



**Città di Palermo**

**Assessorato della Rigenerazione  
Urbana e delle OO.PP.**

**Settore OO.PP.**

**Servizio Infrastrutture e  
Servizi a rete**

**Dirigente Capo Settore:  
Dott. Maurizio Pedicone**

**RUP.:  
Ing. Antonio Mazzon**

**Coord. della Progettazione:  
Ing. Leonardo Triolo**

**Coord. per la Sicurezza in  
fase di Progettazione:  
Arch. Fabio Cittati**

**Palermo aprile 2021**



**GRUPPO TECNICO DEL SERVIZIO INFRASTRUTTURE E SERVIZI A RETE**

**SUPPORTO AL RUP:**  
Ing. Roberto Cairone  
Coll. Amm. Ugo De Castro  
Coll. Amm. Fausto Rizzo  
Geom. Natale Schiera

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**  
Ing. Leonardo Triolo  
Arch. Giacomo Cabasino  
Geom. Luigi D'Agostino  
Geom. Arch. Fabio Cittati

VISTI

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

**Agenda Urbana PO FESR 2014/2020  
Progetto AU\_PA\_4.1.3.c**

**“Adozione soluzioni tecnologiche per la riduzione  
dei consumi energetici delle reti di pubblica  
illuminazione con sistemi automatici di regolazione  
- Efficiamento impianti di pubblica illuminazione  
nelle zone a monte della Circonvallazione  
della città di Palermo”**

**TAV.  
B**

**Relazione tecnica  
specialistica  
degli impianti**

**Comune di Palermo**  
**Area Tecnica della Rigenerazione Urbana e delle Opere Pubbliche**  
**Ufficio Infrastrutture e Servizi a Rete**

Agenda Urbana PO FESR 2014/2020 – Progetto AU\_PA\_4.1.3.c – “Adozione soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di pubblica illuminazione con sistemi automatici di regolazione  
*Efficientamento impianti di pubblica illuminazione della zona a monte della Circonvallazione della città di Palermo*”

1. Premessa .....	2
2. Area di intervento .....	2
3. Scelta dei corpi illuminanti e studio illuminotecnico.....	4
3.1 Descrizione dei nuovi impianti e scelte progettuali .....	4
3.2 Calcolo del flusso luminoso.....	6
4. Caratteristiche dell'impianto elettrico.....	7
4.1 Consegna dell'energia e quadro di distribuzione.....	8
4.2 Linee elettriche di alimentazione .....	9
4.3 Impianto di terra.....	10
4.4 Protezione contro le sovracorrenti. ....	10
4.6 Protezione contro le sovratensioni.....	12
4.7 Protezione contro i fulmini.....	12
4.8 I quadri di alimentazione.....	12
5. Smart City.....	16

**Comune di Palermo**  
**Area Tecnica della Rigenerazione Urbana e delle Opere Pubbliche**  
**Ufficio Infrastrutture e Servizi a Rete**

Agenda Urbana PO FESR 2014/2020 – Progetto AU\_PA\_4.1.3.c – “Adozione soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di pubblica illuminazione con sistemi automatici di regolazione  
*Efficientamento impianti di pubblica illuminazione della zona a monte della Circonvallazione della città di Palermo*”

## **1. Premessa**

La presente relazione é stata redatta allo scopo di descrivere le caratteristiche tecniche relative agli interventi che saranno effettuati sugli impianti elettrici di illuminazione pubblica con particolare riferimento alla sostituzione dei corpi illuminanti e alla riqualificazione dell'impianto in ottica Smart City.

## **2. Area di intervento**

L'area di intervento è stata identificata valutando l'obsolescenza degli impianti e soprattutto perseguendo i seguenti obiettivi:

1. Razionalizzazione degli impianti che consentirà mediante una nuova geometria dei punti luce e l'utilizzo di corpi illuminanti a LED con ottiche performanti *la diminuzione* del numero apparecchi di illuminazione stradali installati di circa il 10%, in sostituzione dei vetusti apparecchi di illuminazione muniti di lampade a vapori di mercurio non più rispondenti ai requisiti di cui al Regolamento (CE) n. 245/2009, modificato dal Regolamento (CE) n. 347/2010 o lampade SAP a più elevato consumo.
2. Efficientamento energetico con previsione di almeno il 40% di risparmio totale e monitoraggio dei consumi e della resa energetica mediante introduzione di apposite apparecchiature di controllo e di regolazione dei flussi luminosi
3. Eliminazione di ormai obsoleti impianti serie e relative cabine di alimentazione.
4. Riduzione dei fattori determinanti l'inquinamento luminoso ed ambientale.
5. Miglioramento delle condizioni di sicurezza dei cittadini mediante l'adeguamento dei parametri illuminotecnici dell'illuminazione stradale delle aree pedonali e la videosorveglianza.
6. Utilizzo di soluzioni tecnologiche intelligenti in coerenza con il paradigma della Smart City: pali intelligenti abilitanti Wi-Fi, videosorveglianza, sistemi IOT per il monitoraggio ambientale.

