontanea (luminescenza). Il LED come si è visto rappresenta la *sorgente* ovvero l'elemento di emissione del flusso luminoso, il suo funzionamento è strettamente legato ad altre componenti ed all'insieme viene data la definizione di "*sistema LED*": ad elementi derivanti dalla tecnologia delle sorgenti tradizionali si affianca l'introduzione di dispositivi optoelettronici.

Tra le componenti traslate dalla tecnologia tradizionale troviamo l'*alimentatore* e i *dispositivi ottici*; si distinguono ottiche primarie e ottiche secondarie in relazione al loro posizionamento all'interno o all'esterno del packaging di protezione del diodo, esse determinano la distribuzione delle intensità lumiose (il solido fotometrico) della sorgente/apparecchio.

L'elemento di supporto ed ancoraggio del diodo è il *circuito stampato*, ha anche la funzione di distributore dell'energia elettrica fornita dall'alimentatore e dà un primo contributo alla dissipazione termica.

La tensione applicata alla giunzione p-n genera sia luce sia una componente di calore detta temperatura di giunzione, questa può surriscaldare il diodo incidendo sul flusso emesso, sul colore della luce e sulla durata prevista. Vengono pertanto inseriti uno o più *dissipatori termici* con lo scopo di smaltire il calore prodotto.

### 3.2.2: Protezione

L'apparecchio di illuminazione deve essere elemento di protezione della sorgente e dei componenti da potenziali danni provocabili dagli agenti esterni, nonché salvaguardare la sicurezza dell'utilizzatore.

La capacità di resistere alla penetrazione di corpi solidi e liquidi viene definita a livello internazionale ed espressa da una sigla alfanumerica composta dalle lettere IP (International Protection) e da due cifre che indicano rispettivamente i gradi di protezione contro il rischio di penetrazione di corpi solidi e sostanze liquide (Tabella 3.2.2.1). Per ciascuna cifra a valore più elevato corrisponde un maggior grado di protezione: classificazione da 0 a 6 per la prima, dove 0 sta per "non protetto" e 6 per "totalmente protetto contro la polvere", e da 0 a 8 per la seconda, dove 0 sta per "non protetto" e 8 per "protetto contro gli effetti della sommersione".

La resistenza meccanica agli urti viene espressa in base all'energia dell'impatto che l'apparecchio può subire senza che sia compromessa la sua funzionalità; la classificazione tramite la codifica IK si compone delle due lettere seguite da due cifre indicanti il valore in Joule dell'energia d'urto (Tabella 3.2.2.2). Talvolta la resistenza meccanica agli urti viene espressa nella sigla IP mediante una terza cifra.

Protezione contro il contatto da corpi solidi esterni		Protezione contro la penetrazione dei liquidi	
1° cifra caratt.	Descrizione	2° cifra caratt.	Descrizione
0	Non protetto	0	Non protetto
1	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 50 mm	1	Protetto contro la caduta verticale di gocce d'acqua
2	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 12 mm	2	Protetto contro la caduta di gocce d'acqua con inclinazione massima di 15°
3	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 2,5 mm	3	Protetto contro la pioggia
4	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 1 mm	4	Protetto contro gli spruzzi d'acqua
5	Protetto contro la polvere	5	Protetto contro i getti d'acqua
6	Totalmente protetto contro la polvere	6	Protetto contro le ondate
		7	Protetto contro gli effetti della immersione
		8	Protetto contro gli effetti della sommersione

Tabella 3.2.2.1:

Gradi di protezione IP contro la penetrazione di corpi solidi e liquidi.

Fonte: FORCOLINI G., *Lighting: Lampade, apparecchi, impianti. Progettazione per ambienti interni ed esterni*, Milano, Hoepli, 2008

Codice IK	Energia di impatto [J]
IK00	-
IK01	0,15
IK02	0,2
IK03	0,2
IK04	0,5
IK05	0,7
IK06	1
IK07	2
IK08	5
IK09	10
IK10	20

Tabella 3.2.2.1:

Codici IK (Norma Europea EN 50102) di valutazione della resistenza contro urti e impatto.

Fonte: FORCOLINI G., *Lighting: Lampade, apparecchi, impianti. Progettazione per ambienti interni ed esterni*, Milano, Hoepli, 2008

Per la definizione della protezione contro la scossa elettrica si fa una distinzione tra scariche elettriche causate da contatto con parti in tensione di tipo diretto e indiretto. È di tipo diretto il contatto

con i componenti elettrici sotto tensione (portalampade, morsetti di alimentazione) mentre è di tipo indiretto quello con l'involucro dell'apparecchio accidentalmente attraversato da corrente elettrica. Per la protezione contro il contatto diretto si può assumere come indice il grado di protezione IP (non inferiore a IP20), per i contatti indiretti si deve far in modo che la corrente accidentalmente in transito venga dispersa verso terra o impedire che il contatto avvenga. Gli apparecchi vengono classificati, in base agli accorgimenti adottati, secondo la tabella di seguito riportata.

Classe 0	L'apparecchio non è collegato all'impianto di terra. Esso è installato in un ambiente protetto, isolato da terra, e non può venire a contatto con l'utilizzatore. È dotato solo dell'isolamento principale delle parti attive.	
Classe I	L'apparecchio è collegato all'impianto di terra, al quale è affidata la protezione.	
Classe II	L'apparecchio è dotato di un doppio isolamento: è fornito di un isolamento supplementare a quello principale. Qualsiasi componente con il quale una parte attiva possa accidentalmente venire in contatto è a sua volta isolato. L'apparecchio non è collegato all'impianto di messa a terra.	
Classe III	L'apparecchio è alimentato a bassissima tensione di sicurezza, inferiore a 50V, che non costituisce pericolo. Può adottare anche conduttori in vista, del tutto sprovvisti di isolamento principale, e non è collegato all'impianto di terra.	

Tabella 3.2.2.2:

Classi di protezione contro la scossa elettrica e rispettivi simboli.

Fonte: PALLADINO P. (a cura di), *Manuale di illuminazione*, Milano, Tecniche Nuove, 2005

Il calore prodotto dall'energia elettrica assorbita dall'apparecchio può provocare un innalzamento delle temperature sia sul corpo dell'apparecchio stesso, sia sulle superfici su cui è installato. Sulla base della definizione del grado di infiammabilità dei materiali gli apparecchi vengono definiti idonei all'installazione su di esse. Deve essere inoltre indicata la distanza minima d'installazione dell'apparecchio rispetto alla superficie illuminata, tale per cui quest'ultima non raggiunga la temperatura di 90°C.

Simbolo	Idoneità
	L'apparecchio può essere installato solo su superfici non infiammabili
	L'apparecchio può essere installato su superfici normalmente infiammabili
	L'apparecchio è idoneo a essere installato su superfici normalmente infiammabili, e a essere ricoperto da materiale termicamente isolante
	Distanza minima alla quale l'apparecchio deve essere posto dalla superficie illuminata

Tabella 3.2.2.3:

Marcatura identificativa della protezione contro l'infiammabilità.

Fonte: PALLADINO P. (a cura di), *Manuale di illuminazione*, Milano, Tecniche Nuove, 2005

### 3.3: ASPETTO ENERGETICO

#### 3.3.1: Criteri Ambientali Minimi

I Criteri Ambientali Minimi (CAM) sono i requisiti ambientali definiti per le varie fasi del processo di acquisto, volti a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità di mercato<sup>2</sup>. Essi rientrano nel “Piano d’azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione” (PAN GPP), elaborato dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare per l’integrazione delle esigenze ambientali negli appalti pubblici. Il Piano d’Azione Italiano ha lo scopo di diffondere il GPP (Green Public Procurement, Acquisti Pubblici Verdi) attraverso azioni di<sup>3</sup>:

- coinvolgimento dei soggetti rilevanti per il GPP a livello nazionale;
- diffusione della conoscenza del GPP presso la Pubblica Amministrazione e gli altri enti pubblici, attraverso attività di divulgazione e di formazione;
- definizione, per prodotti, servizi e lavori identificati come prioritari per gli impatti ambientali e i volumi di spesa, di indicazioni metodologiche per la costruzione di processi di acquisto “sostenibili” e di criteri ambientali da inserire nei capitolati di gara;
- definizione di obiettivi nazionali, da raggiungere e ridefinire ogni tre anni;
- monitoraggio periodico sulla diffusione del GPP e analisi dei benefici ambientali ottenuti.

Vengono individuate diverse categorie di forniture ed affidamenti per le quali adottare i CAM, sulla base dei relativi impatti ambientali e dei volumi di spesa pubblica coinvolti. I criteri delineano i requisiti che consentono di classificare come “sostenibili” i contratti delle procedure d’acquisto delle amministrazioni pubbliche; la loro definizione necessita l’individuazione delle caratteristiche ecologiche dei beni e servizi acquistati, queste possono essere desunte dagli strumenti di valutazione della compatibilità ambientale dei prodotti, che forniscono informazioni sul ciclo di vita. Tale metodo è riconducibile alla definizione stessa di Green Public Procurement, ovvero “l’approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano i criteri ambientali in tutte le fasi del processo di acquisto, incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale, attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minore impatto possibile sull’ambiente lungo l’intero ciclo di vita”<sup>4</sup>.

L’applicazione dei CAM è resa obbligatoria per tutte le stazioni appaltanti dall’articolo 34 “Criteri di sostenibilità energetica ed ambientale” del nuovo Codice degli appalti (D.lgs. n. 50/2016, modificato con D.lgs. 56/2017).

Nell’ambito degli appalti in materia di illuminazione pubblica sono stati definiti i “Criteri Ambientali Minimi per l’acquisizione di sorgenti luminose per l’illuminazione pubblica, l’acquisto di apparecchi per l’illuminazione pubblica, l’affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica”; adottati con il Decreto 23 dicembre 2013, sono stati recentemente aggiornati con il DM 27 settembre 2017. Questi sono volti ad ottenere una riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di gas serra, nonché un risparmio economico. Per ogni materia oggetto di appalto vengono quindi indicati i criteri di base per la selezione dei candidati e per le specifiche tecniche, nonché per le clau-

2 Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, I Criteri Ambientali Minimi ([www.minambiente.it](http://www.minambiente.it))

3 Piano d’azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica amministrazione, 3 Il Piano d’Azione Nazionale per il GPP

4 Piano d’azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica amministrazione, 1 Definizione, obiettivi e contesto del GPP

sole contrattuali, e i criteri di aggiudicazione che riguardano i criteri premianti; questi ultimi valutano prodotti e servizi con migliori prestazioni ambientali rispetto a quanto garantito dalle specifiche tecniche, al fine dell'attribuzione di un punteggio tecnico per l'aggiudicazione secondo il principio dell'offerta economicamente più vantaggiosa.

I nuovi CAM evidenziano come il maggior impatto ambientale di sorgenti e apparecchi illuminanti sia da riferirsi alla fase d'uso più che alla produzione, ciò viene valutato nei criteri riguardanti la prestazione energetica di apparecchi ed impianti rispettivamente attraverso gli indici IPEA\* ed IPEI\* di seguito definiti.

$$IPEA^* = \frac{\eta_a}{\eta_r}$$

con  $\eta_a$  = efficienza globale dell'apparecchio di illuminazione, così calcolata:

$$\eta_a = \frac{\Phi_{app} \cdot Dff}{P_{app}} = \frac{lm}{W}$$

in cui:

$\Phi_{app}$  [lm] flusso luminoso nominale iniziale emesso dall'apparecchio di illuminazione nelle condizioni di utilizzo di progetto e a piena potenza,

$P_{app}$  [W] potenza attiva totale assorbita dall'apparecchio di illuminazione intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);

Dff frazione del flusso emesso dall'apparecchio di illuminazione rivolta verso la semisfera inferiore dell'orizzonte (calcolata come rapporto fra flusso luminoso diretto verso la semisfera inferiore e flusso luminoso totale emesso), cioè al di sotto dell'angolo di 90°.

e con  $\eta_r$  = efficienza globale di riferimento, i cui valori vengono differenziati in funzione delle seguenti aree da illuminare:

- illuminazione stradale;
- illuminazione di grandi aree, rotatorie, parcheggi;
- illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclo-pedonali;
- illuminazione di aree verdi;
- illuminazione di centro storico con apparecchi di illuminazione artistici.

In relazione all'indice IPEA\* vengono definiti gli intervalli di classificazione energetica, riportati nella tabella seguente, e i relativi standard per gli apparecchi: fino all'anno 2019 compreso devono essere classificabili almeno in classe C, fino al 2025 compreso in classe B e in classe A a partire dal 2026. Gli apparecchi per l'illuminazione stradale, di grandi aree, rotatorie e parcheggi devono invece essere classificabili almeno in classe B fino all'anno 2019 compreso, fino al 2021 compreso in classe A+, fino al 2023 compreso in classe A++ e in classe A+++ a partire dall'anno 2024.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Decreto 27 settembre 2017, Apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica, Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica apparecchi illuminanti	IPEA*
An+	$IPEA^* \geq 1,10 + (0,10 \times n)$
A++	$1,30 \leq IPEA^* < 1,40$
A++	$1,20 \leq IPEA^* < 1,30$
A	$1,10 \leq IPEA^* < 1,20$
B	$1,00 \leq IPEA^* < 1,10$
C	$0,85 \leq IPEA^* < 1,00$
D	$0,70 \leq IPEA^* < 1,00$
E	$0,55 \leq IPEA^* < 0,70$
F	$0,40 \leq IPEA^* < 0,55$
G	$IPEA^* < 0,40$

Tabella 3.3.1.1:

Decreto 27 settembre 2017, Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione

L'indice di valutazione delle prestazioni energetiche degli impianti di illuminazione si definisce come:

$$IPEI^* = \frac{D_p}{D_{p,R}}$$

con  $D_p$  = Densità di Potenza di progetto, così calcolata:

$$D_p = \frac{\sum P_{app}}{\sum_{i=1}^n (\bar{E}_i \cdot \frac{0,80}{MF_i} \cdot A_i)}$$

in cui:

$P_{app}$  [W] potenza attiva totale assorbita dagli apparecchi di illuminazione, intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);

$\bar{E}_i$  [lx] illuminamento orizzontale medio mantenuto di progetto dell'area i-esima, calcolato secondo le direttive UNI EN 13201. L'illuminamento medio mantenuto di progetto non può essere superiore del 20% rispetto al valore minimo indicato dalla norma UNI 13201-2;

$MF_i$  coefficiente di manutenzione adottato per il calcolo dell'area i-esima;

$A_i$  area i-esima illuminata;

$n$  numero delle aree i-esime considerate. Le aree lungo una carreggiata che devono essere illuminate per rispettare il parametro  $R_{EI}$  non vanno considerate come aree i-esime (ovvero: per tratti stradali che non hanno aree i-esime adiacenti classificate tramite una propria categoria, va considerata unicamente la carreggiata).

e con  $D_{p,R}$  = Densità di Potenza di riferimento, i cui valori vengono differenziati in funzione delle seguenti aree da illuminare e della relativa categoria illuminotecnica individuata dalla UNI 13201-2:

- illuminazione stradale: categoria illuminotecnica M;

- illuminazione di grandi aree, incroci o rotatorie, parcheggi: categoria illuminotecnica C (o P);
- illuminazione di aree pedonali o ciclabili: categoria illuminotecnica P (o C).

Il calcolo non viene applicato alle aree verdi, non è infatti possibile attribuirgli una classe illuminotecnica di progetto secondo la norma UNI 11248, tuttavia si può tener conto dei valori attribuiti all'illuminazione di aree pedonali o ciclabili. Nel caso degli impianti di illuminazione dei centri storici con apparecchi di illuminazione artistici il decreto indica un innalzamento del 15% della densità di potenza di riferimento indicata per le suddette categorie illuminotecniche.

Anche per gli impianti vengono definiti gli standard da ottenere sulla base di una classificazione energetica in relazione all'indice IPEI\* (riportata in tabella 3.3.1.2): devono essere classificabili almeno in classe B fino all'anno 2020 compreso, almeno in classe A fino all'anno 2025 compreso e in classe A+ a partire dal 2026.<sup>6</sup>

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica impianto	IPEI*
An+	$IPEI^* < 0,85 - (0,10 \times n)$
A++	$0,55 \leq IPEI^* < 0,55$
A++	$0,65 \leq IPEI^* < 0,75$
A	$0,75 \leq IPEI^* < 0,85$
B	$0,85 \leq IPEI^* < 1,00$
C	$1,00 \leq IPEI^* < 1,35$
D	$1,35 \leq IPEI^* < 1,75$
E	$1,75 \leq IPEI^* < 2,30$
F	$2,30 \leq IPEI^* < 3,00$
G	$IPEI^* \geq 3,00$

Tabella 3.3.1.1:  
Decreto 27 settembre 2017, Prestazione energetica dell'impianto

### 3.3.2: La norma UNI 13201-5

Con l'aggiornamento della serie UNI EN 13201 del 2015 è stata introdotta la nuova sezione "Illuminazione stradale - Parte 5: Indicatori delle prestazioni energetiche" che detta le linee guida per la valutazione energetica degli impianti. Questa viene espressa attraverso due indici di prestazione energetica  $D_p$  e  $D_E$  da applicare alle zone appartenenti alle categorie illuminotecniche M, C e P e utilizzati contemporaneamente.

- L'indicatore  $D_p$  "Indice di Densità di Potenza" consente di valutare l'efficacia di un sistema di illuminazione di convertire la potenza elettrica in flusso luminoso e concentrarlo sulle aree di interesse. Si calcola come:

$$D_p = \frac{P}{\sum_{i=1}^n (\bar{E}_i \cdot A_i)} = \frac{W}{\text{lux} \cdot \text{m}^2}$$

dove:

P è la potenza [W]

$E_i$  è l'illuminamento calcolato [lux]

$A_i$  è l'area di riferimento [m<sup>2</sup>]

<sup>6</sup> Decreto 27 settembre 2017, Progettazione di impianti per illuminazione pubblica, Prestazione energetica dell'impianto

- L'indicatore  $D_E$  "Indice di Consumo Energetico Annuale" consente di valutare il consumo annuale di energia relativo alle aree da illuminare in funzione degli impianti di regolazione adottati. Si calcola come:

$$D_E = \frac{\sum_{j=1}^m (P_j \cdot t_j)}{A} = \frac{Wh}{m^2}$$

dove:

$P_j$  è la potenza [W]

$t_j$  è il tempo di accensione [h]

$A_i$  è l'area di riferimento [ $m^2$ ]

Le indicazioni della UNI 13201-5 per la valutazione energetica degli impianti vengono riprese, e rese obbligatorie, dal susseguente Decreto 27 settembre 2017 "Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

## CAPITOLO 4: INTERVENTI DI RELAMPING A LED RIGUARDANTI GLI IMPIANTI STORICI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DI TORINO

### 4.1: RIQUALIFICAZIONE DEI MURAZZI DEL PO

Nell'ambito degli interventi della Città di Torino per la riqualificazione dei Murazzi del Po, nel tratto che va da Ponte Umberto I a corso San Maurizio, è stata attuata dalla società IREN Servizi e Innovazione (oggi IREN Energia) la progettazione degli impianti di illuminazione pubblica.

A monte della sostituzione dei centri luminosi presenti nell'area di interesse, sottoposta a vincolo ex D.M. 11.01.1950 "Dichiarazione di notevole interesse pubblico delle sponde del Po nel tratto del fiume che attraversa la città di Torino", è stata condotta un'analisi storiografica dalla quale è emerso il sistema di illuminazione presente a fine '800. Nel camminamento lungo il Po risultavano installati apparecchi di illuminazione tipo "Bordier" su palo in legno, così come si vede in Figura 5.1.1., mentre sulla balaustra sovrastante il muraglione del lungo Po si trovavano lanterne installate su sostegni con basamento e triplice mensola in ghisa come in Figura 5.1.2.

L'intervento ha visto la sostituzione di 116 centri luminosi, dei quali, i 39 presenti sul muraglione del lungo Po erano costituiti da apparecchi tipo



Figura 5.1.1  
Foto storica dei Murazzi del Po  
Archivio Mario Brogolino

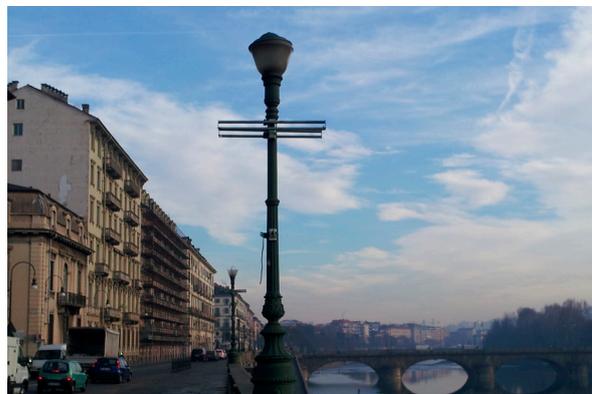


Figura 5.1.2  
Foto storica dei Murazzi del Po  
Archivio Mario Brogolino

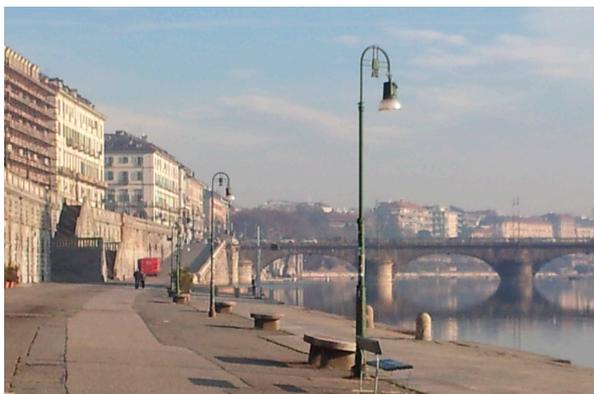
“Fivep Cairo” e apparecchi storici tipo “Vomero” equipaggiati con lampade a vapori di mercurio da 250 W (Figura 5.1.3 e Figura 5.1.4), mentre i 37 del camminamento consistevano in apparecchi di illuminazione storici Fivep tipo “Antares” anch’essi dotati di lampade a vapori di mercurio da 250 W (Figura 5.1.5).



**Figura 5.1.3**  
Muraglione del lungo Po; apparecchio tipo “Fivep Cairo”  
IREN Energia



**Figura 5.1.4**  
Muraglione del lungo Po, apparecchio storico tipo “Vomero”  
IREN Energia



**Figura 5.1.5**  
Camminamento lungo il Po, apparecchi storici tipo “Antares”  
IREN Energia



**Figura 5.1.6**  
Imbarcadere sul Po, ripristino stilistico  
IREN Energia

Visti i susposti risultati delle indagini storico-grafiche il progetto dell’illuminazione funzionale del muraglione è stato orientato verso il ripristino stilistico dei centri luminosi, così come quello del camminamento adibito però ad arredo luminoso ed affiancato da proiettori con sorgente luminosa a LED per l’illuminazione funzionale, installati a parete sul muraglione del lungo Po.

Nell’ambito del progetto per il camminamento, gli apparecchi storici Fivep Antares sono stati sostituiti con lanterne quadrangolari (tipo apparecchio storico “Ex gas quadrangolare”) dotati di sorgenti a LED da 48W, con un abbattimento di circa il 70% della potenza installata. I nuovi apparecchi sono stati installati su palo in legno lamellare per mezzo di un braccio tubolare in acciaio e fungono come detto da arredo luminoso; questo sistema era stato già precedentemente adottato nell’intervento della Città di Torino e GTT per l’imbarcadere delle motonavi Valentino e Valentina, presente sul lungo fiume nella medesima area di interesse (Figura 5.1.6).

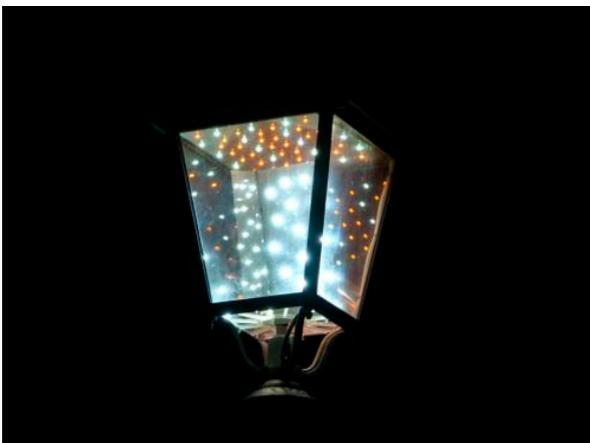
Il ripristino stilistico del sistema di illuminazione funzionale sulla balaustra sovrastante il muraglione del lungo Po, ha previsto la realizzazione del sostegno (basamento e mensola) e la sostituzione dell’apparecchio di illuminazione. La mensola triplice in ghisa è stata realizzata sulla base del disegno in scala (Figura 5.1.7 a pagina seguente), emerso dalla ricerca archivistica e relativo ad uno studio

degli anni '30 per l'adattamento dei supporti al tempo esistenti per l'impianto a gas, ai nuovi impianti di illuminazione con lampade ad incandescenza. L'apparecchio di illuminazione è stato sostituito con uno nuovo in stile apparecchio storico "Monaco" che, già in uso negli impianti di illuminazione pubblica della città (Figura 5.1.8), ricalca fedelmente i corpi illuminanti di fine '800. Questa tipologia risulta impiegata con sorgenti di tipo a scarica nei gas a vapori di alogenuri metallici e nell'ottica di un efficientamento energetico sono state installate sorgenti luminose a LED (da 86W) che consentono di ridurre di circa il 60% la potenza installata.

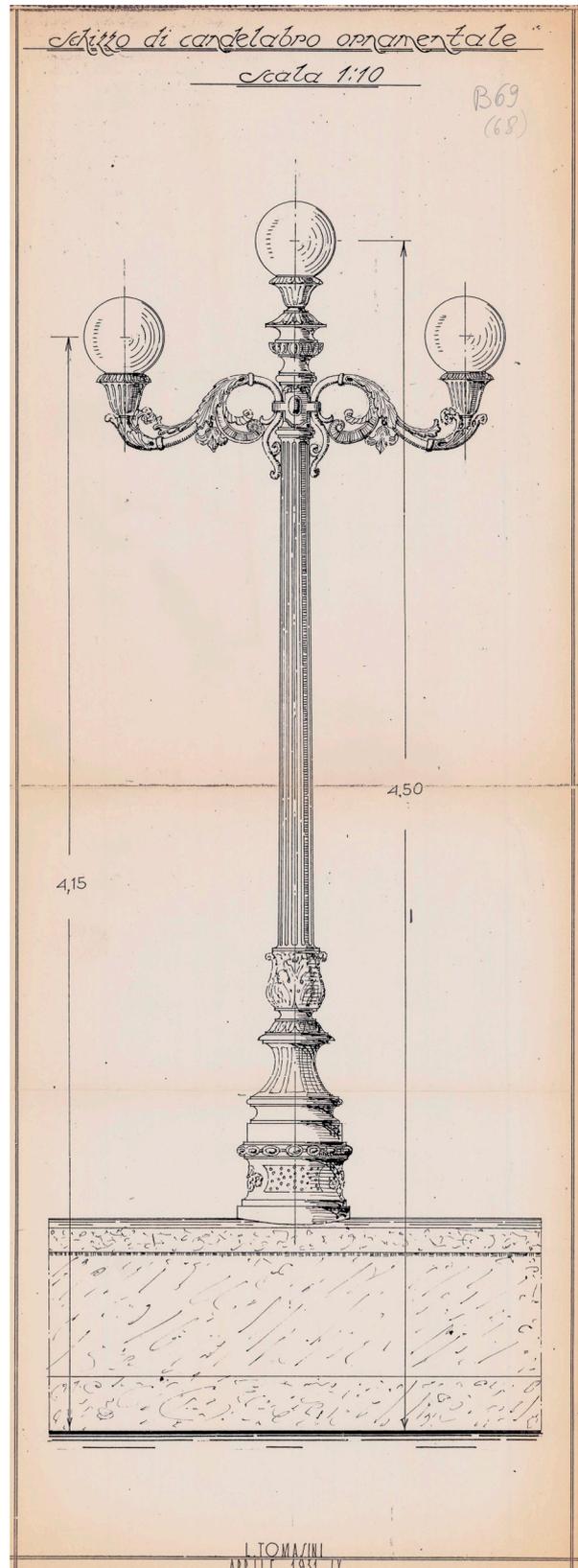


**Figura 5.1.8**  
Apparecchio storico "Monaco"  
Installazione su braccio a palo, Piazza Castello

L'inserimento della piastra di LED all'interno della lanterna con elementi trasparenti in vetro chiaro genera delle inter-riflessioni così come visibile in Figura 5.1.9; l'utilizzo di questa tipologia di sorgente nelle lanterne storiche tipo "Ex gas quadrangolare" e tipo "Monaco" ha perciò portato ad una rivisitazione della loro struttura, in



**Figura 5.1.9**  
Inter-riflessioni generate dalla sorgente luminosa a LED nella lanterna con elementi trasparenti in vetro chiaro,  
IREN Energia



**Figura 5.1.7**  
Disegno quotato del sostegno "candelabro ornamentale"  
IREN Energia

particolare relativamente agli elementi trasparenti.

Per risolvere il problema delle inter-riflessioni una possibilità di intervento è rappresentata dalla sostituzione delle componenti in vetro chiaro con elementi in vetro opalino, tuttavia ciò causa una riduzione del flusso luminoso emesso dall'apparecchio, con una relativa perdita di efficienza e modifica dell'immagine dell'elemento di arredo urbano. La soluzione adottata ha previsto la rimozione degli elementi trasparenti, eliminando così le inter-riflessioni e ottenendo una miglior efficienza luminosa, nonché un'apparenza dell'apparecchio più coerente.



Figura 5.1.10

Camminamento lungo il Po, ripristino stilistico con lanterna quadrangolare a LED



Figura 5.1.11

Muraglione del lungo Po, ripristino stilistico con apparecchio di illuminazione a LED in stile apparecchio storico "Monaco"

La lanterna tipo Monaco nella versione a LED è stata realizzata dall'azienda Ghisamestieri, con una struttura in pressofusione di alluminio costituita da un telaio inferiore e da un corpo superiore, resi solidali da un sistema a cerniera con perno in acciaio. Nella chiusura superiore trovano alloggiamento la piastra di LED e il sistema di alimentazione; anche la piastra di fissaggio è in pressofusione di alluminio e funge sia da elemento di supporto che da dissipatore per le sorgenti a LED e per il gruppo di alimentazione. Rispetto al disegno di Figura 5.1.12, dove viene mostrata una piastra composta da 5 moduli da 2x5 LED ciascuno, il sistema adottato prevede 48 LED su 3 moduli da 2x8 LED (Figura 5.1.11). L'apparecchio ha una classe II di isolamento elettrico e grado di protezione IP66, per cui risulta totalmente protetto contro la polvere e protetto contro le ondate.



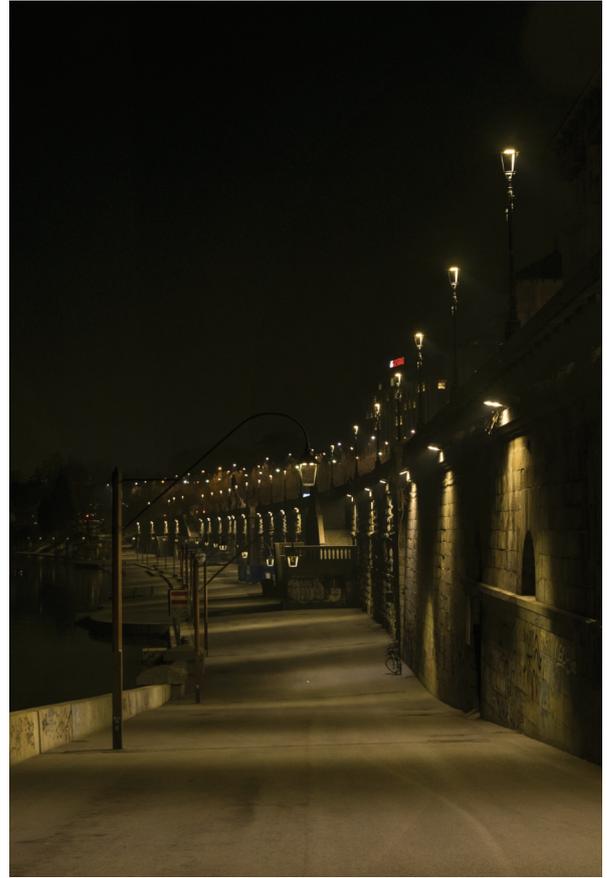
Figura 5.1.12

Apparecchio di illuminazione a LED in stile apparecchio storico "Monaco", Ghisamestieri

Andando ad analizzare i consumi annuali delle tipologie di apparecchio preesistenti e delle lanterne a LED inserite si rileva una riduzione pari al 70% per l'apparecchio tipo Monaco a LED e dell'83% per la lanterna quadrangolare. Il consumo annuo per apparecchio delle tipologie Vomero e Antares equipaggiate con sorgenti da 250W risulta essere infatti pari a circa 1174 kWh/anno, mentre quello delle lanterne Monaco e Quadrangolare nelle versioni a LED è rispettivamente di circa 351 kWh/anno e 196 kWh/anno. Per il calcolo sono state utilizzate le 4085 ore di accensione rilevate nell'ultimo anno (nel corso del 2017) e considerato un incremento dell'assorbimento di energia pari al 15% della potenza installata per gli apparecchi equipaggiati con sorgenti a scarica.



**Figura 5.1.13**  
Apparecchio a LED in stile apparecchio storico “Monaco”,  
Muraglione del lungo Po



**Figura 5.1.14**  
Lanterne stile Quadrangolare e Monaco a LED, Riqualifica-  
zione dei Murazzi del Po



**Figura 5.1.15**  
Lanterna quadrangolare a LED, camminamento lungo il Po

#### 4.2: APPARECCHIO STORICO TIPO “PIACENTINI”: RESTAURO CONSERVATIVO E RIQUALIFICAZIONE TECNOLOGICA

L'impianto di illuminazione pubblica di via Roma è stato, nel corso del 2016, oggetto di restauro conservativo e riqualificazione tecnologica. L'impronta razionalista del tratto di via che va da piazza Carlo Felice a piazza San Carlo venne data dall'architetto Marcello Piacentini nel contesto della ristrutturazione che interessò via Roma a partire dal 1931. Gli impianti di illuminazione furono completati nel 1937, secondo il progetto dell'Ing. Guido Peri, con l'adozione di 84 lanterne dette “Novecento” o “Piacentini” che ancora oggi caratterizzano l'immagine dell'asse viario.

Originariamente dotati di 6 lampade ad incandescenza della potenza di 1000W, nel corso del tempo gli apparecchi storici “Piacentini” sono stati oggetto di vari adeguamenti tecnologici e restauri conservativi, in particolare:

- 1960: le 6 lampade ad incandescenza vengono sostituite con lampade fluorescenti lineari da 33W;
- Fine anni '80: le 6 lampade fluorescenti lineari vengono sostituite con 4 lampade fluorescenti lineari compatte da 36W;
- 2016: sostituzione delle 4 lampade fluorescenti lineari compatte con 8 lampade a LED da 16W.

Nel contesto del più recente intervento, coordinato dalla società IREN Servizi e Innovazione (oggi IREN Energia), è stato attuato sia un rinnovo impiantistico, sia una revisione statica e funzionale dei centri luminosi. Gli elementi strutturali delle lanterne, caratterizzate da una forma tronco-piramidale costituita da 4 lastre di vetro trapezoidali consolidate da una struttura in lamiera, sono stati sottoposti a verifica ed eventuale sostituzione, al fine di prevenire problemi di instabilità statica nonché la limitazione delle prestazioni



Figura 4.2.1

“Piacentini”: origini e primo adeguamento tecnologico  
AGHEMO C., BISTAGNINO L., RONCHETTA C. (a cura di),  
ARDIZZONE G., BROGLINO M., *Illuminare la città. Sviluppo dell'illuminazione pubblica a Torino: Piani, Realizzazioni, Progetti*, p.19



Figura 4.2.2

Apparecchio storico “Piacentini” pre-riqualificazione IREN Energia

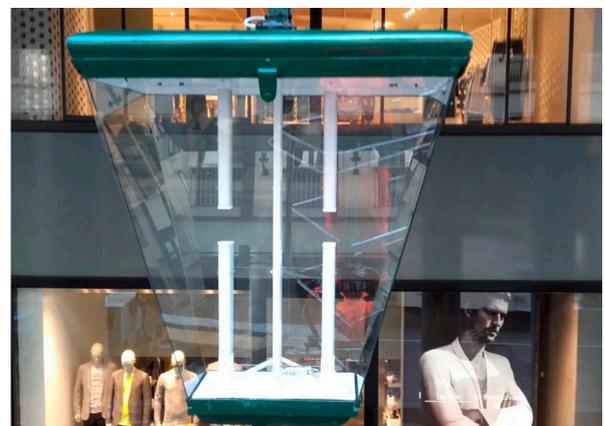


Figura 4.2.3

Apparecchio storico “Piacentini” post-riqualificazione IREN Energia

illuminotecniche. L'intervento ha previsto la sostituzione dei portalampada e dei cablaggi la cui sede è stata rinforzata; non risulta più necessario alloggiare gli alimentatori nella chiusura superiore in quanto integrati nella sorgente a LED stessa.

L'impiego di sorgenti a LED, con tipologia di emissione diversa rispetto alle sorgenti a fluorescenza presenti, ha portato all'utilizzo di 8 lampade, simmetricamente distribuite sul piano trasversale dell'apparecchio, così da ottenere una distribuzione fotometrica simile all'originale. Nonostante l'aumento del numero di sorgenti installate è stata ottenuta una riduzione del consumo energetico annuale (calcolato sulle 4085 ore di accensione relative al 2017) pari circa all'8%; infatti l'apparecchio equipaggiato con 4 sorgenti a fluorescenza da 36W ciascuna risulta avere un consumo di circa 775 kWh/anno, mentre la versione a LED si attesta intorno ai 714 kWh/anno. Infine risulta un aumento del flusso luminoso emesso del 22% circa, in quanto l'apparecchio pre-conversione a led aveva un'emissione di 11.600 lm mentre a valle dell'intervento risulta essere di 14.176 lm.



**Figura 4.2.4**  
Apparecchio storico "Piacentini" pre-riqualificazione  
IREN Energia



**Figura 4.2.5**  
Apparecchio storico "Piacentini" post-riqualificazione  
IREN Energia

### 4.3: SPERIMENTAZIONI SULL'APPARECCHIO STORICO DI ILLUMINAZIONE TIPO "SANTA TERESA CON GONNELLA"

L'apparecchio storico tipo "Santa Teresa con gonnella" risale agli anni Venti del Novecento e con i suoi circa 5000 elementi è il più diffuso sul territorio torinese dove, installato su tesata, su braccio a palo e su braccio a muro, risulta prevalentemente impiegato per l'illuminazione stradale. Proprio per la sua applicazione e diffusione è stato oggetto di rivisitazione e infatti ne troviamo una versione dotata di ottica sia con distribuzione fotometrica simmetrica per l'installazione su tesata, sia asimmetrica per l'installazione ai lati della carreggiata (su palo e su braccio a muro). Entrambe le versioni sono attualmente equipaggiate con sorgenti a scarica nei gas, in particolare a vapori di sodio con una potenza di 100W, 150W e 250W, a vapori di alogenuri da 70W e da 100W, e a vapori di mercurio da 250W.

Data la gran diffusione e il campo di applicazione, questa tipologia di apparecchio di illuminazione è attualmente oggetto di sperimentazione di relamping a LED, nell'ottica di un efficientamento energetico, per la quale sono stati rivisitati elementi precedentemente dotati di sorgente a scarica nei gas a vapori di sodio da 250W e installati su tesata in via San Secondo. L'apparecchio di illuminazione è stato rivisitato sia per l'inserimento di una lampada LED che di una piastra a LED in sostituzione della sorgente presente; di entrambe le soluzioni sono attualmente in fase di valutazione i benefici e gli svantaggi in termini di prestazioni e le relative ricadute sull'immagine diurna e notturna dell'apparecchio.



Figura 4.3.1

Sperimentazione relamping dell'apparecchio storico "Santa Teresa con gonnella" con piastra a led

Nella versione originale risulta particolarmente evidente l'elemento della gonnella che, fungendo da diffusore, causa la dispersione verso l'alto di parte del flusso luminoso emesso ( $R_n = 20\%$  circa), così come visibile in Figura 4.3.2, andando ad illuminare le quinte edilizie prospicienti la strada, anche al di sopra della quota di installazione dell'apparecchio di illuminazione. La versione con ottica concentra invece l'emissione al di sotto del piano dell'orizzonte rendendo più basso e netto il distacco tra zona illuminata e zona in ombra sulle facciate degli edifici circostanti (Figura 4.3.3).



Figura 4.3.2

Apparecchio storico "Santa Teresa con gonnella"  
Installazione su tesata, Via Principe Amedeo



Figura 4.3.3

Apparecchio storico "Santa Teresa con ottica"  
Installazione su tesata, Via Sant'Antonio Da Padova

Le diverse soluzioni di adeguamento tecnologico adottate presentano differenti intensità e distri-

buzioni della luce emessa con conseguenti ripercussioni in termini di percezione dell'apparecchio di illuminazione e del contesto urbano in cui si inserisce. In riferimento all'attuale regolamentazione in materia di inquinamento luminoso (Norma UNI 10819:1999, Legge Regionale Piemonte 24 marzo 2000, n. 31 e s.m.i. e Linee Guida della Provincia di Torino descritte nell'allegato A), la limitazione del flusso luminoso emesso verso l'alto riguarda il complesso degli apparecchi di illuminazione della città considerata come un'unica sorgente di luce, pertanto, come indicato dal PRIC, è possibile operare scelte impiantistiche più flessibili e adatte al contesto. Nella Zona Urbana Centrale Storica, in specifici ambiti circoscritti ove sia necessario rischiarare anche le quinte edilizie prospicienti vie e/o piazze, per conferire unitarietà ambientale nella visione notturna, è possibile utilizzare apparecchi di illuminazione già caratterizzanti tali ambiti (per esempio Santa Teresa, Impero, Ex-gas esagonali o Quadrangolari), comunque con  $R_n < 40$ .<sup>1</sup> Le suddette indicazioni consentono, nel caso specifico in esame, la sostituzione della sorgente con una lampada a LED, come nei casi di figura 4.3.5 e 4.3.6, nei quali risulta simile all'originale (Figura 4.3.4) sia l'immagine dell'apparecchio che la diffusione della



Figura 4.3.4

Apparecchio Santa Teresa con gonnella equipaggiato con sorgente a scarica nei gas, dati di scatto:  
f: 2.2 t: 1/15sec iso:200 - f: 2.2 t:1/500sec iso:200

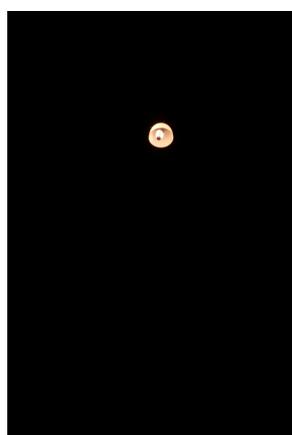


Figura 4.3.5

Apparecchio Santa Teresa con gonnella equipaggiato con lampada a LED 2, dati di scatto:  
f: 2.2 t: 1/15sec iso:200 - f: 2.2 t:1/500sec iso:200

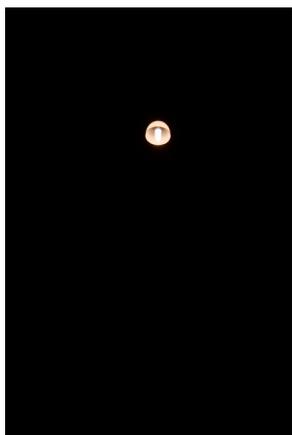


Figura 4.3.6

Apparecchio Santa Teresa con gonnella equipaggiato con lampada a LED 1, dati di scatto:  
f: 2.2 t: 1/15sec iso:200 - f: 2.2 t:1/500sec iso:200



luce emessa percepibile sulle facciate degli edifici.

