

COMUNE DI NAPOLI
AREA TRASFORMAZIONE DEL TERRITORIO
SERVIZIO EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA E NUOVA CENTRALITÀ

**Completamento del Programma di riqualificazione
di cui al contratto di Quartiere II di Pianura**

LOTTO 1: Parco Falcone e Borsellino - Via E. Torricelli



PROGETTO ESECUTIVO

**RELAZIONE DELL'IMPIANTO
DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE**

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> DESCRITTIVI | <input type="checkbox"/> ARCHITETTONICI |
| <input type="checkbox"/> STRUTTURALI | <input type="checkbox"/> IMPIANTISTICI |
| <input type="checkbox"/> ECONOMICI | <input type="checkbox"/> SICUREZZA |

Committente:

Comune di Napoli - Area trasformazione del territorio
Dir. Servizio Edilizia Residenziale Pubblica e Nuove Centralità - Arch. P. Cerotto
Responsabile Unico del Procedimento - Ing. Arch. L. Galeano

Gruppo di Progettazione:

Gamma Ingegneria soc. coop.

Viale M. Cristina di Savoia 18/A - 80122 Napoli
e.mail: info@gammaingegneria.com - www.gammaingegneria.com

Vitruvius Engineering s.a.s.

Sede oper. Viale M. Cristina di Savoia 18/A - 80122 Napoli
Pec: vitruvius@pec.it

Dott. For. Nat. PhD Savino Mastrullo

Via Toledo, 156 - 80132 Napoli
e.mail: savino.mastrullo@gmail.com

Ing. Antonio Marino

Via Falluti, 8 - 80123 Caivano (NA)
e.mail: marino.antonio82@gmail.com

	DATA	OGGETTO	APPROVAZIONE	ELABORATO
00	Luglio 2021	Prima emissione (Progetto Definitivo approvato con D.D. 009 del 25/05/2021)	/	REL_08_02_var 2 (Integra e sostituisce REL_08_02_var)
01	Settembre 2021	Revisione come da prot. PG/2021/623567 del 23/08/2021	/	
02	Novembre 2021	Integrazione (nota PG/2021/831240 del 17/11/2021)	/	

INDICE

1. Scopo	2
2. Norme, leggi e decreti.....	2
3. Premessa	4
4. Criteri progettuali dell'illuminazione esterna	5
5. Impianto elettrico	15
DISPOSIZIONI GENERALI	16
<i>Sezionamento</i>	<i>16</i>
<i>Protezione contro i contatti diretti</i>	<i>16</i>
<i>Protezione mediante distanziamento</i>	<i>17</i>
<i>Misura di protezione addizionale mediante interruttori differenziali</i>	<i>17</i>
<i>Protezione contro i contatti indiretti senza interruzione automatica del circuito.....</i>	<i>17</i>
<i>Protezione con l'impiego di componenti di classe II o con isolamento equivalente</i>	<i>17</i>
<i>Protezione contro i contatti indiretti con interruzione automatica del circuito</i>	<i>18</i>
<i>Protezione delle condutture contro le sovracorrenti</i>	<i>18</i>
<i>Protezione delle condutture contro le sovracorrenti</i>	<i>19</i>
6. Modello per il calcolo delle condutture	20

1. SCOPO

Scopo della presente relazione tecnica è la descrizione delle opere e dei materiali necessari all'installazione dell'**impianto di pubblica illuminazione** complementare di Via Evangelista Torricelli e del Parco Pubblico nel quartiere di Pianura del Comune di Napoli, che avrà l'obiettivo non solo di illuminare le nuove aree di sosta ma anche di esaltare il valore architettonico dell'intervento.

Si prevede in prima fase **la realizzazione di un nuovo impianto di pubblica illuminazione per la via Torricelli lato est del parco pubblico, il potenziamento del tratto della medesima strada lato nord con annesso parcheggio nonché la realizzazione di un nuovo impianto nel parco pubblico, che andrà ristrutturato e rimodulato.**

Per l'illuminazione delle aree oggetto di intervento saranno utilizzati apparecchi di illuminazione di diversa tipologia stradali e di arredo urbano, così come riportato e descritto negli elaborati grafici e capitolato a corredo della presente relazione, che ne sono parte integrante, in conformità al nuovo DM n. 37 del 22 gennaio 2008, tutte le Norme tecniche CEI ed UNI e disposizioni legislative in materia.