Il progetto prevede il rifacimento degli impianti di pubblica illuminazione di Borgo Nuovo, CEP ed Uditore in modo da eliminare il maggior numero possibile di cabine serie e adeguare 2377 punti luce

**Comune di Palermo**  
**Area Tecnica della Rigenerazione Urbana e delle Opere Pubbliche**  
**Ufficio Infrastrutture e Servizi a Rete**

Agenda Urbana PO FESR 2014/2020 – Progetto AU\_PA\_4.1.3.c – “Adozione soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di pubblica illuminazione con sistemi automatici di regolazione  
*Efficientamento impianti di pubblica illuminazione della zona a monte della Circonvallazione della città di Palermo*”

alle disposizioni normative vigenti in materia di efficienza energetica e riduzione delle emissioni climalteranti.

Mediante questo intervento sarà possibile dismettere le seguenti cabine serie: Borgo Nuovo, CEP, Uditore ed efficientare gli impianti in derivazione afferenti ai quadri di via Bernini, via CL 29, via Nino Geraci, via Parrini, Fondo Petix, villetta Cellini ed al quadro posto all'interno di cabina CEP, ai quadri BN1, BN2 e BN3.

Pertanto l'area di intervento corrisponde con i quartieri di Borgo Nuovo, CEP ed Uditore.



Figura 1: Area di intervento

Gli impianti che saranno realizzati sostituiranno quelli attualmente esistenti che sono dotati di apparecchi di illuminazione con sorgente luminosa a vapori di mercurio, ormai uscita di produzione in

**Comune di Palermo**  
**Area Tecnica della Rigenerazione Urbana e delle Opere Pubbliche**  
**Ufficio Infrastrutture e Servizi a Rete**

Agenda Urbana PO FESR 2014/2020 – Progetto AU\_PA\_4.1.3.c – “Adozione soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di pubblica illuminazione con sistemi automatici di regolazione  
*Efficientamento impianti di pubblica illuminazione della zona a monte della Circonvallazione della città di Palermo*”

base alla Direttiva EUP 2005/32/CE a causa della bassissima efficienza energetica.

Saranno utilizzati apparecchi di illuminazione con sorgente luminosa a LED, caratterizzata da un più elevato valore di efficienza luminosa.

### **3. Scelta dei corpi illuminanti e studio illuminotecnico**

#### **3.1 Descrizione dei nuovi impianti e scelte progettuali**

Il nuovo impianto consente la sostituzione di 2377 punti luce di cui 4 SAP da 400/350 W, 106 SAP da 210/250W e 604 SAP da 150/70W e 127 lampade a vapori di mercurio da 400W, 933 da 250W e 602 da 125 W con armature stradali con sorgente LED e flusso luminoso maggiore di 20000 lumen (36), con armature stradali con sorgente LED e flusso luminoso maggiore di 16000 lumen (681), armature stradali con sorgente LED e flusso luminoso maggiore di 10000 lumen (31), armature stradali con sorgente LED e flusso luminoso maggiore di 4000 lumen (762) e armature stradali con sorgente LED e flusso luminoso maggiore di 2000 lumen (715) per un totale di 2225 nuovi punti luce.

Ove necessario è prevista la sostituzione dei sostegni e la realizzazione di nuova linea di alimentazione tramite cavidotti interrati.

Per gli impianti di costruzione più recente (non superiore ai 10 anni), ove è possibile mantenere la dislocazione dei sostegni ed è presente un cavidotto passante, verranno cambiati solo i corpi illuminanti

Nella scelta dei corpi illuminanti e nelle modalità di installazione degli stessi si dovrà tenere in conto quanto riportato dall'art. 31 bis del Regolamento edilizio del Comune di Palermo, che testualmente recita: *“Tutti gli impianti di illuminazione esterna, pubblica e privata, in fase di progettazione, appalto o installazione, dovranno essere eseguiti secondo criteri "a ridotto consumo energetico con basso fattore di abbagliamento e antinquinamento luminoso". Dall'entrata in vigore del presente regolamento non potranno più essere impiegate ottiche e sorgenti di luce non rispondenti ai criteri successivamente indicati. Inoltre quelle già esistenti nel territorio del Comune dovranno essere sostituite, modificate o utilizzate secondo le modalità espone nei successivi articoli entro cinque anni*

**Comune di Palermo**  
**Area Tecnica della Rigenerazione Urbana e delle Opere Pubbliche**  
**Ufficio Infrastrutture e Servizi a Rete**

Agenda Urbana PO FESR 2014/2020 – Progetto AU\_PA\_4.1.3.c – “Adozione soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di pubblica illuminazione con sistemi automatici di regolazione  
*Efficientamento impianti di pubblica illuminazione della zona a monte della Circonvallazione della città di Palermo*”