Nell'ottica di un'ottimizzazione del rendimento luminoso dell'apparecchio vengono sperimentate soluzioni che vedono l'inserimento di una piastra a LED. Non si hanno in questi casi dispersioni del flusso luminoso emesso in quanto questo viene concentrato sulla sede stradale; ciò comporta un'importante diminuzione di visibilità delle quinte edilizie circostanti oltre che dell'apparecchio di illuminazione stesso (Figura 4.3.7 e 4.3.8). L'esempio di adeguamento riportato in Figura 4.3.9 affianca all'inserimento della piastra di LED un sistema di retroilluminazione della gonnella che garantisce la percezione di quest'ultima allineandosi con l'immagine notturna originale. Ciò consente di rispettare l'apparenza dell'apparec-

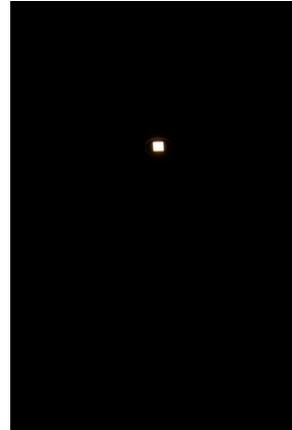
1 Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale della città di Torino, Norme di attuazione, articolo 9.3 - Limitazione del flusso luminoso emesso verso l'alto, p. 29

chio abbattendo il flusso luminoso disperso al di fuori della zona di interesse del sedime stradale; è tuttavia da sottolineare che, come da indicazione del PRIC, tale soluzione non risulta applicabile in particolari situazioni dove è rende opportuno rendere riconoscibili le quinte edilizie; si rende pertanto necessaria la valutazione specifica del contesto in modo da perseguire la compatibilità dell'intervento.



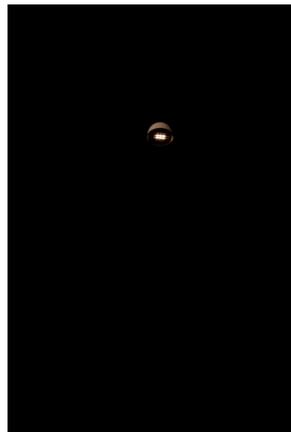
**Figura 4.3.7**

Apparecchio Santa Teresa con gonnella equipaggiato con piastra a LED 1, dati di scatto:  
f: 2.2 t: 1/15sec iso:200 - f: 2.2 t:1/500sec iso:200



**Figura 4.3.8**

Apparecchio Santa Teresa con gonnella equipaggiato con piastra a LED 2, dati di scatto:  
f: 2.2 t: 1/15sec iso:200 - f: 2.2 t:1/500sec iso:200



**Figura 4.3.9**

Apparecchio Santa Teresa con gonnella equipaggiato con piastra a LED 3 e gonnella retroilluminata, dati di scatto:  
f: 2.2 t: 1/15sec iso:200 - f: 2.2 t:1/500sec iso:200



## 5: CONVERSIONE A LED DEGLI APPARECCHI STORICI DI ILLUMINAZIONE STILE IMPERO

### 5.1: L'APPARECCHIO STORICO STILE IMPERO

L'apparecchio storico in stile “Impero” viene concepito come elemento di arredo urbano per la città di Torino nel corso degli anni Venti del 1900, con la sua caratteristica installazione a cornucopia che vede un elemento centrale su testa-palo e altri cinque disposti circolarmente sui rispettivi bracci di supporto.

La sua diffusione in alcune delle principali piazze della città già dalla metà del secolo scorso è testimoniata da memorie fotografiche dell'Archivio Storico Città di Torino, come quelle in Figura 5.1.1, 5.1.2 e 5.1.3 tratte dal progetto *Immagini del cambiamento, Torino prima e dopo*<sup>1</sup>. Oggi la sua presenza con circa 600 elementi (rappresentanti l'8% degli apparecchi storici della città) contraddistingue aree di particolare rilevanza del centro storico, sia dal punto di vista dell'impatto sull'immagine diurna del contesto urbano che della percezione nelle ore notturne. L'apparecchio è attualmente adottato con l'originale tipologia di emissione luminosa diffusa e, come



Figura 5.1.1

Piazza San Carlo, anni '60

Archivio Storico Città di Torino, in *Immagini del Cambiamento*



Figura 5.1.2

Piazza Carlo Alberto, 1966

Archivio Storico Città di Torino, in *Immagini del Cambiamento*



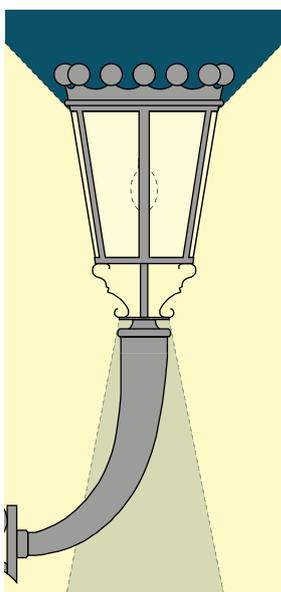
Figura 5.1.3

Piazza Vittorio, anni '50

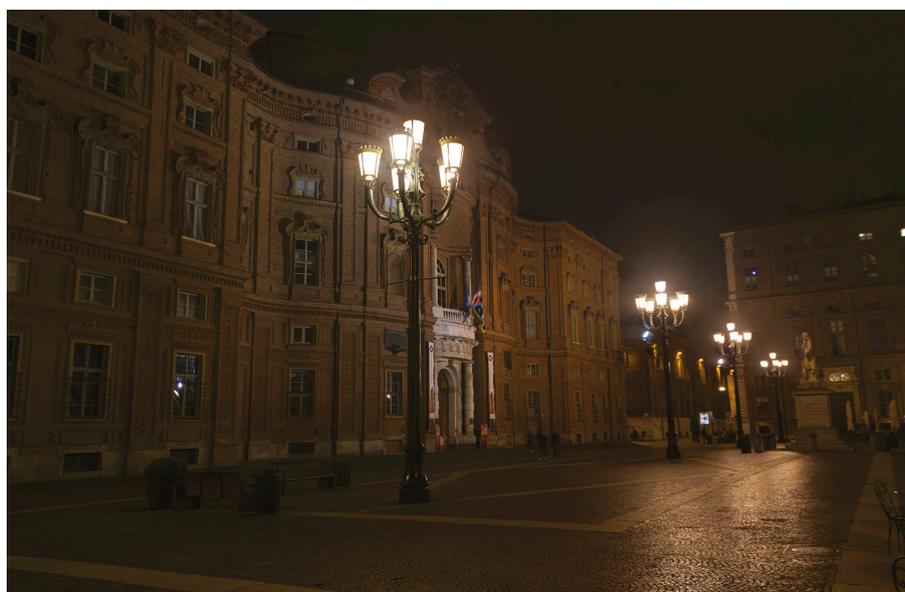
Archivio Storico Città di Torino, in *Immagini del Cambiamento*

<sup>1</sup> Sito del progetto *Immagini del Cambiamento, Torino prima e dopo*, ricerca del dipartimento DIST di Politecnico e Università di Torino, con l'Archivio Storico della Città di Torino e MuseoTorino

descritto nell'apposita scheda (capitolo 2.2.4.), con una versione con distribuzione fotometrica di tipo asimmetrico dovuta all'inserimento dell'elemento dell'ottica composto da un riflettore in alluminio, in occasione dell'intervento da parte dell'azienda Neri, delle quali si riportano gli schemi di emissione (Figura 5.1.4 e Figura 5.1.6). Dalle fotografie notturne emerge come le due tipologie di emissione restituiscano differenti immagini dell'ambiente costruito illuminato: nella versione originale la dispersione verso l'alto di buona parte del flusso luminoso emesso ( $R_n = 37\%$  circa) illumina le quinte edilizie prospicienti la piazza anche al di sopra della quota di installazione del sistema di illuminazione, come nell'esempio del fronte di Palazzo Carignano di Figura 5.1.5; equipaggiato con sorgenti a scarica nei gas a vapori di alogenuri da 70W, a vapori di sodio da 100W e 150W e a vapori di mercurio da 250W con temperatura di colore correlata di 3000K, l'apparecchio storico in stile Impero illumina oggi le piazze Vittorio Veneto, Castello, Statuto, Savoia, Carlo Emanuele II, Carlo Alberto, Carignano, Giambattista Bodoni e il giardino Sambuy. I tratti viari interessati, relativamente alla classificazione stradale indicata dal PRIC e da riferirsi al Piano Urbano del Traffico del 2001 e al Piano Urbano della Mobilità Sostenibile del 2010, rientrano nella categoria F "Strade locali urbane" come nel caso di piazza Statuto, ed E2 "Strade urbane di quartiere" come per gli attraversamenti di via Accademia Albertina e via Maria Vittoria di piazza Carlo Emanuele II.



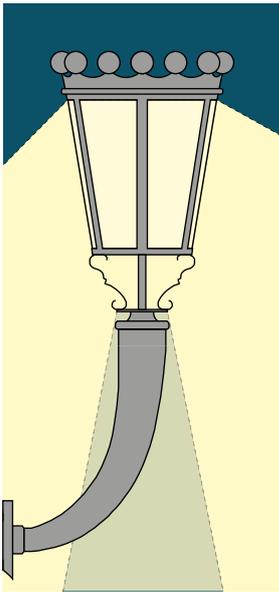
**Figura 5.1.4**  
Schema di emissione apparecchio Impero



**Figura 5.1.5**  
Apparecchio storico "Impero"  
Installazione su braccio a palo stile "Cornucopia", Piazza Carignano

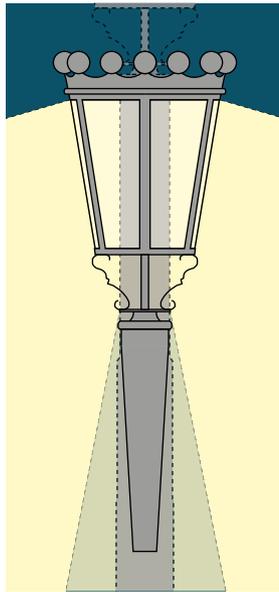
La versione con ottica concentra invece l'emissione verso il basso, riducendo la percentuale di flusso luminoso disperso al di sopra del piano dell'orizzonte ( $R_n = 0.6\%$  circa); nell'esempio di piazza San Carlo (Figura 5.1.9) le facciate degli edifici che insistono sull'area illuminata presentano un sistema di illuminazione dedicato visivamente non influenzato dalla presenza dei centri luminosi storici. Le sorgenti installate in questa tipologia, con temperatura di colore correlata di 3000K, sono attualmente a scarica nei gas a vapori di alogenuri nelle potenze da 100W e da 150W. Questa versione dell'apparecchio di illuminazione storico "Impero" la si trova nell'area pedonale di piazza San Carlo, nelle piazze San Giovanni e Gran Madre di Dio dove i tratti viari interessati sono rispettivamente classificati dal PUT e dal PUMS come F "Strade locali urbane" ed E2 "Strade urbane di quartiere", e nel piazzale antistante la stazione Porta Nuova dove, impiegato per l'illuminazione stradale di corso Vittorio (categoria stradale E1 "Strade urbane interquartiere" risulta integrato con proiettori. Quattro lanterne do-

tate di ottica sono inoltre installate in piazza Carlo Emanuele II, dove via Accademia Albertina e via Maria Vittoria risultano, come suddetto, appartenenti alla categoria E2 “Strade urbane di quartiere”.



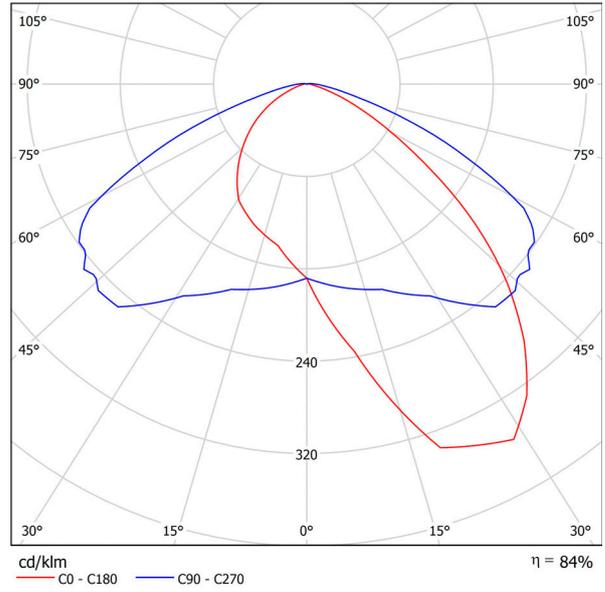
**Figura 5.1.6**

Schema di emissione apparecchio Impero con ottica, sezione trasversale



**Figura 5.1.7**

Schema di emissione apparecchio Impero con ottica, sezione longitudinale



**Figura 5.1.8**

Diagramma polare rappresentante la distribuzione fotometrica dell'apparecchio Impero con ottica, Neri



**Figura 5.1.9**

Apparecchio storico "Impero con ottica"  
 Installazione su braccio a palo stile "Cornucopia", Piazza San Carlo

Vista la valenza dell'apparecchio di illuminazione storico tipo “Impero” su sistema a cornucopia, come elemento di arredo urbano tipico di alcune tra le principali piazze della città di Torino, ricorren-

te e consolidato nell'immagine collettiva degli spazi urbani in cui risulta attualmente inserito, ne viene ipotizzata la conversione a LED al fine di studiare l'incidenza sull'apparenza del contesto di differenti soluzioni e rispettive modalità di emissione, nonché gli aspetti legati al risparmio energetico ottenibile. L'ambito in cui si ipotizza l'intervento si identifica in piazza Carlo Emanuele II, dove l'elemento di arredo urbano dell'apparecchio storico stile Impero rappresenta un richiamo visivo caratteristico dell'immagine sia diurna sia notturna della piazza. Questa offre la possibilità di approfondire aspetti legati alla qualità percettiva delle quinte edilizie che la delimitano, nonché alle esigenze della progettazione dell'impianto di illuminazione stradale essendo attraversata dagli assi di via Accademia Albertina e via Maria Vittoria.



**Figura5.1.10**  
Immagine diurna di piazza Carlo Emanuele II,  
vista da via Accademia Albertina



**Figura5.1.11**  
Immagine notturna di piazza Carlo Emanuele II,  
vista da via Accademia Albertina

## 5.2: PIAZZA CARLO EMANUELE II: QUADRO ESIGENZIALE, OBIETTIVI DI PROGETTO E REQUISITI ILLUMINOTECNICI

La contestualizzazione nell'ambito di piazza Carlo Emanuele II dello studio per la conversione a LED degli apparecchi storici in stile Impero, segue la necessità di mantenere tali elementi di arredo urbano tipici della tradizione illuminotecnica di Torino e risultanti parte integrante dell'ambiente in cui sono inseriti.

La piazza, situata nell'area ovest del centro storico, viene realizzata sotto la reggenza di Maria Giovanna Battista di Savoia-Nemours (1675-1684), moglie di Carlo Emanuele II di Savoia, come vuoto urbano progettato nell'ambito del secondo ampliamento di Torino: la "città nuova di Po". L'iniziale progetto di Amedeo di Castellamonte, del 1674, prevedeva una forma ottagonale per la *place royale* polo urbano principale del nuovo ampliamento, la quale doveva essere porticata così come l'arteria di via Maria Vittoria. Lo spostamento del progetto verso nord all'incrocio degli assi primari dell'ingrandimento (attuali via Maria Vittoria e via Accademia Albertina) e l'adozione della definitiva forma quadrata, scelta in funzione della forma della lottizzazione dei terreni adiacenti, risalgono al gennaio del 1678.

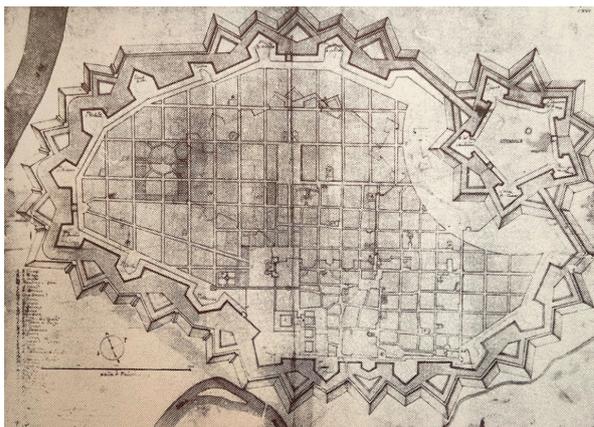


Figura 5.2.3

«Rilievo dell'assetto urbanistico della città e della fortificazione nel secondo Seicento, con progetto di modifica di piazza Carlina da ottagonale a quadrata», Michelangelo Garove (Milano, Biblioteca Ambrosiana, *Raccolta Ferrari*, Cod. Ambr. T. 189 S., CXVI)

in COMOLI MANDRACCI V., *Torino*



Figura 5.2.1

L'Impero nella piazza  
elemento di arredo urbano nell'immagine diurna



Figura 5.2.2

L'Impero nella piazza  
valenza nell'immagine notturna dell'ambiente urbano

Lo stesso anno esigenze di tipo commerciale portarono la piazza a divenire luogo di mercato, allontanandola da quel « grado di rappresentatività magniloquente a cui in un primo tempo sembrava destinata. »<sup>2</sup>

Ad oggi si distinguono il monumento raffigurante Camillo Benso conte di Cavour, realizzato da Giovanni Duprè e posto al centro della piazza nel 1872, e la chiesa di Santa Croce che, ubicata sul lato meridionale, viene eretta nel 1718 su progetto dell'architetto di corte Filippo Juvarra.

Le linee guida per i progetti puntuali, riguardanti interventi in ambiti di particolare rilevanza storico e/o ambientale<sup>3</sup>, vengono dettate dal Piano della Luce Decorativa nell'ottica di renderne

<sup>2</sup> COMOLI MANDRACCI V., *Torino*, p. 65

<sup>3</sup> Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale, Norme di attuazione, Articolo 2.3 - Progetti puntuali

individuabili e valorizzarne i segni di riconoscimento, i beni architettonici, monumentali e ambientali nel massimo rispetto delle loro peculiarità. Nell'elenco dei monumenti e dei luoghi già illuminati si individuano le emergenze descritte del monumento a Camillo Benso Conte di Cavour e della chiesa di Santa Croce, con relativo stato dell'impianto di illuminazione (al 2011) indicato rispettivamente come nuovo e da ristrutturare. Per la chiesa, la concezione della cui facciata articolata si riconduce a Filippo Juvarra, viene quindi prevista la possibile integrazione dell'illuminazione di tipo diffuso della piazza con un'illuminazione di dettaglio volta ad evidenziare l'edificio nella sua unitarietà e rispetto al contesto. Nonostante si preveda lo studio di un'illuminazione dedicata che dia risalto alle geometrie della chiesa di Santa Croce, il progetto di illuminazione d'ambiente deve tener conto dell'esigenza di rischiarare le quinte edilizie prospicienti la piazza, in modo da garantire la percezione ed identificazione delle peculiarità del contesto urbano.



**Figura 5.2.4**  
Piazza Carlo Emanuele II,  
vista del monumento a Camillo Benso Conte di Cavour e della  
chiesa di Santa Croce

Essendo attraversata dagli assi viari di via Maria Vittoria e via Accademia Albertina, la quale viene percorsa sia dal traffico automobilistico che tranviario con un sistema di circolazione assimilabile ad una rotatoria, la progettazione illuminotecnica di piazza Carlo Emanuele II coinvolge aspetti legati al progetto illuminotecnico stradale: si distinguono esigenze legate al traffico motorizzato e alle aree, ai percorsi e agli attraversamenti pedonali limitrofi. In particolare si rende necessaria la corretta percezione dell'ambiente circostante ai fini dell'agibilità e dell'orientamento nonché dell'identificazione e sicurezza degli utenti.

Dalle suddette considerazioni sull'ambiente urbano in cui si colloca il presente studio, dalle più generali considerazioni sugli aspetti della conversione a LED di apparecchi storici, di natura percettiva, tecnologica e legati alle necessità dettate dalla limitazione dell'impatto ambientale e persecuzione del risparmio energetico, risultano delineabili i seguenti obiettivi di progetto:

- conservare la valenza degli apparecchi di illuminazione storici stile Impero come elemento di arredo urbano caratterizzante l'immagine diurna e notturna dell'ambiente che li circonda;
- rispettare l'immagine del contesto garantendo la percezione delle quinte edilizie prospicienti la piazza e utilizzando sorgenti con caratteristiche idonee al mantenimento dell'identitarietà del luogo nell'apparenza notturna della città;
- garantire la sicurezza degli utenti mediante la corretta identificazione dello spazio assicurandone l'agibilità sia delle aree a traffico veicolare sia delle aree strettamente pedonali;
- consentire una visione confortevole che contribuisca a conferire senso di sicurezza agli utenti;
- limitare la dispersione del flusso luminoso al di fuori delle aree di interesse, ai fini del rispetto ambientale e del risparmio energetico (per i riferimenti normativi si rimanda all'allegato A.2: Inquinamento luminoso).

In relazione alla possibilità di identificare i caratteri preminenti dell'ambiente urbano si rende quindi necessario definire adeguatamente la tipologia di emissione, la temperatura di colore della luce e la relativa resa cromatica: essendo la piazza un ambito della Zona Urbana Centrale Storica, il Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale della Città di Torino prescrive l'uso di sorgenti a luce bianca, con temperatura di colore correlata 3000K, che garantiscono elevata resa cromatica e un miglior

comfort visivo. Ai fini della valutazione della visione del contesto costruito, si esaminerà la facciata della Chiesa di Santa Croce sia come particolare elemento di interesse che risulta necessario poter percepire, sia come campione di riferimento per le altre quinte edilizie circostanti.

Per quanto riguarda invece le esigenze legate alla sicurezza dei pedoni e degli utenti delle aree a traffico veicolare si individuano i seguenti aspetti:

- necessità di orientarsi correttamente nell'ambiente urbano;
- poter identificare altri utenti, i percorsi e gli ostacoli presenti nelle zone pedonali;
- garantire la sicurezza del traffico veicolare mediante un adeguato livello di luminanza della carreggiata, relativa uniformità e limitazione dell'abbagliamento.

Ciò si traduce nella definizione di requisiti illuminotecnici in termini luminanza, illuminamento e abbagliamento: la sicurezza stradale viene infatti valutata secondo i parametri della luminanza media del manto stradale ( $L$ ) e della sua uniformità generale ( $U_o$ ) e longitudinale ( $U_l$ ), dell'abbagliamento debilitante ( $f_{T1}$ ) e dell'illuminamento verticale ( $E_v$ ) data la presenza di numerose intersezioni e attraversamenti pedonali. Per le aree pedonali vengono invece valutati i parametri dell'illuminamento orizzontale medio ( $E$ ) e minimo ( $E_{min}$ ), dell'illuminamento verticale ( $E_v$ ) e semicilindrico ( $E_{sc}$ ) in particolare per il riconoscimento facciale.

Al fine di definire i requisiti illuminotecnici per l'area di interesse, secondo quanto prescritto dalla normativa attualmente in vigore (per l'approfondimento si rimanda all'allegato A.1: Progetto illuminotecnico stradale), si fa riferimento alle indicazioni del Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale. Quest'ultimo riporta la classificazione delle strade basata sul Piano Urbano del Traffico (2001) e sul Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (2010), secondo la quale agli assi di via Accademia Albertina e di via Maria Vittoria, attraversanti piazza Carlo Emanuele II, viene assegnata la classe E "Strade urbane di quartiere", mentre per le aree pedonali del centro della piazza e delle isole perimetrali si fa riferimento alla classe F relativa alle aree pedonali ("Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici").



**Figura 5.2.5**  
 Classificazione delle strade secondo il Piano Urbano del Traffico e PUMS  
 Estratto dal Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale della Città di Torino, Tavola 05

Gli indirizzi del PRIC consentono l'individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento delle diverse classi stradali secondo il relativo prospetto della Norma UNI 11248:2012 "Illuminazione stradale - selezione delle categorie illuminotecniche"; nella versione attualmente in vigore, la UNI 11248:2016, è stato aggiornato il suddetto prospetto pertanto si riporta di seguito la classificazione della UNI 11248:2012 in Tabella 5.2.1 e l'allineamento con la UNI 11248:2016 in Tabella 5.2.2.

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km/h]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	130 - 150	ME1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade	70 - 90	ME3a
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	ME3a
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	ME4a
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	70 - 90	ME3a
	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	ME3a
D	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a
		50	
E	Strade urbane interquartiere	50	ME3c
	Strade urbane di quartiere	50	
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70 - 90	ME3a
	Strade locali extraurbane	50	ME4b
		30	S3
	Strade locali urbane (tipi F1 e F2)	50	ME4b
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE4
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5/S3
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3
	Strade locali interzonali	50	
30			
	Piste ciclabili	Non dichiarato	S3
	Strade a destinazione particolare	30	

Tabella 5.2.1

Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento, UNI 11248:2012

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km/h]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
30		C4/P2	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare	30	

Tabella 5.2.2

Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi, UNI 11248:2016

In merito alla categoria illuminotecnica di riferimento delle diverse zone dell'area di interesse si osserva quanto segue:

- via Accademi Albertina e via Maria Vittoria risultano appartenenti alla classe M, riferita ai conducenti di veicoli motorizzati su strade con velocità di marcia medio/alte e basata sulla luminanza del manto stradale;
- le aree pedonali del centro della piazza, i marciapiedi e le isole perimetrali risultano appartenenti alla classe P, riferita a pedoni e ciclisti su zone dedicate o lungo la carreggiata stradale e basata sull'illuminamento orizzontale sulla zona di interesse.

Individuata la categoria illuminotecnica di ingresso si procede con l'assegnare la categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio mediante un'analisi dei rischi, necessaria per identificare e valutare i parametri di influenza. Con l'aggiornamento della normativa non viene più prevista la possibilità di incrementare la categoria illuminotecnica, pertanto la valutazione dei parametri di influenza è fina-

lizzata ad ottenerne una eventuale riduzione come si evince in Tabella 5.2.3 e 5.2.4, dove si riportano rispettivamente il prospetto con gli esempi di parametri di influenza costanti nel lungo periodo e variabili nel tempo e le relative variazioni nella classificazione illuminotecnica.

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto	1
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1

Tabella 5.2.3

Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo, UNI 11248:2016

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso orario di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

Tabella 5.2.4

Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di progetto in relazione ai più comuni parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale, UNI 11248:2016

Gli indirizzi sulla redazione dell'analisi dei rischi valutano inoltre l'opportunità di tenere conto dell'influenza della percezione dei colori e della visione periferica ai fini della sicurezza del traffico, riducendo la categoria illuminotecnica in presenza di apparecchi con indice di resa cromatica  $R_a \geq 60$  e rapporto fra ponderazione scotopica e ponderazione fotopica  $S/P \geq 1,10$ . Nel caso specifico dell'area di studio la valutazione dei parametri di influenza costanti nel tempo evidenzia le seguenti criticità:

- il sistema di circolazione attorno alla piazza, assimilabile ad una rotatoria, presenta una corsia interna dedicata alla sede tranviaria che, seguendo l'asse di via Accademia Albertina, va ad intersecare la carreggiata automobilistica;
- la presenza del trasporto pubblico e, più in generale, il sistema di circolazione e la presenza di vegetazione ad alto fusto nelle aree pedonali perimetrali, aumentano la complessità del campo visivo;
- sono presenti intersezioni a raso sulle vie perimetrali, in particolare agli incroci con via Accademia Albertina e via Maria Vittoria;
- si rileva la presenza di numerosi attraversamenti pedonali sia in collegamento dei marciapiedi alle quattro isole pedonali perimetrali, sia tra queste ultime e il centro della piazza.

Data la presenza di numerose zone di conflitto con segnaletica ordinaria e l'elevata complessità del campo visivo rilevata, non emergono elementi a favore di una riduzione della categoria illuminotecnica eccetto gli eventuali vantaggi sulla percezione dei colori e sulla visione periferica apportabili con l'utilizzo di sorgenti LED inoltre, in relazione ai parametri di influenza variabili nel tempo, non sono reperibili dati per una loro corretta valutazione. La categoria illuminotecnica di esercizio per le diverse zone individuate risulta essere:

- M3 per via Accademi Albertina e via Maria Vittoria;
- P2 per le aree pedonali del centro della piazza, i marciapiedi e le isole perimetrali.

La Norma UNI EN 13201:2016 "Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali" consente di definire i requisiti in termini di luminanza, illuminamento, uniformità e abbagliamento per le di-

verse categorie illuminotecniche stradali individuate.

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato				Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	Asciutto		Bagnato		Asciutto	Asciutto
	$L$ [minima mantenuta] cd x m <sup>2</sup>	$U_o$ [minima]	$U_l$ [minima]	$U_{ow}$ [minima]	$f_{TI}$ [massima] %	$R_{EI}$ [minima]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

Tabella 5.2.5

Categorie illuminotecniche M, UNI EN 13201-2:2016

Categoria	Illuminamento orizzontale		Requisito aggiuntivo se è necessario il riconoscimento facciale	
	$E^a$ [minimo mantenuto] lx	$E_{min}$ [mantenuto] lx	$E_{v,min}$ [mantenuto] lx	$E_{sc,min}$ [mantenuto] lx
P1	15,00	3,00	5,0	5,0
P2	10,00	2,00	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	0,6	0,2
P7	Prestazione non determinata	Prestazione non determinata		

Tabella 5.2.6

Categorie illuminotecniche P, UNI EN 13201-2:2016

Per la valutazione dell'illuminamento verticale, nell'ambito degli attraversamenti delle aree a traffico motorizzato di via Maria Vittoria e via Accademia Albertina, si fa infine riferimento alla tabella di comparazione delle categorie illuminotecniche della UNI 11248:2016<sup>4</sup> che associa alla categoria M3 i valori della categoria P1.

<sup>4</sup> Norma UNI 11248:2016, Comparazione delle categorie illuminotecniche, prospetto 6

### 5.3: STATO DI FATTO DELL'ILLUMINAZIONE PUBBLICA DI PIAZZA CARLO EMANUELE II

L'impianto di illuminazione pubblica di piazza Carlo Emanuele II vede attualmente installati 12 sistemi a cornucopia dotati di 6 apparecchi storici tipo Impero, per un totale di 72 lanterne (circa il 12% degli apparecchi di questa tipologia ad oggi diffusi), dei quali quattro risultano posizionati nell'area centrale mentre i restanti otto sono distribuiti nelle quattro aree pedonali perimetrali. Equipaggiati con sorgenti a vapori di alogenuri metallici da 150 W gli apparecchi sono prevalentemente nella versione originale, tuttavia quattro elementi posizionati su testa-palo nella configurazione a cornucopia e insistenti sull'area ad ovest della piazza sono nella tipologia dotata di ottica. Questi ultimi sono stati inseriti, in sostituzione agli originali, nell'ambito dei recenti lavori per la realizzazione del parcheggio sotterraneo (conclusi ad inizio del 2017) che hanno portato anche ad un riposizionamento dei sistemi a cornucopia installati nelle aree dove sono stati realizzati gli accessi al parcheggio e ad una sostit-



Figura 5.3.1 - Figura 5.3.2

Apparecchi storici tipo Impero nella versione originale, contestuali ai lavori per la realizzazione del parcheggio sotterraneo



Figura 5.3.3 - Figura 5.3.4

Apparecchi storici tipo Impero, elemento su testa-palo nella versione con ottica



Figura 5.3.5 - Figura 5.3.6

Apparecchi storici tipo Impero nella versione originale

tuzione delle lanterne del lato occidentale della piazza. Risultano ancora presenti, sul lato orientale, anche lanterne visibilmente meno recenti la cui schermatura in polimetilmetacrilato risulta opacizzata dal tempo (Figura 5.3.5 - Figura 5.3.6).

Oltre agli apparecchi storici in stile Impero sull'area di interesse insistono 16 apparecchi storici tipo Ex Gas Esagonale (descrizione al paragrafo 2.2.9: Ex Gas Esagonale) installati su testa-palo, equamente distribuiti nelle quattro zone pedonali e altri 26 centri luminosi di questa tipologia sui marciapiedi perimetrali, con sorgenti a vapori di alogenuri da 150 W e con tipologia di emissione diffondente.



**Figura 5.3.7**

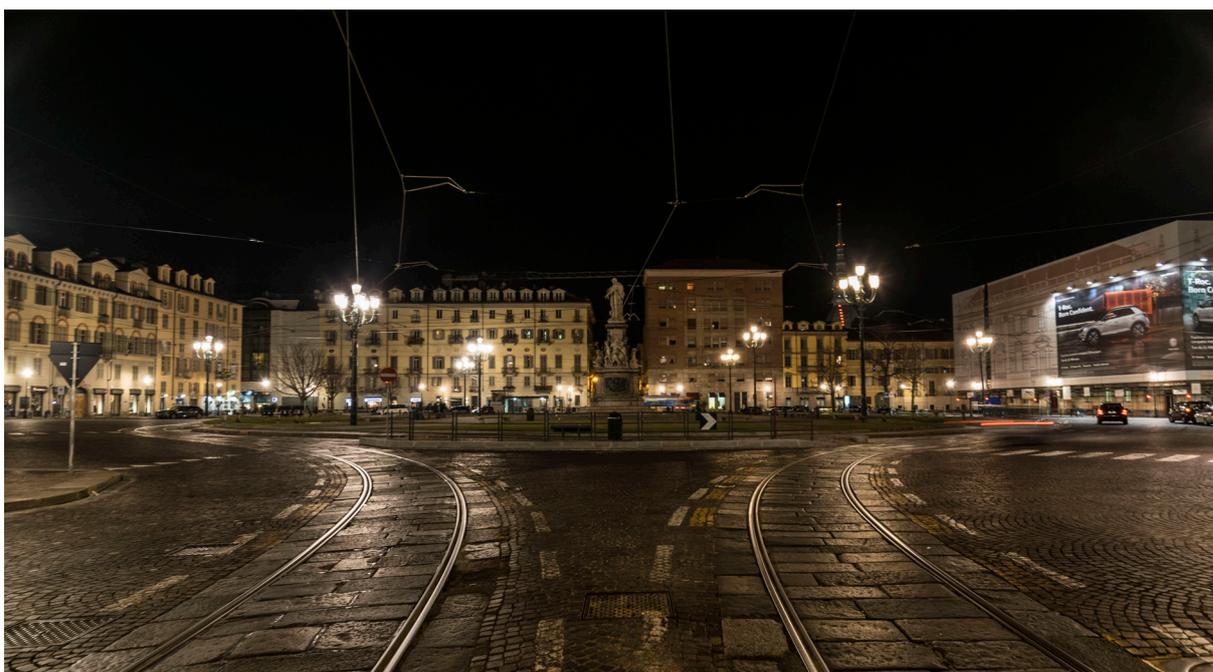
Apparecchi storici tipo Impero ed Ex Gas Esagonale in piazza Carlo Emanuele II



**Figura 5.3.8**

Illuminazione dedicata hotel "NH collection"

L'illuminazione della piazza risulta quindi essere quasi esclusivamente di tipo diffuso, anche per quanto riguarda le facciate degli edifici circostanti le quali non presentano un impianto di illuminazione decorativa dedicato, eccetto i casi dell'hotel "NH collection" ubicato a sud-est (Figura 5.3.8) e del campanile della chiesa. Si rileva quindi una distribuzione della luce sulle quinte edilizie, ben oltre la quota massima di installazione degli apparecchi, che arriva fino a rischiarrare le geometrie delle coperture.



**Figura 5.3.9**

Piazza Carlo Emanuele II, illuminazione diffusa sulle quinte edilizie

## PIAZZA CARLO EMANUELE II: STATO ATTUALE

### LEGENDA

- APPARECCHIO STILE "IMPERO"
- APPARECCHIO STILE "IMPERO CON OTTICA"
- ✱ INSTALLAZIONE TIPO "CORNUCOPIA"
- APPARECCHIO STILE "EX GAS ESAGONALE" SU TESTA-PALO
- MARCIAPIEDI - AREE PEDONALI
- SEDE TRANVIARIA
- ATTRAVERSAMENTI PEDONALI

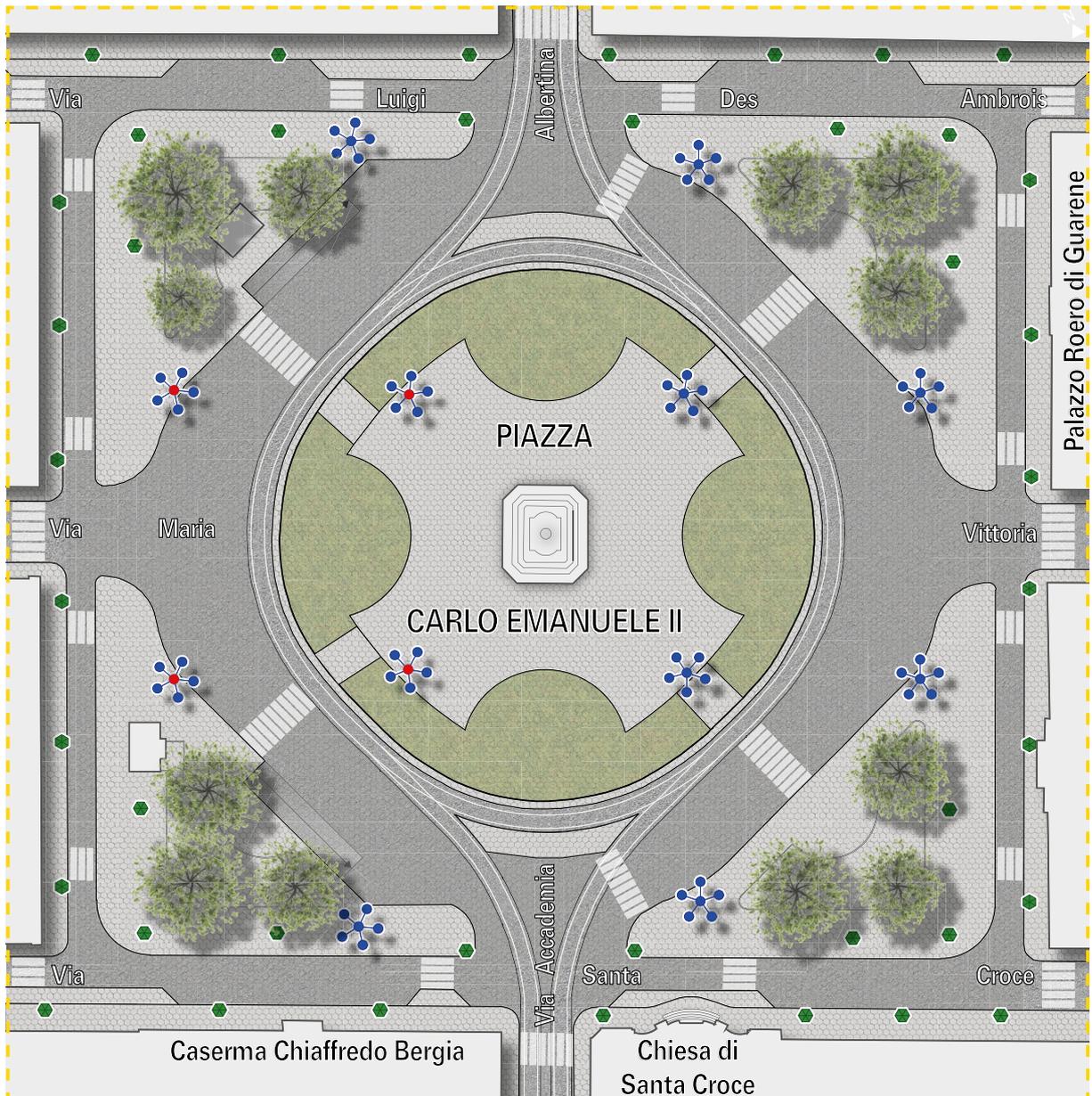


Figura 5.3.11

Stato di fatto dell'illuminazione pubblica di Piazza Carlo Emanuele II: tipologie di apparecchi storici presenti e loro distribuzione nell'ambiente urbano

Analizzando in particolare lo stato attuale dell'illuminazione della facciata della chiesa di Santa Croce, si nota come questa sia da riferirsi agli apparecchi storici stile Ex Gas Esagonale ed Impero circostanti. Questi hanno una distribuzione fotometrica diffusa, con elevata percentuale di flusso luminoso disperso verso l'alto (Rn pari a circa il 37% per gli Impero originali e Rn stimato intorno al 40% per gli apparecchi tipo Ex Gas Esagonale). Ciò determina un'illuminazione che si distribuisce su tutta la facciata, rendendola ben visibile dal basamento fino alla sommità della lanterna posta sopra alla cupola.

La situazione attuale dell'impianto di illuminazione pubblica della piazza è stata simulata mediante il software di calcolo DIALux al fine di esaminare la prestazione illuminotecnica sulle aree di interesse. Ciò ha consentito di verificare i livelli minimi e massimi di luminanza L [cd/m<sup>2</sup>], restituiti dalla facciata della chiesa di Santa Croce, pari a 3.32 cd/m<sup>2</sup> e 38.2 cd/m<sup>2</sup> (al quale rivestimento, perlopiù in intonaco verniciato e in materiali dai cromatismi chiari, è stato attribuito un fattore di riflessione del 40%). In Figura 5.3.11 viene riportata la rappresentazione in falsi colori delle

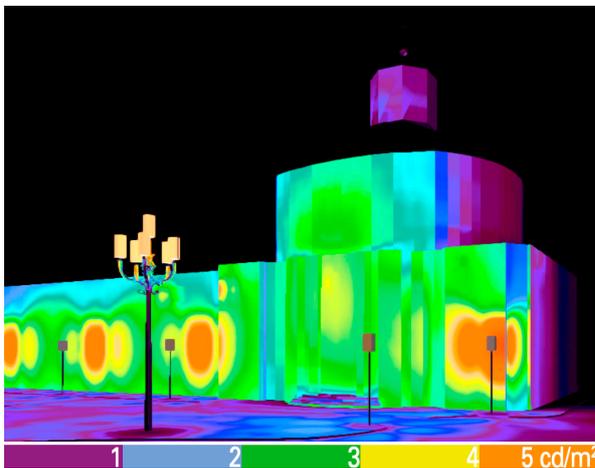


Figura 5.3.11

Rappresentazione in falsi colori delle luminanze sulla facciata della chiesa di Santa Croce, simulazione dello stato attuale con software di calcolo illuminotecnico DIALux

illuminazione tipo cornucopia degli apparecchi stile Impero (Figura 5.3.12):

- Tratto 1: 38.00 m;
- Tratto 2: 38.80 m;
- Tratto 3: 36.75 m;
- Tratto 4: 37.20 m.