*dallo stesso termine. 2. Sono considerate a "ridotto consumo energetico con basso fattore di abbagliamento e antinquinamento luminoso" solo le sorgenti di luce con ottiche "cut-off" con intensità luminosa massima, a 90° dalla verticale, non superiore a 10 cd per 1000 lumen e, a 70°, non superiore a 350 cd per 1000 lumen, con vetri di protezione piatti ad incasso equipaggiate con lampade a vapori di sodio ad alta pressione o comunque con efficienza non inferiore a 90 lumen/Watt. Gli impianti utilizzando dette ottiche dovranno, al fine di ridurre ulteriormente il consumo energetico, essere equipaggiati dei seguenti dispositivi in grado di ridurre la quantità di luce emessa dopo le 23 durante il periodo di ora solare e dopo le 24 nel periodo di vigenza dell'ora legale: a) orologi o dispositivi notte-mezzanotte; b) cablaggi bipotenza per lampade con potenze uguali o superiori a 100 W; c) riduttori di flusso luminoso per lampade con potenze uguali o superiori a 100 W. Le ottiche, negli impianti di uso stradale o similare, ovvero nell'illuminazione di piazzali, svincoli e parcheggi, anche se privati, dovranno essere montate parallelamente alla superficie da illuminare o con inclinazione massima di 5° e preferibilmente su pali dritti usando, in caso di necessità, ottiche del tipo asimmetrico. Le ottiche preesistenti, montate diversamente da come specificato al comma precedente, potranno essere adeguate ai criteri esposti anche mediante il solo soddisfacimento della condizione sulla inclinazione delle stesse secondo i valori indicati. 3. Tutte le sorgenti di luce altamente disperdenti ed inquinanti quali globi, lanterne e similari, dovranno essere munite, da parte delle Ditte fornitrici o degli utilizzatori, di alette frangiluce con la parte superiore scura o, comunque, non riflettente verso l'alto ed in grado di schermare tutti i tipi di lampade esistenti sul mercato, ovvero di altro tipo di frangiluce funzionalmente equipollente, ovvero ancora di apposito schermo metallico in grado di ospitare almeno il 60% del corpo lampada e dirigente a terra il flusso luminoso, in modo da contenere entro le 30 cd/1000 lumen il flusso disperso a 90° e oltre, o comunque non eccedente i valori previsti; in dette ottiche i vetri di protezione dovranno essere realizzati in materiale trasparente, chiaro o fumé, e liscio. E' ammesso l'uso di lampade elettroniche a basso consumo purché secondo le modalità indicate dal presente regolamento. ...omissis... In ogni caso dovranno però essere impiegati criteri e mezzi per evitare fenomeni di dispersione della luce dall'alto o al di fuori dei suddetti impianti mediante un rigoroso controllo dell'inclinazione delle ottiche e dell'angolo di apertura del fascio luminoso privilegiando l'uso di ottiche asimmetriche”.*

**Comune di Palermo**  
**Area Tecnica della Rigenerazione Urbana e delle Opere Pubbliche**  
**Ufficio Infrastrutture e Servizi a Rete**

Agenda Urbana PO FESR 2014/2020 – Progetto AU\_PA\_4.1.3.c – “Adozione soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di pubblica illuminazione con sistemi automatici di regolazione  
*Efficientamento impianti di pubblica illuminazione della zona a monte della Circonvallazione della città di Palermo*”

Si è tenuto in considerazione quanto previsto dai Criteri Ambientali Minimi relativi agli impianti di pubblica illuminazione, sia per quanto concerne gli apparecchi di illuminazione, *“le Amministrazioni sono tenute ad utilizzare per l’acquisto di lampade o apparecchi illuminanti e per l’affidamento della progettazione di impianti di illuminazione pubblica, per qualunque importo e per l’intero valore delle gare, almeno le specifiche tecniche e le clausole contrattuali definite nel presente documento ed a tener conto dei criteri ambientali premianti, definiti nello stesso documento, come elementi per la valutazione e l’aggiudicazione delle offerte”*, sia per quanto concerne l’efficienza energetica dell’intero impianto valutata in termini di indice di prestazione energetica IPEI\*

Le categorie di ingresso e di progetto relative alla classificazione stradale prevalenti saranno la M3 (strade urbane di quartiere) e M4 (strade urbane locali).

### **3.2 Calcolo del flusso luminoso.**

Il calcolo illuminotecnico è stato effettuato con riferimento alle prescrizioni contenute nella norma UNI 11248 “Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche”, considerando i parametri fondamentali cui deve soddisfare l’impianto di illuminazione stradale, di seguito elencati:

- luminanza media sul manto stradale:  $L_m$  [ $cd/m^2$ ];
- uniformità di luminanza generale:  $U_o$ ;
- uniformità di luminanza longitudinale:  $U_1$ ;
- abbagliamento debilitante:  $TI$ ;
- guida visiva: disposizione dei centri luminosi in modo da evitare ogni discontinuità dell’impianto. In base alla tipologia delle strade da illuminare sono stati scelti corpi illuminanti a luce diretta con ottica stradale cut-off, finalizzati all’impiego di sorgenti luminose a LED.

Le caratteristiche tecniche degli apparecchi sono conformi alle norme CEI vigenti, grado di protezione minimo IP66 IK08, efficienza dell’apparecchio nel suo complesso (flusso netto in uscita/potenza assorbita dall’armatura) non dovrà essere inferiore a 115 lm/W per gli apparecchi a 4000K e 105lm/W per quelli a 3000K, classe di isolamento II.