In ogni tratto sono quindi presenti 18 apparecchi storici stile Impero distribuiti su tre sistemi di

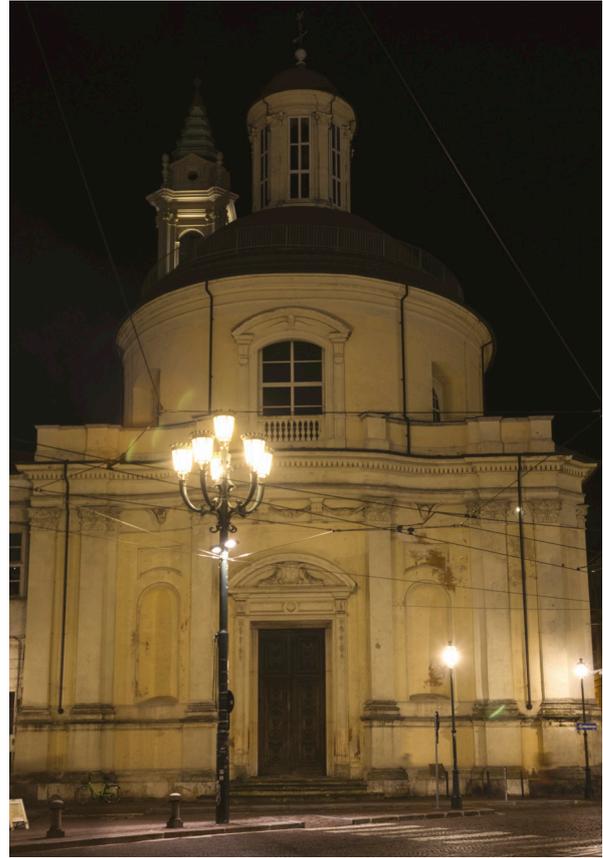


Figura 5.3.10

Chiesa di Santa Croce, illuminazione diffusa della facciata generata dagli apparecchi storici Impero ed Ex Gas Esagonale

luminanze, dove si evidenzia una concentrazione dei picchi in prossimità degli apparecchi tipo Ex Gas Esagonale ( $\geq 5 \text{ cd/m}^2$ ) ed una più uniforme distribuzione nell'area centrale.

Lo stesso tipo di analisi è stata effettuata per le proposte progettuali che verranno descritte nei paragrafi successivi, così da poterne confrontare i risultati.

Al fine di poter valutare il soddisfacimento dei requisiti illuminotecnici relativi alle aree a traffico veicolare si è proceduto, dato il sistema di circolazione viaria della piazza, ad una rettificazione dei tratti stradali in modo da caratterizzarne la sezione in base alla disposizione dei sistemi di

installazione a cornucopia, dove i cinque disposti circolarmente hanno una quota di installazione di 7.35 m mentre l'elemento su testa-palo è installato ad un'altezza di 8.35 m dal piano stradale.

Si sono così individuate quattro sezioni composte da una sede tranviaria di 2.60 m affiancata da una carreggiata per il traffico automobilistico e per il trasporto pubblico su gomma della larghezza di 9.20 m le quali risultano rispettivamente fiancheggiate dagli attraversamenti dell'area verde centrale della piazza (7.00 m) e dall'area pedonale delle isole perimetrali (fascia di 5.00 m di larghezza), che saranno oggetto di verifiche specifiche per i requisiti illuminotecnici estesi all'intera area percorribile.

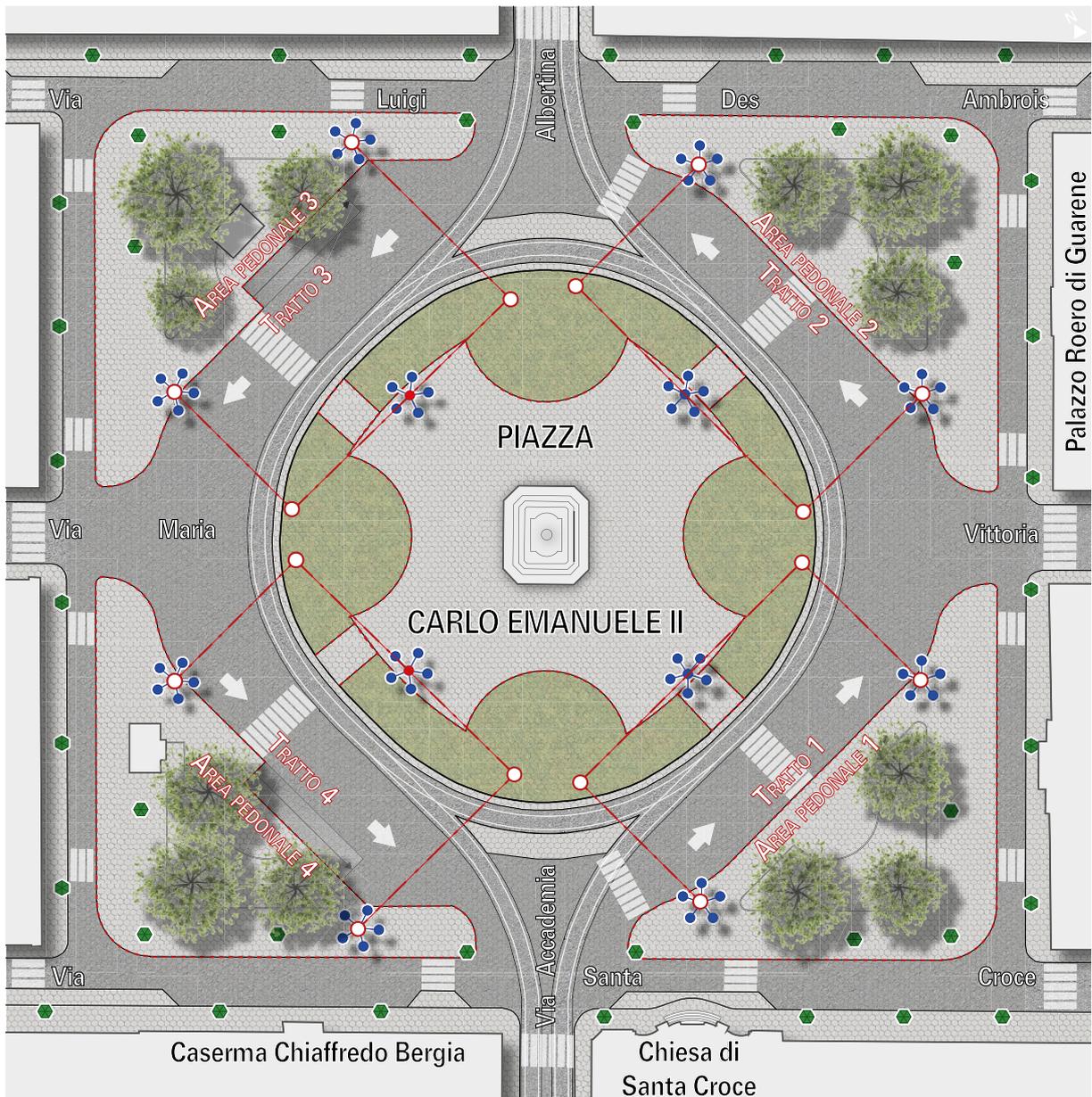
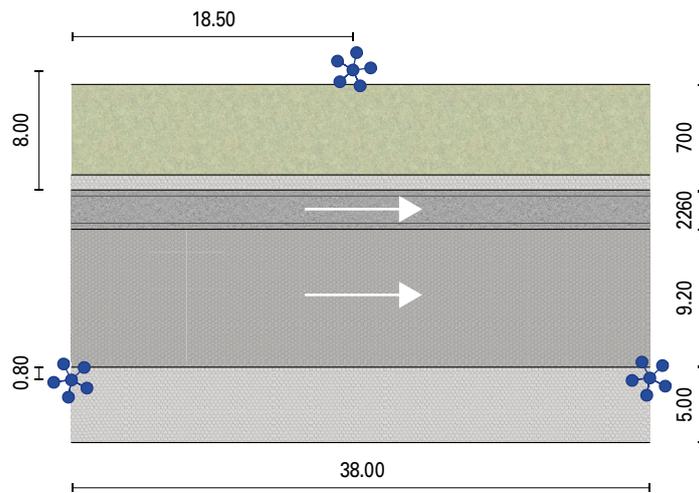


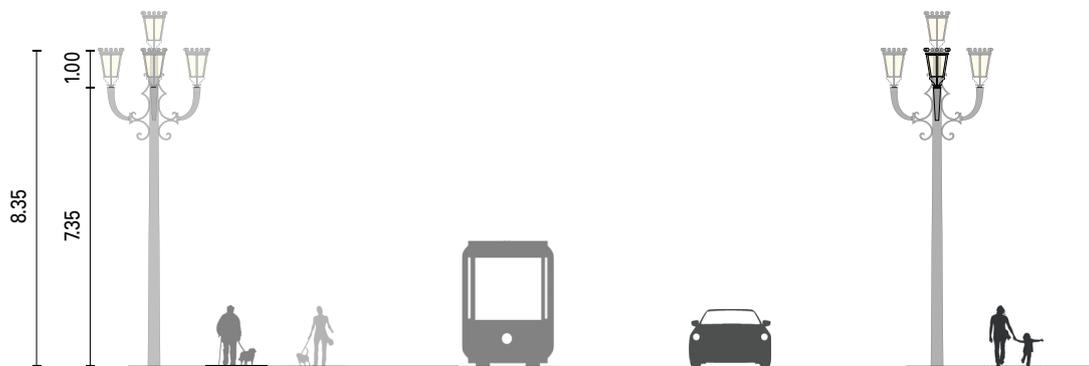
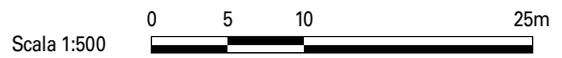
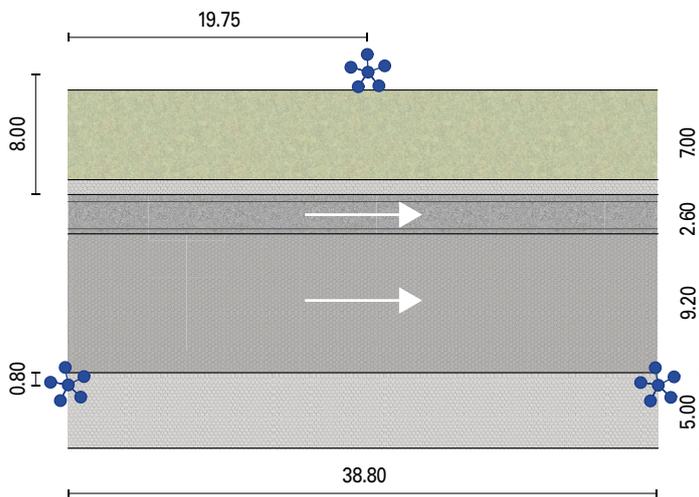
Figura 5.3.12

Rettificazione dei tratti viari secondo l'interesse dei sistemi di installazione tipo cornucopia degli apparecchi storici stile Impero e zone pedonali perimetrali e dell'area centrale della piazza

### TRATTO 1



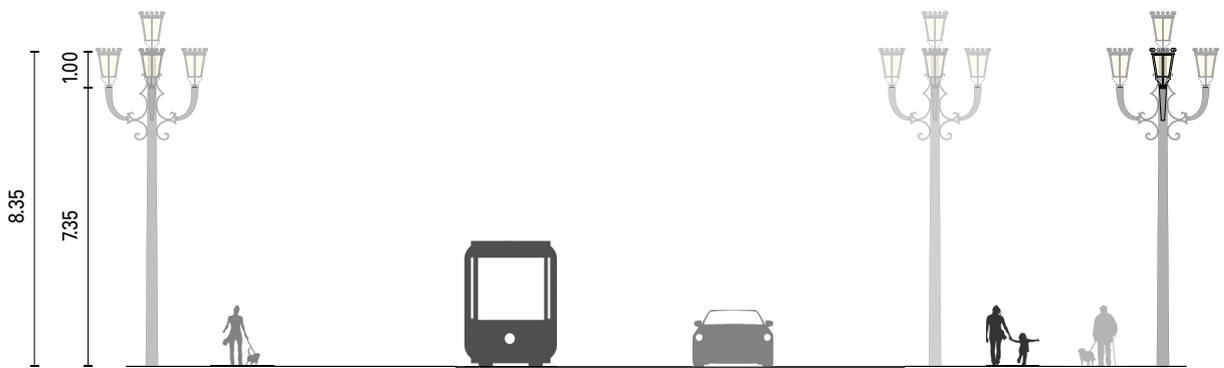
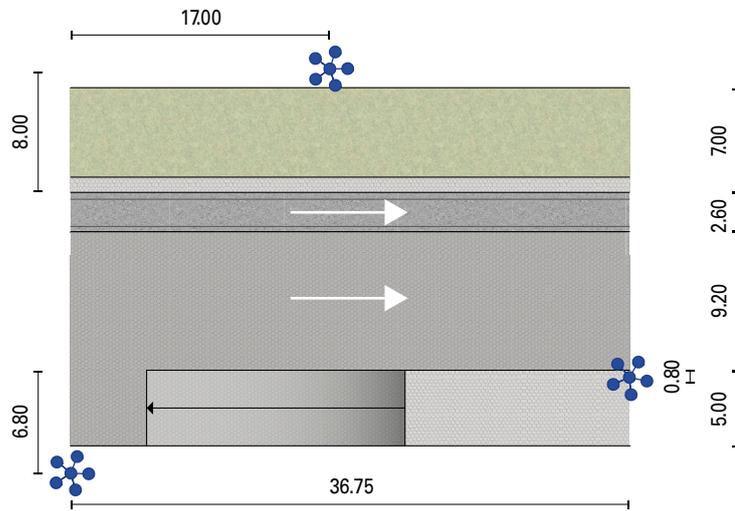
### TRATTO 2



### TRATTO 1-2



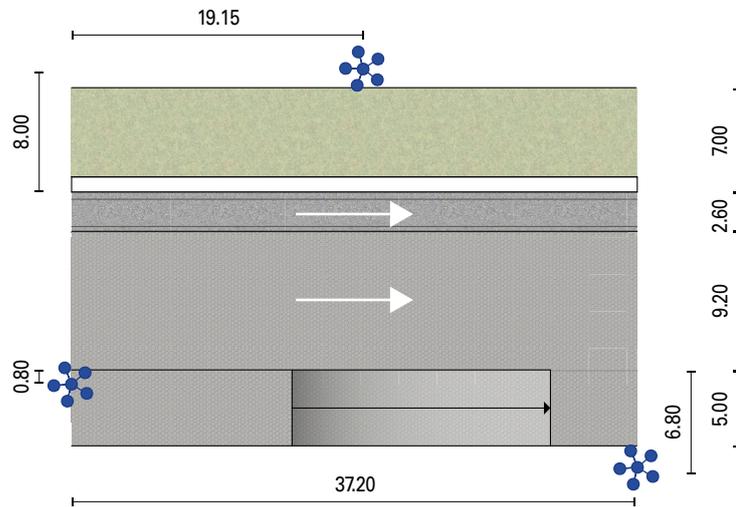
# TRATTO 3



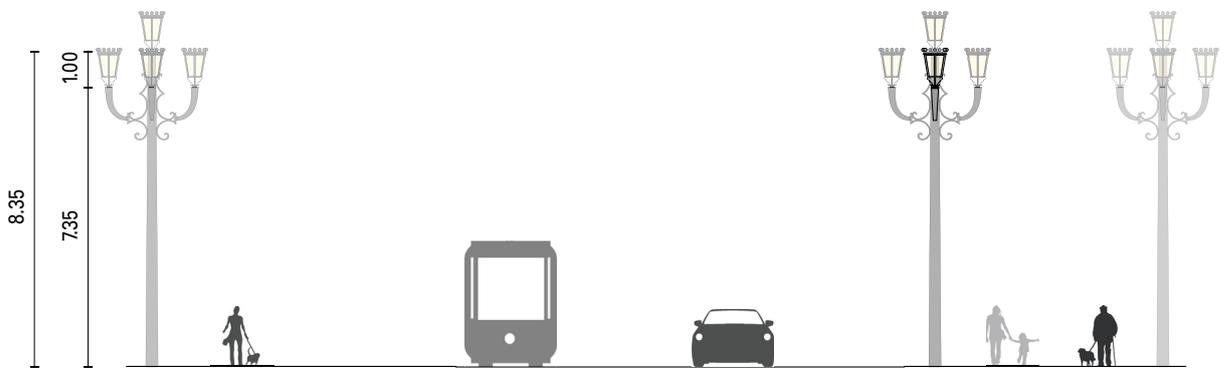
# TRATTO 3



# TRATTO 4



Scala 1:500



# TRATTO 4

Scala 1:200



Sempre con riferimento allo stato di fatto, utilizzando il software di calcolo illuminotecnico DIALux sono stati verificati i valori dei requisiti precedentemente individuati tramite la UNI EN 13201-2:2016 per le diverse aree di interesse di seguito richiamati:

- sulle due carreggiate appartenenti alla categoria illuminotecnica M3 (sede tranviaria e corsia automobilistica) sono stati calcolati i livelli di luminanza (L) e relativa uniformità generale (U<sub>o</sub>) e longitudinale (U<sub>l</sub>) e l'indice di abbagliamento debilitante. È stato in questo caso considerato il solo contributo degli apparecchi stile Impero, sia in quanto la loro installazione è più prossima alla sede stradale, sia per poter meglio confrontare i risultati in termini di impatto a seguito della sostituzione della sorgente in base alle proposte progettuali che verranno trattate;
- sugli attraversamenti pedonali insistenti sui quattro tratti individuati sono stati calcolati i valori di illuminamento orizzontale e di illuminamento verticale (atto all'individuazione del pedone in fase di attraversamento);
- sulle quattro isole pedonali perimetrali e sull'area pedonale centrale della piazza sono stati calcolati i valori di illuminamento orizzontale e di illuminamento semicilindrico (per il riconoscimento facciale degli utenti); quest'ultimo viene valutato nelle diverse direzioni di interesse secondo la zona di calcolo.

Carreggiate stradali categoria M3	Lm [cd/m <sup>2</sup> ] ≥ 1.00	U <sub>o</sub> ≥ 0.40	U <sub>l</sub> ≥ 0.60	Ti [%] ≤ 15	U <sub>o</sub> (bagnato) ≥ 0.15
Attraversamenti pedonali P1	E [lux] ≥ 15	E <sub>min</sub> [lux] ≥ 3	E <sub>v,min</sub> [lux] ≥ 5		
Aree pedonali perimetrali e centro piazza P2	E [lux] ≥ 10	E <sub>min</sub> [lux] ≥ 2	E <sub>sc,min</sub> [lux] ≥ 3		

Tabella 5.2.1

Aree di interesse e relativi requisiti illuminotecnici

I valori calcolati, riportati a fianco alle successive rappresentazioni grafiche ad isolinee dei valori di luminanza sulla carreggiata, vengono segnati con il simbolo “✓” o “✗” se soddisfano o meno il requisito di riferimento.

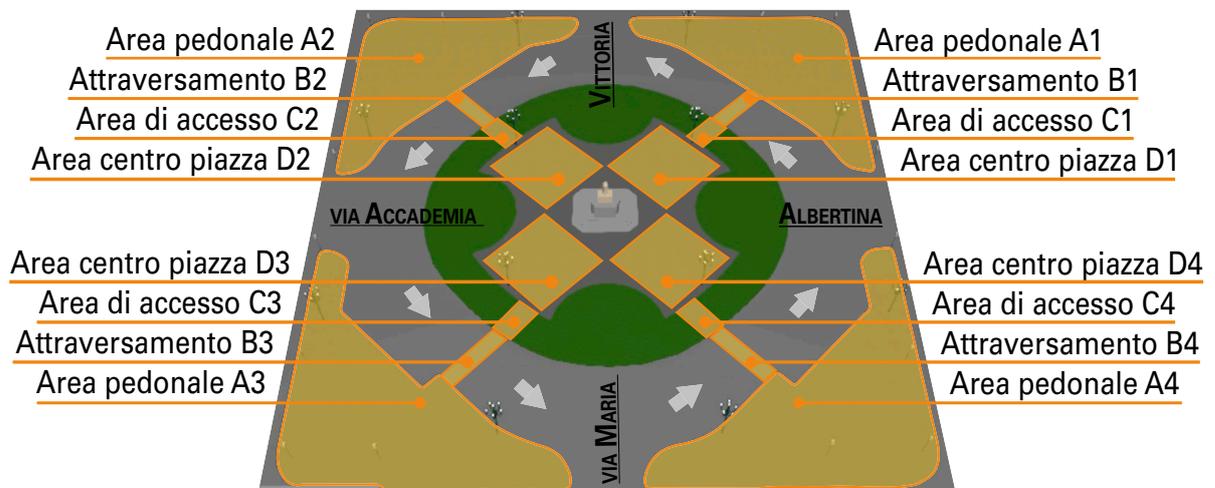
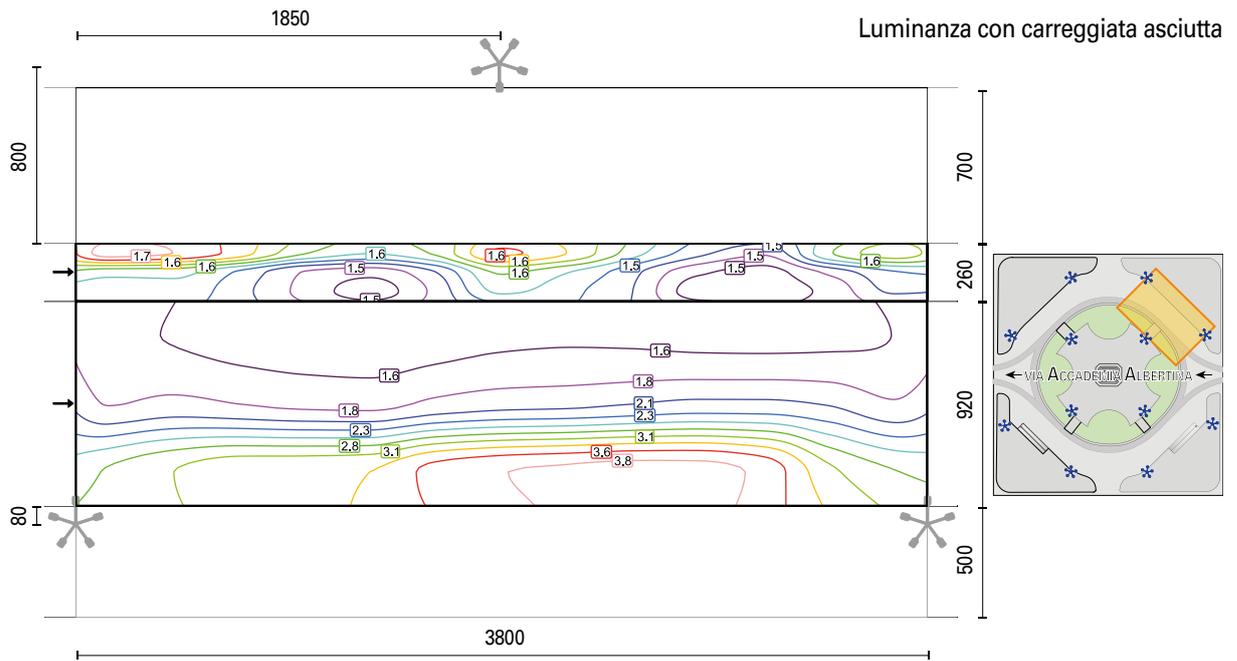


Figura 5.3.13

Schema delle zone pedonali e degli attraversamenti dell'area di interesse

### TRATTO 1



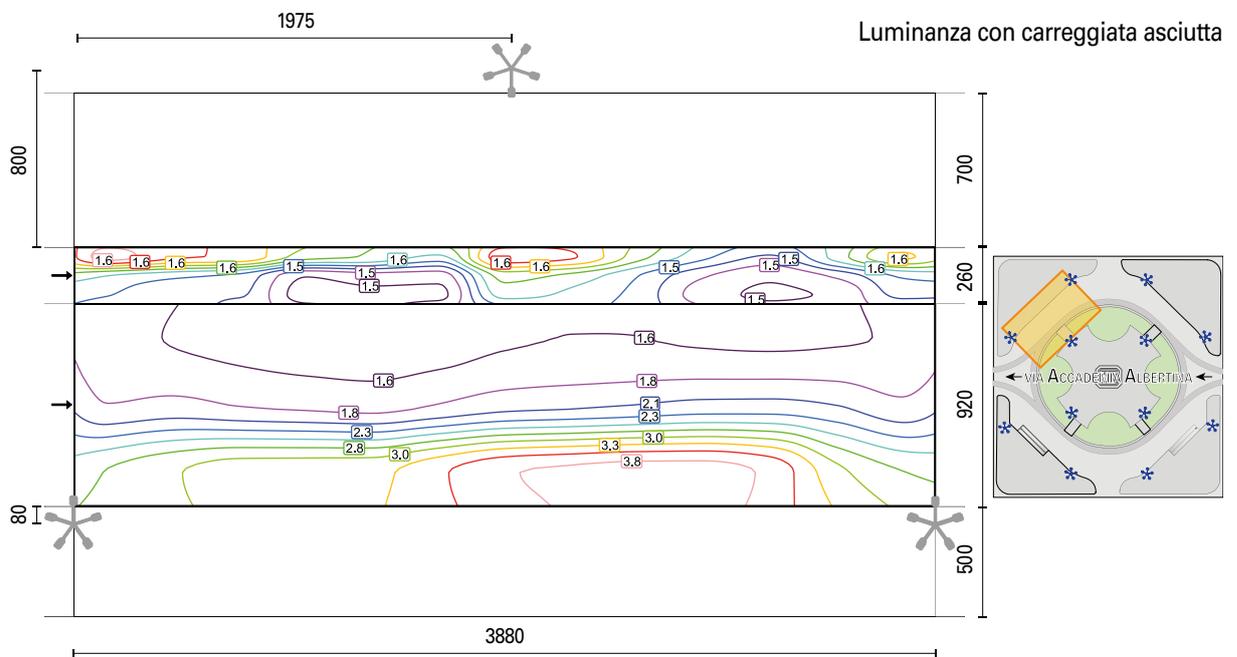
#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 1.55	✓ 0.95	✓ 0.93	✗ 96	✓ 0.87

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 2.31	✓ 0.63	✓ 0.82	✗ 79	✗ 0.14

### TRATTO 2



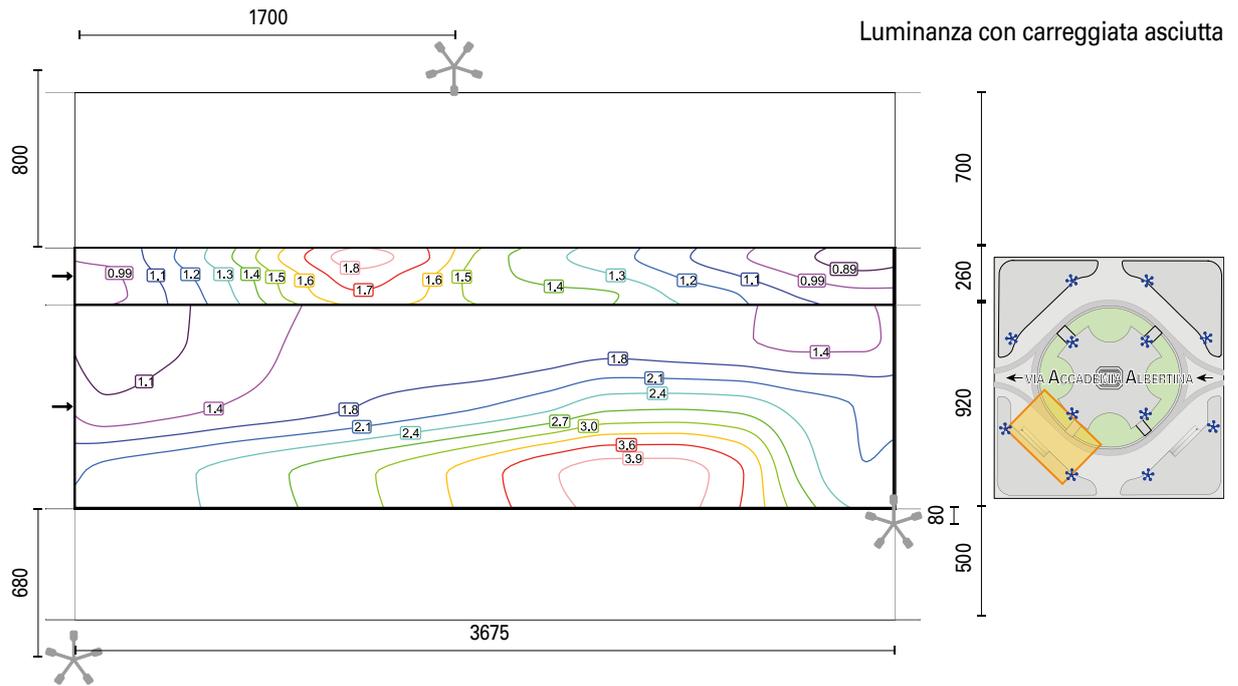
#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 1.54	✓ 0.95	✓ 0.94	✗ 96	✓ 0.87

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 2.28	✓ 0.63	✓ 0.80	✗ 80	✗ 0.14

### TRATTO 3



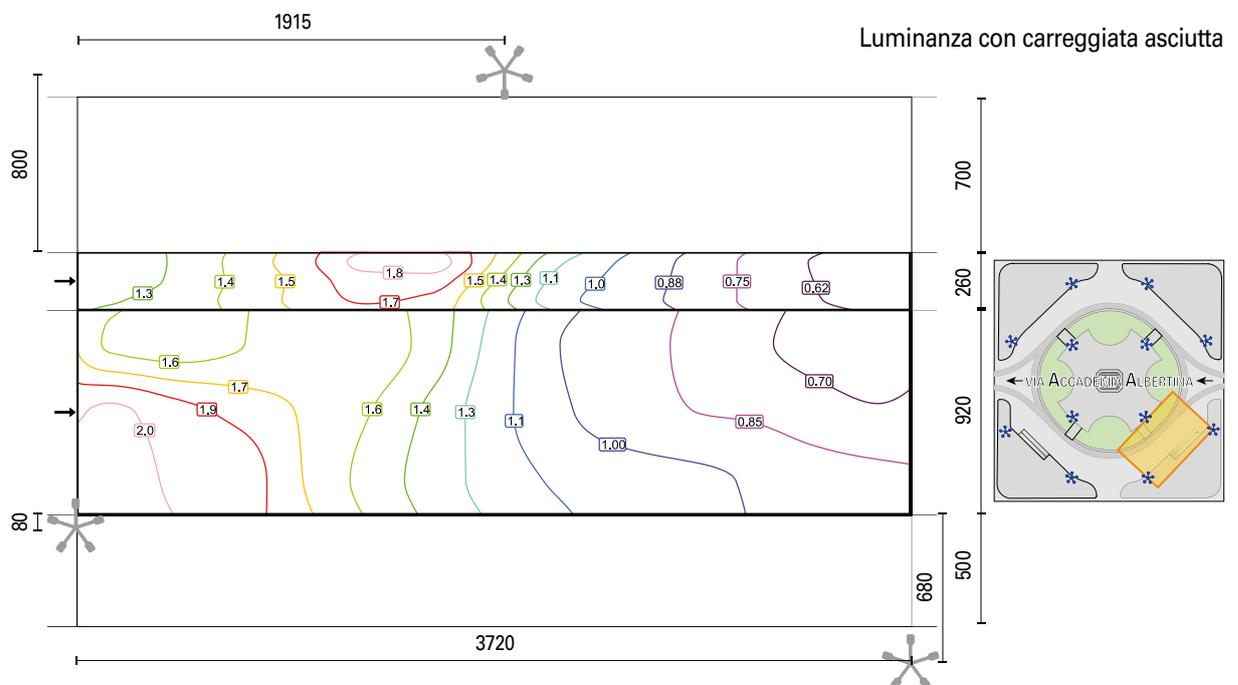
#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 1.30	✓ 0.65	✗ 0.52	✗ 36	✓ 0.55

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 2.15	✓ 0.46	✗ 0.45	✗ 29	✗ 0.10

### TRATTO 4



#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 1.18	✓ 0.47	✗ 0.32	✗ 40	✓ 0.51

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 1.30	✓ 0.48	✗ 0.34	✗ 48	✓ 0.48

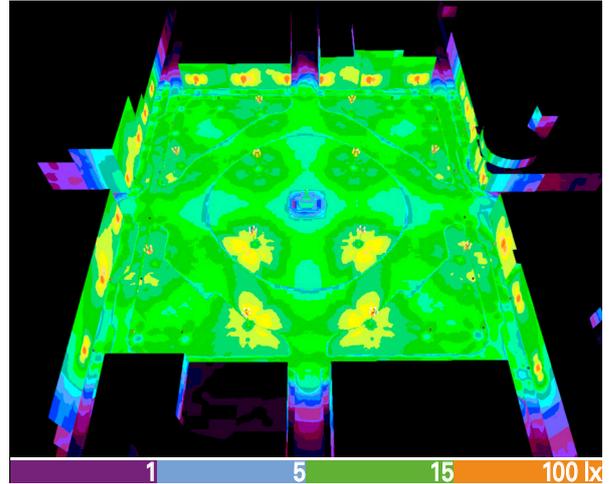
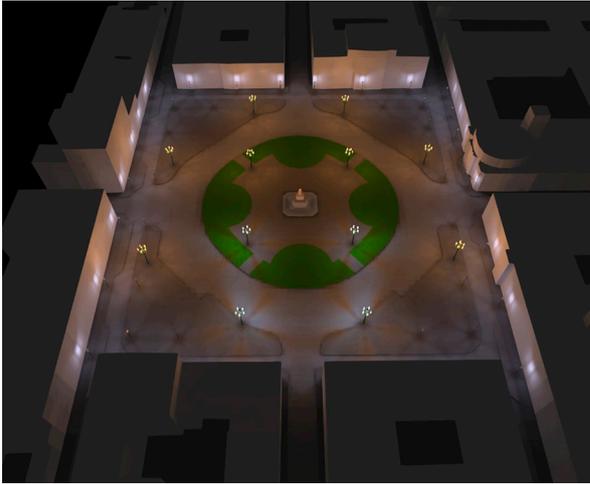


Figura 5.3.14 - Figura 5.3.15

Simulazione e rappresentazione in falsi colori degli illuminamenti sulla piazza dello stato attuale, con software di calcolo illuminotecnico DIALux

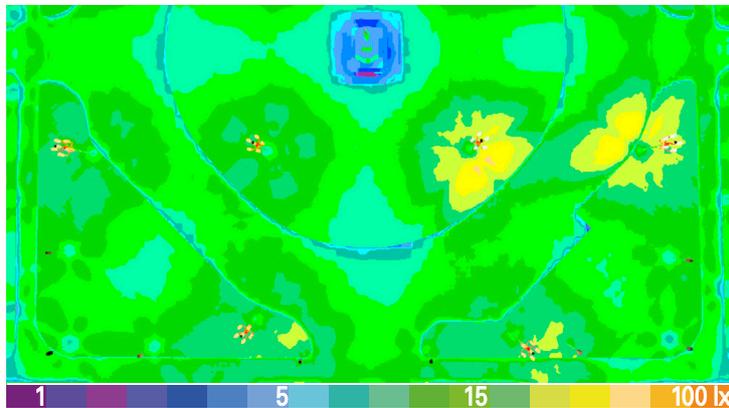


Figura 5.3.16

Rappresentazione in falsi colori degli illuminamenti sul lato nord della piazza (aree 2 e 3) dello stato attuale

ILLUMINAMENTI SUGLI ATTRAVERSAMENTI E SULLE AREE PEDONALI

Aree pedonali perimetrali (P2)

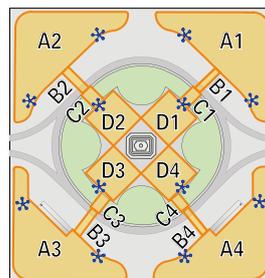
	E [lux] ≥ 10	E <sub>min</sub> [lux] ≥ 2	Esc,min [lux] ↑ ≥ 3	Esc,min [lux] ↓ ≥ 3	Esc,min [lux] → ≥ 3	Esc,min [lux] ← ≥ 3
A1	✓ 25.0	✓ 14.7	✓ 13.1	✓ 18.2	✓ 16.5	✓ 15.2
A2	✓ 25.0	✓ 14.6	✓ 12.7	✓ 20.7	✓ 13.9	✓ 17.0
A3	✓ 27.8	✓ 13.1	✓ 12.0	✓ 17.9	✓ 14.7	✓ 15.3
A4	✓ 28.0	✓ 15.0	✓ 12.3	✓ 19.2	✓ 15.3	✓ 16.8

Aree di accesso (P2)

	E [lux] ≥ 10	E <sub>min</sub> [lux] ≥ 2	Esc,min [lux] ↑ ≥ 3	Esc,min [lux] ↓ ≥ 3
C1	✓ 31.3	✓ 26.0	✓ 15.4	✓ 17.7
C2	✓ 31.1	✓ 24.5	✓ 15.2	✓ 17.3
C3	✓ 43.9	✓ 27.7	✓ 20.0	✓ 27.4
C4	✓ 46.5	✓ 29.7	✓ 19.7	✓ 28.6

Attraversamenti pedonali (P1)

	E [lux] ≥ 15	E <sub>min</sub> [lux] ≥ 3	E <sub>v,min</sub> [lux] ≥ 5
B1	✓ 20.6	✓ 16.3	✓ 18.5
B2	✓ 20.5	✓ 16.0	✓ 17.8
B3	✓ 27.5	✓ 19.0	✓ 19.7
B4	✓ 27.3	✓ 18.2	✓ 21.4



Aree centro piazza (P2)

	E [lux] ≥ 10	E <sub>min</sub> [lux] ≥ 2	Esc,min [lux] ↑ ≥ 3	Esc,min [lux] ↓ ≥ 3
D1	✓ 24.5	✓ 14.9	✓ 13.2	✓ 18.8
D2	✓ 24.8	✓ 15.2	✓ 13.1	✓ 18.8
D3	✓ 29.0	✓ 14.1	✓ 12.9	✓ 20.0
D4	✓ 28.2	✓ 14.3	✓ 13.1	✓ 20.4

- ↑ Senso di percorrenza dall'esterno verso il centro della piazza      → Senso di percorrenza parallelo al senso di marcia veicolare
- ↓ Senso di percorrenza dal centro della piazza verso l'esterno      ← Senso di percorrenza opposto al senso di marcia veicolare

Seppur risultino rispettati i valori minimi di luminanza del manto stradale, si evidenziano criticità legate all'uniformità e all'abbagliamento dovuto alla tipologia di emissione del flusso luminoso non controllata (se non nei quattro apparecchi appartenenti alla versione "Impero con ottica").

Per quanto riguarda la sicurezza dei pedoni si nota un sovrailluminamento sulle aree degli attraversamenti, così come sulle altre zone dedicate al transito esclusivamente pedonale, sia per quanto riguarda l'illuminamento medio e minimo sul piano orizzontale che per i valori di riferimento per l'individuazione (illuminamento verticale) e il riconoscimento facciale (illuminamento semi-cilindrico).

Infine, valutati gli aspetti legati all'apparenza dell'ambiente urbano, alla sicurezza degli utenti e alla fruibilità degli spazi, si è proceduto con la valutazione energetica dell'impianto attuale secondo quanto definito dalla UNI EN 13201:2016 - 5 "Illuminazione stradale - Indicatori delle prestazioni energetiche". Questa si esprime attraverso gli indici di prestazione energetica  $D_p$  "Indice di Densità di Potenza" e  $D_E$  "Indice di Consumo Energetico Annuale" i quali devono essere utilizzati contemporaneamente e applicati alle zone appartenenti alle categorie illuminotecniche M, C e P individuate dalla UNI 11248:2016 (per l'approfondimento normativo si rimanda all'allegato A.1.3: Serie UNI EN 13201):

- L'Indice di Densità di Potenza  $D_p$ : consente di valutare l'efficacia di un sistema di illuminazione di convertire la potenza elettrica in potenza luminosa e di concentrare tale luce sulle aree di interesse.

$$D_p = \frac{P}{\sum_{i=1}^n (\bar{E}_i \cdot A_i)} = \frac{W}{\text{lux} \cdot \text{m}^2}$$

dove:

P è la potenza [W]

$E_i$  è l'illuminamento calcolato [lux]

$A_i$  è l'area di riferimento [ $\text{m}^2$ ]

- L'Indice di Consumo Energetico Annuale  $D_E$ : consente di valutare il consumo annuale di energia relativo alle aree da illuminare in funzione degli impianti di regolazione adottati.

$$D_E = \frac{\sum_{j=1}^m (P_j \cdot t_j)}{A} = \frac{Wh}{\text{m}^2}$$

dove:

$P_j$  è la potenza [W]

$t_j$  è il tempo di accensione [h]

$A_i$  è l'area di riferimento [ $\text{m}^2$ ]

Relativamente all'area di interesse di piazza Carlo Emanuele II, data la contiguità degli spazi e la disposizione degli apparecchi pressochè omogenea, si va a considerare l'impianto riferito alla totalità delle zone fruibili (area di riferimento = 11'329  $\text{m}^2$ ) mentre per il tempo di accensione si fa riferimento al dato di 4085 ore rilevate nel 2017. Il valore della potenza installata unitaria è stato incrementato per tenere conto dell'assorbimento del sistema di alimentazione e delle perdite di impianto degli apparecchi attualmente in uso (15%); si segnala infine che su tale impianto non risultano ad oggi adottati sistemi di regolazione del flusso luminoso emesso. Tali parametri e i risultati di calcolo degli indici di prestazione energetica dell'impianto attualmente in uso vengono indicati nella tabella seguente.

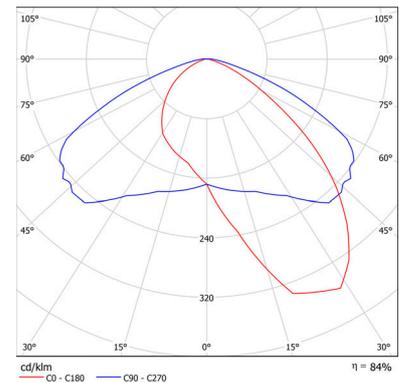
Potenza installata	Tempo di accensione	Area di riferimento	Illuminamento medio	$D_p$	$D_E$
20 kW	4085 h	11'329 $\text{m}^2$	22.33 lux	0.078 W/lux· $\text{m}^2$	7,1 kWh/ $\text{m}^2$

## 5.4: SOLUZIONI PER LA CONVERSIONE A LED DEGLI APPARECCHI STORICI DI ILLUMINAZIONE STILE IMPERO

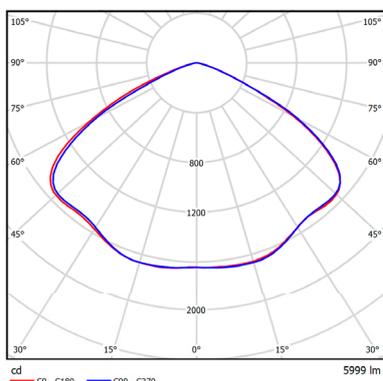
A partire dall'analisi dell'attuale sistema di illuminazione degli apparecchi storici stile Impero, contestualizzato nell'ambiente urbano di piazza Carlo Emanuele II, sono state prese in esame alcune soluzioni per un loro efficientamento energetico, al fine di migliorarne le prestazioni illuminotecniche ed energetiche, rispettandone la valenza estetica quali elementi di arredo urbano di impatto scenografico, caratteristici e consolidati nell'immagine diurna e notturna della città.