**Comune di Palermo**  
**Area Tecnica della Rigenerazione Urbana e delle Opere Pubbliche**  
**Ufficio Infrastrutture e Servizi a Rete**

Agenda Urbana PO FESR 2014/2020 – Progetto AU\_PA\_4.1.3.c – “Adozione soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di pubblica illuminazione con sistemi automatici di regolazione  
*Efficientamento impianti di pubblica illuminazione della zona a monte della Circonvallazione della città di Palermo*”

Una volta prefissato il livello medio di luminanza sul terreno, scelto il tipo di apparecchio illuminante ed il tipo di sorgente luminosa, definita la geometria dell'installazione, occorre procedere al calcolo del flusso luminoso emesso da ogni centro luminoso necessario per il raggiungimento dei predetti livelli medi di luminanza; a tal proposito si è adottata la formula del metodo del flusso totale relativa a tale grandezza fotometrica:

$$\Phi = \frac{L * K_m * S}{K * D_1 * D_2}$$

dove:

L ⇒ luminanza media raccomandata (cd/m<sup>2</sup>), da assumersi in base ai valori raccomandati per il tipo di area da illuminare;

K<sub>m</sub> ⇒ coefficiente medio di luminanza (lux m<sup>2</sup>/cd), rapporto fra i valori medi di illuminamento e luminanza relativo alla pavimentazione; fissato in 18 e 14 rispettivamente per fondo scuro e chiaro, con scabrezza elevata o media ed apparecchio schermato. Il prodotto L K<sub>m</sub> è uguale all'illuminamento medio richiesto sulla carreggiata, in lux;

S ⇒ superficie da illuminare che compete ad ogni centro luminoso (m<sup>2</sup>);

K ⇒ coefficiente di utilizzazione dell'apparecchio scelto, rapporto tra il flusso luminoso che cade sull'area della carreggiata e il flusso totale emesso dalla sorgente luminosa; ricavato dalle curve di utilizzazione degli apparecchi di illuminazione;

D<sub>1</sub> ⇒ coefficiente di deprezzamento del flusso luminoso emesso dalla lampada rispetto al flusso iniziale; fissato in 0,85 per lampade a LED;

D<sub>2</sub> ⇒ coefficiente di manutenzione, deprezzamento del flusso luminoso per effetto dell'insudiciamento e del deperimento del gruppo ottico fissato in 0,85 per apparecchio con gruppo ottico chiuso ed atmosfera pulita.

#### **4. Caratteristiche dell'impianto elettrico.**

Gli interventi previsti sull'impianto elettrico consistono nell'adeguamento/sostituzione di alcuni quadri elettrici e nella sostituzione delle linee.

**Comune di Palermo**  
**Area Tecnica della Rigenerazione Urbana e delle Opere Pubbliche**  
**Ufficio Infrastrutture e Servizi a Rete**

Agenda Urbana PO FESR 2014/2020 – Progetto AU\_PA\_4.1.3.c – “Adozione soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di pubblica illuminazione con sistemi automatici di regolazione  
*Efficientamento impianti di pubblica illuminazione della zona a monte della Circonvallazione della città di Palermo*”

L'energia elettrica sarà fornita all'impianto di illuminazione in bassa tensione direttamente dall'Ente di distribuzione con sistema TT, trifase con neutro 230/400V, 50 Hz.

Sono previsti dei quadri elettrici di protezione, comando e controllo, posti in posizione baricentrica rispetto alle linee da alimentare.

L'impianto come prescrive la norma CEI 64-8, sarà sezionabile e protetto dai cortocircuiti da interruttore magnetotermico tetrapolare, collocato entro i quadri generali, all'interno dei quali saranno montati e cablati gli interruttori, il contattore e le relative apparecchiature di misurazione comando e sicurezza. Sono riportati negli elaborati di progetto gli schemi unifilari dei quadri elettrici.

Da ogni quadro generale saranno derivate le linee 3F+N che alimenteranno l'impianto di illuminazione.

#### **4.1 Consegna dell'energia e quadro di distribuzione.**

La consegna dell'energia da parte dell'Ente distributore si prevede direttamente in bassa tensione, in prossimità dei quadri. La posizione di ogni quadro elettrico potrà subire, comunque, piccole variazioni in funzione del punto di consegna dell'Ente erogatore.

In tale punto è prevista l'installazione del contatore di energia, da collocare all'interno di un apposito contenitore, che assolverà anche la funzione di quadro di distribuzione dell'impianto.

Al quadro di distribuzione faranno capo tutti i circuiti indipendenti dell'impianto di illuminazione, per la cui distribuzione si rimanda alle tavole grafiche facenti parte del progetto.

Ogni quadro sarà costituito da un contenitore in PRFV montato su basamento a colonna, anch'esso in PRFV per esterno (grado di protezione non inferiore a IP 44), all'interno del quale saranno installate, oltre al contatore di energia, tutte le apparecchiature elettriche necessarie per il comando e la protezione del circuito suddetto.

E' stato previsto anche un interruttore crepuscolare agente a monte dei dispositivi di sezionamento e protezione delle linee, per l'accensione automatica contemporanea di tutte le sorgenti luminose dell'impianto.

Si utilizzeranno degli interruttori magnetotermici trifase a monte delle linee di alimentazione e ogni fase sarà sezionabile per facilitare la manutenzione ed eventuali interventi per guasti su una fase; si riportano negli allegati di progetto gli schemi unifilari dei quadri elettrici.

**Comune di Palermo**  
**Area Tecnica della Rigenerazione Urbana e delle Opere Pubbliche**  
**Ufficio Infrastrutture e Servizi a Rete**

Agenda Urbana PO FESR 2014/2020 – Progetto AU\_PA\_4.1.3.c – “Adozione soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di pubblica illuminazione con sistemi automatici di regolazione  
*Efficientamento impianti di pubblica illuminazione della zona a monte della Circonvallazione della città di Palermo*”

#### **4.2 Linee elettriche di alimentazione.**

Tutte le linee elettriche di alimentazione saranno realizzate con conduttori flessibili unipolari in rame, isolati con gomma etilenpropilenica HEPR in qualità G16 sotto guaina in PVC, aventi tensione nominale 0,6/1 kV (FG16R16).

Le linee in cavo interrato di alimentazione dell'impianto devono rispondere anche alla specifica norma di settore.

I cavi saranno posati entro un cavidotto corrugato doppia parete in PE ad alta densità con resistenza alla compressione maggiore o uguale a 450N del diametro esterno di 110 mm per le linee principali; è prevista la predisposizione nello stesso scavo di posa del cavidotto principale, di un cavidotto di uguale caratteristiche, ma di diametro 63 mm, per future utilizzazioni.

Le derivazioni ai singoli apparecchi illuminanti saranno realizzate con conduttori flessibili unipolari del tipo FG16R16, collocati entro un tubo protettivo pieghevole in P.V.C. del diametro esterno di 32 mm, eseguendo le giunzioni con il metodo a resina colata sui conduttori passanti all'interno di appositi pozzetti di derivazione.

Le sezioni dei conduttori adottate per le linee di alimentazione sono previste comprese tra 4 mm<sup>2</sup> e 35 mm<sup>2</sup>. Per le derivazioni ai singoli centri luminosi saranno impiegati conduttori aventi sezione pari a 2,5 mm<sup>2</sup>.

L'efficienza luminosa di una lampada (lm/W) diminuisce con la tensione; è quindi opportuno contenere la caduta di tensione entro i limiti ammessi.

La norma CEI 64-8 richiede che la caduta di tensione in qualunque punto dell'impianto non superi il 4% della tensione nominale.

Si precisa che in considerazione della sensibile riduzione di potenza elettrica conseguente all'installazione dei corpi illuminanti a LED le linee esistenti saranno "scaricate" e quindi i cavi elettrici saranno stressati di meno sia dal punto vista elettrico (minore corrente di impiego) sia dal punto di vista meccanico.

Per determinare la sezione del cavo bisogna conoscere la sua portata  $I_z$  la corrente di impiego  $I_B$  e la sua lunghezza per limitare la caduta di tensione. Il cavo elettrico deve essere scelto in modo tale che sia  $I_B < I_z$ .

**Comune di Palermo**  
**Area Tecnica della Rigenerazione Urbana e delle Opere Pubbliche**  
**Ufficio Infrastrutture e Servizi a Rete**

Agenda Urbana PO FESR 2014/2020 – Progetto AU\_PA\_4.1.3.c – “Adozione soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di pubblica illuminazione con sistemi automatici di regolazione  
*Efficientamento impianti di pubblica illuminazione della zona a monte della Circonvallazione della città di Palermo*”

Le sezioni dei conduttori previsti nell'impianto dovranno essere verificate con i metodi previsti dalle vigenti norme CEI, tenendo conto anche della necessità di contenere la caduta di tensione nella linea di alimentazione, in condizioni regolari di esercizio a pieno carico, entro il 4 %.

#### **4.3 Impianto di terra.**

Non è necessario alcun impianto di terra in quanto l'impianto sarà realizzato in Classe II.

#### **4.4 Protezione contro le sovracorrenti.**

In riferimento agli interventi sui quadri elettrici, le misure di sicurezza e protezione, previste a protezione dei circuiti di illuminazione, devono essere scelte al fine di salvaguardare sia le persone sia l'impianto elettrico dalle sollecitazioni elettriche, termiche e meccaniche che possono destarsi nell'impianto stesso a causa di malfunzionamenti delle apparecchiature o per cause accidentali.

In base a quanto prescritto dalla normativa vigente sono stati presi in considerazione i seguenti aspetti:

- sezionamento e interruzione;
- protezione contro i contatti diretti.
- protezione contro i contatti indiretti;
- protezione contro le correnti di corto circuito;

Si precisa che non sono state prese in considerazione le protezioni contro i sovraccarichi in quanto gli impianti di illuminazione si considerano non soggetti a sovraccarico.

Per quanto attiene il sezionamento e l'interruzione, all'inizio di ogni impianto di gruppo B deve essere installato un interruttore omnipolare avente anche le caratteristiche di sezionatore secondo quanto prescritto al capitolo 46 della norma CEI 64-8. In particolare, i dispositivi di sezionamento devono interrompere in modo efficace tutti i conduttori attivi di alimentazione del relativo circuito, devono essere progettati e/o installati in modo da impedire la loro richiusura accidentale e devono essere chiaramente identificati per indicare il circuito che essi sezionano.