In primo luogo viene ipotizzata la sostituzione degli apparecchi stile Impero originali con la versione dotata di ottica già prodotta e ne vengono confrontate le prestazioni illuminotecniche ed energetiche; successivamente si va ad analizzare il possibile inserimento di sorgenti a LED selezionando alcune tra le soluzioni proposte dai produttori dell'apparecchio in esame, le aziende Neri e Ghisamestieri, in base alle caratteristiche dell'apparecchio di illuminazione stesso e dell'ambito oggetto di studio. In particolare si individuano due tipologie di piastre a LED, con differente distribuzione fotometrica, tra le soluzioni ideate dall'azienda Neri per il refitting di lanterne storiche e una tipologia di sistema ottico dei moduli LED prodotti da Ghisamestieri:

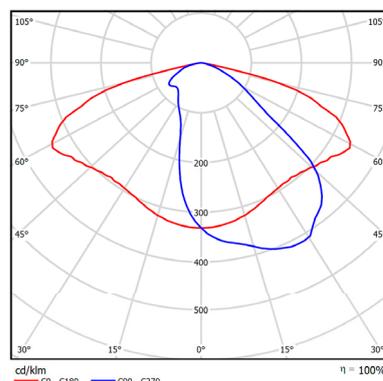
- Refitting kit tipo V, Neri: modulo LED con distribuzione fotometrica di tipo rotosimmetrica, scelta in base all'assenza di una direzionalità di emissione della tipologia di apparecchio originale;
- Refitting kit tipo III, Neri: modulo LED con distribuzione fotometrica di tipo asimmetrica-stradale, selezionata in relazione all'interasse di posizionamento dei sistemi a cornucopia e alla destinazione d'uso su un'area con presenza di tratti viari a traffico veicolare;
- Sistema ottico Ghisamestieri tipo 3: modulo LED con distribuzione fotometrica di tipo asimmetrica-stradale, in linea con il posizionamento dei sistemi a cornucopia e con la destinazione d'uso su un'area con rilevante ampiezza delle aree da illuminare.



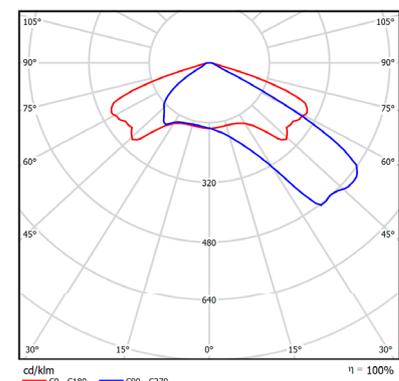
**Figura 5.4.1**  
Distribuzione fotometrica apparecchio tipo Impero con ottica, Neri



**Figura 5.4.2**  
Distribuzione fotometrica del refitting kit type V, Neri

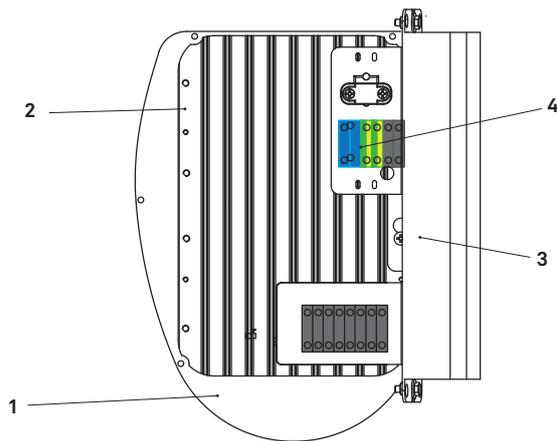


**Figura 5.4.3**  
Distribuzione fotometrica del refitting kit type III, Neri



**Figura 5.4.4**  
Distribuzione fotometrica del sistema ottico type 3, Ghisamestieri

I kit di refitting prodotti da Neri sono in particolare composti da un modulo LED, con dissipatore termico, schermato da un vetro piano trasparente extra-chiaro con resistenza all'impatto IK08, predi-



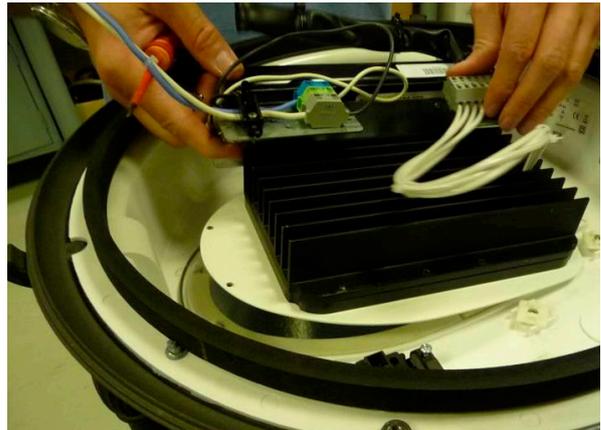
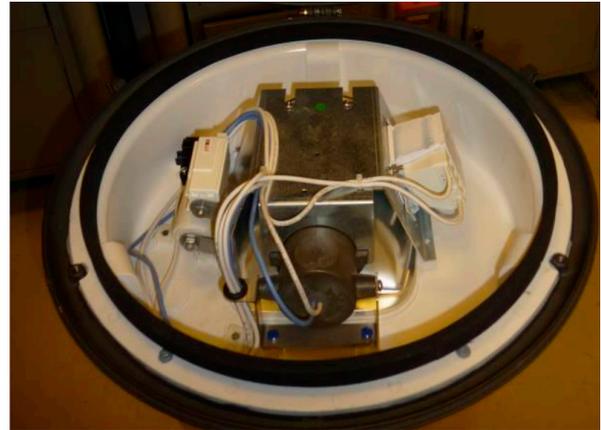
**Componenti del sistema**

- (1) Piastra di supporto in lamiera di acciaio zincato.
- (2) Modulo LED con dissipatore termico e lenti rifrattive.
- (3) Alimentatore elettronico con funzioni di auto diagnostica.
- (4) Morsetti.

**Figura 5.4.5**

Schema componenti del sistema di retrofit per apparecchio con ottica, estratto da scheda tecnica Neri

sposto per il fissaggio su piastra piana mediante una cornice in policarbonato (schema in Figura 5.4.4); l'inserimento all'interno delle lanterne in stile Impero è dato dalla possibilità di alloggiamento del modulo LED in sostituzione al sistema ottico precedentemente ideato per la seconda versione dell'apparecchio.



**Figura 5.4.6 - Figura 5.4.8**

Rimozione del gruppo ottico di un apparecchio di illuminazione con sorgente a scarica ed introduzione del kit di retrofit, Neri

### 5.4.1: Soluzione 1: Apparecchi stile Impero nella versione dotata di ottica

La prima ipotesi di intervento affronta la sostituzione degli apparecchi stile Impero con distribuzione fotometrica diffusa, con la versione dotata di ottica già presente su quattro elementi installati su testa-palo dei sistemi a cornucopia in uso sul lato occidentale di piazza Carlo Emanuele II. Le caratteristiche dell'apparecchio di illuminazione che si va ad inserire e della sorgente con il quale viene equipaggiato risultano essere:

- sorgente a vapori di alogenuri da 100W, con temperatura di colore correlata 3000K
- distribuzione fotometrica tipo asimmetrica stradale
- flusso luminoso emesso 9200 lm
- categoria di intensità luminosa G3\* data dai seguenti valori massimi dell'intensità luminosa per gli angoli di riferimento:
  - per 70°: 265.0 cd/klm
  - per 80°: 63.0 cd/klm
  - per 90°: 13.7 cd/klm

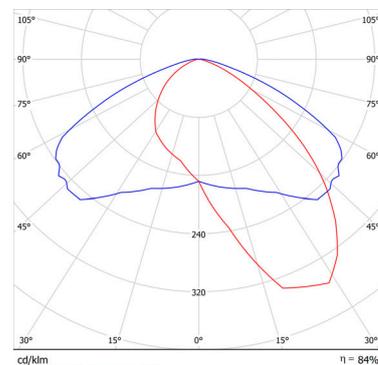


Figura 5.4.1.1

Distribuzione fotometrica apparecchio tipo Impero con ottica, Neri

Con questo tipo di soluzione, dalla verifica dei livelli massimo e minimo di luminanza  $L$  [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ] restituiti dalla facciata della chiesa di Santa Croce, si rileva una rispettiva riduzione del 64% e 8% (minimo  $1.2 \text{ cd}/\text{m}^2$  e massimo  $35.0 \text{ cd}/\text{m}^2$ ) rispetto a quanto ottenuto simulando l'impianto di illuminazione attualmente in uso. Il livello massimo rimane infatti correlato alla presenza dell'apparecchio storico tipo Ex Gas Esagonale situato in prossimità della superficie di riferimento, la consistente riduzione del livello minimo risulta invece dovuta all'indirizzamento verso il basso del flusso emesso dagli apparecchi stile Impero del sistema a cornucopia, particolarmente evidente dalla rappresentazione in falsi colori della distribuzione dei valori di luminanza sull'area di interesse.

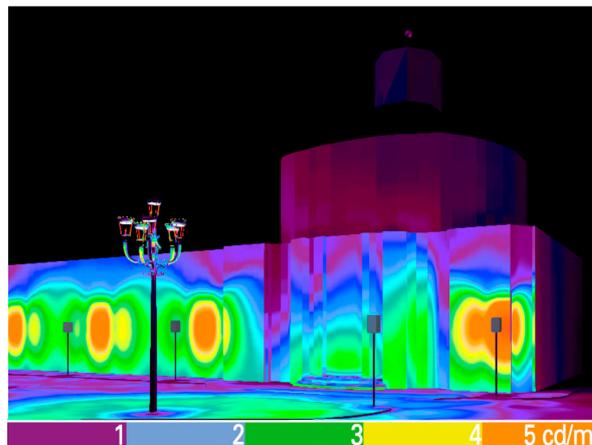
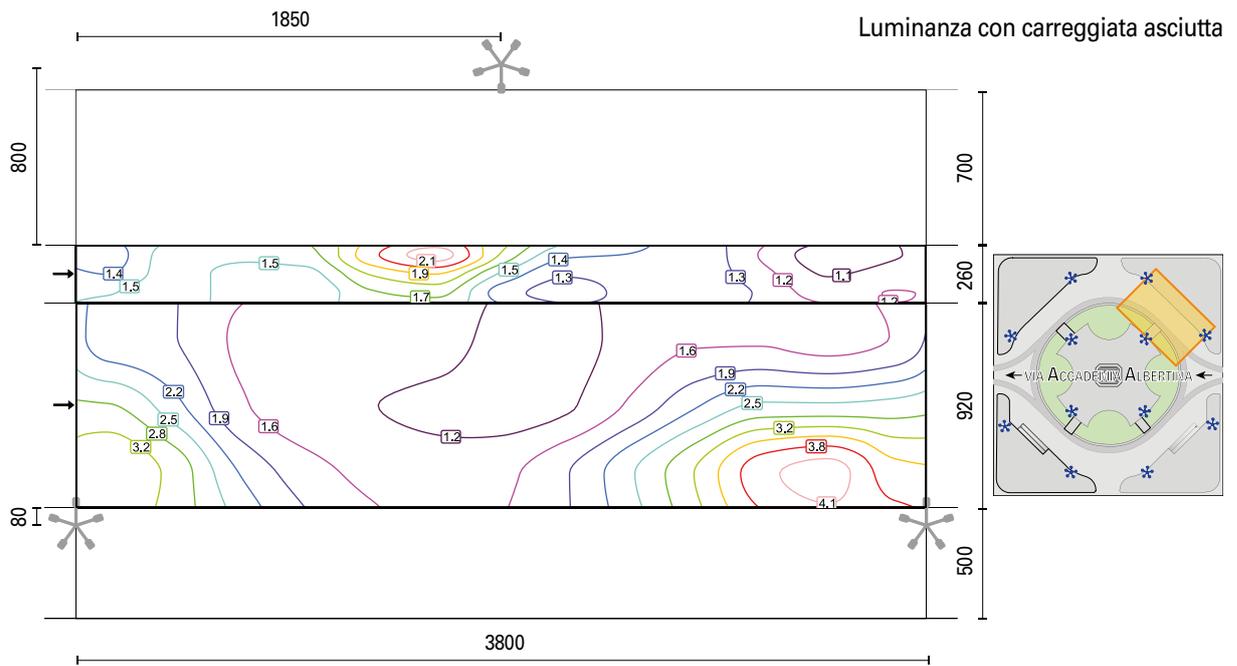


Figura 5.4.1.2 - Figura 5.4.1.3

Simulazione e rappresentazione in falsi colori delle luminanze sulla facciata della chiesa di Santa Croce della soluzione 1, con software di calcolo illuminotecnico DIALux

Nelle pagine seguenti si riportano i risultati delle verifiche effettuate sui tratti viari, caratterizzati dalla presenza del traffico veicolare automobilistico e tranviario, oltre che sulle aree degli attraversamenti e delle zone pedonali centrali e perimetrali della piazza. Rispetto allo stato attuale risulta risolta la criticità legata all'abbagliamento debilitante sulle carreggiate stradali il cui indice viene ridotto in media del 93%; si evidenziano tuttavia ancora dei livelli di uniformità longitudinale insufficienti per il soddisfacimento del requisito della categoria illuminotecnica M3 di riferimento.

### TRATTO 1



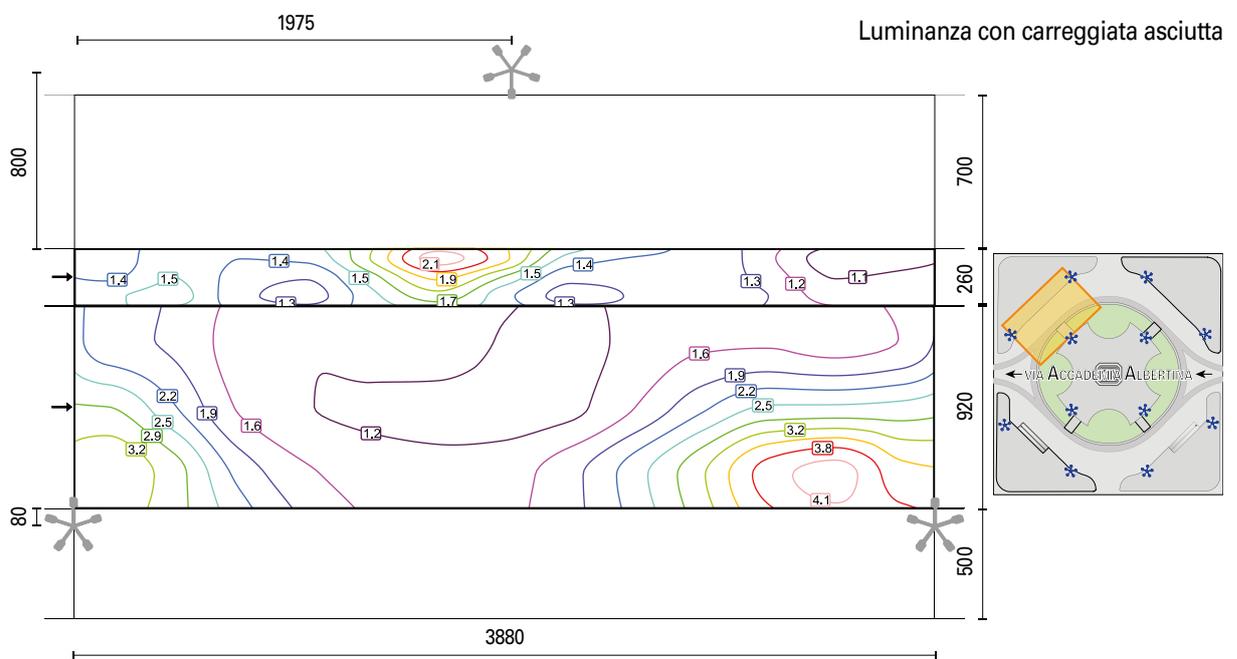
#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
✓ 1.46	✓ 0.71	✗ 0.58	✓ 7	✓ 0.73

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
✓ 2.00	✓ 0.54	✗ 0.37	✓ 6	✓ 0.27

### TRATTO 2



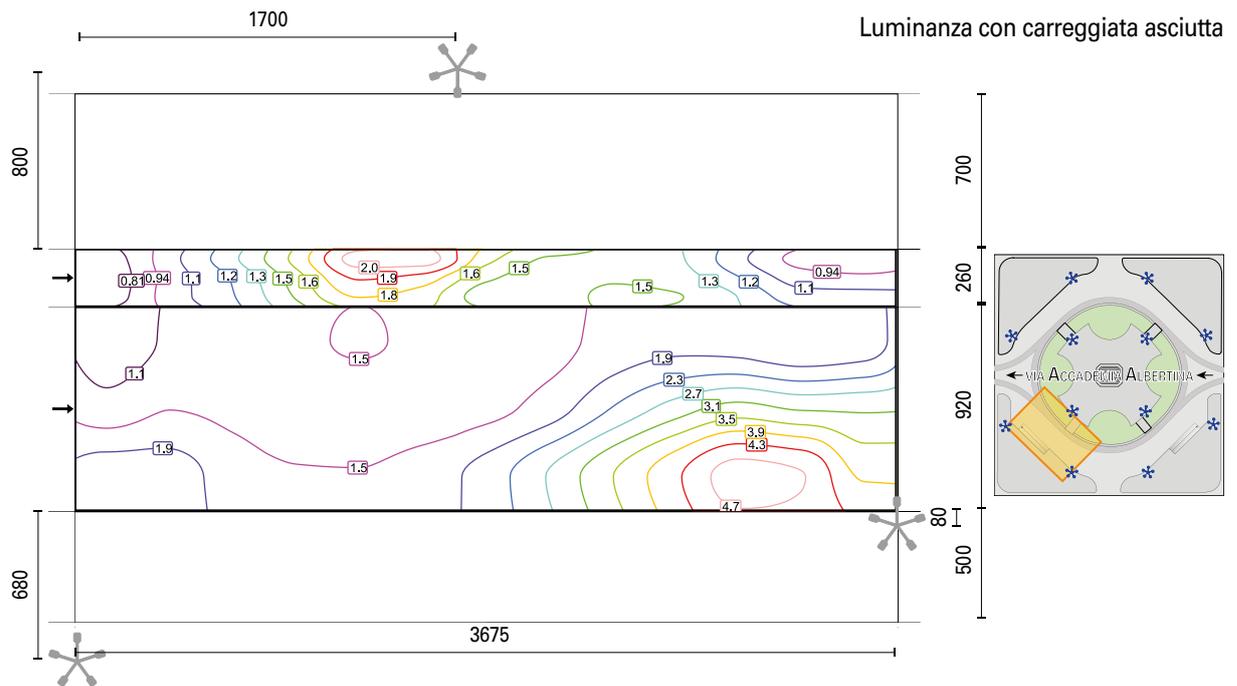
#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
✓ 1.44	✓ 0.74	✗ 0.58	✓ 7	✓ 0.76

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
✓ 1.96	✓ 0.55	✗ 0.38	✓ 6	✓ 0.28

### TRATTO 3



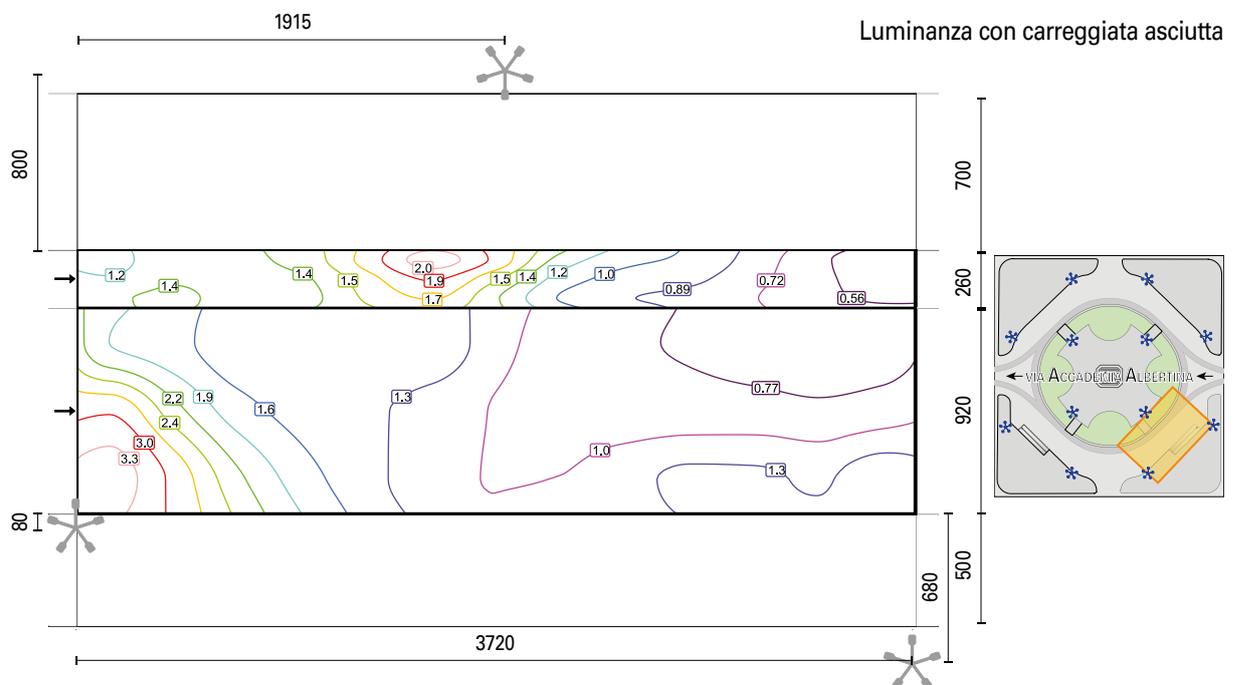
#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	Uo (bagnato) ≥ 0.15
✓ 1.34	✓ 0.55	✗ 0.39	✓ 3	✓ 0.44

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	Uo (bagnato) ≥ 0.15
✓ 2.07	✓ 0.44	✗ 0.39	✓ 3	✓ 0.18

### TRATTO 4



#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	Uo (bagnato) ≥ 0.15
✓ 1.19	✓ 0.40	✗ 0.27	✓ 5	✓ 0.42

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ] ≥ 1.00	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	Uo (bagnato) ≥ 0.15
✓ 1.38	✓ 0.46	✗ 0.28	✓ 6	✓ 0.43

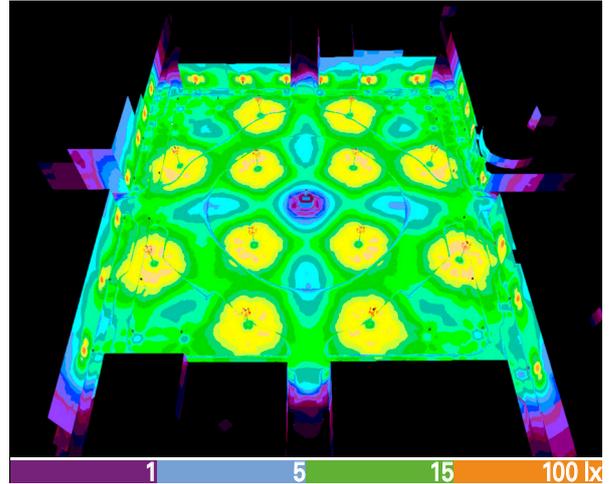
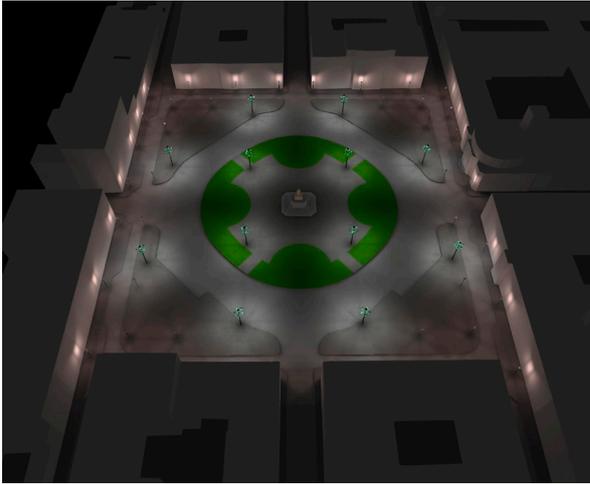


Figura 5.4.1.4 - Figura 5.4.1.5

Simulazione e rappresentazione in falsi colori degli illuminamenti sulla piazza della soluzione 1, con software di calcolo illuminotecnico DIALux

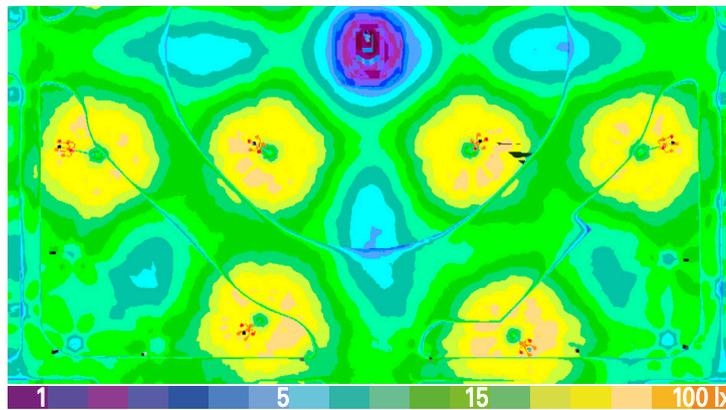


Figura 5.4.1.6

Rappresentazione in falsi colori degli illuminamenti sul lato nord della piazza (aree 2 e 3) della soluzione 1

ILLUMINAMENTI SUGLI ATTRAVERSAMENTI E SULLE AREE PEDONALI

Aree pedonali perimetrali (P2)

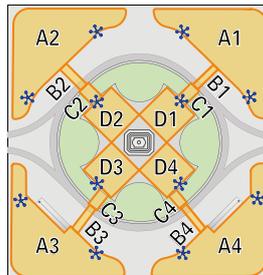
	E [lux] ≥ 10	E <sub>min</sub> [lux] ≥ 2	Esc,min [lux] ↑ ≥ 3	Esc,min [lux] ↓ ≥ 3	Esc,min [lux] → ≥ 3	Esc,min [lux] ← ≥ 3
A1	✓ 34.0	✓ 8.3	✓ 10.9	✓ 8.2	✓ 9.3	✓ 9.1
A2	✓ 34.8	✓ 8.9	✓ 10.4	✓ 9.5	✓ 8.1	✓ 10.0
A3	✓ 36.7	✓ 10.6	✓ 9.3	✓ 10.3	✓ 8.8	✓ 9.0
A4	✓ 37.3	✓ 11.3	✓ 9.6	✓ 11.0	✓ 9.7	✓ 10.3

Aree di accesso (P2)

	E [lux] ≥ 10	E <sub>min</sub> [lux] ≥ 2	Esc,min [lux] ↑ ≥ 3	Esc,min [lux] ↓ ≥ 3
C1	✓ 79.8	✓ 55.7	✓ 11.6	✓ 24.5
C2	✓ 79.5	✓ 54.9	✓ 11.6	✓ 25.4
C3	✓ 58.6	✓ 33.5	✓ 13.6	✓ 27.3
C4	✓ 62.6	✓ 37.5	✓ 14.3	✓ 29.2

Attraversamenti pedonali (P1)

	E [lux] ≥ 15	E <sub>min</sub> [lux] ≥ 3	E <sub>v,min</sub> [lux] ≥ 5
B1	✓ 27.9	✓ 17.6	✓ 12.4
B2	✓ 26.6	✓ 16.2	✓ 11.9
B3	✓ 25.4	✓ 20.8	✓ 11.5
B4	✓ 25.9	✓ 18.5	✓ 14.7



Aree centro piazza (P2)

	E [lux] ≥ 10	E <sub>min</sub> [lux] ≥ 2	Esc,min [lux] ↑ ≥ 3	Esc,min [lux] ↓ ≥ 3
D1	✓ 39.2	✓ 9.6	✓ 5.5	✓ 11.3
D2	✓ 40.2	✓ 10.0	✓ 5.3	✓ 12.1
D3	✓ 40.4	✓ 9.5	✓ 4.7	✓ 11.6
D4	✓ 41.0	✓ 9.7	✓ 4.7	✓ 11.6

- ↑ Senso di percorrenza dall'esterno verso il centro della piazza    → Senso di percorrenza parallelo al senso di marcia veicolare  
 ↓ Senso di percorrenza dal centro della piazza verso l'esterno    ← Senso di percorrenza opposto al senso di marcia veicolare

Per quanto riguarda i valori di illuminamento sulle aree di transito pedonale sono soddisfatti i requisiti dettati dalla norma UNI EN 13201-2 per le categorie di appartenenza, con un generale innalzamento dei livelli di illuminamento medio particolarmente evidente sulle aree di accesso alla piazza C1 e C2 che risultano influenzate dalla posizione dei sistemi a cornucopia più prossimi (installati sulla mezzeria del percorso). Nelle zone perimetrali e del centro della piazza si nota una diminuzione dei valori minimi di illuminamento, rispetto a quanto rilevato dalla simulazione dell'impianto di illuminazione attualmente in uso; si registra tendenza opposta sugli attraversamenti e sulle aree di accesso alla piazza. La rappresentazione in falsi colori degli illuminamenti (Figura 5.4.1.5 e Figura 5.4.1.6) evidenzia una concentrazione del flusso luminoso emesso nelle aree adiacenti al luogo di installazione dei sistemi a cornucopia, tra le quali si rilevano zone con valori di illuminamento attorno e non al di sotto di 6 lux.

Ai fini della valutazione energetica della soluzione adottata sono stati calcolati gli indicatori di Densità di Potenza e di Consumo Energetico Annuale secondo quanto dettato dalla UNI EN 13201-5:2016; per il calcolo dell'indice  $D_E$  sono state utilizzate le 4085 ore di accensione rilevate nel 2017 ed è stata ipotizzata l'applicazione agli apparecchi in stile Impero di un sistema di regolazione del flusso luminoso emesso, adottato per i nuovi impianti di illuminazione pubblica a LED della città, che prevede step di dimmerazione differenti per fasce orarie:

- 100% dall'accensione alle 24:00 e dalle 06:00 allo spegnimento, 1895 ore nel 2017;
- 90% nella fascia oraria 24:00-01:00, 365 ore nel 2017;
- 70% nella fascia oraria 01:00-06:00, 1825 ore nel 2017.

Sostituendo le sorgenti a scarica nei gas da 150 W attualmente presenti con lampade da 100W della stessa tipologia si ottiene una riduzione della potenza complessiva installata del 21% che, abbinata al sistema di regolazione sopra descritto, porta ad una diminuzione dell'indice di Consumo Energetico Annuale del 27%. Si registra inoltre un innalzamento del 13% dell'illuminamento medio, calcolato sulla totalità delle aree percorribili della piazza, che assieme alla minor potenza installata porta ad un abbattimento del 30% del valore dell'indicatore di Densità di Potenza, indice di un sistema di illuminazione più efficiente nella conversione della potenza elettrica assorbita in potenza luminosa e nella sua concentrazione sulle aree di interesse.

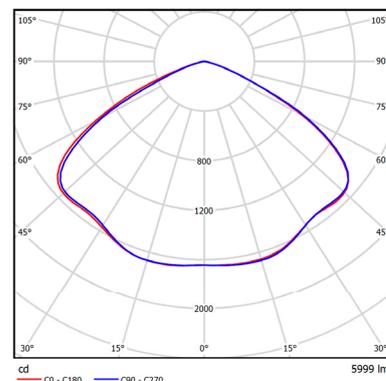
	Potenza installata	Tempo totale di accensione*	Area di riferimento	Illuminamento medio	$D_p$	$D_E$
Soluzione 1	15 kW	4085 h	11'329 m <sup>2</sup>	25.2 lux	0.054 W/lux·m <sup>2</sup>	5,2 kWh/m <sup>2</sup>
$\Delta_{S1-attuale}$ %	-21%	-	-	+13%	-30%	-27%

\*con sistema di regolazione del flusso luminoso emesso, con step di dimmerazione prima descritti

### 5.4.2: Soluzione 2: Apparecchi stile Impero con piastra a LED, refitting kit Neri tipo V

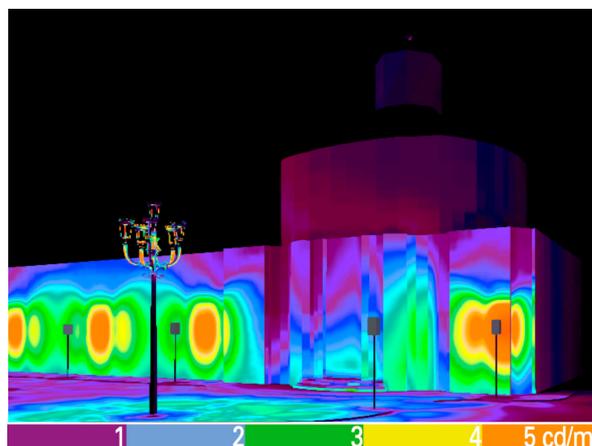
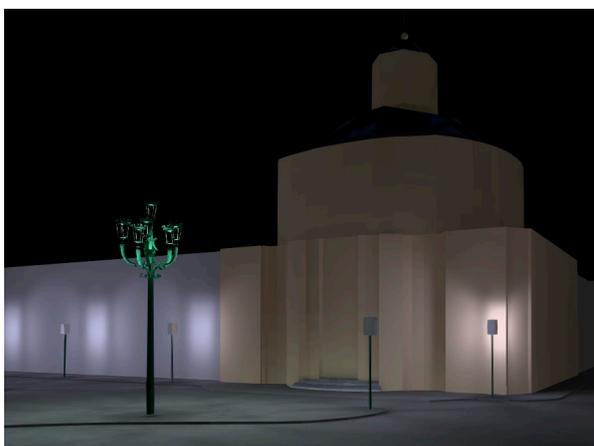
L'analisi del possibile inserimento di sorgenti a LED negli apparecchi di illuminazione in stile Impero vede in prima ipotesi l'utilizzo di una piastra prodotta dall'azienda Neri che, come precedentemente detto, è stata scelta in base alla tipologia di emissione dell'apparecchio attualmente in uso non avente una direzione predominante (emissione di tipo diffuso). Si elencano di seguito le caratteristiche del sistema scelto:

- piastra a LED da 63W, con temperatura di colore correlata 3000K
- distribuzione fotometrica tipo rotosimmetrica
- flusso luminoso emesso dalla piastra 6000 lm (per le verifiche illuminotecniche la stessa è stata introdotta all'interno della geometria dell'apparecchio storico di illuminazione in stile Impero)
- categoria di intensità luminosa G6\* data dai seguenti valori massimi dell'intensità luminosa per gli angoli di riferimento:
  - per 70°: 80.6 cd/klm
  - per 80°: 9.0 cd/klm
  - per 90°: 0.0 cd/klm



**Figura 5.4.2.1**  
Distribuzione fotometrica del refitting kit type V, Neri

La tipologia di emissione descritta porta a valori minimo e massimo di luminanza  $L$  [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ], restituiti dalla facciata della chiesa di Santa Croce, pari a  $0.9 \text{ cd}/\text{m}^2$  e  $34.7 \text{ cd}/\text{m}^2$ ; questi risultano diminuiti, rispetto alla situazione attuale, rispettivamente del 73% e 9%. Come si evince anche dalla rappresentazione in falsi colori delle luminanze di Figura 5.4.2.3, sul livello minimo incide particolarmente la limitazione della dispersione del flusso luminoso apportata agli apparecchi storici di illuminazione in stile Impero, diversamente da quanto avviene per il livello massimo che rimane correlato alla presenza dell'apparecchio storico tipo Ex Gas Esagonale in prossimità della superficie di riferimento.

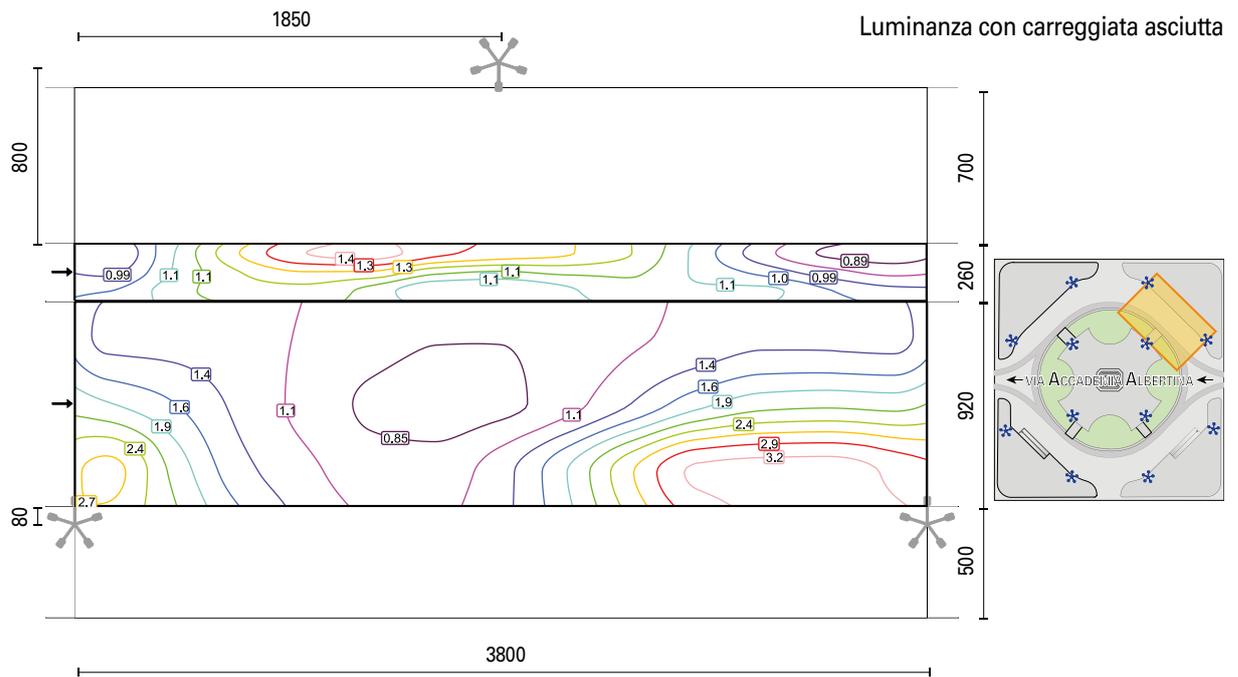


**Figura 5.4.2.2 - Figura 5.4.2.3**

Simulazione e rappresentazione in falsi colori delle luminanze sulla facciata della chiesa di Santa Croce della soluzione 2, con software di calcolo illuminotecnico DIALux

Le verifiche condotte sui livelli di luminanza e abbagliamento dei tratti viari evidenziano criticità legate all'uniformità longitudinale e ai valori medi di luminanza dei tratti 3 e 4, caratterizzati dallo sfalsamento della posizione di installazione dei sistemi a cornucopia presenti sull'isola pedonale corrispondente. Si evidenzia l'efficacia della limitazione alle sole aree di interesse del flusso luminoso emesso, che consente un abbattimento medio del 98% dell'indice di abbagliamento debilitante.