La protezione contro i contatti diretti è effettuata mediante i seguenti sistemi:

- isolamento delle parti attive con isolante che può essere rimosso solamente mediante distruzione;
- adozione di involucri o barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IP2XX o IPXXB per le parti attive; le superfici superiori orizzontali delle barriere o degli involucri che sono a portata di mano devono avere un grado di protezione non inferiore a IP4X o IPXXD.

**Comune di Palermo**  
**Area Tecnica della Rigenerazione Urbana e delle Opere Pubbliche**  
**Ufficio Infrastrutture e Servizi a Rete**

Agenda Urbana PO FESR 2014/2020 – Progetto AU\_PA\_4.1.3.c – “Adozione soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di pubblica illuminazione con sistemi automatici di regolazione  
*Efficientamento impianti di pubblica illuminazione della zona a monte della Circonvallazione della città di Palermo*”

La protezione contro i contatti indiretti di tutte le masse dell’impianto elettrico è effettuata mediante i due sistemi seguenti:

- a) utilizzo di componenti elettrici in classe II o con isolamento equivalente osservando quanto indicato all’art.413.2 della norma CEI 64-8;
- b) interruzione automatica dell’alimentazione osservando quanto indicato nella sezione 413.1.4 della norma CEI 64-8.

Anche se gli impianti di illuminazione non sono soggetti a sovraccarico, si preferisce, considerata l’estensione, installare dispositivi ad azione combinata (sovraccarico e cortocircuito) con il fine di proteggere le linee da eventuali cortocircuiti che si dovessero verificare nei punti più distanti (cortocircuito a fine linea).

La corrente di sovraccarico di una conduttura è quella che risponde ai seguenti requisiti:

- percorre un circuito elettricamente sano;
- supera il valore della portata  $I_z$  della conduttura considerata.

All’art. 433.1 della norma 64-8 si afferma che “devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all’isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all’ambiente circostante le condutture”.

Il conduttore prescelto dovrà avere una sezione che verifica le tre note relazioni di coordinamento con gli interruttori di protezione indicate nella norma CEI 64-8 ai fini della protezione contro le sovracorrenti e precisamente:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 * I_z$$

$$I^2 t \leq K^2 S^2$$

dove:

$I_b$  = corrente di impiego

$I_n$  = corrente nominale dell’interruttore

$I_z$  = portata del conduttore

$I_f$  = corrente convenzionale di funzionamento dell’interruttore;

$I^2 t$  = valore dell’integrale di Joule, ossia la quantità di energia che si sviluppa durante il cortocircuito;

**Comune di Palermo**  
**Area Tecnica della Rigenerazione Urbana e delle Opere Pubbliche**  
**Ufficio Infrastrutture e Servizi a Rete**

Agenda Urbana PO FESR 2014/2020 – Progetto AU\_PA\_4.1.3.c – “Adozione soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di pubblica illuminazione con sistemi automatici di regolazione  
*Efficientamento impianti di pubblica illuminazione della zona a monte della Circonvallazione della città di Palermo*”

S = sezione della linea;

K= coefficiente che dipende dall'isolamento (115 PVC, 135 gomma, 146 gomma etilenpropilenica).

La seconda relazione si ritiene soddisfatta in quanto gli interruttori di protezione previsti rispondono alle norme CEI 23-3, 23-18,17-5, che hanno una  $1.13 \leq I_f \leq 1.45$ .

La corrente di cortocircuito deve essere interrotta prima che la stessa diventi pericolosa a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni.

I dispositivi idonei alla protezione contro i cortocircuiti devono rispondere alle condizioni previste dalla Norma CEI 64-8 art.434.2 ovvero avere un potere di interruzione ( $P_i$ ) non inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione ( $I_{ccmax}$ ):

$$P_i \leq I_{ccmax}$$

intervenire in modo che tutte le correnti provocate da un corto circuito che si presenti in punto qualsiasi del circuito siano interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura massima ammissibile.

Le verifiche sono state effettuate nelle varie condizioni limite cortocircuito trifase all'inizio della linea e cortocircuito fase neutro in fondo alla linea.

Per garantire la maggior continuità di servizio possibile, inoltre, la scelta degli interruttori automatici, sarà mirata ad ottenere la selettività di intervento. Ciò significa che le curve di intervento degli interruttori generali saranno diverse da quelle dei circuiti terminali in modo che un eventuale guasto in un punto dell'impianto non comprometta il funzionamento dell'intero impianto.

#### **4.6 Protezione contro le sovratensioni.**

La protezione dalle sovratensioni transitorie di origine atmosferica sarà effettuata mediante l'utilizzo di dispositivi con idoneo valore di tensione nominale di tenuta all'impulso.

#### **4.7 Protezione contro i fulmini.**

La protezione dei sostegni contro i fulmini, come indicato all'art. 714.35 della norma 64.8, non è necessaria.

#### **4.8 I quadri di alimentazione.**

**Comune di Palermo**  
**Area Tecnica della Rigenerazione Urbana e delle Opere Pubbliche**  
**Ufficio Infrastrutture e Servizi a Rete**

Agenda Urbana PO FESR 2014/2020 – Progetto AU\_PA\_4.1.3.c – “Adozione soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di pubblica illuminazione con sistemi automatici di regolazione  
*Efficientamento impianti di pubblica illuminazione della zona a monte della Circonvallazione della città di Palermo*”

Ogni quadro elettrico dovrà essere conforme alle norme CEI EN 61439, oppure alla norma CEI 23-51 relativa a i quadri ad uso domestico e similare.

Tutte le apparecchiature di comando, manovra e protezione saranno alloggiare e cablate in apposito armadio stradale stampato in SMC (vetroresina) con grado di protezione IP 44 secondo le norme CEI EN 60529.

L'installatore del quadro dovrà individuare il campo di applicazione (CEI 23-51 o CEI EN 61439 Quadri AS o ANS) a cui è soggetto il quadro ed effettuare le prove, verifiche e collaudi conseguenti.

Il quadro dovrà essere corredato di targa da apporre anche dietro la portella.

L'installatore dovrà redigere, a seguito delle prove e verifiche effettuate, la dichiarazione di conformità del quadro a cui dovranno essere allegati tutti i documenti richiesti (schemi elettrici, elenco tipologia materiali, ecc.).

Se il quadro risulta già preassemblato dalla ditta costruttrice dovrà essere munito della marcatura CE.

Il quadro sarà a doppio scomparto (in uno scomparto troverà alloggio il gruppo di misura a cura dell'ente erogatore) con chiusura a lucchetto. All'interno dei quadri elettrici saranno installati i dispositivi di misura dei parametri elettrici.

Il cablaggio interno sarà predisposto su guide DIN, dove saranno collocati gli interruttori e le apparecchiature di comando e segnalazione; la distribuzione del cablaggio sarà allocata in canalina chiusa di PVC autoestingente.

Le connessioni terminali saranno del tipo protetto con isolamento integrale.

Le parti in tensione facilmente accessibili in caso di manutenzione ordinaria o straordinaria saranno protette da robuste lastre di plexiglas per evitare il contatto diretto;

tali protezioni potranno essere rimosse con attrezzo e disalimentando l'intero quadro.

Il quadro sarà protetto meccanicamente da eventuali urti di autoveicoli mediante un profilo metallico così come riportato in figura.



**Comune di Palermo**  
**Area Tecnica della Rigenerazione Urbana e delle Opere Pubbliche**  
**Ufficio Infrastrutture e Servizi a Rete**

Agenda Urbana PO FESR 2014/2020 – Progetto AU\_PA\_4.1.3.c – “Adozione soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di pubblica illuminazione con sistemi automatici di regolazione  
*Efficientamento impianti di pubblica illuminazione della zona a monte della Circonvallazione della città di Palermo*”

Si riportano di seguito l'ubicazione dei quadri elettrici e l'elenco delle strade che alimentano:

**Quadro 01** (posto in Via Erice) alimenta: Via Erice, Largo Nasso, Largo Nicosia, largo Zancle, Via Floresta, Via Augusta, Largo Partinico, Largo Caltabellotta, Largo Corleone, Via Pantalica, Via Bagheria, Piazza S. Paolo

**Quadro 02** (posto in Largo Gibilmanna/Via Mozia) alimenta: Largo Gibilmanna/Mussomeli, Largo Ippona, Via Centuripe, Viale Piazza Armerina, Piazza S. Cristina, Via Mozia, Largo Ispica, Via Alia, Via Assoro, Largo Gibilmanna

**Quadro 03** (posto in Piazza Santa Cristina) alimenta: Largo Camastra, Largo Campofiorito, Via Modica, Largo Iccara, Largo Pozzillo, Largo Caltavuturo, Largo Cefalù, Viale Piazza Armerina, piazza S. Cristina, Via Tindari, Via Acireale

**Quadro 04** (posto in Via Castellana) alimenta: Via S. Isidoro, Via Bronte, Via Salaparuta, Via Castellana

**Quadro 05** (posto in Via Vicari) alimenta: largo Casteltermini, Largo Caltagirone, Largo Bisacquino, Via Vicari

**Quadro 06** (posto in Viale Michelangelo) alimenta: Viale Michelangelo

**Quadro 07** (posto in Via Cimabue/Via Bernini) alimenta: Via Pozzo, Via Lo Monaco, Via Cimabue, Via Salice, Via Bernini, Via Collegio Romano, Via Vittore Carpaccio, Via Domenico Tempio, Via Andrea Giardina, Via Uditore, Via C. Camillani, Via Bonaiuto, Via Aci

**Quadro 08** (posto in Via G. Bernini/Via Stazzone) alimenta: Largo Fichera, Via Stazzone, Via Mammana, Via Marchesano, Via Badia, Via della Chiesa 1 e 2, Via Dei Redentisti, Via Da Lentini, Piazza Chiesa, Via Monsignor Serio, Via Sacra, Via Uditore, Via Tiepolo, Via F.sco Maria Alias, Via