### TRATTO 1



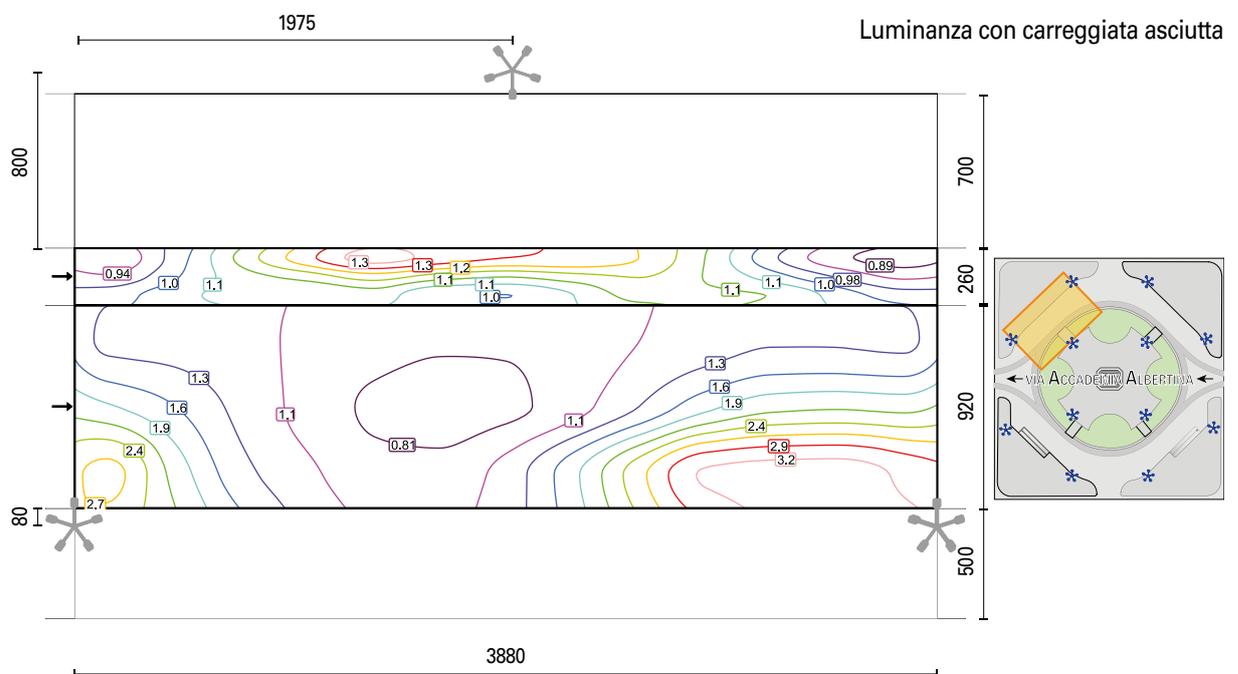
#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 1.12	✓ 0.78	✓ 0.74	✓ 1	✓ 0.77

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 1.58	✓ 0.46	✗ 0.35	✓ 2	✓ 0.27

### TRATTO 2



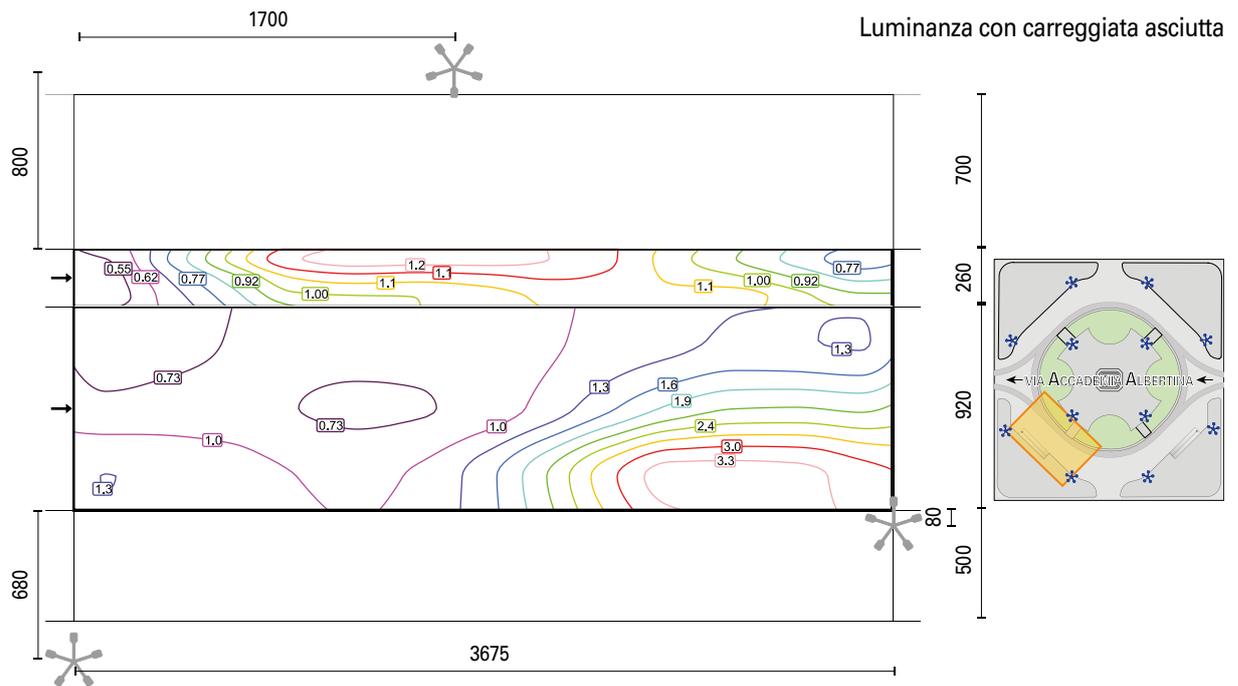
#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 1.10	✓ 0.79	✓ 0.77	✓ 1	✓ 0.80

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 1.55	✓ 0.44	✗ 0.32	✓ 2	✓ 0.26

### TRATTO 3



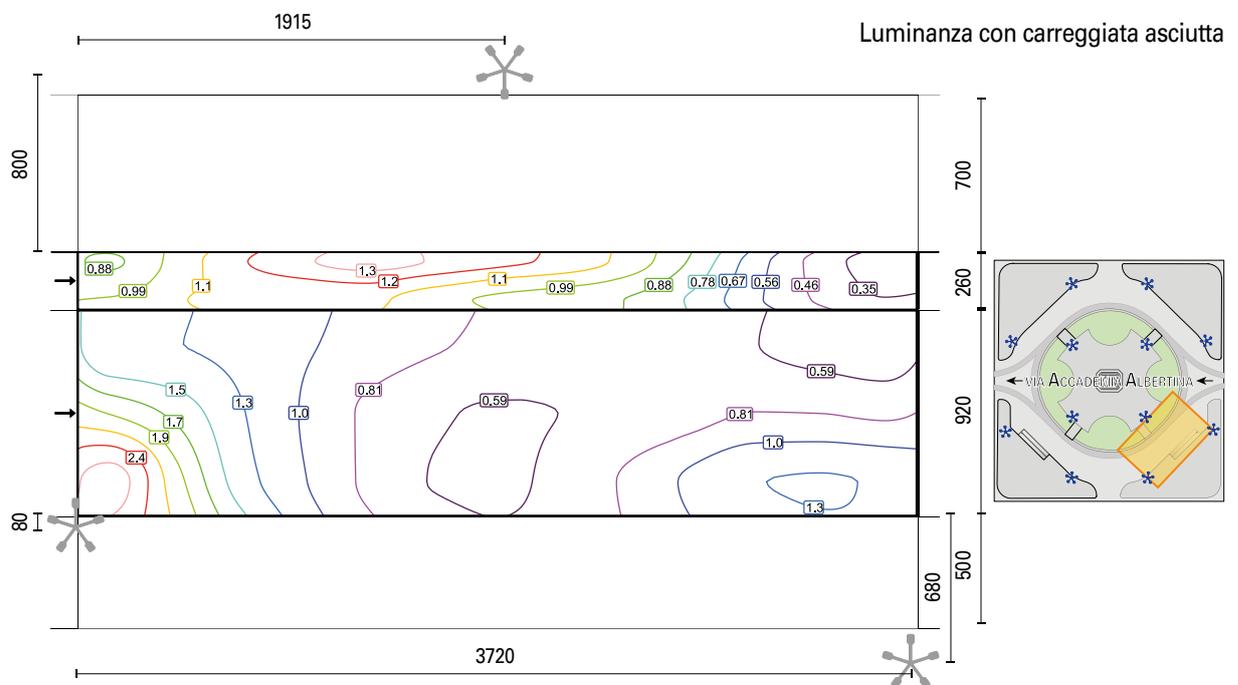
#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato)
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.15
✗ 0.98	✓ 0.52	✗ 0.45	✓ 1	✓ 0.38

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato)
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.15
✓ 1.43	✓ 0.41	✗ 0.31	✓ 1	✓ 0.16

### TRATTO 4



#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato)
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.15
✗ 0.92	✗ 0.32	✗ 0.27	✓ 1	✓ 0.33

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato)
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.15
✗ 0.99	✓ 0.48	✗ 0.29	✓ 2	✓ 0.44

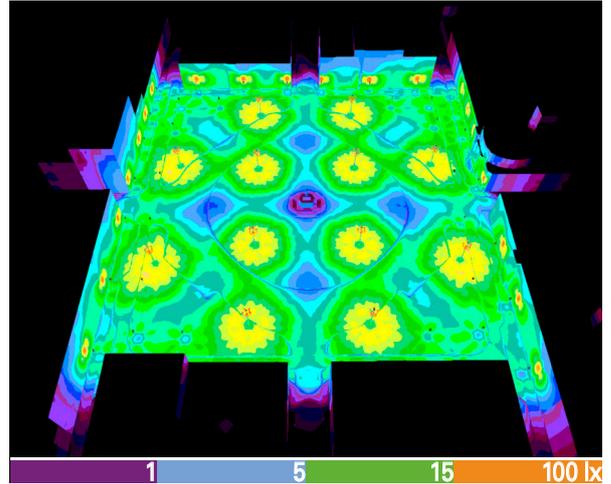
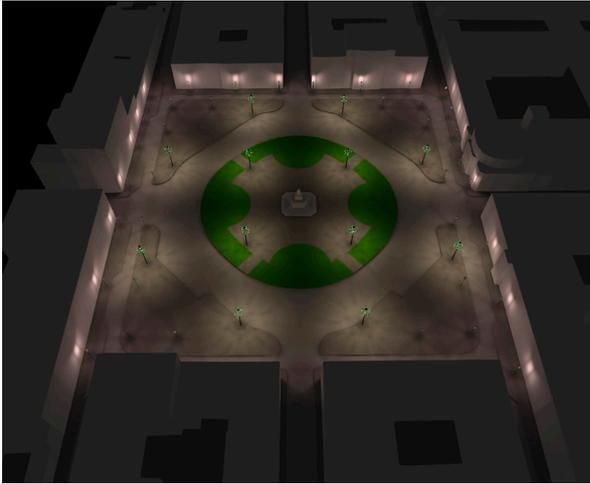


Figura 5.4.2.4 - Figura 5.4.2.5

Simulazione e rappresentazione in falsi colori degli illuminamenti sulla piazza della soluzione 2, con software di calcolo illuminotecnico DIALux

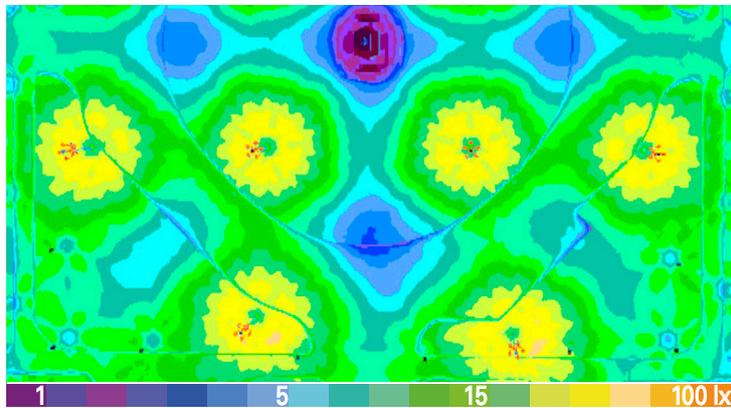


Figura 5.4.2.6

Rappresentazione in falsi colori degli illuminamenti sul lato nord della piazza (aree 2 e 3) della soluzione 2

ILLUMINAMENTI SUGLI ATTRAVERSAMENTI E SULLE AREE PEDONALI

Aree pedonali perimetrali (P2)

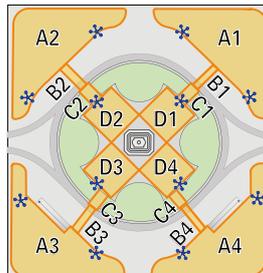
	E [lux] ≥ 10	Emin [lux] ≥ 2	Esc,min [lux] ↑ ≥ 3	Esc,min [lux] ↓ ≥ 3	Esc,min [lux] → ≥ 3	Esc,min [lux] ← ≥ 3
A1	✓ 30.5	✓ 7.7	✓ 10.4	✓ 6.9	✓ 7.5	✓ 7.8
A2	✓ 30.6	✓ 7.6	✓ 9.8	✓ 7.6	✓ 7.2	✓ 7.5
A3	✓ 32.8	✓ 8.6	✓ 8.9	✓ 8.3	✓ 7.5	✓ 7.6
A4	✓ 33.1	✓ 8.7	✓ 9.4	✓ 7.6	✓ 8.1	✓ 7.7

Aree di accesso (P2)

	E [lux] ≥ 10	Emin [lux] ≥ 2	Esc,min [lux] ↑ ≥ 3	Esc,min [lux] ↓ ≥ 3
C1	✓ 65.0	✓ 39.7	✓ 8.7	✓ 25.9
C2	✓ 63.8	✓ 39.0	✓ 8.5	✓ 26.9
C3	✓ 42.7	✓ 27.9	✓ 13.6	✓ 27.3
C4	✓ 45.7	✓ 29.5	✓ 10.5	✓ 24.0

Attraversamenti pedonali (P1)

	E [lux] ≥ 15	Emin [lux] ≥ 3	Ev,min [lux] ≥ 5
B1	✓ 18.0	✓ 9.1	✓ 5.6
B2	✓ 16.9	✓ 8.6	✓ 7.4
B3	✓ 19.9	✓ 13.8	✓ 7.7
B4	✓ 19.9	✓ 14.0	✓ 9.0



Aree centro piazza (P2)

	E [lux] ≥ 10	Emin [lux] ≥ 2	Esc,min [lux] ↑ ≥ 3	Esc,min [lux] ↓ ≥ 3
D1	✓ 34.2	✓ 8.0	✓ 3.9	✓ 8.3
D2	✓ 35.1	✓ 8.1	✓ 3.5	✓ 8.4
D3	✓ 35.4	✓ 8.8	✓ 3.7	✓ 8.8
D4	✓ 36.0	✓ 8.7	✓ 3.8	✓ 9.1

- ↑ Senso di percorrenza dall'esterno verso il centro della piazza      → Senso di percorrenza parallelo al senso di marcia veicolare
- ↓ Senso di percorrenza dal centro della piazza verso l'esterno      ← Senso di percorrenza opposto al senso di marcia veicolare

Relativamente ai valori di illuminamento delle aree degli attraversamenti e delle zone pedonali centrali e perimetrali della piazza, viene rilevato il soddisfacimento dei requisiti per le categorie di appartenenza con una riduzione rispetto allo stato attuale dei livelli di illuminamento medio e minimo orizzontale sulle aree degli attraversamenti pedonali. Una diminuzione dei valori minimi di illuminamento orizzontale si registra inoltre sulle aree pedonali perimetrali e del centro della piazza.

Ai fini della valutazione energetica della soluzione adottata sono stati calcolati gli indicatori di Densità di Potenza e di Consumo Energetico Annuale secondo quanto dettato dalla UNI EN 13201-5:2016; anche in questo caso per il calcolo dell'indice  $D_E$  sono state utilizzate le 4085 ore di accensione rilevate nel 2017 ed è stata ipotizzata l'applicazione agli apparecchi in stile Impero di un sistema di regolazione del flusso luminoso emesso, impiegato negli impianti di illuminazione pubblica a LED della città, che prevede step di dimmerazione differenti per fasce orarie:

- 100% dall'accensione alle 24:00 e dalle 06:00 allo spegnimento, 1895 ore nel 2017
- 90% fascia oraria 24:00-01:00, 365 ore nel 2017
- 70% fascia oraria 01:00-06:00, 1825 ore nel 2017

La sostituzione delle sorgenti a scarica nei gas da 150 W attualmente presenti con sistemi a LED da 63 W consente una riduzione della potenza complessiva installata del 40% che, abbinata al sistema di regolazione a step per fasce orarie, porta ad una diminuzione dell'indice di Consumo Energetico Annuale del 43%. Nonostante la diminuzione del 9% del livello di illuminamento medio calcolato sulla totalità delle aree percorribili della piazza, rispetto al valore attuale, il sistema adottato risulta essere più efficiente dell'impianto attualmente in uso, in quanto l'indicatore  $D_p$  che esprime la capacità dello stesso di convertire la potenza elettrica in potenza luminosa e di concentrare tale luce sulle aree di interesse risulta ridotto del 34%.

	Potenza installata	Tempo totale di accensione*	Area di riferimento	Illuminamento medio	$D_p$	$D_E$
Soluzione 2	12 kW	4085 h	11'329 m <sup>2</sup>	20.35 lux	0.051 W/lux·m <sup>2</sup>	4,0 kWh/m <sup>2</sup>
$\Delta_{S2-attuale}$ %	-40%	-	-	-9%	-34%	-43%

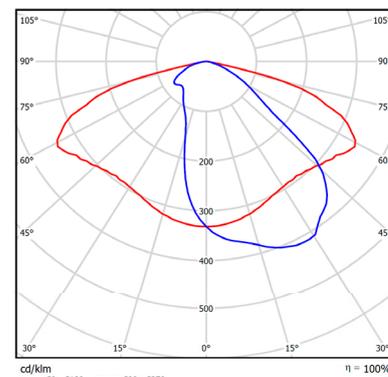
\*con sistema di regolazione del flusso luminoso emesso, con step di dimmerazione prima descritti

### 5.4.3: Soluzione 3: Apparecchi stile Impero con piastra a LED, refitting kit Neri tipo III

La terza soluzione analizzata prevede l'utilizzo di una tipologia di refitting kit con piastra a LED, prodotta dall'azienda Neri, avente differente distribuzione fotometrica rispetto al sistema ottico della soluzione 2. Questa presenta infatti una tipologia di emissione asimmetrica, più adatta alla destinazione d'uso su un'area con presenza di tratti viari a traffico veicolare e con lo schema di posizionamento dei sistemi a cornucopia presenti.

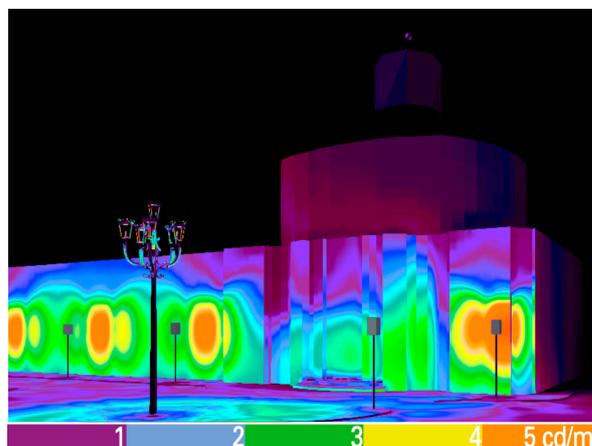
Il sistema scelto risulta così caratterizzato:

- piastra a LED da 63W, con temperatura di colore correlata 3000K
- distribuzione fotometrica tipo asimmetrica-stradale
- flusso luminoso emesso dalla piastra 6000 lm (per le verifiche illuminotecniche la stessa è stata introdotta all'interno della geometria dell'apparecchio in stile Impero)
- categoria di intensità luminosa G4\* data dai seguenti valori massimi dell'intensità luminosa per gli angoli di riferimento:
  - per 70°: 448.0 cd/klm
  - per 80°: 39.3 cd/klm
  - per 90°: 0.0 cd/klm



**Figura 5.4.3.1**  
Distribuzione fotometrica del refitting kit type III, Neri

A parità di flusso luminoso emesso dal sistema in esame rispetto alla soluzione 2, il valore minimo di luminanza restituito dalla facciata della chiesa di Santa Croce risulta maggiore dell'11% e pari a 1.0 cd/m<sup>2</sup>, con una diminuzione del 70% rispetto a quanto rilevato con l'impianto attualmente in uso. Anche in questo caso non risulta particolarmente influenzato il valore massimo di luminanza sull'area di interesse (34.9 cd/m<sup>2</sup>, -9%), in quanto attribuibile alla prossimità di installazione dell'apparecchio storico tipo Ex Gas Esagonale.

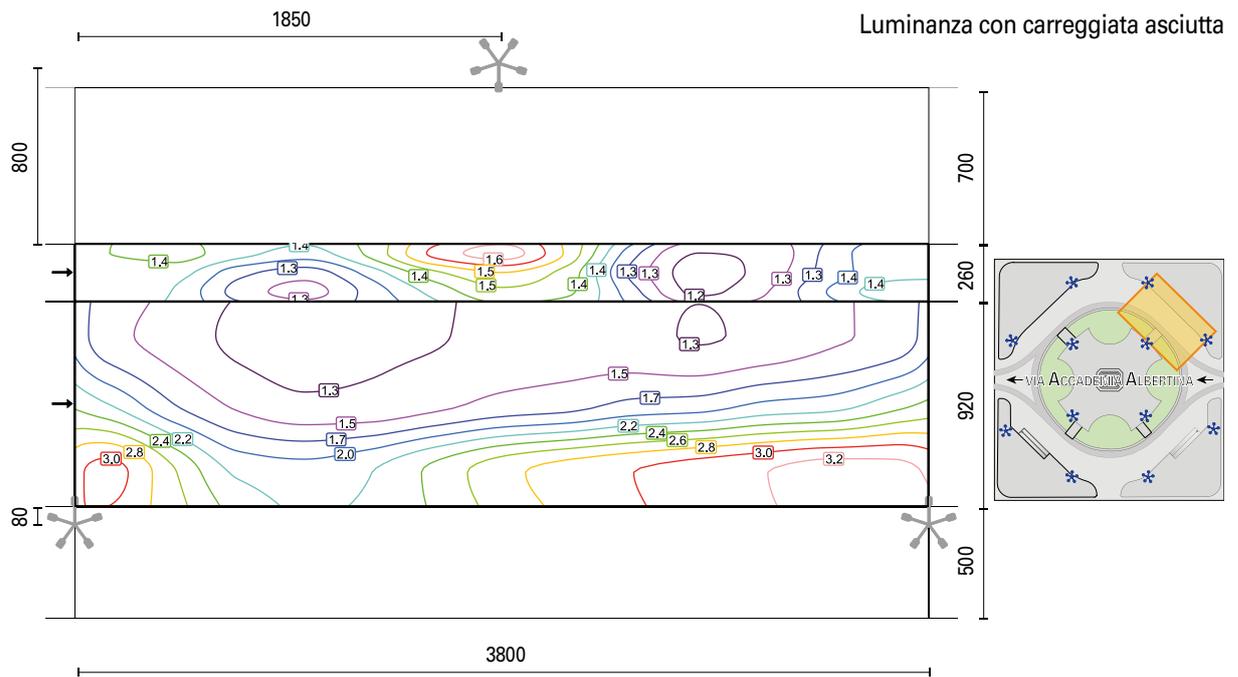


**Figura 5.4.3.2 - Figura 5.4.3.3**

Simulazione e rappresentazione in falsi colori delle luminanze sulla facciata della chiesa di Santa Croce della soluzione 3, con software di calcolo illuminotecnico DIALux

Sui tratti viari presenti risulta risolta la criticità legata all'abbagliamento debilitante (indice ridotto dell'89% rispetto allo stato attuale), tuttavia non vengono soddisfatti i requisiti minimi di uniformità longitudinale Ul dei valori di luminanza delle carreggiate automobilistiche sui tratti 2, 3 e 4 e della sede tranviaria del tratto 4, il quale non presenta il livello medio minimo di luminanza richiesto ( $L_m \leq 1.00 \text{ cd/m}^2$ ).

### TRATTO 1



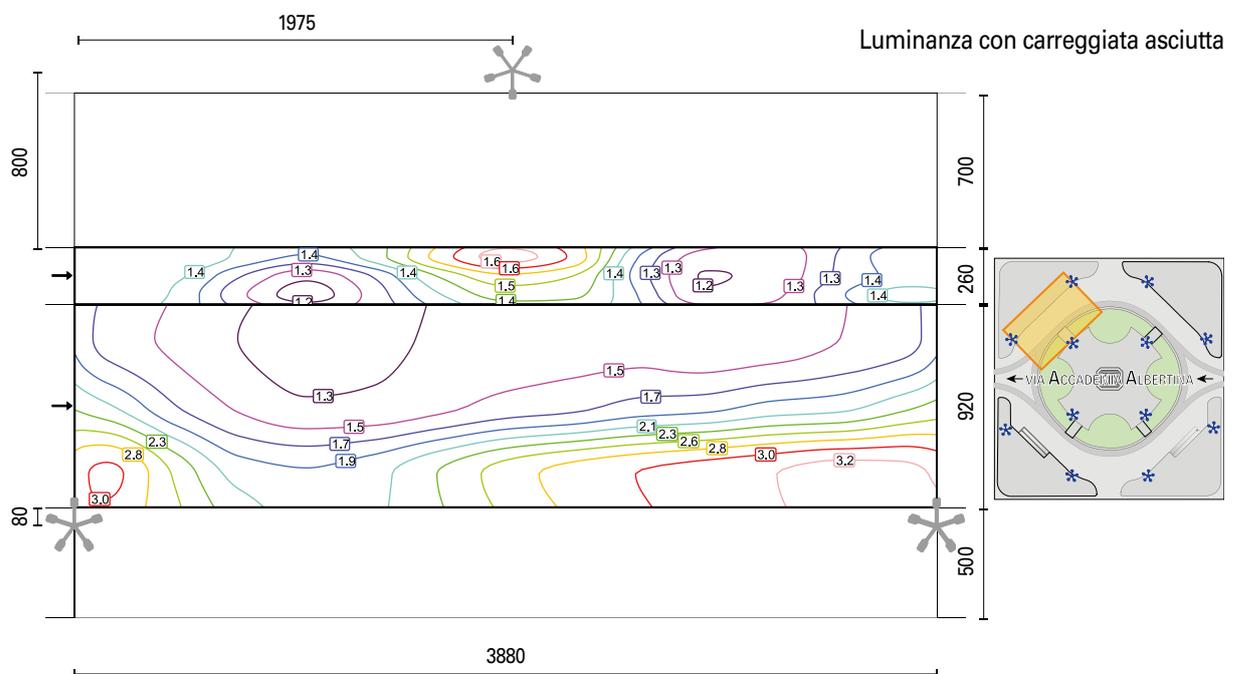
#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 1.39	✓ 0.88	✓ 0.80	✓ 5	✓ 0.82

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 1.98	✓ 0.62	✓ 0.60	✓ 7	✓ 0.20

### TRATTO 2



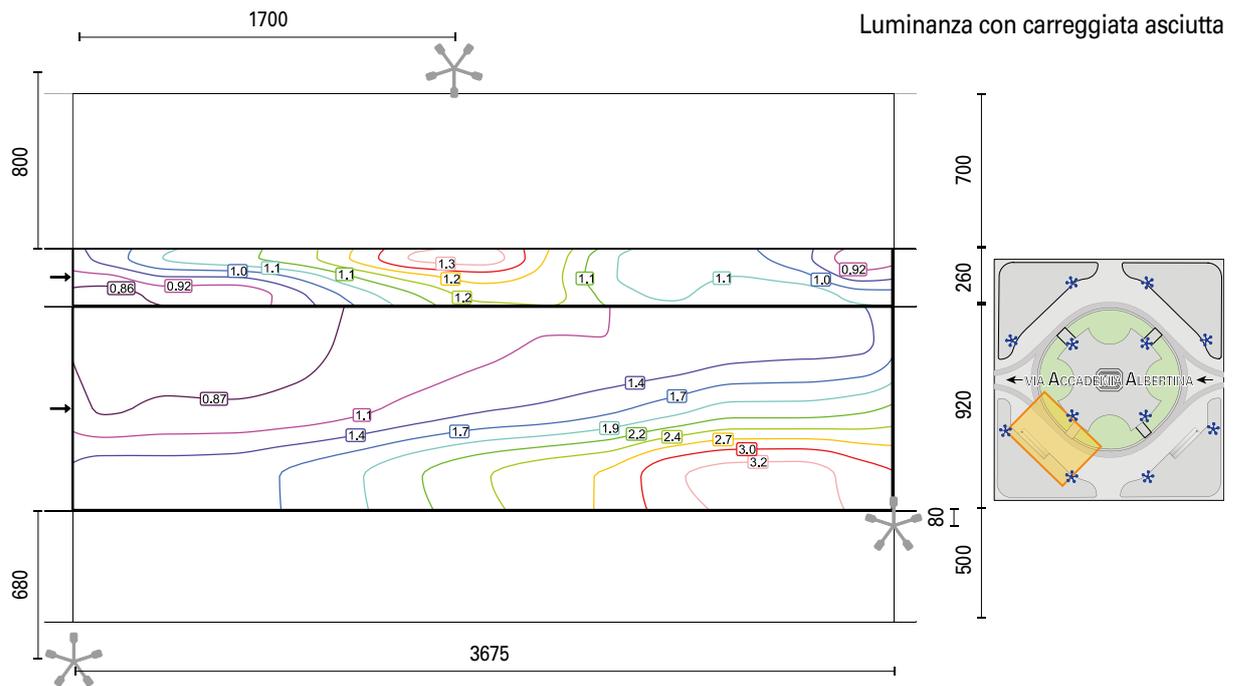
#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 1.38	✓ 0.89	✓ 0.82	✓ 5	✓ 0.81

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato) ≥ 0.15
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	
✓ 1.94	✓ 0.60	✗ 0.57	✓ 7	✓ 0.21

### TRATTO 3



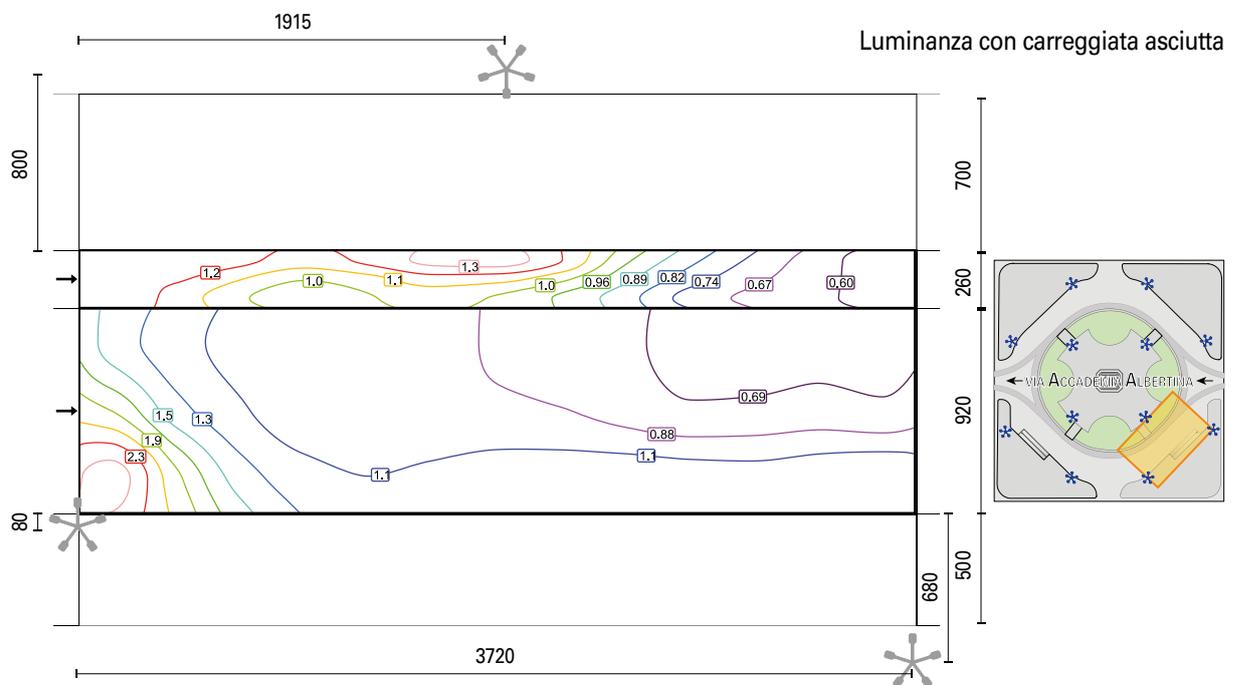
#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato)
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.15
✓ 1.07	✓ 0.78	✓ 0.72	✓ 6	✓ 0.56

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato)
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.15
✓ 1.61	✓ 0.46	✗ 0.40	✓ 3	✗ 0.14

### TRATTO 4



#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato)
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.15
✗ 0.97	✓ 0.58	✗ 0.47	✓ 6	✓ 0.62

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato)
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.15
✓ 1.06	✓ 0.55	✗ 0.38	✓ 9	✓ 0.51

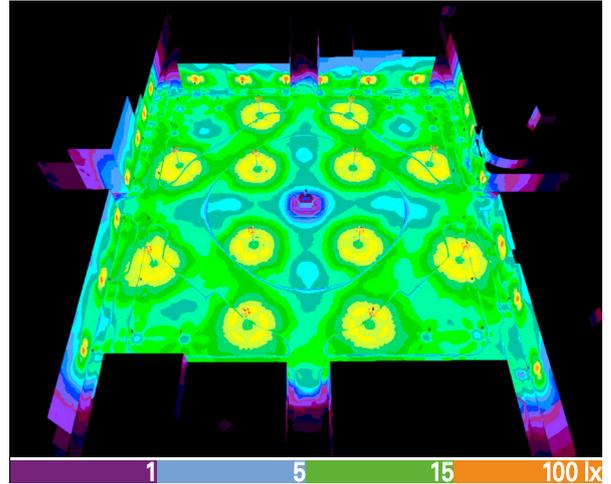
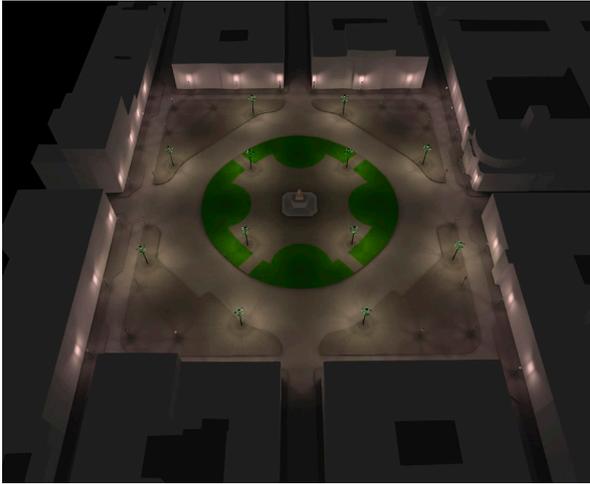


Figura 5.4.3.4 - Figura 5.4.3.5

Simulazione e rappresentazione in falsi colori degli illuminamenti sulla piazza della soluzione 3, con software di calcolo illuminotecnico DIALux

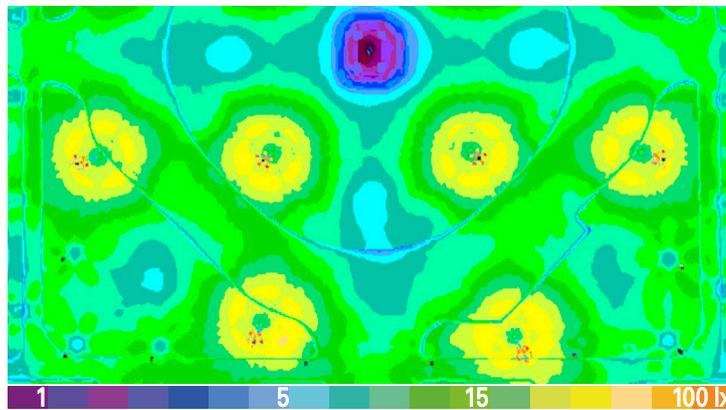


Figura 5.4.3.6

Rappresentazione in falsi colori degli illuminamenti sul lato nord della piazza (aree 2 e 3) della soluzione 3

ILLUMINAMENTI SUGLI ATTRAVERSAMENTI E SULLE AREE PEDONALI

Aree pedonali perimetrali (P2)

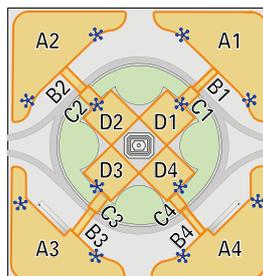
	E [lux] ≥ 10	E <sub>min</sub> [lux] ≥ 2	Esc,min [lux] ↑ ≥ 3	Esc,min [lux] ↓ ≥ 3	Esc,min [lux] → ≥ 3	Esc,min [lux] ← ≥ 3
A1	✓ 28.5	✓ 8.2	✓ 10.8	✓ 8.4	✓ 9.8	✓ 9.2
A2	✓ 28.7	✓ 8.8	✓ 10.1	✓ 9.7	✓ 8.3	✓ 10.1
A3	✓ 30.7	✓ 10.3	✓ 9.2	✓ 10.4	✓ 8.8	✓ 8.9
A4	✓ 31.4	✓ 11.6	✓ 9.6	✓ 11.0	✓ 9.8	✓ 10.3

Aree di accesso (P2)

	E [lux] ≥ 10	E <sub>min</sub> [lux] ≥ 2	Esc,min [lux] ↑ ≥ 3	Esc,min [lux] ↓ ≥ 3
C1	✓ 64.7	✓ 40.6	✓ 10.4	✓ 22.0
C2	✓ 64.3	✓ 41.1	✓ 10.7	✓ 22.8
C3	✓ 41.4	✓ 26.7	✓ 12.0	✓ 21.3
C4	✓ 45.1	✓ 29.7	✓ 13.1	✓ 22.6

Attraversamenti pedonali (P1)

	E [lux] ≥ 15	E <sub>min</sub> [lux] ≥ 3	E <sub>v,min</sub> [lux] ≥ 5
B1	✓ 23.1	✓ 16.7	✓ 11.8
B2	✓ 22.0	✓ 15.3	✓ 12.6
B3	✓ 21.2	✓ 18.3	✓ 12.5
B4	✓ 21.5	✓ 17.0	✓ 14.3



Aree centro piazza (P2)

	E [lux] ≥ 10	E <sub>min</sub> [lux] ≥ 2	Esc,min [lux] ↑ ≥ 3	Esc,min [lux] ↓ ≥ 3
D1	✓ 29.8	✓ 8.9	✓ 6.1	✓ 10.5
D2	✓ 30.7	✓ 9.4	✓ 5.9	✓ 11.1
D3	✓ 30.9	✓ 8.7	✓ 4.9	✓ 10.4
D4	✓ 31.4	✓ 8.7	✓ 4.8	✓ 10.6

- ↑ Senso di percorrenza dall'esterno verso il centro della piazza
- Senso di percorrenza parallelo al senso di marcia veicolare
- ↓ Senso di percorrenza dal centro della piazza verso l'esterno
- ← Senso di percorrenza opposto al senso di marcia veicolare

Sulle aree degli attraversamenti e delle zone pedonali centrali e perimetrali della piazza viene rilevato un generale abbassamento dei valori di illuminamento orizzontale minimo, semicilindrico minimo (eccetto sulle aree di accesso alla piazza C1 e C2 posizionate in corrispondenza del punto di installazione dei sistemi a cornucopia) e verticale minimo, che risultano tuttavia sempre rispettare il livello minimo stabilito dalla UNI EN 13201-2:2016 per le categorie P1 e P2 di riferimento.

La valutazione energetica della presente soluzione, vede installata la stessa potenza complessiva della soluzione 2 ed è stata condotta adottando il medesimo sistema di regolazione del flusso luminoso, che prevede step di dimmerazione differenti per fasce orarie, descritto per le soluzioni precedenti e di seguito riportato:

- 100% dall'accensione alle 24:00 e dalle 06:00 allo spegnimento, 1895 ore nel 2017
- 90% fascia oraria 24:00-01:00, 365 ore nel 2017
- 70% fascia oraria 01:00-06:00, 1825 ore nel 2017

Non si rilevano pertanto variazioni del valore dell'indice di Consumo Energetico Annuale, il quale risulta inferiore del 43% rispetto alla prestazione dell'impianto attualmente in uso. Tuttavia, l'aumento del 4% del valore di illuminamento medio sulla totalità delle aree percorribili della piazza, pari a 21.20 lux (-5% rispetto ai 22.33 lux ottenuti simulando lo stato attuale), indica una maggior efficienza nel convertire la potenza elettrica in potenza luminosa e nel concentrare tale luce sulle aree di interesse, esprimibile con l'indice di Densità di Potenza che risulta pari a 0.049 W/lux·m<sup>2</sup> (-37% rispetto all'impianto attualmente in uso e -4% rispetto all'impiego del refitting kit tipo V).

	Potenza installata	Tempo totale di accensione*	Area di riferimento	Illuminamento medio	D <sub>p</sub>	D <sub>E</sub>
Soluzione 3	12 kW	4085 h	11'329 m <sup>2</sup>	21.20 lux	0.049 W/lux·m <sup>2</sup>	4,0 kWh/m <sup>2</sup>
$\Delta_{S3-attuale}$ %	-40%	-	-	-5%	-37%	-43%

\*con sistema di regolazione del flusso luminoso emesso, con step di dimmerazione prima descritti

#### 5.4.4: Soluzione 4: Apparecchi stile Impero con piastra a LED, sistema ottico 3 Ghisamestieri

Con questa soluzione si ipotizza l'utilizzo di una piastra a LED prodotta dall'azienda Ghisamestieri, il cui sistema ottico genera una distribuzione fotometrica di tipo asimmetrica-stradale, in linea con la necessità di illuminare un'area molto ampia con interdistanze elevate dei sistemi di illuminazione in uso. Le caratteristiche del sistema scelto risultano essere:

- piastra a LED da 52W, con temperatura di colore correlata 3000K
- distribuzione fotometrica tipo asimmetrica-stradale
- flusso luminoso emesso dal sistema 6046 lm
- categoria di intensità luminosa G4\* data dai seguenti valori massimi dell'intensità luminosa per gli angoli di riferimento:
  - per 70°: 382.0 cd/klm
  - per 80°: 16.9 cd/klm
  - per 90°: 0.0 cd/klm

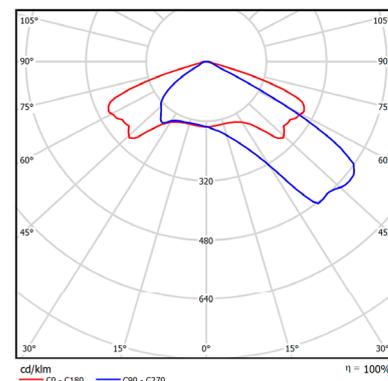


Figura 5.4.4.1

Distribuzione fotometrica del sistema ottico type 3, Ghisamestieri

La valutazione dei livelli di luminanza restituiti dalla facciata della chiesa di Santa Croce presenta un valore minimo di 1 cd/m<sup>2</sup> (-70% rispetto allo stato attuale) e massimo di 34,7 cd/m<sup>2</sup>, risultati simili a quelli ottenuti con l'inserimento del refitting kit tipo III dell'azienda Neri, con evidente limitazione del flusso luminoso emesso in direzione della cupola.

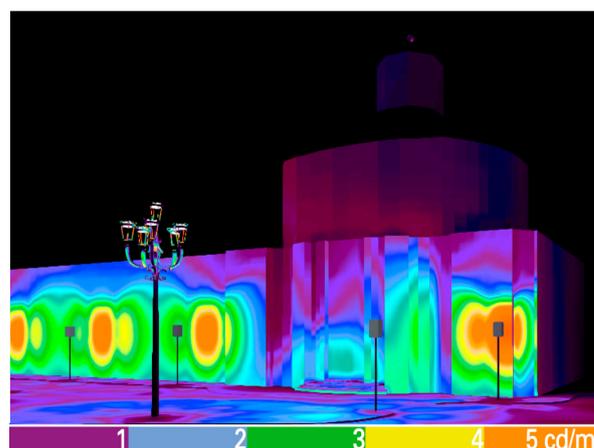


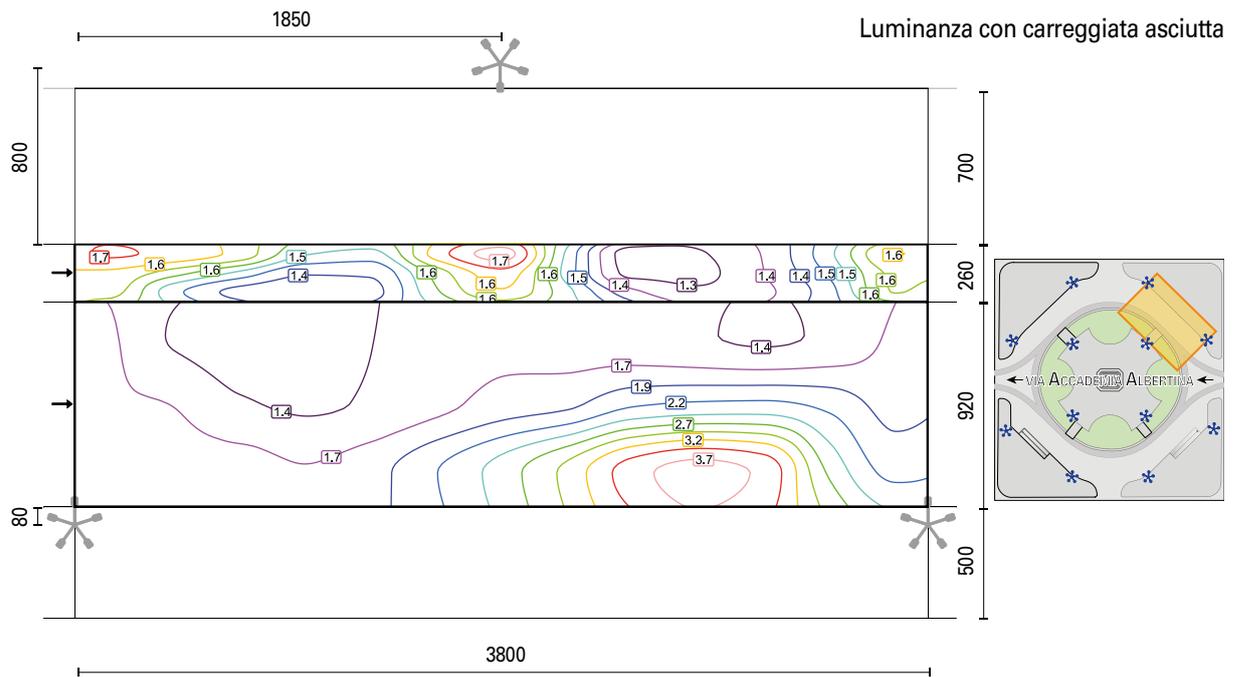
Figura 5.4.4.2 - Figura 5.4.4.3

Simulazione e rappresentazione in falsi colori delle luminanze sulla facciata della chiesa di Santa Croce della soluzione 3, con software di calcolo illuminotecnico DIALux

Risultano rispettati i requisiti in termini di luminanza media sulle carreggiate dei tratti viari e risulta, anche in questo caso, la criticità legata all'indice di abbagliamento debilitante (abbattimento medio del 91.5%). Si rilevano problematiche sui parametri di uniformità longitudinale delle carreggiate del tratto 4, seppur migliorati rispetto allo stato attuale, e sulle carreggiate del traffico veicolare su gomma dei tratti 2 e 3 (ridotti del 26% e del 18% rispetto a quanto ottenuto simulando le prestazioni dell'impianto attualmente in uso).

Sulle aree degli attraversamenti e delle zone pedonali centrali e perimetrali della piazza vengono soddisfatti i requisiti delle categorie di appartenenza, con un generale abbassamento dei valori di illuminamento orizzontale minimo (eccetto sulle aree di accesso alla piazza), semicilindrico minimo e verticale minimo, che consente di allinearsi maggiormente ai suddetti valori standard richiesti.

### TRATTO 1



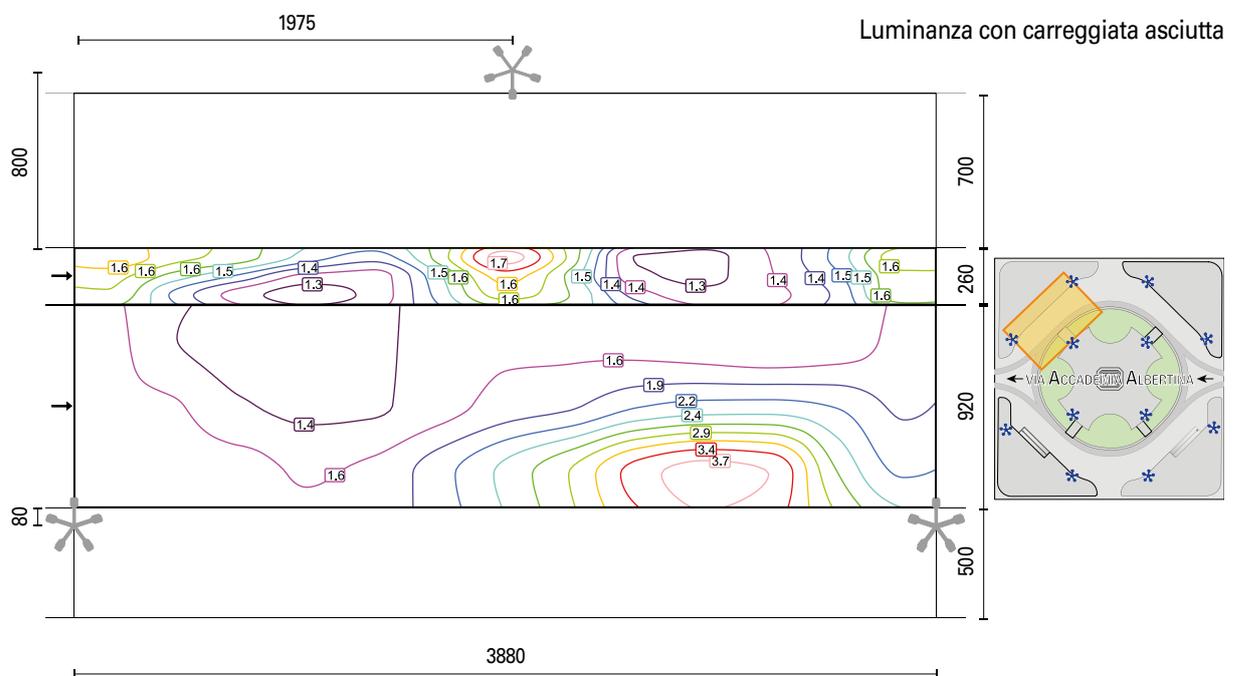
#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato)
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.15
✓ 1.50	✓ 0.86	✓ 0.78	✓ 4	✓ 0.81

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato)
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.15
✓ 1.95	✓ 0.68	✓ 0.63	✓ 7	✓ 0.26

### TRATTO 2



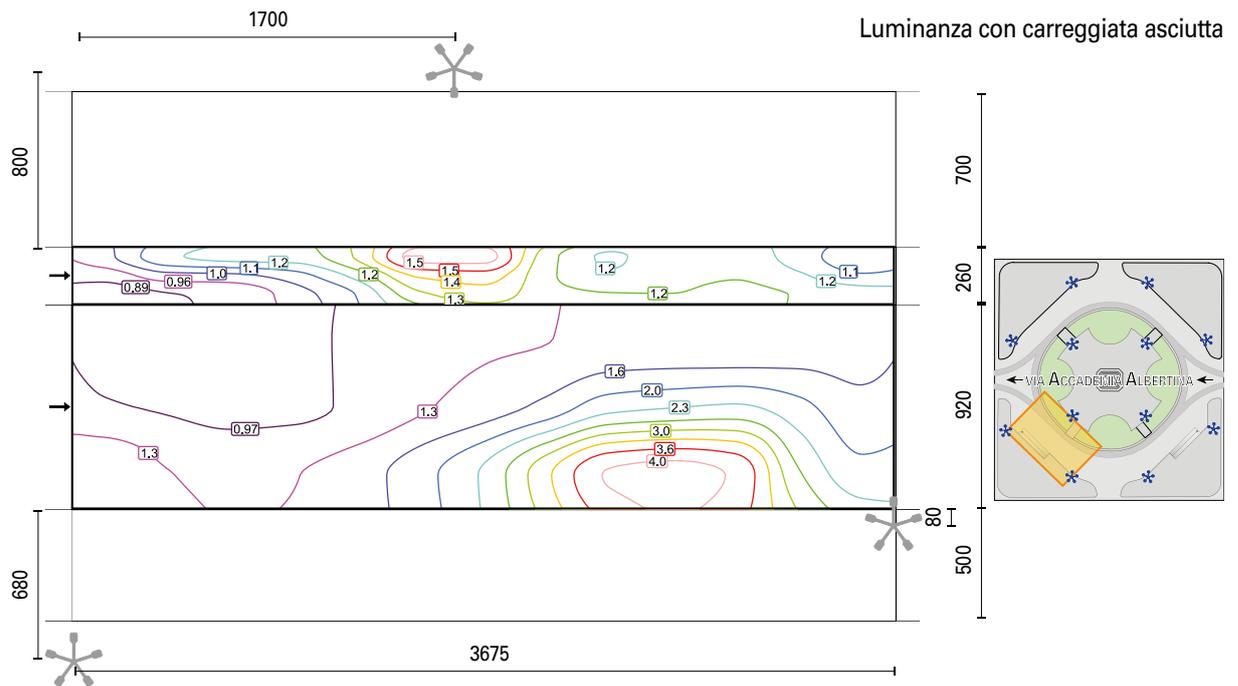
#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato)
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.15
✓ 1.48	✓ 0.88	✓ 0.79	✓ 4	✓ 0.79

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato)
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.15
✓ 1.91	✓ 0.66	✗ 0.59	✓ 7	✓ 0.27

### TRATTO 3



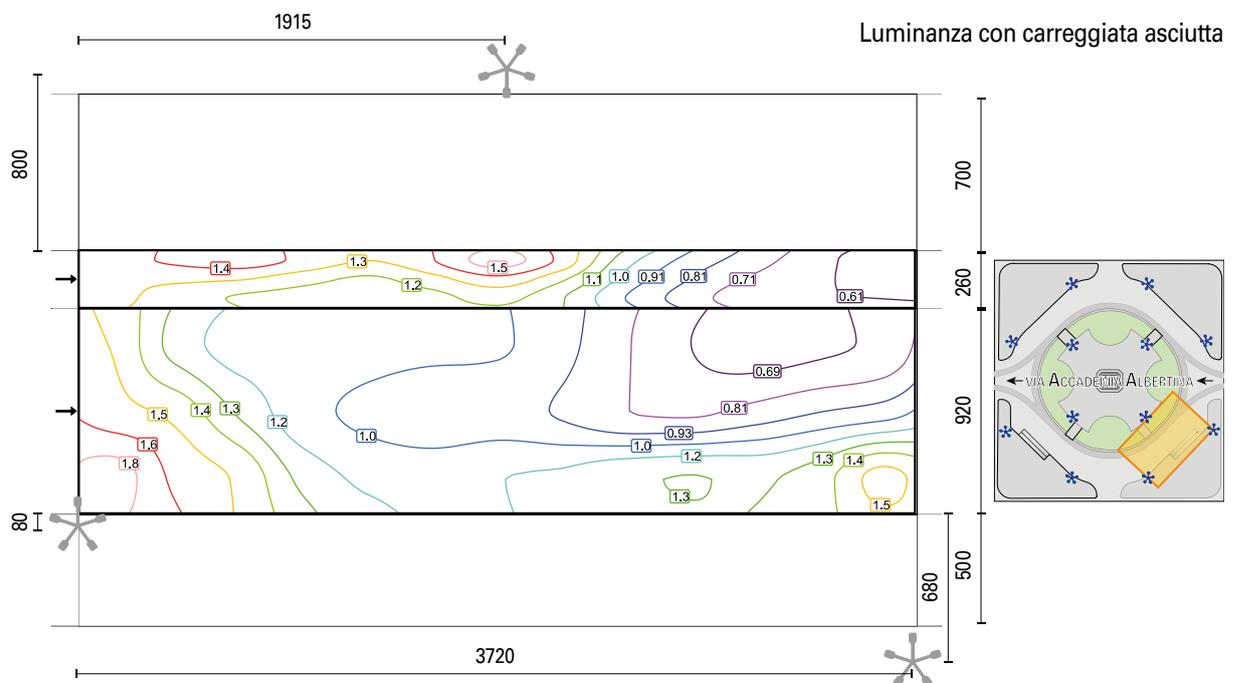
#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato)
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.15
✓ 1.18	✓ 0.72	✓ 0.64	✓ 3	✓ 0.53

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato)
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.15
✓ 1.70	✓ 0.47	✗ 0.37	✓ 2	✓ 0.16

### TRATTO 4



#### Sede tranviaria (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato)
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.15
✓ 1.09	✓ 0.52	✗ 0.42	✓ 4	✓ 0.55

#### Carreggiata automobilistica (M3)

Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI [%]	Uo (bagnato)
≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.15
✓ 1.12	✓ 0.56	✗ 0.50	✓ 7	✓ 0.51

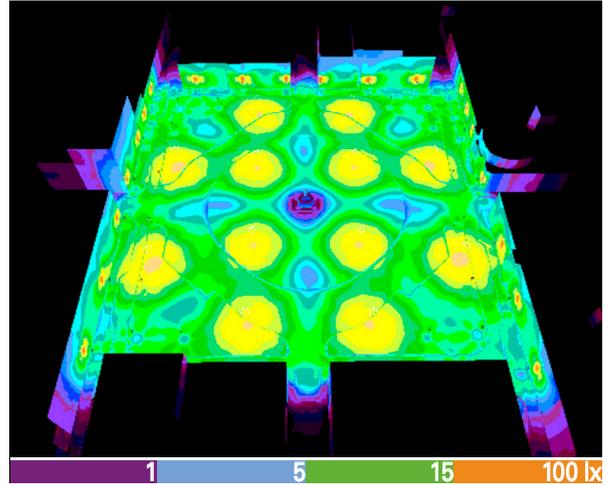
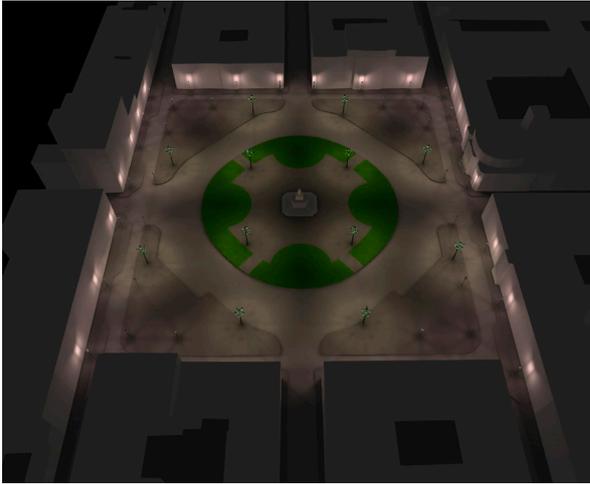


Figura 5.4.4.4 - Figura 5.4.4.5

Simulazione e rappresentazione in falsi colori degli illuminamenti sulla piazza della soluzione 4, con software di calcolo illuminotecnico DIALux

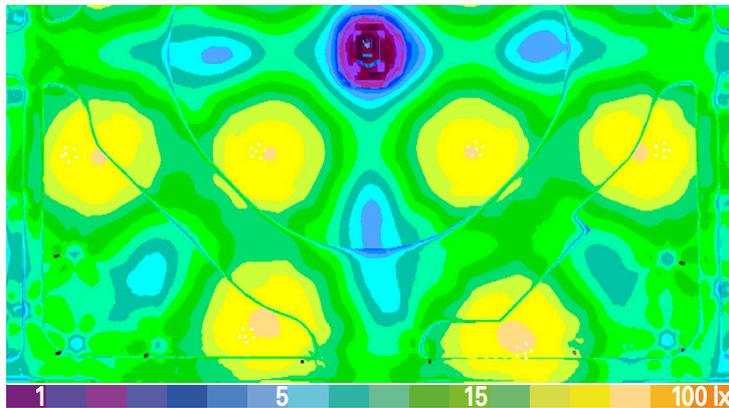


Figura 5.4.4.6

Rappresentazione in falsi colori degli illuminamenti sul lato nord della piazza (aree 2 e 3) della soluzione 4

ILLUMINAMENTI SUGLI ATTRAVERSAMENTI E SULLE AREE PEDONALI

Aree pedonali perimetrali (P2)

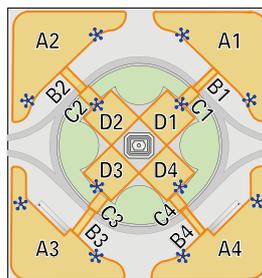
	E [lux] ≥ 10	Emin [lux] ≥ 2	Esc,min [lux] ↑ ≥ 3	Esc,min [lux] ↓ ≥ 3	Esc,min [lux] → ≥ 3	Esc,min [lux] ← ≥ 3
A1	✓ 27.9	✓ 6.7	✓ 10.7	✓ 6.4	✓ 8.2	✓ 8.1
A2	✓ 27.8	✓ 7.3	✓ 10.0	✓ 7.4	✓ 7.1	✓ 8.3
A3	✓ 29.9	✓ 9.0	✓ 9.0	✓ 8.2	✓ 8.4	✓ 8.1
A4	✓ 30.2	✓ 10.6	✓ 9.4	✓ 9.4	✓ 8.6	✓ 8.7

Aree di accesso (P2)

	E [lux] ≥ 10	Emin [lux] ≥ 2	Esc,min [lux] ↑ ≥ 3	Esc,min [lux] ↓ ≥ 3
C1	✓ 51.6	✓ 46.9	✓ 8.6	✓ 17.9
C2	✓ 51.7	✓ 47.8	✓ 8.5	✓ 18.4
C3	✓ 42.4	✓ 30.5	✓ 10.7	✓ 22.7
C4	✓ 44.9	✓ 33.3	✓ 12.2	✓ 22.7

Attraversamenti pedonali (P1)

	E [lux] ≥ 15	Emin [lux] ≥ 3	Ev,min [lux] ≥ 5
B1	✓ 26.0	✓ 16.4	✓ 9.1
B2	✓ 24.5	✓ 14.2	✓ 9.9
B3	✓ 23.5	✓ 17.4	✓ 9.1
B4	✓ 23.9	✓ 16.7	✓ 13.0



Aree centro piazza (P2)

	E [lux] ≥ 10	Emin [lux] ≥ 2	Esc,min [lux] ↑ ≥ 3	Esc,min [lux] ↓ ≥ 3
D1	✓ 30.5	✓ 9.4	✓ 4.2	✓ 8.4
D2	✓ 31.1	✓ 10.1	✓ 4.1	✓ 9.3
D3	✓ 31.3	✓ 8.9	✓ 3.6	✓ 8.8
D4	✓ 31.5	✓ 9.2	✓ 3.7	✓ 8.8

- ↑ Senso di percorrenza dall'esterno verso il centro della piazza
- Senso di percorrenza parallelo al senso di marcia veicolare
- ↓ Senso di percorrenza dal centro della piazza verso l'esterno
- ← Senso di percorrenza opposto al senso di marcia veicolare

La valutazione energetica della soluzione adottata, mediante il calcolo degli indicatori di Densità di Potenza e di Consumo Energetico Annuale, è stata anche in questo caso condotta assumendo il medesimo sistema di regolazione del flusso luminoso descritto per le soluzioni precedenti e le 4085 ore di accensione annue totali rilevate nel 2017 per il calcolo dell'indice  $D_E$ . Il sistema di regolazione prevede quindi i seguenti step di dimmerazione differenti per fasce orarie:

- 100% dall'accensione alle 24:00 e dalle 06:00 allo spegnimento, 1895 ore nel 2017
- 90% fascia oraria 24:00-01:00, 365 ore nel 2017
- 70% fascia oraria 01:00-06:00, 1825 ore nel 2017

Sostituendo le sorgenti a scarica nei gas da 150 W attualmente presenti con sistemi a LED da 52 W si ottiene una riduzione della potenza complessiva installata del 44% che, messa in correlazione con il sistema di regolazione a step per fasce orarie, porta ad una diminuzione dell'indice di Consumo Energetico Annuale del 47%. Il livello di illuminamento medio calcolato sulla totalità delle aree percorribili della piazza risulta inferiore del 6% rispetto a quanto ottenuto simulando lo stato dell'impianto attuale, tuttavia il sistema adottato risulta essere più efficiente in quanto l'indicatore che esprime la capacità dello stesso di convertire la potenza elettrica in potenza luminosa e di concentrare tale luce sulle aree di interesse risulta ridotto del 41%.

	Potenza installata	Tempo totale di accensione*	Area di riferimento	Illuminamento medio	$D_p$	$D_E$
Soluzione 4	11 kW	4085 h	11'329 m <sup>2</sup>	21.05 lux	0.046 W/lux·m <sup>2</sup>	3,8 kWh/m <sup>2</sup>
$\Delta_{S4-attuale}$ %	-44%	-	-	-6%	-41%	-47%

\*con sistema di regolazione del flusso luminoso emesso, con step di dimmerazione prima descritti

## 5.5: CONFRONTO DEI RISULTATI

Le soluzioni proposte nell'ottica di un miglioramento delle prestazioni illuminotecniche ed energetiche dell'apparecchio storico di illuminazione in stile Impero hanno portato, come emerso dalle relative analisi, a risultati differenti sia in termini di distribuzione del flusso luminoso sulle aree di interesse che di rispetto e discostamento dai requisiti individuati e di efficienza energetica dell'impianto.

L'abbattimento del flusso luminoso emesso verso l'alto, operato in linea con le direttive contro l'inquinamento luminoso (riferimenti normativi contenuti nell'allegato A.2: Inquinamento luminoso), va a modificare sostanzialmente l'illuminazione della facciata della chiesa di Santa Croce, presa come elemento di riferimento per le quinte edilizie prospicienti piazza Carlo Emanuele II. Infatti, come visibile nelle rappresentazioni in falsi colori dei valori di luminanza su detta facciata, nel caso dell'impianto attuale in Figura 5.5.1 si rileva una distribuzione del flusso luminoso emesso diffusa mentre ipotizzando di equipaggiare l'apparecchio in stile Impero con il refitting kit Neri tipo V come in Figura 5.5.2 (con il quale si riduce maggiormente il valore minimo di luminanza rilevato così come mostra il grafico a pagina seguente "valori minimi di luminanza sulla facciata della chiesa di Santa Croce per le diverse soluzioni") l'illuminazione risulta concentrata maggiormente sul basamento e in prossimità degli apparecchi storici in stile Ex Gas Esagonale.

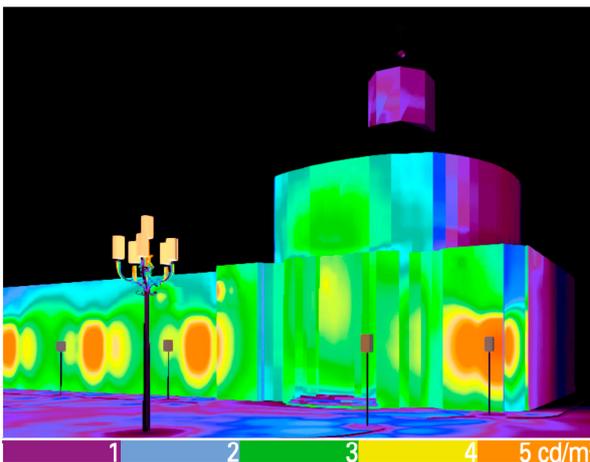


Figura 5.5.1

Rappresentazione in falsi colori delle luminanze sulla facciata della chiesa di Santa Croce dello stato attuale

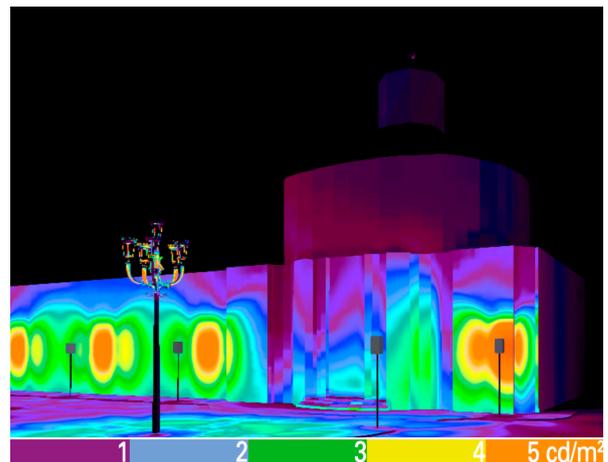


Figura 5.5.2

Rappresentazione in falsi colori delle luminanze sulla facciata della chiesa di Santa Croce della soluzione 2

La correlazione tra i picchi dei valori di luminanza e l'ubicazione degli apparecchi storici di illuminazione in stile Ex Gas Esagonale fa sì che non si rilevino significative variazioni di tale parametro tra quanto risulta dalla simulazione dello stato attuale dell'impianto e le soluzioni proposte. Ciò risulta evidente anche dal grafico riportato a pagina seguente "valori massimi di luminanza sulla facciata della chiesa di Santa Croce per le diverse soluzioni" dove si nota che i livelli massimi delle diverse configurazioni si attestano attorno alle  $35 \text{ cd/m}^2$ , con una riduzione di circa il 9% rispetto a quanto rilevato con l'impianto attualmente in uso.

Tendenza opposta si manifesta relativamente ai livelli minimi di luminanza rilevabili sulla facciata della chiesa, i quali sono fortemente influenzati dall'intervento di limitazione del flusso luminoso disperso verso l'alto, che per l'impianto allo stato attuale risultano essere di  $3,3 \text{ cd/m}^2$  mentre si riducono di circa il 70% nelle quattro soluzioni analizzate con con valori tra  $0,9 \text{ cd/m}^2$  e  $1,2 \text{ cd/m}^2$ .

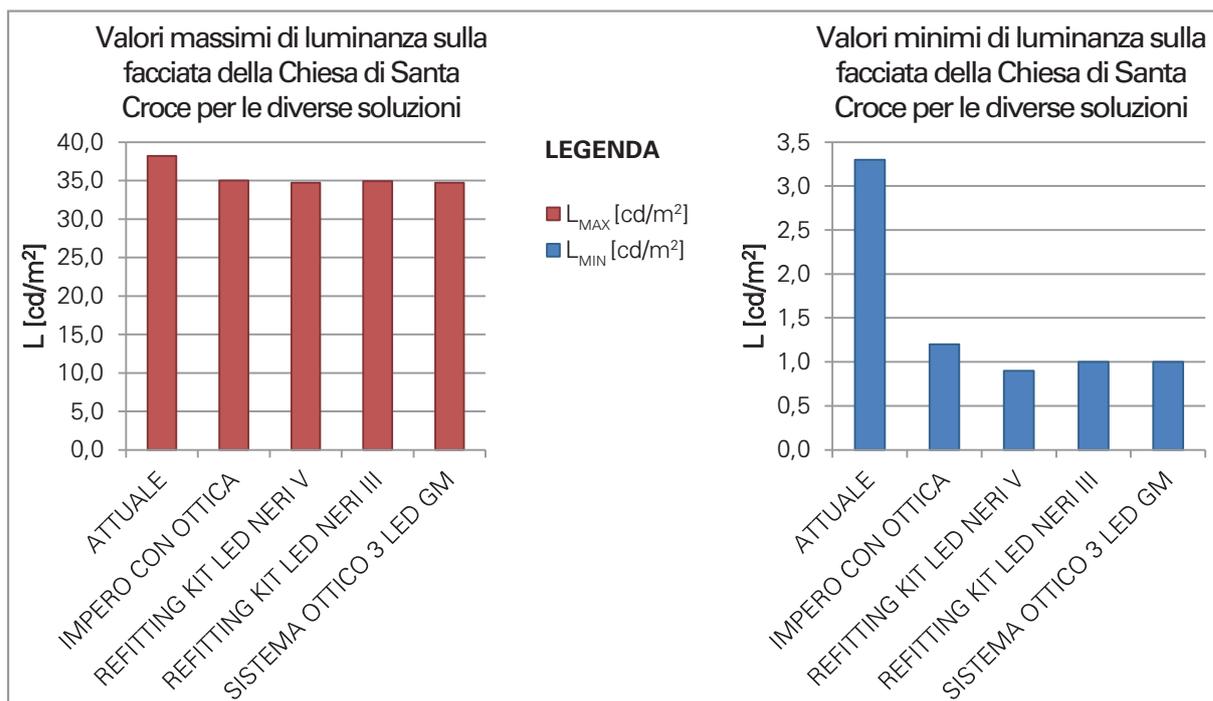


Figura 5.5.3

Confronto dei valori di luminanza rilevati sulla facciata della chiesa di Santa Croce dell'impianto attualmente in uso e delle soluzioni analizzate con la simulazione su software di calcolo illuminotecnico DIALux

Dopo aver valutato l'impatto che le diverse configurazioni adottate per l'apparecchio storico di illuminazione in stile Impero hanno sulla percezione delle facciate degli edifici che insistono su piazza Carlo Emanuele II, attraverso l'analisi della quinta edilizia della chiesa di Santa Croce, viene verificato il soddisfacimento dei requisiti illuminotecnici sulle aree di interesse. In particolare questi sono relativi ai tratti viari, caratterizzati dal traffico veicolare tranviario e su gomma, e alle aree fruibili dai pedoni.

L'impianto attualmente in uso manifesta criticità legate all'uniformità longitudinale della luminanza sia sulla carreggiata automobilistica che tranviaria dei tratti T3 e T4 che, come dimostra il grafico "uniformità longitudinale della luminanza sul manto stradale" in Figura 5.5.4, vengono risolte con le ipotesi dell'inserimento del refitting kit Neri tipo III o del sistema ottico tipo 3 Ghisamestieri limitatamente alla sede tranviaria del tratto T3. A tal proposito l'utilizzo dell'apparecchio in stile Impero nella versione dotata di ottica non soddisfa il requisito in nessun sedime di interesse, mentre con l'inserimento del refitting kit Neri tipo V viene soddisfatto solo sulla sede tranviaria dei tratti T1 e T2.

Dallo stato attuale emergono inoltre valori di indice di abbagliamento debilitante superiori al livello massimo del 15% consentito dalla UNI EN 13201-2:2016 per la categoria illuminotecnica M3 di riferimento, dovuti alla tipologia di emissione del flusso luminoso non controllata (se non nei quattro apparecchi appartenenti alla versione "Impero con ottica"); questi vanno infatti dal 29% sulla carreggiata automobilistica del tratto T3 al 96% sulle carreggiate tranviarie dei tratti T1 e T2. Tutte le soluzioni proposte rientrano nello standard definito e abbattano l'indice di abbagliamento debilitante con una riduzione media del 92%; in particolare il refitting kit Neri tipo V, appartenente alla categoria di intensità luminosa G6\*, porta a valori di indice di abbagliamento debilitante attorno all'1% con una concentrazione del flusso luminoso emesso sulle aree in prossimità dell'ubicazione dei sistemi a cornucopia.

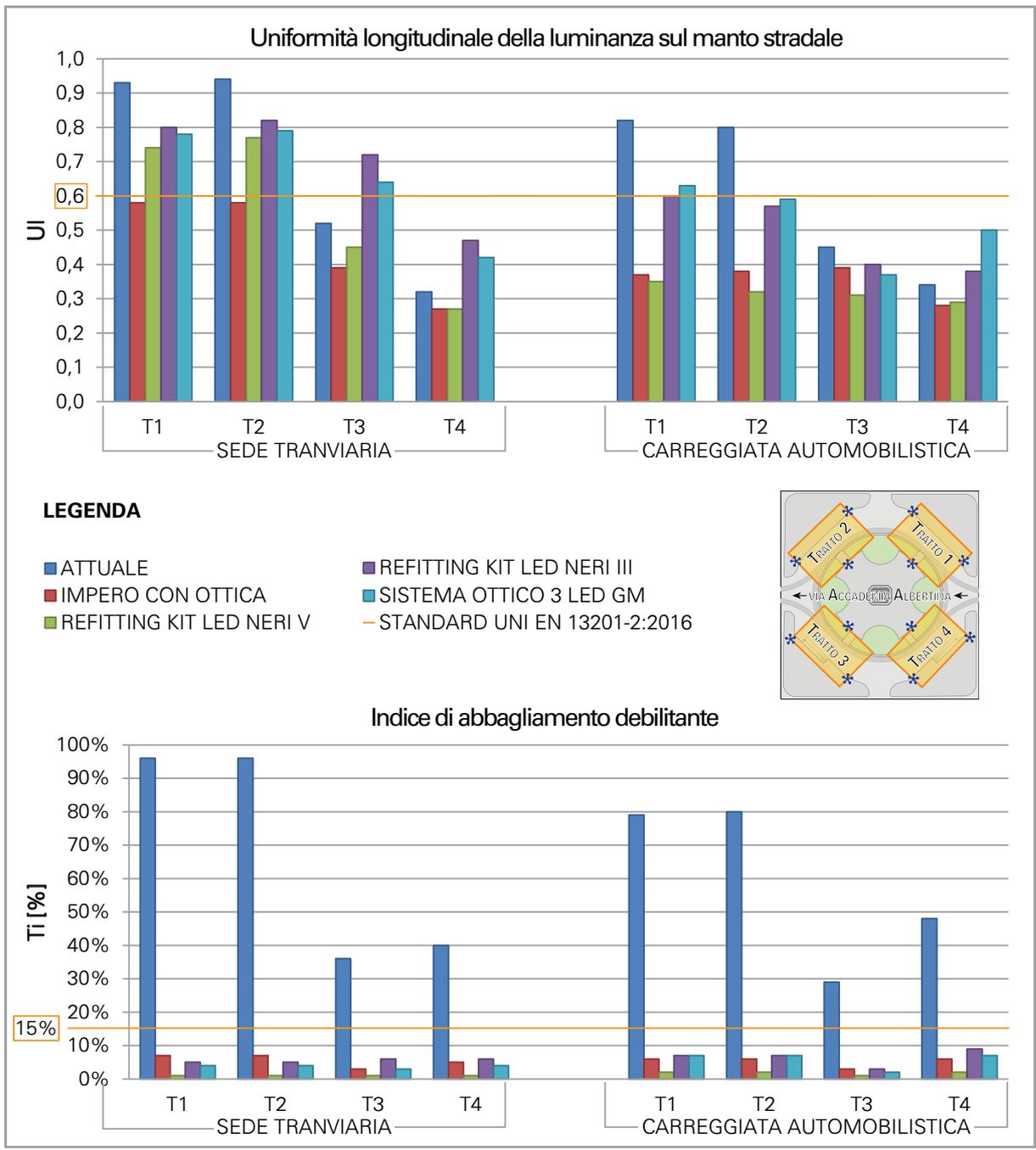
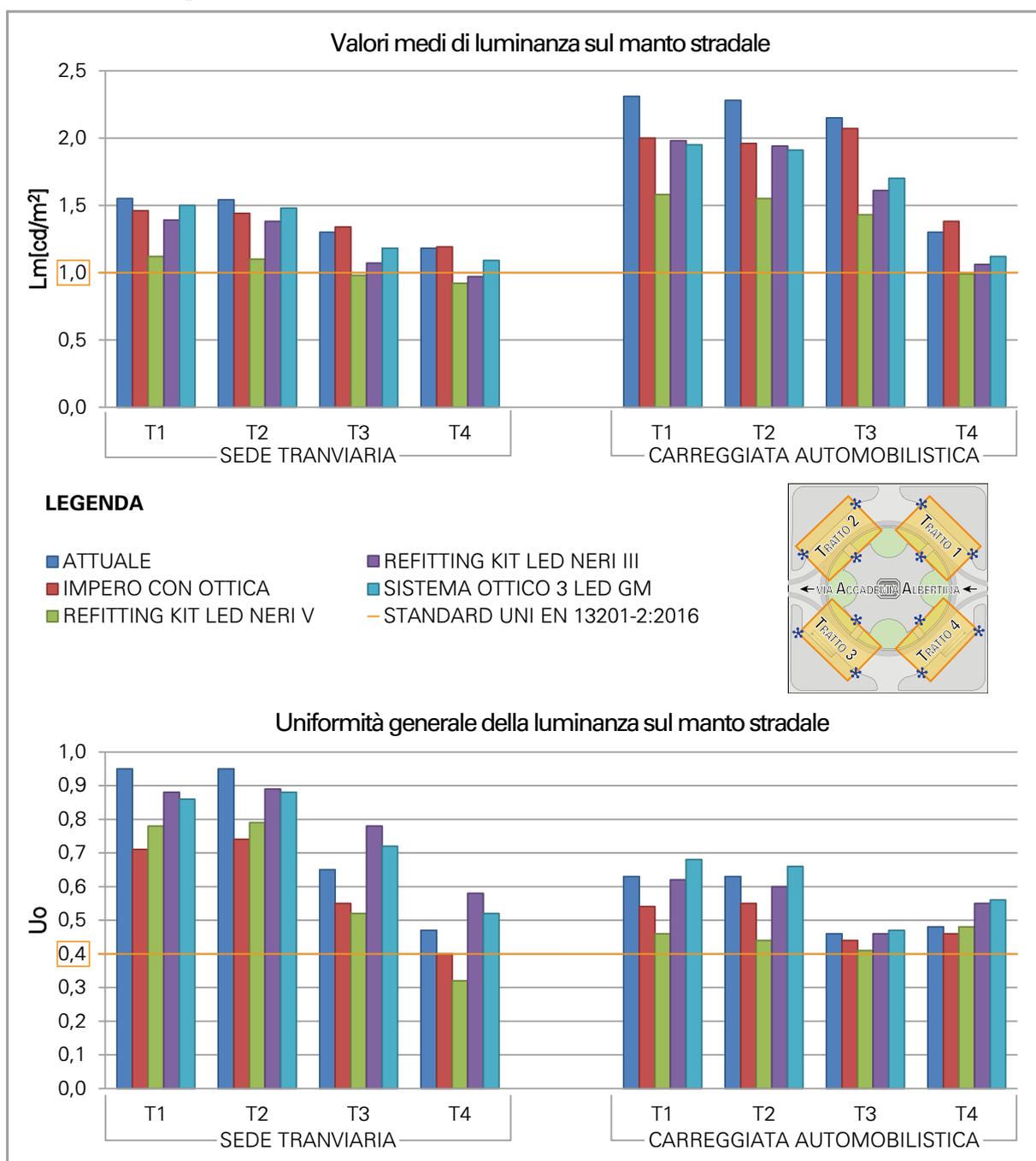


Figura 5.5.4

Grafici con il confronto dei valori dei parametri di uniformità longitudinale della luminanza sul manto stradale e di indice di abbagliamento debilitante dell'impianto attualmente in uso e delle soluzioni analizzate calcolati con la simulazione su software di calcolo illuminotecnico DIALux

Per quanto riguarda la possibilità di garantire i valori di luminanza sul manto stradale richiesti dalla norma UNI EN 13201-2:2016 per la categoria illuminotecnica M3 di riferimento, i cui risultati vengono rappresentati nel grafico “valori medi di luminanza sul manto stradale” in Figura 5.5.5, si nota il soddisfacimento del requisito sia dell'impianto allo stato attuale che delle diverse soluzioni analizzate con le relative potenze delle sorgenti installate (eccetto la lieve criticità legata alla sede tranviaria del tratto T4 nell'ipotesi di inserimento del refitting kit Neri tipo V dove si ottiene un valore di 0,9 cd/m<sup>2</sup>). Anche in relazione al parametro di uniformità generale della luminanza sul manto stradale viene generalmente soddisfatto il requisito (grafico “uniformità generale della luminanza sul manto strada-

le” in Figura 5.5.5); si evidenziano migliori risultati sui tratti T1 e T2 da afferirsi alla disposizione dei sistemi a cornucopia che vi insistono.



**Figura 5.5.5**

Grafici con il confronto dei valori dei parametri di luminanza media e relativa uniformità generale sul manto stradale dell’impianto attualmente in uso e delle soluzioni analizzate calcolati con la simulazione su software di calcolo illuminotecnico DIALux

La valutazione della sicurezza degli utenti sulle aree pedonali della piazza viene effettuata mediante calcolo e verifica del rispetto dei requisiti dei parametri di illuminamento orizzontale, di illuminamento verticale per le zone di attraversamento dei tratti viari e di illuminamento semicilindrico sulle quattro isole pedonali perimetrali e sull’area pedonale centrale della piazza (atto al riconoscimento facciale degli utenti). A tal fine si tiene conto della presenza degli apparecchi storici di illuminazione in stile Ex Gas Esagonale, caratterizzati da una distribuzione di tipo diffuso del flusso luminoso emes-

so. Sugli attraversamenti pedonali si rileva un generale rispetto dei requisiti legati all'illuminamento medio e all'illuminamento minimo con valori sensibilmente superiori a tale standard, valori minimi si ottengono con la distribuzione fotometrica di tipo rotosimmetrico del refitting kit Neri tipo V che, come si è visto, porta ad una concentrazione del flusso luminoso emesso in prossimità del luogo di installazione dei sistemi a cornucopia. Dal grafico di Figura 5.5.6, nel quale vengono rappresentati i valori minimi di illuminamento delle diverse configurazioni, si nota un innalzamento dei valori sugli attraversamenti B3 e B4 dipendente dalla posizione più prossima agli apparecchi di illuminazione tipo Impero installati sulle aree pedonali perimetrali corrispondenti. Anche i valori minimi di illuminamento verticale, atto all'individuazione dell'utente in fase di attraversamento, rispettano il requisito di 5 lux della categoria illuminotecnica P1 di riferimento, con maggior avvicinamento a tale valore delle soluzioni del refitting kit Neri tipo V e del sistema ottico tipo 3 Ghisamestieri.

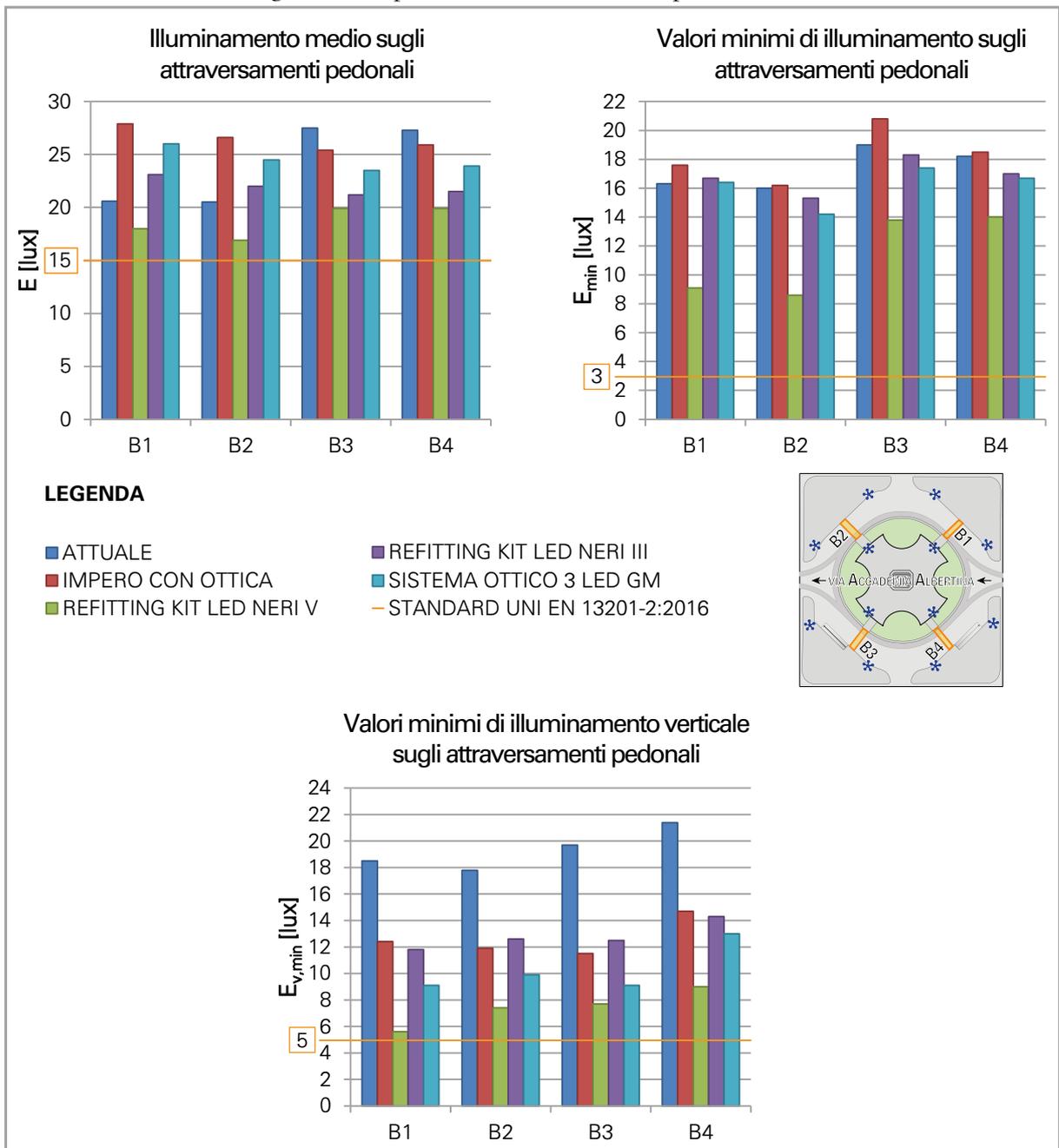


Figura 5.5.6

Confronto dei valori dei parametri di riferimento per gli attraversamenti pedonali dell'impianto attualmente in uso e delle soluzioni analizzate calcolati con la simulazione su software di calcolo illuminotecnico DIALux

Anche sulle aree pedonali perimetrali, sulla zona del centro della piazza e sulle relative aree di accesso si rilevano valori di illuminamento medio sensibilmente superiori al valore minimo definito dalla norma UNI EN 13201-2:2016 per la categoria illuminotecnica P2 di riferimento ( $E_m \geq 10$  lux). In Figura 5.5.7 vengono riportati, oltre ai grafici che rappresentano i valori medi e minimi di illuminamento sulle quattro aree pedonali perimetrali, i grafici dei valori di illuminamento semicilindrico, calcolati in particolare: per la direzione di percorrenza parallela al senso di marcia veicolare (per il senso opposto si ottengono risultati simili vista la disposizione degli apparecchi) e per il senso di percorrenza dal centro della piazza verso l'esterno dove si rilevano dati numericamente inferiori rispetto alle altre direzioni.