**Comune di Palermo**  
**Area Tecnica della Rigenerazione Urbana e delle Opere Pubbliche**  
**Ufficio Infrastrutture e Servizi a Rete**

Agenda Urbana PO FESR 2014/2020 – Progetto AU\_PA\_4.1.3.c – “Adozione soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di pubblica illuminazione con sistemi automatici di regolazione  
*Efficientamento impianti di pubblica illuminazione della zona a monte della Circonvallazione della città di Palermo*”

Bernini, Via De Liquori, Via Aricò-Tusa

**Quadro 09** (posto in Via Mammana) alimenta: Viale E. Librino, Via Mammana, Via Buscemi, Via Benincasa, Via Lanza, Via Olivella, Via Casalini, Via Petrazzi, Via Chiovaro, Cortile Parisi 1, Cortile Parisi 2, Vicolo Magnasco, Vicolo Mazzara, Vicolo Parrini, Via Beato Angelico, Via Suor Maria Dolores

**Quadro 10** (posto in Piazza Lampada della Fraternità) alimenta: Via A. Amorelli, Via Inserra, Via Cruillas, Via Gorgone, Via Cervello, Via Perricone, via Nino Geraci, Via Salerno, Fondo Chiusa Grande, Via Trabucco, Fondo Prestigiacomò, Via Vanvitelli, Via Badia, Piazzetta della Fraternità, Fondo Petix, Via Mendelssohn, Via Brunelleschi, Via Scaglione

**Quadro 11** (posto in Via Santuario di Cruillas) alimenta: Via Felice , Vicolo Felice, Via Conceria, Via Buzzanca, Via G. Da Persano, Via Atenasio, Via Mango, Vicolo Parisi, Viale Michelangelo

**Quadro 12** (posto in Via F. Paladini) alimenta: Via Carreca, Via dell'Aquila, Via Alibrandi, Passaggio Rossi, Via G. Ragusa, Via Zumbo, Via Passaggio dell'Aquila, Largo F. Fuga, Via Paladini, Largo Blasco, piazza bellini, Piazza Benedetto Cellini, Via Barba, Via Barisano Da Trani, Via Cammarano, Via Centorbe, Via Liardo, Via Calandrucchi, Via Paladini e slargo adiacente, Via Giovanni Besio, Via Berrettano

**Quadro 13** (posto in Via Parrini/Cosenz – Quadro già in derivazione) alimenta: Via Cosenz, Via Parrini

**Quadro 14** (posto in Piazzale Catronovo – Quadro già in derivazione) alimenta: Via Cuffaro, Via Comiso, Piazzale Castronovo e zone limitrofe, Via Pirandello, Piazzale Pirandello, Piazzale Prizzi

**Comune di Palermo**  
**Area Tecnica della Rigenerazione Urbana e delle Opere Pubbliche**  
**Ufficio Infrastrutture e Servizi a Rete**

Agenda Urbana PO FESR 2014/2020 – Progetto AU\_PA\_4.1.3.c – “Adozione soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di pubblica illuminazione con sistemi automatici di regolazione  
*Efficientamento impianti di pubblica illuminazione della zona a monte della Circonvallazione della città di Palermo*”

## **5. Smart City.**

Gli interventi oggetto di realizzazione nell’ambito del presente documento sono stati organizzati in macro ambiti di riferimento che comprendono: Infrastruttura, WiFi, VDS, IoT, Telecontrollo.

Il progetto prevede la realizzazione dei seguenti interventi:

- WiFi: Realizzazione di aree WiFi, finalizzate a realizzare il sistema di connettività radio Wi-Fi in aree a vocazione turistica e ricreativa.
- VDS: Realizzazione di un sistema controllo mobilità e stalli di sosta posto in corrispondenza di punti nevralgici del traffico con funzioni di videosorveglianza, “conta transiti” ed ausilio e controllo dei parcheggi.
- IoT: Realizzazione di una dorsale LoRaWAN attraverso l’installazione di gateway che garantiscano la copertura sufficiente per la raccolta di segnali provenienti da sensori di vario tipo e da servizi di metering.
- IoT: Attivazione di sensoristica per la rilevazione di inquinamento acustico/ambientale.
- Telecontrollo/telegestione: servizi di convergenza sull’anello del traffico IP proveniente dalle componenti asservite alla Impiantistica Elettrica (pali, e quadri).
- IoT: servizi applicativi per connessione alla piattaforma centralizzata dell’Amministrazione.

Si prevede il telecontrollo punto-punto degli impianti e la regolazione della tensione per ottenere i risparmi energetici desiderati. Sarà possibile controllare il flusso luminoso di ogni singolo apparecchio a LED anche da remoto rispettando i parametri illuminotecnici imposti dalla normativa vigente e consentendo un risparmio energetico variabile in funzione della regolazione impostata e comunque non inferiore al 30%.

Negli elaborati B1, B2, B3 sono riportati rispettivamente gli schemi dei quadri e le verifiche elettriche, le verifiche illuminotecniche e le verifiche statiche.

*Il Coordinatore del gruppo di progettazione*  
*(Ing. Leonardo Triolo)*