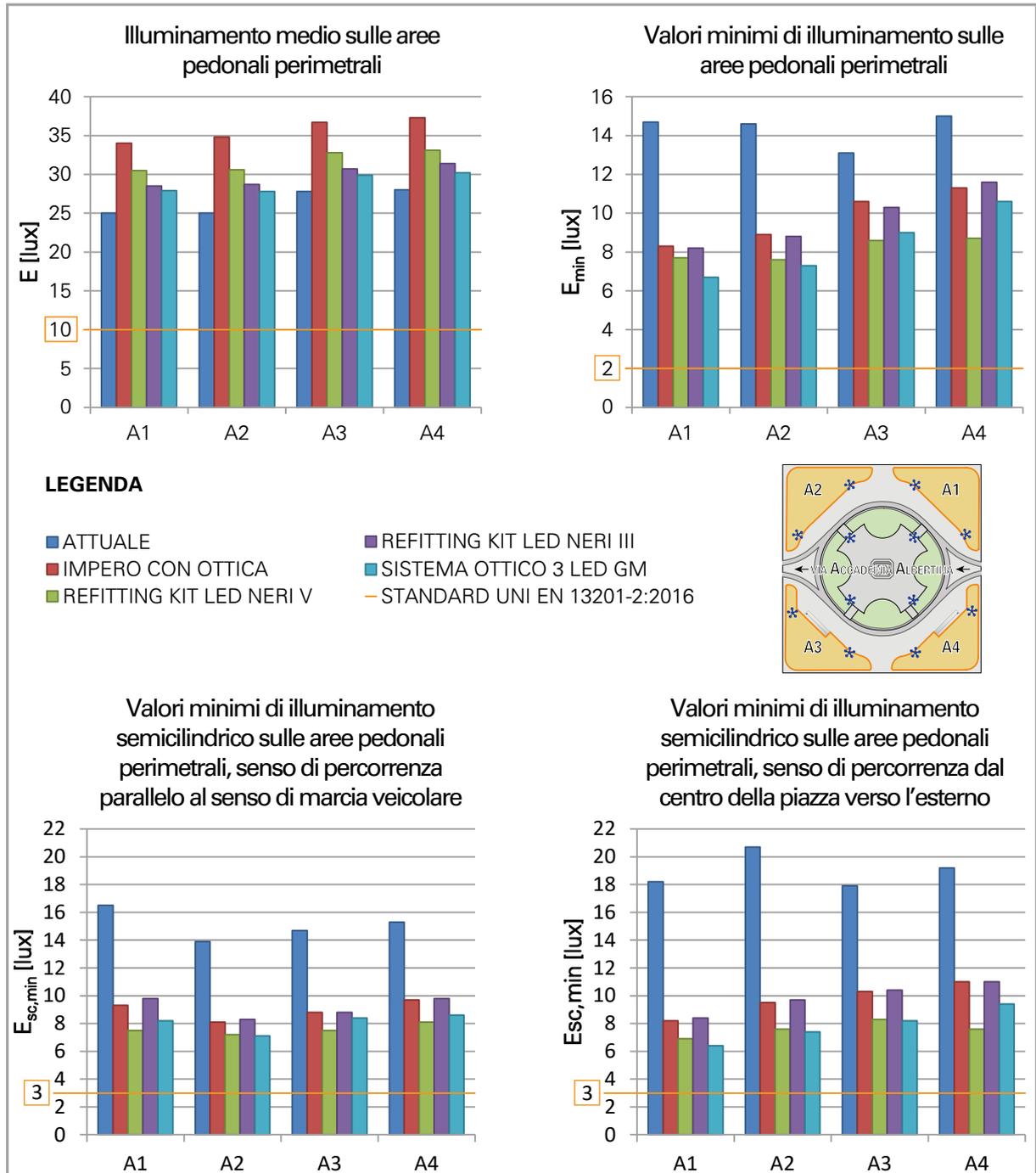


Figura 5.5.7

Confronto dei valori dei parametri di riferimento per le aree pedonali perimetrali dell'impianto attualmente in uso e delle soluzioni analizzate calcolati con la simulazione su software di calcolo illuminotecnico DIALux

In Figura 5.5.8 e in Figura 5.5.9 vengono rispettivamente riportati i grafici che consentono di confrontare i risultati, in termini di rispetto dei requisiti illuminotecnici, ottenuti sulle aree di accesso alla zona centrale della piazza e sull'area centrale stessa. Come già evidenziato si registrano valori di illuminamento medio in generale nettamente superiori al minimo stabilito dalla normativa di riferimento (UNI EN 13201-2:2016, categoria illuminotecnica P2:  $E_m \geq 10$  lux), in particolare legati all'introduzione della versione dell'apparecchio di illuminazione in stile Impero dotata di ottica.

I valori minimi di illuminamento semicilindrico sono stati verificati nelle due direzioni principali di percorrenza di queste aree, ovvero procedendo dall'esterno verso il centro della piazza e viceversa. A tal proposito si evidenziano risultati con tendenza opposta sulle due tipologie di zone individuate,

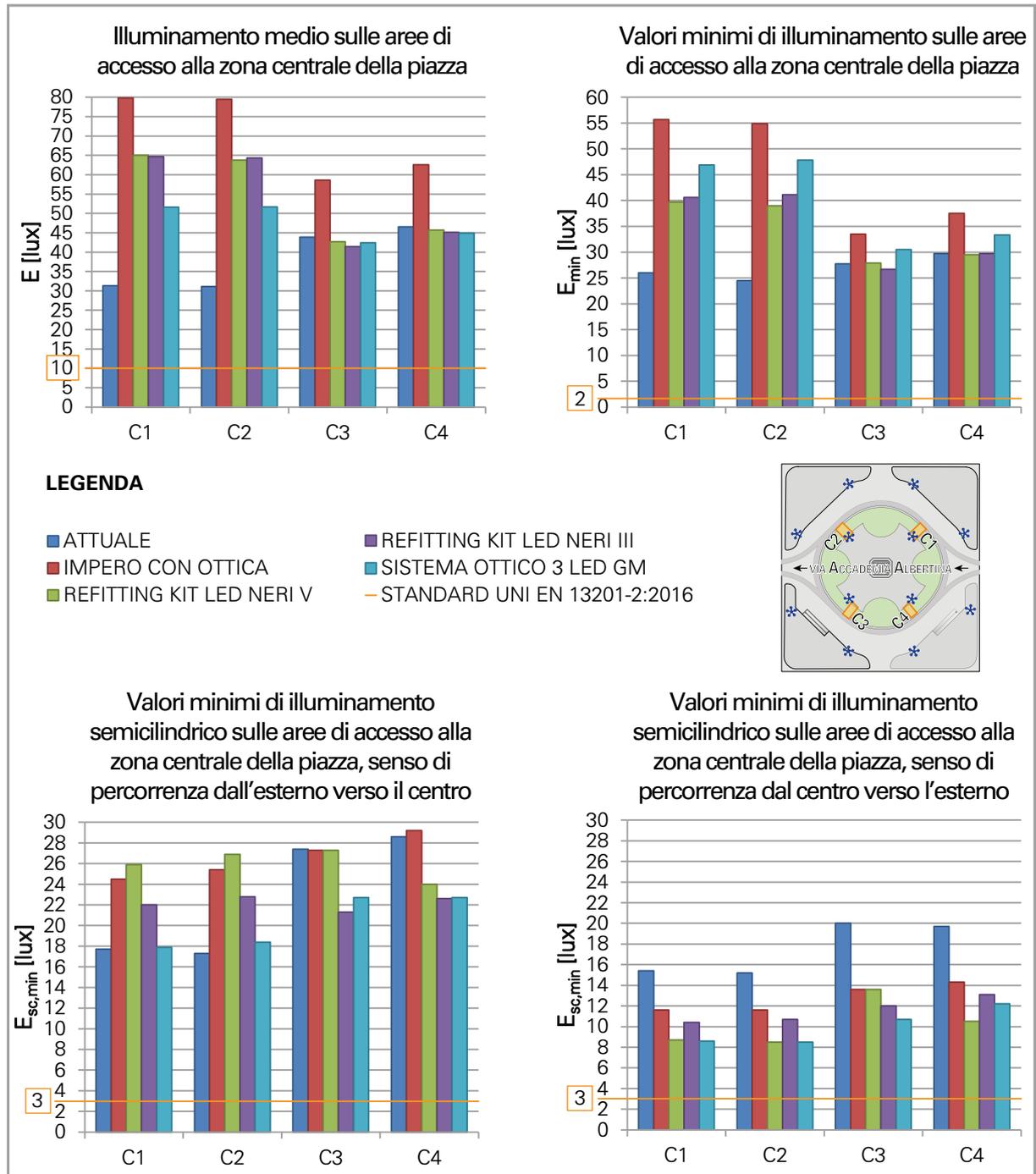
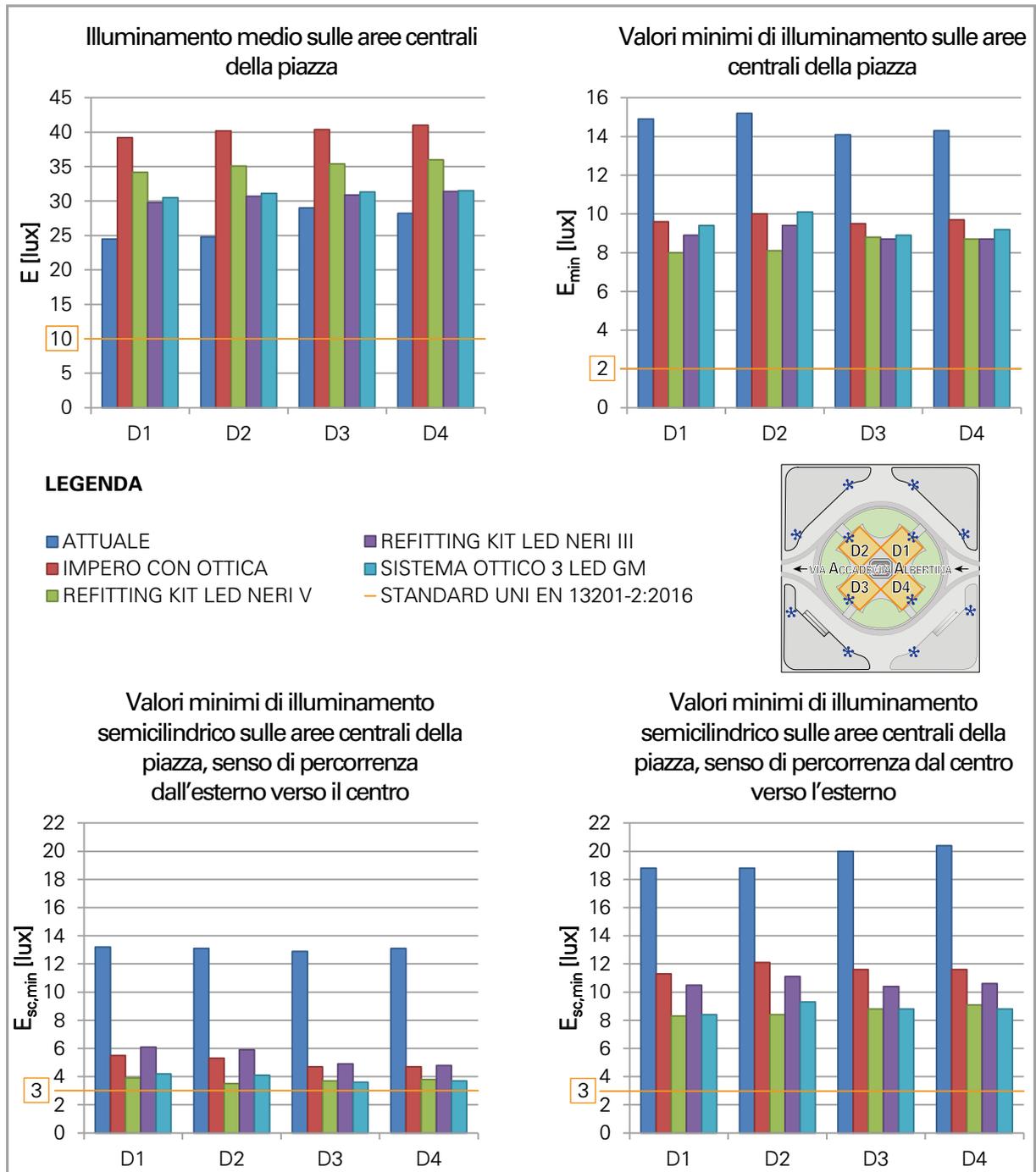


Figura 5.5.8

Confronto dei valori dei parametri di riferimento per le aree di accesso alla zona centrale della piazza dell'impianto attualmente in uso e delle soluzioni analizzate calcolati con la simulazione su software di calcolo illuminotecnico DIALux

dovuti alla loro posizione rispetto alla disposizione dei sistemi di installazione degli apparecchi in stile Impero e anche all'assenza su tali aree degli apparecchi storici di illuminazione in stile Ex Gas Esagonale caratterizzati da una distribuzione diffusa del flusso luminoso emesso.



Confronto dei valori dei parametri di riferimento per le aree centrali della piazza dell'impianto attualmente in uso e delle soluzioni analizzate calcolati con la simulazione su software di calcolo illuminotecnico DIALux

Infine, come descritto nell'analisi dello stato attuale dell'impianto di illuminazione di piazza Carlo Emanuele II e delle diverse soluzioni esaminate, è stato affrontato il tema della valutazione energetica dell'impianto mediante il calcolo degli indici di prestazione energetica  $D_p$  "Indice di Densità di Potenza" e  $D_E$  "Indice di Consumo Energetico Annuale", secondo le indicazioni fornite dalla UNI EN 13201:2016 - 5 "Illuminazione stradale - Indicatori delle prestazioni energetiche" (approfondimento in allegato A.1.3: Serie UNI EN 13201). In particolare l'Indice di Densità di Potenza  $D_p$  consente di valutare l'efficacia di un sistema di illuminazione di convertire la potenza elettrica in flusso luminoso e di concentrare tale flusso sulle aree di interesse, mentre l'Indice di Consumo Energetico Annuale  $D_E$  consente di valutare il consumo annuale di energia relativo alle aree da illuminare in funzione dei sistemi di regolazione adottati.

A tal proposito è stato considerato l'impianto riferito alla totalità delle zone fruibili di piazza Carlo Emanuele II (area di riferimento = 11'329 m<sup>2</sup>), basandosi sulla disposizione pressochè omogenea degli apparecchi di illuminazione e sulla contiguità degli spazi, ed è stato adottato un tempo di accensione di 4085 ore corrispondente al dato rilevato nel 2017. Nel caso della valutazione dell'impianto attualmente in uso (e in generale per gli apparecchi in stile Ex Gas Esagonale) è stato incrementato del 15% il valore della potenza installata, così da tenere conto dell'assorbimento del sistema di alimentazione e delle perdite di impianto. Inoltre allo stato attuale non risultano adottati sistemi di regolazione del flusso luminoso emesso tuttavia, per le analisi delle quattro soluzioni individuate, è stata ipotizzata l'applicazione ai soli apparecchi in stile Impero di un sistema di regolazione del flusso luminoso emesso, adottato per i nuovi impianti di illuminazione pubblica a LED della città, che prevede i seguenti step di dimmerazione differenti per fasce orarie:

- 100% dall'accensione alle 24:00 e dalle 06:00 allo spegnimento, 1895 ore nel 2017;
- 90% nella fascia oraria 24:00-01:00, 365 ore nel 2017;
- 70% nella fascia oraria 01:00-06:00, 1825 ore nel 2017.

I parametri caratterizzanti le diverse configurazioni esaminate e i risultati di calcolo degli indici di prestazione energetica vengono riportati nella tabella seguente, evidenziando le variazioni percentuali dei valori legati alle quattro soluzioni analizzate rispetto all'impianto attualmente in uso.

	Potenza installata	Tempo totale di accensione*	Area di riferimento	Illuminamento medio	$D_p$	$D_E$
Stato attuale	20 kW	4085 h	11'329 m <sup>2</sup>	22.33 lux	0.078 W/lux·m <sup>2</sup>	7,1 kWh/m <sup>2</sup>
S1: impero con ottica	15 kW	4085 h*	11'329 m <sup>2</sup>	25.2 lux	0.054 W/lux·m <sup>2</sup>	5,2 kWh/m <sup>2</sup>
$\Delta_{S1-attuale}$ %	-21%	-	-	+13%	-30%	-27%
S2: refitting kit Neri V	12 kW	4085 h*	11'329 m <sup>2</sup>	20.35 lux	0.051 W/lux·m <sup>2</sup>	4,0 kWh/m <sup>2</sup>
$\Delta_{S2-attuale}$ %	-40%	-	-	-9%	-34%	-43%
S3: refitting kit Neri III	12 kW	4085 h*	11'329 m <sup>2</sup>	21.20 lux	0.049 W/lux·m <sup>2</sup>	4,0 kWh/m <sup>2</sup>
$\Delta_{S3-attuale}$ %	-40%	-	-	-5%	-37%	-43%
S4: sistema ottico 3 GM	11 kW	4085 h*	11'329 m <sup>2</sup>	21.05 lux	0.046 W/lux·m <sup>2</sup>	3,8 kWh/m <sup>2</sup>
$\Delta_{S4-attuale}$ %	-44%	-	-	-6%	-41%	-47%

\*con sistema di regolazione del flusso luminoso emesso, con step di dimmerazione prima descritti

Confrontando i dati sopra citati si nota una riduzione della potenza installata che va dal -21% dell'ipotesi di inserimento degli apparecchi in stile Impero nella versione dotata di ottica, al -44% ottenuta ipotizzando l'impiego della piastra a LED con sistema ottico tipo 3 prodotta dall'azienda Ghisamestieri, passando per il -40% ottenuto con le due piastre a LED dei refitting kit tipo V e III dell'azienda Neri. Il valore di illuminamento medio sull'area di interesse viene invece incrementato solo con la prima ipotesi di intervento (si ricorda che i valori di illuminamento medio sulle aree pedonali risultano generalmente sensibilmente superiori al requisito della normativa di riferimento), mentre si riduce del 9% introducendo la piastra a LED con distribuzione fotometrica di tipo rotosimmetrico e del 5-6% con l'uso delle piastre a LED con distribuzione fotometrica di tipo stradale. Tali risultati determinano un decremento dei valori di calcolo dell'Indice di Densità di Potenza  $D_p$  che va dal -30% della prima soluzione al -41% della soluzione 4; inoltre si può sottolineare come a parità di potenza installata la soluzione 3 permette di ottenere un maggior livello di illuminamento medio rispetto alla soluzione 2 e si registra in questi casi una rispettiva riduzione del 37% e del 34% dell'indice  $D_p$ . Considerando infine l'applicazione del sistema di regolazione del flusso luminoso sopra descritto e il decremento della potenza installata al variare della soluzione analizzata si ottiene, oltre al decremento dei valori dell'indice  $D_p$ , una parallela riduzione dei valori dell'indice di Consumo Energetico Annuale.

Tali considerazioni risultano evidenti dalla rappresentazione grafica dei risultati ottenuti dal calcolo dei due indici di prestazione energetica, visibile in Figura 5.5.10, i quali devono essere utilizzati e valutati contemporaneamente secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 13201-5:2016.

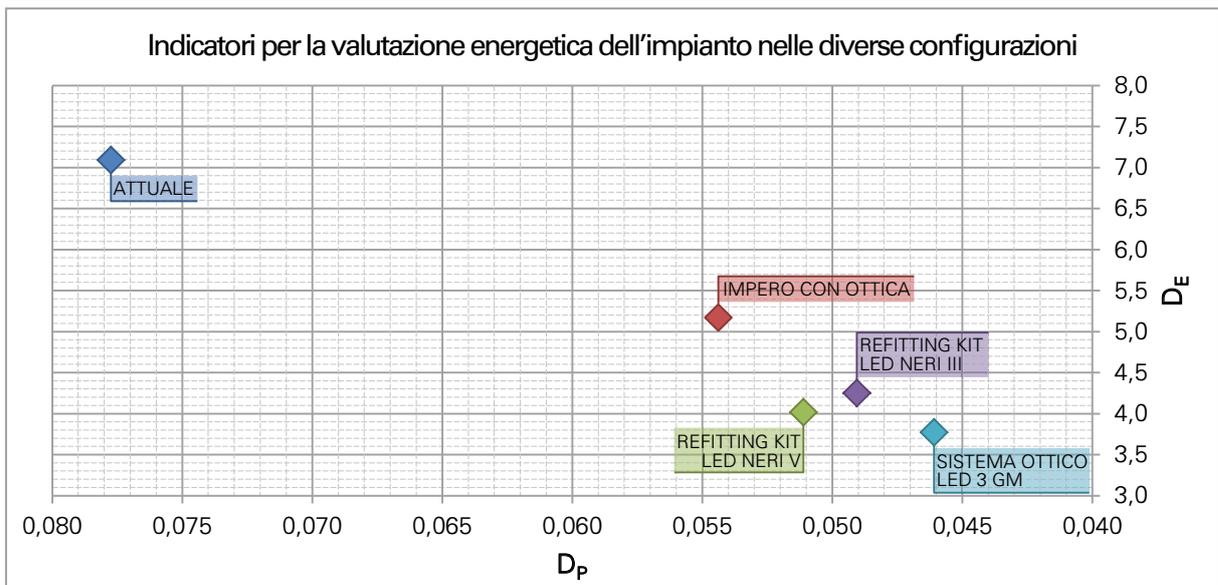


Figura 5.5.10  
Indicatori energetici dell'impianto attualmente in uso e delle soluzioni analizzate

## CONCLUSIONI

Il territorio della città di Torino risulta ancor oggi caratterizzato dalla presenza di numerose tipologie di apparecchi storici di illuminazione, la cui valenza non risiede soltanto nella loro “storicità” intesa come riconducibilità ad un determinato periodo storico ma anche e soprattutto al consolidamento come elementi di arredo urbano nell’immagine diurna e notturna della città. Diffusisi a partire dagli anni Venti del ‘900, quando si inizia a studiare il rapporto che intercorre tra l’apparecchio di illuminazione e il suo inserimento nell’ambiente urbano, connotano, con il loro design, particolari luoghi simboli della città. Dall’indagine condotta su queste armature sono emerse ben 19 differenti tipologie, 17 tutt’ora presenti, che costituiscono circa il 10% degli apparecchi degli impianti di illuminazione pubblica della città; ciascuna di esse è connotata da particolari caratteristiche estetiche e tecniche che vanno a delinearne l’immagine e l’impronta sulla percezione notturna dell’ambiente urbano illuminato. In alcuni casi sono state rilevate modifiche di tipo componentistico, apportate nel corso degli anni quando si sono resi disponibili nuovi modi di generare luce o soluzioni tecnologiche che consentono di migliorare il rendimento del sistema in uso.

La possibilità di intervenire al giorno d’oggi sugli apparecchi storici di illuminazione, al fine di migliorarne le prestazioni illuminotecniche ed energetiche, richiede particolare attenzione e rispetto nei confronti delle peculiarità della singola tipologia, della sua valenza visiva e del contesto in cui si inserisce. Sono stati a tal proposito analizzati gli aspetti di tipo percettivo, tecnologico ed energetico coinvolti nell’ipotesi di conversione a LED di tali elementi, attraverso anche esempi di interventi già effettuati o in corso di sperimentazione su tre tipologie di armature della città di Torino.

Sulla base delle indagini effettuate è stata studiata la conversione a LED dell’apparecchio storico di illuminazione in stile “Impero”, concepito come elemento di arredo urbano per la città di Torino nel corso degli anni Venti del secolo scorso con la sua caratteristica installazione detta “a cornucopia” per la presenza di un elemento centrale su testa-palo e altri cinque disposti circolarmente sui rispettivi bracci di supporto. Oggi, con circa 600 elementi (rappresentanti l’8% degli apparecchi storici della città), contraddistingue aree di particolare rilevanza del centro storico sia dal punto di vista dell’impatto sull’immagine diurna del contesto urbano che della percezione nelle ore notturne con la sua distribuzione fotometrica di tipo diffuso.

Contestualizzando l’intervento nell’ambito di piazza Carlo Emanuele II sono state individuate le criticità legate all’impianto attualmente in uso e, sulla base di queste, ipotizzate quattro diverse soluzioni orientate verso il miglioramento delle prestazioni illuminotecniche ed energetiche nel rispetto della valenza estetica dell’apparecchio stesso e del contesto. In prima ipotesi si è affrontata l’introduzione della versione dotata di ottica dell’apparecchio in stile Impero già prodotta, la quale presenta una distribuzione fotometrica di tipo asimmetrica-stradale; successivamente è stato analizzato il possibile inserimento di sorgenti a LED selezionando alcune tra le soluzioni proposte dai produttori dell’apparecchio in esame, le aziende Neri e Ghisamestieri, in base alle caratteristiche dell’apparecchio di illuminazione e dell’ambito oggetto di studio. In particolare sono state individuate due tipologie di piastre a LED tra le soluzioni ideate dall’azienda Neri per il refitting di lanterne storiche (la prima con distribuzione fotometrica di tipo rotosimmetrica e la seconda di tipo asimmetrica-stradale) e una tipologia di sistema ottico dei moduli LED prodotti da Ghisamestieri, caratterizzati da una distribuzione fotometrica asimmetrica-stradale adatta all’impiego su aree con rilevante ampiezza delle zone da illuminare. Queste sono state valutate e messe a confronto in relazione ai seguenti aspetti: incidenza sulla percezione dell’ambiente urbano, allineamento con i requisiti illuminotecnici per la sicurezza

degli utenti definiti dal quadro normativo di riferimento, risolti in termini di consumo energetico.

I risultati del progetto hanno evidenziato come, per ottenere un miglioramento delle prestazioni illuminotecniche e un risparmio energetico dell'apparecchio storico di illuminazione in stile Impero, si interviene sull'immagine del contesto con particolare influenza sulla percezione delle quinte edilizie prospicienti l'area di interesse. A tal proposito è stata presa come elemento di riferimento la facciata della chiesa di Santa Croce, eretta nel 1718 su progetto dell'architetto di corte Filippo Juvarra e insistente sul lato meridionale di piazza Carlo Emanuele II. Ne è risultata una distribuzione della luce meno diffusa dovuta alla limitazione del flusso luminoso emesso verso l'alto dagli apparecchi di illuminazione in esame, con un abbassamento dei livelli minimi di luminanza rispetto allo stato attuale. L'apparecchio in stile Impero con distribuzione diffusa del flusso luminoso emesso presentava infatti una prestazione non ottimale per l'illuminazione stradale ma consentiva di illuminare le verticalità degli edifici circostanti.

Dalle analisi effettuate si evince la necessità e la possibilità di sviluppare progetti puntuali, pensati per le specifiche funzioni e caratteristiche urbane, introducendo sistemi di illuminazione dedicati e orientandosi così verso la coesistenza di più soluzioni che si completino vicendevolmente. Ne conseguiranno implicazioni di carattere prestazionale ed energetico diverse da quelle che sono le soluzioni attuali; si potrà infatti attuare un sistema di gestione specifico e differenziato, tale da presupporre di garantire i requisiti ottenendo l'ottimizzazione del consumo energetico legato agli impianti di illuminazione pubblica, nell'ottica di una significativa qualità delle condizioni di illuminazione e di fruibilità e valorizzazione del contesto urbano.

## ALLEGATO A: QUADRO NORMATIVO

### A.1: PROGETTO ILLUMINOTECNICO STRADALE

La luce artificiale incide notevolmente e per vari aspetti sugli esseri umani e sullo spazio urbano, investe molteplici temi tra i quali la sicurezza, il comfort visivo, l'influenza su processi fisiologici, il risparmio energetico. Il progetto illuminotecnico stradale deve pertanto essere redatto tenendo conto di tutti i fattori coinvolti; gli indirizzi vengono forniti dalla norma UNI 11248 "*Illuminazione stradale - selezione delle categorie illuminotecniche*" e dalla serie UNI EN 13201, mentre la norma UNI 11630 "*Luce e illuminazione - Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico*" fornisce le linee guida per la redazione del progetto.

#### A.1.1: Norma UNI 11630

I criteri per la stesura del progetto illuminotecnico, pubblico e privato, vengono delineati dalla norma UNI 11630:2016 "*Luce e illuminazione - Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico*" che ne definisce il processo di elaborazione e i contenuti.

Definita come "compendio tra arte e scienza capace di illuminare l'ambiente umano", la progettazione illuminotecnica deve prendere in considerazione aspetti fotometrici, ergonomici ed energetici e secondo la norma deve essere strutturata in quattro livelli:

- studio di fattibilità;
- progetto preliminare o di massima;
- progetto definitivo;
- progetto esecutivo.

Le linee guida si riferiscono al progetto di luce, intendendolo disgiunto dal progetto architettonico ed impiantistico; queste si applicano nei casi di realizzazione, adeguamento e trasformazione di impianti di illuminazione di vari ambiti: ambienti interni ed esterni, impianti sportivi, impianti stradali, impianti architettonici e monumentali interni ed esterni, gallerie e sottopassi. Ai diversi ambiti vengono dedicate quattro appendici informative, per meglio specificare il relativo progetto illuminotecnico, e vengono inoltre forniti i riferimenti alla normativa vigente.

### **A.1.2: Norma UNI 11248**

La norma **UNI 11248 “Illuminazione stradale - selezione delle categorie illuminotecniche”** è stata introdotta nel 2007 con la funzione di fornire una classificazione illuminotecnica delle strade definita sulla base della categorizzazione del Nuovo Codice della Strada. Una nuova versione del 2012 ha apportato alcune modifiche ed ha introdotto l'analisi dei rischi che, effettuata dal progettista, permette di valutare dei parametri di influenza con la conseguente eventuale variazione della categoria illuminotecnica finale.

La versione attualmente in vigore, la **UNI 11248:2016**, è frutto di un recente aggiornamento con il quale è stato rivisto il prospetto che consente di individuare la categoria illuminotecnica di riferimento, viene effettuata una distinzione tra parametri di influenza costanti e variabili e si introducono i riferimenti per i sistemi di illuminazione adattivi.

La categoria illuminotecnica di un impianto deve essere individuata secondo la seguente procedura:

1. definire la categoria illuminotecnica di ingresso:

la strada viene suddivisa in una o più zone di studio con condizioni omogenee dei parametri di influenza, per ognuna di esse viene identificato il tipo di strada che consente di individuare la categoria illuminotecnica secondo il prospetto 1 (riportato in Tabella A.1.2.1)

2. definire la categoria illuminotecnica di progetto:

vengono valutati i parametri di influenza costanti nel lungo periodo del prospetto 2 (riportato in Tabella A.1.2.2) ed eventuali altri individuati dal progettista mediante l'analisi dei rischi, nonché gli aspetti legati al contenimento dei consumi energetici e dell'inquinamento luminoso;

3a. definire una o più categorie illuminotecniche di esercizio:

vengono valutati i parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale del prospetto 3 (riportato in Tabella A.1.2.3) ed eventuali altre considerazioni derivanti dall'analisi dei rischi, nonché gli aspetti legati al contenimento dei consumi energetici e dell'inquinamento luminoso;

3b. adottare un sistema adattivo:

le specifiche per la progettazione dell'impianto e le modalità di variazione della categoria illuminotecnica vengono delineate nell'appendice alla norma D “sistemi di illuminazione adattivi”.

Definita la categoria illuminotecnica stradale tramite la UNI 11248 si fa riferimento alla serie UNI EN 13201 per i relativi requisiti prestazionali (13201:2), nonché per le modalità di calcolo e di misurazione e per la valutazione energetica degli impianti.

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km/h]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) <sup>1)</sup>	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento <sup>2)</sup>	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F <sup>3)</sup>	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) <sup>1)</sup>	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
30		C4/P2	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali <sup>4)</sup>	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare <sup>1)</sup>	30	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792

2) Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa

3) Vedere punto 6.3

4) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge del 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada"

Tabella A.1.2.1

Prospetto 1: Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi, UNI 11248:2016

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto <sup>1) 2)</sup>	1
Segnaletica cospicua <sup>3)</sup> nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse 2) è compito del progettista definire il limite di bassa densità 3) Riferimenti in CIE 137	

Tabella A.1.2.2

Prospetto 2: Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo, UNI 11248:2016

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso orario di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

Tabella A.1.2.3

Prospetto 3: Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di progetto in relazione ai più comuni parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale, UNI 11248:2016

Impianto	Riduzione adottata per la categoria illuminotecnica di progetto rispetto alla categoria di ingresso	Riduzione massima adottata per la categoria illuminotecnica di esercizio	Riduzione massima della categoria di esercizio rispetto alla categoria di ingresso
Normale	0	0	0
		1	1
		2	2
	1	0	1
		1	2
		2	3
	2	0	2
		1	3
Condizioni di traffico stabilmente minori rispetto alla portata di servizio massima	1 (flusso di traffico stabilmente minore del 50%)	0	1
		1	2
		2	3
	2 (flusso di traffico stabilmente minore del 25%)	0	2
		1 (per altri parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale)	3
Impianti adattivi FAI	0	0	0
		1	1
		2	2
		3 (per flusso di traffico minore del 12,5%)	3
	1	0	1
		1	2
		2	3
		3 (per flusso di traffico minore del 12,5%)	4
	2	0	2
		1	3
		2 (per flusso di traffico minore del 12,5%)	4

Tabella A.1.2.4

Prospetto 4: Possibili casi di riduzione della categoria illuminotecnica di ingresso, UNI 11248:2016

### ***A.1.3: Serie UNI EN 13201***

Le norme EN 13201, emanate dal CEI nel 2003, vengono recepite dalle norme nazionali italiane con la serie **UNI EN 13201:2004** così strutturata:

- UNI EN 13201-2: Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali
- UNI EN 13201-3: Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni
- UNI EN 13201-4: Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni

Con un aggiornamento del 2015, recepito nelle norme **UNI EN 13201:2016**, vengono sostituite le precedenti revisionando le parti 2, 3 e 4 e introducendo una nuova sezione “Illuminazione stradale - Parte 5: Indicatori delle prestazioni energetiche”. La serie definisce quindi i requisiti prestazionali, le modalità di calcolo e di misurazione delle prestazioni illuminotecniche e la valutazione energetica degli impianti.

In riferimento alle categorie illuminotecniche stradali la UNI EN 13201-2:2016 definisce i requisiti per l’illuminazione stradale in termini di luminanza, illuminamento, uniformità e controllo dell’abbagliamento al fine di soddisfare le esigenze del compito visivo degli utenti. La classificazione stradale distingue le categorie in relazione all’utente di riferimento:

- Categorie M si riferiscono ai conducenti di veicoli motorizzati su strade con velocità di marcia medio/alte e si basano sulla luminanza del manto stradale;
- Categorie C si riferiscono ai conducenti di veicoli motorizzati, a pedoni e a ciclisti in zone di conflitto e si basano sull’illuminamento della zona della strada;
- Categorie P e HS si riferiscono a pedoni e ciclisti su zone dedicate o lungo la carreggiata stradale e si basano rispettivamente sull’illuminamento orizzontale e sull’illuminamento emisferico sulla zona della strada;
- Categorie complementari SC riferite a situazioni in cui è necessario individuare persone e oggetti e a zone della strada con un particolare tasso di criminalità, si basano sull’illuminamento semicilindrico;
- Categorie complementari EV riferite alla necessità di vedere superfici verticali in particolari zone come pedaggi e intersezioni, si basano sull’illuminamento del piano verticale.

Vengono di seguito riportati i prospetti con la definizione dei requisiti per le diverse categorie illuminotecniche stradali individuate.

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità	
	Asciutto		Bagnato	Asciutto	Asciutto	
	$L$ [minima mantenuta] cd x m <sup>2</sup>	$U_o$ [minima]	$U_l^{a)}$ [minima]	$U_{ow}^{b)}$ [minima]	$f_{TI}^{c)}$ [massima] %	$R_{EI}^{d)}$ [minima]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

a) L'uniformità longiludinale ( $U_l$ ) fornisce una misura della regolarità dello schema ripetuto di zone luminose e zone buie sul manto stradale e, in quanto tale, è pertinente soltanto alle condizioni visive su tratti di strada lunghi e ininterrotti, e pertanto dovrebbe essere applicata soltanto in tali circostanze. I valori indicati nella colonna sono quelli minimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia possono essere modificati allorché si determinano, mediante analisi, circostanze specifiche relative alla configurazione o all'uso della strada oppure quando sono pertinenti specifici requisiti nazionali.

b) Questo è l'unico criterio in condizioni di strada bagnata. Esso può essere applicato in aggiunta ai criteri in condizioni di manto stradale asciutto in conformità agli specifici requisiti nazionali. I valori indicati nella colonna possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.

c) I valori indicati nella colonna  $f_{TI}$  sono quelli massimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia, possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.

d) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti illuminotecnici propri adiacenti alla carreggiata. I valori indicati sono in via provvisoria e possono essere modificati quando sono specificati gli specifici requisiti nazionali o i requisiti dei singoli schemi. Tali valori possono essere maggiori o minori di quelli indicati, tuttavia si dovrebbe aver cura di garantire che venga fornito un illuminamento adeguato delle zone.

Tabella A.1.3.1

Prospetto 1: Categorie illuminotecniche M, UNI EN 13201-2:2016

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	$E$ [minimo mantenuto] lx	$U_o$ [minimo]
C0	50	0,40
C1	30	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,50	0,40

Tabella A.1.3.2

Prospetto 2: Categorie illuminotecniche C basate sull'illuminamento del manto stradale, UNI EN 13201-2:2016

Categoria	Illuminamento orizzontale		Requisito aggiuntivo se è necessario il riconoscimento facciale	
	$E^{a)}$ [minimo mantenuto] lx	$E_{min}$ [mantenuto] lx	$E_{v,min}$ [mantenuto] lx	$E_{sc,min}$ [mantenuto] lx
P1	15,00	3,00	5,0	5,0
P2	10,00	2,00	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	0,6	0,2
P7	Prestazione non determinata			

a) Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non deve essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo di  $E$  indicato per la categoria.

Tabella A.1.3.3

Prospetto 3: Categorie illuminotecniche P, UNI EN 13201-2:2016

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	$E_{hs}$ [minimo mantenuto] lx	$U_o$ [minimo]
HS1	5,00	0,15
HS2	2,50	0,15
HS3	1,00	0,15
HS4	Prestazione non determinata	

Tabella A.1.3.4

Prospetto 4: Categorie illuminotecniche HS, UNI EN 13201-2:2016

Illuminamento semicilindrico	
Categoria	$E_{sc,min}$ [mantenuto] lx
SC1	10,00
SC2	7,50
SC3	5,00
SC4	3,00
SC5	2,00
SC6	1,50
SC7	1,00
SC8	0,75
SC9	0,50

Tabella A.1.3.5

Prospetto 5: Categorie illuminotecniche SC, UNI EN 13201-2:2016

Illuminamento del piano verticale	
Categoria	$E_{v,min}$ [mantenuto] lx
EV1	50,00
EV2	30,00
EV3	10,00
EV4	7,50
EV5	5,00
EV6	0,50

Tabella A.1.3.6

Prospetto 6: Categorie illuminotecniche EV,  
UNI EN 13201-2:2016

Nelle appendici informative alla UNI EN 13201-2 vengono fornite indicazioni per la limitazione dell'abbagliamento debilitante e dell'abbagliamento molesto ad impianto nuovo, per l'illuminazione locale degli attraversamenti pedonali e per la valutazione dell'abbagliamento debilitante per le categorie C e P. Il controllo dell'abbagliamento molesto può essere assunto anche in relazione ai requisiti sugli aspetti ambientali definiti dalla norma stessa; viene a tal proposito considerata l'influenza che gli impianti e le apparecchiature per l'illuminazione stradale possono esercitare sull'apparenza dell'ambiente stradale sia in condizioni diurne che notturne.

La UNI EN 13201-3 definisce le convenzioni e i procedimenti matematici per il calcolo delle prestazioni fotometriche da applicare agli impianti di illuminazione stradale progettati secondo la UNI EN 13201-2. Vengono quindi definiti i campi di calcolo per la luminanza e per l'illuminamento con i relativi apparecchi di illuminazione da considerare, e la posizione dei punti di calcolo. La posizione dell'occhio dell'osservatore per il calcolo della luminanza è fissata ad 1,5m di altezza rispetto al livello della strada e a 60m di distanza dal campo di calcolo, al centro di ciascuna corsia. Rispetto alla UNI

Legenda

- 1 Bordo della zona di studio
- 2 Campo di calcolo
- 3 Larghezza della zona di studio
- 4 Ultimo apparecchio di illuminazione nel campo di calcolo
- 5 Primo apparecchio di illuminazione nel campo di calcolo
- 6 Osservatore
- 7 Direzione di osservazione

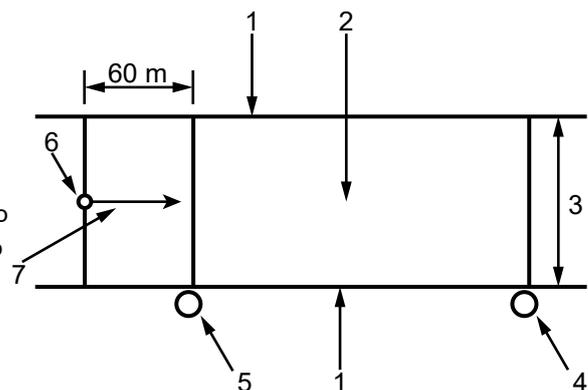


Figura A.1.3.1

Informazioni per i calcoli di luminanza; campo dei calcoli di luminanza per la zona di studio,  
UNI EN 13201-3:2016

EN 13201-3:2004 viene introdotto il calcolo del rapporto di illuminamento al bordo  $R_{EI}$  (Edge Illuminance Ratio) come "valore minimo, ottenuto dalla valutazione su ciascun lato della carreggiata, del rapporto fra l'illuminamento orizzontale medio sulla fascia longitudinale adiacente al bordo della carreggiata e all'esterno di quest'ultima e l'illuminamento orizzontale medio sulla fascia longitudina-

le corrispondente sulla carreggiata”<sup>01</sup>; questo in sostituzione del rapporto di contiguità SR (Surround Ratio), che confrontava i valori di illuminamento orizzontale delle aree limitrofe alla carreggiata con quelli ottenuti sulla carreggiata stessa.

Con la UNI EN 13201-4 vengono individuate le finalità per cui effettuare le misurazioni, le relative convenzioni e gli algoritmi di calcolo delle prestazioni fotometriche da applicare agli impianti progettati secondo la UNI EN 13201-2, nonché i requisiti sulla strumentazione e sulle modalità di misura.

La valutazione energetica dell’impianto introdotta dalla UNI EN 13201-5 si esprime attraverso gli indici di prestazione energetica  $D_p$  e  $D_E$  le cui modalità di calcolo vengono definite dalla norma stessa; i due indici si applicano alle zone appartenenti alle categorie illuminotecniche M, C e P e devono essere utilizzati contemporaneamente.

- Indice di Densità di Potenza  $D_p$ : consente di valutare l’efficacia di un sistema di illuminazione di convertire la potenza elettrica in potenza luminosa e di concentrare tale luce sulle aree di interesse.

$$D_p = \frac{P}{\sum_{i=1}^n (\bar{E}_i \cdot A_i)} = \frac{W}{\text{lux} \cdot \text{m}^2}$$

dove:

$P$  è la potenza [W]

$E_i$  è l’illuminamento calcolato [lux]

$A_i$  è l’area di riferimento [ $\text{m}^2$ ]

- Indice di Consumo Energetico Annuale  $D_E$ : consente di valutare il consumo annuale di energia relativo alle aree da illuminare in funzione degli impianti di regolazione adottati.

$$D_E = \frac{\sum_{j=1}^m (P_j \cdot t_j)}{A} = \frac{Wh}{\text{m}^2}$$

dove:

$P_j$  è la potenza [W]

$t_j$  è il tempo di accensione [h]

$A_i$  è l’area di riferimento [ $\text{m}^2$ ]

---

01 Norma UNI EN 13201-3:2016, Rapporto di illuminamento al bordo  $R_{E1}$ , 8.6

## A.2: INQUINAMENTO LUMINOSO

L'immissione di luce artificiale in ambiente esterno, al di fuori delle aree da illuminare e al di sopra del piano dell'orizzonte, causa un'alterazione della quantità di luce naturalmente presente: questo fenomeno viene definito **inquinamento luminoso**.

Oltre agli apparecchi che disperdono al di fuori della zona di interesse sono fonte di inquinamento luminoso le superfici illuminate stesse che vanno a riflettere una percentuale del flusso luminoso che le raggiunge. Questo secondo fattore risulta difficile da controllare ma un'attenta azione progettuale volta a concentrare nell'area di interesse la luce emessa dall'impianto (utilanza) consente di ridurre le dispersioni.

Le problematiche causate dall'inquinamento luminoso vanno dall'influenza sulla percezione che abbiamo dell'ambiente in cui viviamo all'aspetto energetico ed economico dove rappresenta un fattore di spreco di risorse.

Ai fini della presente trattazione si andranno ad analizzare le disposizioni in materia di inquinamento luminoso evidenziando le ricadute prescrittive dal livello nazionale al territorio comunale torinese e le disposizioni a livello regionale in Lombardia e in Toscana per fornire un quadro più ampio e di confronto dei diversi approcci al tema.

### A.2.1: Legislazione nazionale: Norma UNI 10819:1999

A livello nazionale la **Norma UNI 10819:1999** “*Luce e illuminazione, Impianti di illuminazione esterna, Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso*” prescrive i requisiti degli impianti di illuminazione esterna di nuova realizzazione ad esclusione di quelli per gallerie e di sottopassi, della segnaletica luminosa di sicurezza ed delle insegne pubblicitarie dotate di illuminazione propria.<sup>02</sup>

Il parametro con cui viene espresso questo fattore è il **rapporto medio di emissione superiore  $R_n$**  il quale indica il rapporto tra somma dei flussi luminosi superiori di progetto  $\phi_{\theta,\psi}$ , estesa a  $n$  apparecchi di illuminazione e la somma dei flussi luminosi totali  $\phi_t$  emessi dagli stessi apparecchi, espresso in per cento.<sup>03</sup>

$$R_n = \frac{\sum_n \phi_{\theta,\psi}}{\sum_n \phi_t} 100$$

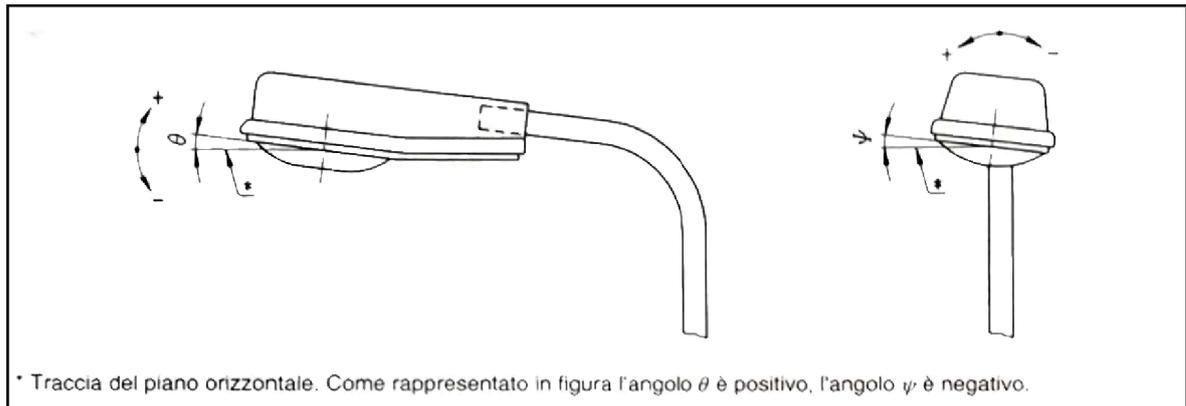
Per flusso luminoso superiore di progetto (espresso in lume) si intende il flusso luminoso emesso nell'emisfero superiore da un apparecchio di illuminazione nelle condizioni nominali di installazione  $\theta$  e  $\psi$ .<sup>04</sup>

---

02 Norma UNI 10819:1999 “*Luce e illuminazione, Impianti di illuminazione esterna, Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso*”, Scopo e campo di applicazione.

03 Norma UNI 10819:1999, Termini e definizioni, 3.6.

04 Norma UNI 10819:1999, Termini e definizioni, 3.5.



**Figura A.2.1.1**

Norma UNI 10819:1999, Definizione degli angoli  $\theta$  e  $\psi$

In riferimento ad una classificazione degli impianti per destinazione d'uso/necessità di sicurezza (5 classi: da "Tipo A" dove la sicurezza rappresenta una priorità, a "Tipo E" che raccoglie gli impianti temporanei o di carattere ornamentale) e delle zone del territorio comunale in relazione al grado di protezione dall'illuminazione necessaria (3 classi dove in "Zona 1" ricade il territorio compreso nel raggio di 5 km dagli osservatori astronomici)<sup>05</sup>, vengono definiti i valori massimi ammissibili di  $R_n$ .<sup>06</sup>

Tipo A	Impianti dove la sicurezza è a carattere prioritario, per esempio illuminazione pubblica di strade, aree a verde pubblico, aree a rischio, grandi aree
Tipo B	Impianti sportivi, impianti di centri commerciali e ricreativi, impianti di giardini e parchi privati
Tipo C	Impianti di interesse ambientale e monumentale
Tipo D	Impianti pubblicitari realizzati con apparecchi di illuminazione
Tipo E	Impianti a carattere temporaneo ed ornamentale, quali per esempio le luminarie natalizie

**Tabella A.2.1.1**

Norma UNI 10819:1999, Classificazione degli impianti di illuminazione

Zona 1	Zona altamente protetta ad illuminazione limitata (per esempio: osservatori astronomici o astrofisici di rilevanza internazionale). Raggio dal centro di osservazione, $r = 5$ km
Zona 2	Zona protetta intorno alla Zona 1 o intorno ad osservatori a carattere nazionale e/o di importanza divulgativa. Raggio dal centro di osservazione $r = 5$ km, 10 km, 15 km o 25 km, in funzione dell'importanza del centro
Zona 3	Territorio nazionale non classificato nelle Zone 1 e 2

**Tabella A.2.1.2**

Norma UNI 10819:1999, Classificazione delle zone

<sup>05</sup> Norma UNI 10819:1999, Classificazioni.

<sup>06</sup> Norma UNI 10819:1999, Criteri di valutazione degli impianti.

Tipo di impianto	$R_n$ max. %		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3
A, B, C, D	1	5	10
E	Non ammessi	Ammessi solo se soggetti ad orario regolamentato	Ammessi

**Tabella A.2.1.3**

Norma UNI 10819:1999, Valori massimi di  $R_n$  in %

I suddetti valori si applicano in presenza di un Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale (PRIC); per i comuni non dotati di questo strumento di pianificazione si adottano i valori riportati nella tabella seguente ipotizzando che il 65% degli impianti sia di tipo stradale e il restante 35% di tipo non stradale.<sup>07</sup>

Tipo di impianto	$R_n$ max. %		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3
A, stradale	1	3	3
A, non stradale, B, C, D	1	9	23

**Tabella A.2.1.4**

Norma UNI 10819:1999, Valori massimi di  $R_n$  in % in assenza di PRIC

Pur riconoscendo che la grandezza più adatta per caratterizzare la dispersione di luce verso l'alto è il flusso luminoso emesso nell'emisfero superiore, in presenza di particolari difficoltà nel calcolo di  $\phi_{\theta,\psi}$ , come nei casi di illuminazione dal basso verso l'alto di monumenti o di edifici a contorno complesso e per impianti di potenza nominale fino a 5 kW, in alternativa al metodo seddeto è accettata la conformità dell'impianto alla presente norma, qualora i valori d'intensità luminosa oltre il contorno dell'opera, intesa come la più semplice figura geometrica riconducibile all'oggetto illuminato, non superino quelli indicati nella seguente tabella.<sup>08</sup>

Tipo di impianto	Intensità massima nell'emisfero superiore cd/klm		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3
A	5	15	30
B	5	30	80
C	5	100	200
D	5	100	200
E	Non ammessi	Ammessi solo se soggetti ad orario regolamentato	Ammessi

**Tabella A.2.1.5**

Norma UNI 10819:1999, Valori dell'intensità massima nell'emisfero superiore

<sup>07</sup> Norma UNI 10819:1999, Appendice C: modello di distribuzione degli impianti di illuminazione in assenza di un Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale (PRIC)

<sup>08</sup> Norma UNI 10819:1999, Criteri di valutazione degli impianti.

## ***A.2.2: Regolamentazione regionale; Legge Regionale Piemonte 24 marzo 2000, n. 31 e s.m.i.***

Tra la fine degli anni '90 e i primi anni 2000 quindici regioni italiane si sono dotate di leggi che regolamentano il sistema di illuminazione al fine di limitare le dispersioni di flusso luminoso (Lombardia 17/00, Emilia-Romagna 113/03, Marche 10/02, Lazio 23/00, Campania 13/02, Veneto 22/97, Toscana 37/00, Piemonte 31/00, Valle d'Aosta 17/98, Basilicata 41/00, Abruzzo 12/05, Umbria 20/05, Puglia 15/05, Friuli-Venezia Giulia 15/07, Liguria 22/07).<sup>09</sup> Se la maggior parte di esse sancisce un superamento della Norma UNI 10819, nel caso del Piemonte, della Valle d'Aosta e della Basilicata vengono emanate leggi regionali che stabiliscono una conformità dei nuovi impianti alle norme tecniche dell'Ente Italiano di Unificazione (UNI) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).

A questo proposito la **Legge Regionale del Piemonte 24 marzo 2000 n. 31**, "*Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche*" (modificata dalla L.R. 23 marzo 2004 n. 8 e dalla L.R. 29 ottobre 2015 n. 23) prescrive che tutti gli impianti di illuminazione esterna di nuova realizzazione o in rifacimento, dovranno essere adeguati alle norme tecniche dell'Ente italiano di unificazione (UNI) e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI) che definiscono i requisiti di qualità dell'illuminazione stradale e delle aree esterne in generale per la limitazione dell'inquinamento luminoso; la Giunta regionale, con proprio provvedimento, potrà individuare ulteriori criteri tecnici da osservare per le nuove installazioni e l'adeguamento di quelle esistenti, nonché le fattispecie da sottoporre a collaudo (Articolo 3 - Norme tecniche). La legge stessa, all'Articolo 5, demanda alle Province la definizione di apposite linee guida per la sua applicazione. All'Articolo 6 vengono incaricati i comuni di approvare i Piani Regolatori dell'Illuminazione al fine di ridurre l'inquinamento luminoso ottico e migliorare l'efficienza luminosa degli impianti in relazione alle specificità territoriali; i comuni che non si dotano di questo strumento di pianificazione devono osservare le linee guida definite dalla provincia di riferimento.

### ***A.2.2.1: Linee guida per la limitazione dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico***

Al fine di fornire indicazioni per l'applicazione della L.R. 24/03/00, n. 31, sono state definite le "*Linee Guida per la limitazione dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico*" nell'ambito del Contratto di ricerca tra Politecnico di Torino – Dipartimento di Energetica e Regione Piemonte – Settore programmazione e risparmio in materia energetica. In questa sede il Dipartimento di Energetica del Politecnico di Torino ha svolto la funzione di supporto specialistico per la Regione Piemonte in particolare individuando le aree del territorio regionale più sensibili all'inquinamento luminoso e i comuni situati nelle stesse.<sup>10</sup>

Il campo di applicazione comprende i settori dell'illuminazione pubblica, stradale e decorativa, e può essere esteso all'illuminazione esterna del settore privato. La metodologia proposta considera il progetto della luce quale strumento integrato a livello urbanistico e assume quali obiettivi prioritari da conseguire:

- la riduzione dell'inquinamento luminoso;
- la sostenibilità ambientale;
- il risparmio energetico;

<sup>09</sup> Sito [lightpollution.it](http://lightpollution.it) - Leggi, normative e regolamenti italiani

<sup>10</sup> Sito ufficiale della Regione Piemonte, B. U. n. 48 del 30 / 11 / 2006, Deliberazione della Giunta Regionale 20 novembre 2006, n. 29-4373

- la qualità della luce.

Le Linee Guida sono articolate in quattro sezioni e una appendice:

- la prima sezione si configura come supporto conoscitivo, attraverso l'analisi del concetto di inquinamento luminoso alla luce dei quattro obiettivi assunti: riduzione dell'inquinamento luminoso, sostenibilità ambientale, risparmio energetico e qualità della luce;
- la seconda sezione presenta la legislazione e la normativa tecnica in tema di inquinamento luminoso;
- la terza sezione descrive la situazione in Piemonte attraverso la definizione delle aree a maggiore sensibilità all'inquinamento luminoso individuate sul territorio regionale, alle relative zone di pertinenza e ai valori di soglia;
- la quarta sezione definisce alcuni criteri progettuali per l'illuminazione di ambienti esterni coerenti per conseguire gli obiettivi assunti e analizza le soluzioni tecnologiche e le strategie di gestione disponibili, predisponendo una serie di schede tecniche;
- l'appendice riporta un glossario e i riferimenti bibliografici essenziali.<sup>11</sup>

Facendo riferimento alla prima sezione, al capitolo terzo "Inquinamento luminoso e ambiti di illuminazione di esterni" si delineano i principali ambiti di interesse della progettazione illuminotecnica: illuminazione pubblica, illuminazione decorativa, illuminazione privata, insegne pubblicitarie. Di seguito si riportano le definizioni dei primi due ambiti in quanto particolarmente efficaci al presente lavoro di tesi:

*Illuminazione pubblica:*

Per illuminazione pubblica si intende principalmente l'illuminazione stradale e del contesto urbano che ha, quale scopo prioritario di **garantire la sicurezza veicolare e pedonale nelle ore notturne**. Ad essa è essenzialmente riferita la L.R. 31/2000

*Illuminazione decorativa:*

L'illuminazione decorativa può richiedere impianti anche molto diversificati in relazione all'oggetto che deve essere illuminato (monumento, edificio, piazza, ecc.). Di solito, la potenza assorbita dagli impianti di illuminazione decorativa costituisce una piccola frazione di quella richiesta globalmente per l'illuminazione pubblica. **Non rivestono quindi prioritario rilievo parametri come consumi energetici e luce emessa verso l'alto**, anche perché si tratta di impianti di illuminazione sottoposti ad orario regolamentato, ossia parzializzati o spenti ad una cert'ora della notte, e/o sottoposti a tutela. In entrambi i casi **devono quindi essere considerati in deroga alla L.R. 31/2000**. Per questo tipo di illuminazione **possono essere anche adottati apparecchi di illuminazione tradizionali o storici**, prestando però attenzione alle tipologie di apparecchi con caratteristiche illuminotecniche migliorate, quali ad esempio "lanterne" in cui sono stati introdotte ottiche dotate di riflettore atto a ridurre i consumi energetici e il flusso luminoso verso l'alto.

Le prescrizioni volte alla limitazione dell'inquinamento luminoso vengono indicate nella terza sezione. Dopo aver individuato le aree a maggiore sensibilità all'inquinamento luminoso sul territorio piemontese in base alla presenza di osservatori astronomici e di aree naturalistiche, vengono definite le relative zone di pertinenza e le fasce di rispetto sul territorio regionale. Nel caso di osservatori astronomici, le fasce di rispetto sono definite da un cerchio con il centro posizionato nel punto di osservazione e raggio di influenza variabile con l'importanza dell'osservatorio (rilevanza internazionale, rilevanza nazionale e/o importanza divulgativa) mentre le aree naturali vengono classificate in zona 1 e 2 a seconda dell'importanza (non sono state assunte fasce di rispetto e la zona di rispetto equivale

---

11 *Linee Guida per la limitazione dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico*, Premessa

quindi all'estensione reale dell'area).<sup>12</sup>

Viene di seguito riportata la tabella con la definizione delle zone di pertinenza sul territorio regionale.

Zona 1	Zona altamente protetta ad illuminazione limitata (per esempio: osservatori astronomici o astrofisici di rilevanza internazionale). Raggio dal centro di osservazione $r = 5$ km. Siti Natura 2000 (estensione reale).
Zona 2	Zona protetta intorno alla Zona 1 o intorno ad osservatori ad uso pubblico. Raggio dal centro di osservazione $r = 5$ km e 10 km, in funzione dell'importanza del centro. Aree Naturali Protette (estensione reale).
Zona 3	Zona intorno ad osservatori a carattere privato. Territorio non classificato in Zona 1 e 2.

Tabella A.2.2.1

Linee guida della Regione Piemonte per l'applicazione della L.R. 31/2000, Definizione delle zone di pertinenza sul territorio regionale

Il territorio del comune di Torino risulta compreso in parte nelle zone 1 e 2.

Come parametro caratterizzante le aree a diversa sensibilità viene assunto il rapporto medio di emissione superiore  $R_n$  così come definito nella Norma UNI 10819:1999, i valori limite di riferimento sono pertanto quelli riportati in Tabella A.2.1.3 e in Tabella A.2.1.4.

#### A.2.2.2: Linee guida della Provincia di Torino per l'applicazione della L.R. 31/2000

La Provincia di Torino ha approvato con deliberazione del Consiglio Provinciale n. 330414 del 10 febbraio 2004 le “Linee Guida per l'applicazione della L.R. 31/2000”. Nella parte I degli “Indirizzi e disposizioni per la prevenzione e la lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche” viene illustrato il quadro normativo di riferimento per la progettazione e realizzazione degli impianti di illuminazione pubblica; segue poi il documento “Guida alla preparazione del PRIC: Metodi, collaudi e verifiche”.

Analizziamo in questa sede la sezione “Disposizioni legali e normative a carattere illuminotecnico” la quale fa riferimento alle previsioni della Norma UNI 10819:1999 così come prescritto dalla L.R. 31/2000, riportando quindi la classificazione degli impianti di illuminazione e la classificazione delle zone sopra citate (Tabella 1 e Tabella 2). In merito ai criteri di valutazione degli impianti viene specificato quanto segue: un centro urbano viene considerato un'unica sorgente di luce, caratterizzato dal punto di vista dell'inquinamento luminoso dal rapporto medio di emissione superiore  $R_n$ , ossia dal rapporto fra il flusso luminoso complessivamente emesso verso l'alto **da tutti gli apparecchi di illuminazione della città** ed il flusso luminoso totale emesso dagli stessi apparecchi.<sup>13</sup> Nei Comuni che si dotano del PRIC quest'ultimo deve definire le tipologie degli apparecchi di illuminazione da impiegare al fine di limitare il valore di  $R_n$  secondo quanto prescritto dalla UNI 10819 (Tabella A.2.1.3) per l'intera città.

<sup>12</sup> Linee Guida per la limitazione dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico, Sezione III.2

<sup>13</sup> Linee guida per l'applicazione della L.R. 31/2000, Indirizzi e disposizioni per la prevenzione e la lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche, 5.3 Emissione verso l'alto dagli apparecchi di illuminazione, Criteri di valutazione degli impianti

***A.2.3: Proposta di Legge Regionale 30 ottobre 2014, n. 71 “Modifiche alla legge regionale 24 marzo 2000, n. 31 (Disposizioni per la prevenzione e lotta all’inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche)”***

Come abbiamo visto in Piemonte la normativa regionale che regola gli impianti di illuminazione esterna prescrive l’adeguamento alle norme tecniche dell’Ente italiano di unificazione (UNI) e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI). Nel 2014 con la **Proposta di Legge Regionale n. 71 “Modifiche alla legge regionale 24 marzo 2000, n. 31 (Disposizioni per la prevenzione e lotta all’inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche)”** sono state avanzate ipotesi di modifica della legge attualmente in vigore che riguarderebbero: l’articolo 3 - Norme tecniche, l’articolo 7 - Deroghe, l’articolo 9 - Sanzioni.

Il nuovo Articolo 3 - Norme tecniche, stabilisce i requisiti minimi dei nuovi impianti di illuminazione esterna pubblica e privata ai quali La Regione e le Province devono adeguare le linee guida regionali e provinciali. Oltre a dover essere dotati di progetto illuminotecnico realizzato ed asseverato da professionista abilitato iscritto a ordini o collegi professionali, completo di relazione tecnica e misurazioni fotometriche dell’apparecchio firmate, circa la veridicità delle misure, dal responsabile tecnico del laboratorio che le ha emesse in regime di qualità<sup>14</sup>, i nuovi impianti devono:

- essere costituiti da apparecchi illuminanti aventi un’**intensità luminosa massima compresa fra 0 e 0.49 candele (cd) per 1000 lm (lumen) di flusso luminoso totale emesso per angoli gamma maggiori o uguali a 90 gradi**. In particolare gli apparecchi per uso funzionale di strade, piste ciclabili, aree o percorsi pedonali e spazi destinati all’uso pubblico, devono avere un rendimento percentuale superiore al 55 per cento, inteso come rapporto tra flusso luminoso in uscita dall’apparecchio e flusso luminoso emesso dalla sorgente o dalle sorgenti interne;
- essere equipaggiati con sorgenti luminose ad elevata tecnologia quali al sodio alta pressione o analoghe ma con efficienza delle sorgenti (lampade tradizionali) o dei moduli di sorgenti (per sorgenti a led) superiore ai 90 lm/W (lumen su watt) e una temperatura di colore inferiore a 3500K.

Le suddette prescrizioni si applicano anche al rifacimento degli impianti esistenti, o che prevedano la sola sostituzione degli apparecchi illuminanti; per questi ultimi, sino a 5 punti luce, non è obbligatoria la realizzazione del progetto illuminotecnico.<sup>15</sup>

Vengono stabiliti requisiti minimi anche in termini di illuminamento e di luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare nonché di dotazione di sistemi per la riduzione e il controllo del flusso luminoso.<sup>16</sup>

La sostituzione dell’articolo 7 della l.r. 31/2000 riguarda le installazioni che possono andare in deroga alle nuove disposizioni; alcune categorie venivano già previste dalla precedente normativa (lettere a), b), d)), altre sono state integrate (lettera g)) o aggiunte (lettere c), e), f)):

- a) sorgenti di luce già strutturalmente protette: porticati, logge, gallerie e in generale quelle installa-

---

14 Articolo 1 (Sostituzione dell’articolo 3 della l.r. 31/2000), comma 1, lettera a), Proposta di Legge Regionale 30 ottobre 2014, n. 71 “Modifiche alla legge regionale 24 marzo 2000, n. 31 (Disposizioni per la prevenzione e lotta all’inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche)”

15 Articolo 1 (Sostituzione dell’articolo 3 della l.r. 31/2000), comma 2, Proposta di Legge Regionale 30/10/2014, n. 71

16 Articolo 1 (Sostituzione dell’articolo 3 della l.r. 31/2000), comma 1, lettere d) ed e), Proposta di Legge Regionale 30/10/2014, n. 71

zioni che per loro posizionamento non possono diffondere luce verso l'alto;

b) sorgenti di luce non a funzionamento continuo che non risultino comunque attive oltre due ore dal tramonto del sole;

c) gli impianti di modesta entità, accompagnati da dichiarazione di conformità rilasciata dall'installatore e dotati di piccole sorgenti tipo fluorescenza o gruppi di sorgenti tipo led, di flusso totale emesso in ogni direzione dalle sorgenti stesse non superiore a 1500 lm (lumen) per singolo apparecchio, nonché con flusso emesso verso l'alto per singolo apparecchio non superiore a 450 lm (lumen) e per l'intero impianto, non superiore a 2250 lm (lumen);

d) gli impianti di uso saltuario e eccezionale, purché destinati ad impieghi di protezione, sicurezza o interventi di emergenza;

e) impianti di segnalazione stradale, navale o aerea, o impianti provvisori utilizzati per feste patronali o natalizie;

f) gli impianti sportivi di oltre 5000 posti a sedere, impiegando sorgenti del tipo a ioduri metallici;

g) gli impianti d'illuminazione degli edifici e monumenti di rilievo storico o artistico, per i quali è consentita l'illuminazione dal basso verso l'alto, purché se ne preveda lo spegnimento entro le ore 24 e che la luminanza media mantenuta sulla superficie interessata sia inferiore a 2 cd/m<sup>2</sup> (candela al metro quadrato), nonché il flusso verso l'alto, non intercettato dalla sagoma, non superi il 10 per cento di quello nominale che fuoriesce dall'impianto nel suo complesso.<sup>17</sup>

La novità introdotta dalla sostituzione dell'articolo 9 della l.r. 31/2000 consiste nell'introduzione dei divieti oltre alle già stabilite sanzioni. In particolare viene vietato l'utilizzo di fasci di luce fissi o roteanti, di qualsiasi colore o potenza, quali fari, fari laser e giostre luminose, o altri tipi di richiami luminosi come palloni aerostatici luminosi o immagini luminose che disperdono luce verso la volta celeste, siano essi per mero scopo pubblicitario o voluttuario, anche se di uso temporaneo sono vietati su tutto il territorio regionale. È altresì vietata l'illuminazione di elementi e monumenti del paesaggio di origine naturale.<sup>18</sup> Viene infine definito il ruolo dell'agenzia regionale per l'ambiente ARPA Piemonte, quale supporto nell'applicazione della legge agli impianti pubblici e privati, sia su richiesta degli enti locali, che degli Osservatori astronomici e delle associazioni che si occupano del contenimento dell'inquinamento luminoso<sup>19</sup>

---

17 Articolo 2 (Sostituzione dell'articolo 7 della l.r. 31/2000), comma 1, Proposta di Legge Regionale 30/10/2014, n. 71

18 Articolo 3 (Sostituzione dell'articolo 9 della l.r. 31/2000), comma 4, Proposta di Legge Regionale 30/10/2014, n. 71

19 Articolo 3 (Sostituzione dell'articolo 9 della l.r. 31/2000), comma 5, Proposta di Legge Regionale 30/10/2014, n. 71

#### **A.2.4: Lombardia**

La Regione Lombardia ha regolamentato gli impianti di illuminazione in tema di inquinamento luminoso sin dal 2000 con la Legge Regionale 27 marzo 2000, n. 17 “*Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all’inquinamento luminoso*” che nel corso degli anni è stata più volte modificata (L.R. 5/05/2004, n. 12; L.R. 21/12/2004, n. 38; L.R. 20/12/2005, n. 19; L.R. 27/02/2007, n. 5) ed è stata infine abrogata con la L.R. 5/10/2015 n. 31 attualmente in vigore.

La **Legge Regionale 5 ottobre 2015, n. 31** “*Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell’inquinamento luminoso*” persegue l’efficientamento degli impianti di illuminazione esterna attraverso l’impiego di sorgenti luminose a ridotto consumo e a elevate prestazioni illuminotecniche, il risparmio energetico mediante il contenimento dell’illuminazione artificiale, la salvaguardia delle condizioni naturali nelle zone di particolare tutela dall’inquinamento luminoso e la riduzione dell’inquinamento luminoso sul territorio regionale, nell’interesse della tutela della salute umana dei cittadini, della biodiversità e degli equilibri ecologici.<sup>20</sup>

Viene introdotto il “documento di analisi dell’illuminazione esterna” (DAIE), in sostituzione del piano regolatore dell’illuminazione comunale, come documento comunale di censimento degli impianti di illuminazione esterna, di individuazione delle criticità, delle opportunità e delle modalità di riqualificazione ai fini del risparmio energetico e di riduzione dell’inquinamento luminoso.<sup>21</sup>

In riferimento all’articolo 4 “Funzioni della Regione” (commi 2, 3 e 5) spetta alla Giunta regionale la definizione di un regolamento attuativo che stabilisca in particolare, le norme tecniche riguardanti le prestazioni energetiche minime, la dispersione del flusso luminoso oltre il piano dell’orizzonte, il sovradimensionamento rispetto al livello minimo di luminanza degli impianti di illuminazione, le modalità d’impiego degli impianti di illuminazione dedicati alle attività sportive, all’illuminazione dei monumenti, alle insegne e ad altri ambiti specifici. Il regolamento dispone specifiche prescrizioni per la redazione del DAIE, e disciplina le modalità di esercizio delle funzioni di vigilanza e controllo in capo ai comuni. Definisce, altresì, la procedura da seguire per garantire la pubblicità dei dati in materia di illuminazione esterna, inquinamento luminoso e relativomonitoraggio.<sup>22</sup>

Tuttavia già all’articolo 3 “Ambito di applicazione e disposizioni generali”, comma 3, lettera a), si specifica che gli apparecchi di illuminazione esterna garantiscono **la non dispersione del flusso luminoso oltre il piano dell’orizzonte** oltre che:

- b) i requisiti di prestazione energetica, come definiti dal regolamento;
- c) i requisiti relativi alla sicurezza fotobiologica, come definiti dal regolamento;
- d) la non alterazione del ritmo circadiano;
- e) il rispetto delle esigenze di tutela della biodiversità e i diversi equilibri biologici.

---

20 Art. 1: Finalità, Legge Regionale 5 ottobre 2015, n. 31 “*Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell’inquinamento luminoso*”

21 Art. 2: Definizioni, comma 2, lettera c), L.R. 31/2015

22 Art. 4: Funzioni della Regione, commi 2, 3, 5, L.R. 31/2015

### **A.2.5: Toscana**

In Toscana la prima legge contro l'inquinamento luminoso è stata la L.R. 21 marzo 2000, n. 37 "*Norme per la prevenzione dell'inquinamento luminoso*" con la quale veniva indicata l'adozione di un Piano Regionale di Prevenzione dell'Inquinamento Luminoso (P.R.P.I.L.) come strumento di pianificazione per disciplinare l'attività della Regione e dei Comuni fornendo anche linee guida per la stesura del Piano Comunale della Illuminazione Pubblica. La suddetta Norma è stata abrogata poi con la **L.R. 24 febbraio 2005**, n. 39 "*Disposizioni in materia di energia*", Capo VI - *Disposizioni per la tutela dall'inquinamento luminoso*; la stessa stabilisce il riferimento per le amministrazioni agli indirizzi e prescrizioni dettati dal Piano Ambientale ed Energetico Regionale - PAER.

Il **Piano Ambientale ed Energetico Regionale** - PAER, istituito dall L.R. 14/2007 ed approvato con d.C.R. n. 10 dell' 11 febbraio 2015, è lo strumento di programmazione ambientale ed energetica della Regione Toscana (assorbe il Piano Indirizzo Energetico Regionale - PIER, il Piano Regionale di Azione Ambientale - PRAA e il Programma Regionale per le Aree Protette); si struttura in 4 Obiettivi Generali, che richiamano le quattro Aree di Azione Prioritaria del VI Programma di Azione dell'Unione Europea. L' obiettivo generale costituisce la cornice entro cui sono inseriti gli obiettivi specifici; accanto ai quali si inseriscono le azioni di sviluppo trasversale che, per loro natura, pongono l'accento sul valore aggiunto dell'integrazione e che quindi non sono inseriti all'interno di una unica matrice ambientale.<sup>23</sup>

Vengono riportati di seguito i 4 Obiettivi generali:

- **A. CONTRASTARE I CAMBIAMENTI CLIMATICI E PROMUOVERE L'EFFICIENZA ENERGETICA E LE ENERGIE RINNOVABILI** - La sfida della Toscana deve soprattutto essere orientata a sostenere ricerca e innovazione tecnologica per favorire la nascita di nuove imprese della green economy. Il PAER risulterà efficace se saprà favorire l'azione sinergica tra soggetti pubblici e investitori privati per la creazione di una vera e propria economia green che sappia includere nel territorio regionale le 4 fasi dello sviluppo:
  - 1) Ricerca sull'energia rinnovabile e sull'efficienza energetica
  - 2) Produzione impianti (anche sperimentali)
  - 3) Installazione impianti
  - 4) Consumo energeticamente sostenibile (maggiore efficienza e maggiore utilizzo di FER).
- **B. TUTELARE E VALORIZZARE LE RISORSE TERRITORIALI, LA NATURA E LA BIODIVERSITÀ** - L'aumento dell'urbanizzazione e delle infrastrutture, assieme allo sfruttamento intensivo delle risorse, produce evidenti necessità rivolte a conciliare lo sviluppo con la tutela della natura. Il PAER raggiungerà tuttavia il proprio scopo laddove saprà fare delle risorse naturali non un vincolo ma un fattore di sviluppo, un elemento di valorizzazione e di promozione economica, turistica, culturale. In altre parole, un volano per la diffusione di uno sviluppo sempre più sostenibile.
- **C. PROMUOVERE L'INTEGRAZIONE TRA AMBIENTE, SALUTE E QUALITÀ DELLA VITA** - È ormai accertata l'esistenza di una forte relazione forte tra salute dell'uomo e qualità dell'ambiente naturale: un ambiente più salubre e meno inquinato consente di ridurre i fattori di rischio per la salute dei cittadini. Pertanto, obiettivo delle politiche ambientali regionali deve essere quello di operare alla salvaguardia della qualità dell'ambiente in cui viviamo, consentendo al

<sup>23</sup> PAER, Disciplinare di piano febbraio 2015; Cap. 2. Struttura del PAER: il metaobiettivo, gli obiettivi generali e i progetti speciali - Gli Obiettivi Generali p. 28

tempo stesso di tutelare la salute della popolazione.

- D. PROMUOVERE UN USO SOSTENIBILE DELLE RISORSE NATURALI - L'iniziativa comunitaria intitolata "Un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse" si propone di elaborare un quadro per le politiche volte a sostenere la transizione verso un'economia efficace nell'utilizzazione delle risorse. Ispirandosi a tali principi e rimandando la gestione dei rifiuti al Piano Regionale Rifiuti e Bonifiche, il PAER concentra la propria attenzione sulla risorsa acqua, la cui tutela rappresenta una delle priorità non solo regionali ma mondiali, in un contesto climatico che ne mette a serio pericolo l'utilizzo.

Ai fini della presente trattazione analizziamo l'**obiettivo specifico C.2: Ridurre la percentuale di popolazione esposta all'inquinamento acustico, all'inquinamento elettromagnetico e alle radiazioni ionizzanti e all'inquinamento luminoso**. L'inquinamento luminoso è l'alterazione del livello di luce naturalmente presente nell'ambiente notturno ed è causato dall'uso improprio della luce artificiale. Per contenerlo occorre illuminare razionalmente senza disperdere luce laddove non è richiesta, ad esempio verso il cielo o nelle case, ma solo dove essa è funzionalmente dedicata, ad esempio le superfici stradali. È quindi necessario azzerare l'inquinamento luminoso diretto utilizzando apparecchi completamente schermati ad alto rendimento, minimizzare l'inquinamento luminoso indiretto riducendo gli illuminamenti ai valori minimi di sicurezza indicati nelle norme tecniche, massimizzare le interdistanze tra i sostegni dei corpi illuminanti, utilizzare sorgenti ad alta efficienza con ridotte emissioni agli estremi dello spettro luminoso. Quindi, la riduzione dei flussi luminosi a orari stabiliti su tali impianti efficienti consentono di abbassare ulteriormente la bolletta energetica e i livelli di CO<sub>2</sub> emessi: otterremo una migliore efficienza della pubblica illuminazione con notevole riduzione dei costi per la salute, l'ambiente il paesaggio, il turismo.<sup>24</sup> L'Allegato 1 all'obiettivo C2 "L.R. 39/2005 - Criteri tecnici per la progettazione, realizzazione e gestione di impianti di illuminazione esterna" definisce quindi i criteri tecnici, confermando però quelli già indicati dal precedente PIER 2008 in quanto risultano ancora tecnicamente adeguati e rimandando (per le informazioni tecniche di dettaglio e per quanto altro non espressamente specificato) ai contenuti delle "Linee Guida per la progettazione, l'esecuzione e l'adeguamento degli impianti di illuminazione esterna" d.G.R. 27 settembre 2004 n. 962 prodotte come strumento informativo per promuovere i contenuti della L.R. 21 marzo 2000, n. 37. I criteri tecnici risultano quindi essere:

3. Impiegare preferibilmente sorgenti luminose a vapori di sodio ad alta e bassa pressione. Possono essere utilizzati altri tipi di lampade unicamente dove è assolutamente necessaria la corretta percezione dei colori e, comunque, anche in detti casi il rapporto lumen/watt non dovrà essere inferiore a 80.
4. Per le strade con traffico motorizzato selezionare i livelli minimi di luminanza e illuminamento previsto dalle normative tecniche UNI 10439 o DIN 5044 ogni qualvolta sia possibile.
5. Evitare per i nuovi impianti di illuminazione con ottiche di tipo stradale l'adozione di sistemi di illuminazione con emissione massima superiore a 5 cd/klm a 90° e 0 cd/klm a 95° e oltre (0 cd/klm a 90° e oltre nelle zone tutelate); per le ottiche ornamentali (sfere, lanterne e similari) evitare l'adozione di corpi illuminanti con emissione massima superiore a 10 cd/klm a 90°, 0,5 cd/klm a 120° e 0 cd/klm a 130° e oltre.
6. Limitare l'uso di proiettori ai casi di reale necessità, in ogni caso mantenendo l'orientazione del

<sup>24</sup> PAER, Disciplinare di piano febbraio 2015; Cap. 2. Struttura del PAER: il metaobiettivo, gli obiettivi generali e i progetti speciali - C.2 Ridurre la percentuale di popolazione esposta all'inquinamento acustico, all'inquinamento elettromagnetico e alle radiazioni ionizzanti e all'inquinamento luminoso p. 88

fascio luminoso verso il basso, in modo da non superare l'emissione massima di 5 cd/klm a 90° e 0 cd/klm a 100° e oltre. Nelle zone tutelate il limite è di 0cd/klm a 90° e oltre.

7. Adottare sistemi automatici di controllo e riduzione del flusso luminoso nella misura del 50% (cinquanta per cento) del flusso totale dopo le ore 22,00 e dopo le ore 23,00 nel periodo di ora legale. Nelle aree private, residenziali, commerciali e industriali si prevede lo spegnimento programmato totale degli impianti dopo i suddetti orari, eventualmente integrato per ragioni di sicurezza, o ulteriori situazioni da attestare con idonea relazione tecnica, dalla presenza di sensori di prossimità in grado di attivare temporaneamente gli impianti in caso di intrusione o per necessità di utilizzo. Si può notare come le prescrizioni della Regione Toscana siano più restrittive rispetto quanto indicato dalla Norma UNI 10819:1999, (che ricordiamo essere ciò a cui si riferisce attualmente la Regione Piemonte seppur nell'ottica di un rinnovamento) confrontando i valori dell'intensità massima nell'emisfero superiore di cui al punto 3. del precedente elenco con quelli riportati in "Tabella A.2.1.5: Norma UNI 10819:1999, Valori dell'intensità massima nell'emisfero superiore".

## BIBLIOGRAFIA

AA.VV., FERRONE V. (a cura di), *Torino energia*, Torino, Collana blu, Città di Torino, 2007

AGHEMO C., BISTAGNINO L., RONCHETTA C. (a cura di), ARDIZZONE G., BROGLINO M., *Illuminare la città. Sviluppo dell'illuminazione pubblica a Torino: Piani, Realizzazioni, Progetti*, Torino, AEM Torino-Celid, 1994

COMOLI MANDRACCI V., *Torino*, Le città nella storia d'Italia, Laterza, 2010

FORCOLINI G., *Illuminazione LED: funzionamento, caratteristiche, prestazioni, applicazioni*, Milano, Biblioteca Tecnica, Hoepli, 2011

FORCOLINI G., *Illuminazione di esterni: Criteri di progettazione e soluzioni illuminotecniche per città, grandi aree, impianti sportivi, strade e gallerie*, Milano, Hoepli, 1997

Città di Torino, IRIDE Servizi S.p.A., *Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale*, Torino, 2011

Città di Torino, IRIDE Servizi S.p.A., *Piano della Luce Decorativa*, Torino, 2011

Provincia di Torino, *Linee guida per la limitazione dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico*, 2003

[www.regione.piemonte.it](http://www.regione.piemonte.it)

[www.provincia.torino.gov.it](http://www.provincia.torino.gov.it)

[www.cittametropolitana.torino.it](http://www.cittametropolitana.torino.it)

[www.neri.biz](http://www.neri.biz)

[www.ghisamestieri.it](http://www.ghisamestieri.it)

[www.arpa.piemonte.gov.it](http://www.arpa.piemonte.gov.it)

[www.lightpollution.it](http://www.lightpollution.it)

[www.disano.it](http://www.disano.it)

[www.normelombardia.consiglio.regione.lombardia.it](http://www.normelombardia.consiglio.regione.lombardia.it)

[www.regione.toscana.it](http://www.regione.toscana.it)

[www.raccoltanormativa.consiglio.regione.toscana.it](http://www.raccoltanormativa.consiglio.regione.toscana.it)