Essendo previsto la presenza di lavoratori subordinati o ad essi equiparati, per le caratteristiche dell'ambiente e l'attività che si eseguono in esso, con particolare riguardo all'impianto elettrico essendo in presenza di lavoratori subordinati o ad essi equiparati, si applica il **DL 9 aprile 2008 n. 81:** "Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" (GU n. 101 del 30.04.2008 – Supplemento Ordinario n. 108", con tutte le specificità dovuta all'evoluzione delle norme tecniche applicabili

2. NORME, LEGGI E DECRETI

1. Legge 186/68: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione e impianti elettrici ed elettronici";
2. DM n. 37 del 22 gennaio 2008: "Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici" (G.U. n. 61 del 12/03/2008)
3. DL 9 aprile 2008 n. 81: "Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" (GU n. 101 del 30.04.2008 – Supplemento Ordinario n. 108)"
4. Norme CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in alternata e a 1500V in corrente continua";
5. Norme CEI 64-8 sez. 714: "Illuminazione esterna";
6. Norma CEI 64-7 Impianti elettrici di illuminazione pubblica;
7. Norme CEI 64-12 Fasc. 2093G: "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario";
8. EN 61439-1 Parte: Regole generali (CEI 17-113)
9. EN 61439-2 Parte 2: Quadri di potenza (CEI 17-114)
10. EN 61439-3 Parte 3: Quadri di distribuzione

11. EN 61439-4 Parte 4: Quadri per cantiere
12. EN 61439-5 Parte 5: Quadri di distribuzione di potenza
13. EN 61439-6 Parte 6: Sistemi di sbarre
14. Norma CEI 17-43: *“Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione non di serie (ANS)”*;
15. Norma CEI 23-51 Fasc. 2731: *“Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazione fisse per uso domestico e similari”*;
16. Norma CEI 23-48: *“Involucri per apparecchi per installazione elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 1: Prescrizioni Generali”*;
17. Norma CEI 23-49: *“Involucri per apparecchi per installazione elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile”*;
18. Pubblicazione CIE n. 68/1986: *“Guide to the lighting of exterior working areas”*;
19. Pubblicazione CIE 1987: *“Technical Report. Glear evaluation system for outdoor sport and area lighting”*.
20. UNI EN 12464-1 *“Requisiti dell'illuminazione nei luoghi di lavoro all'interno”*
21. UNI EN 12464-2 *“Requisiti dell'illuminazione degli spazi all'esterno”*
22. UNI 11248 *“Illuminazione stradale”* sostituisce la 10349;
23. UNI 10439 *“Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato”* per l'individuazione dei requisiti prestazionali dell'impianto, in base alla classificazione della strada, e per il loro calcolo;
24. la UNI 10819 *“Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso”* per l'individuazione degli impianti che devono soddisfare ulteriori limiti, al fine di ridurre il cosiddetto inquinamento luminoso, in base alla loro vicinanza con osservatori astronomici.
25. Deliberazione Legislativa 113/2003 Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico – 24 Settembre 2003
26. Norma UNI EN 40-1 Pali per illuminazione
27. Norma UNI EN 40-2 Pali per illuminazione pubblica. Parte 2: Requisiti generali e dimensioni
28. Norma UNI EN 40-3-1 Pali per illuminazione pubblica. Progettazione e verifica
29. Norma UNI EN 40-3-2 Pali per illuminazione pubblica Progettazione e verifica
30. Norma UNI EN 40-3-3 Pali per illuminazione pubblica Progettazione e verifica
31. Norma UNI EN 40-5 Pali per illuminazione pubblica. Specifiche per pali per illuminazioni pubblica di acciaio
32. Norma UNI 11248 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche
33. Norma UNI 13201-2 Illuminazione stradale. Parte 2: Requisiti prestazionali
34. Norma UNI 13201-3 Illuminazione stradale. Parte 3: Calcolo delle prestazioni
35. Norma UNI 13201-4 Illuminazione stradale. Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
36. Norma CEI 34-33 Apparecchi di illuminazione. Parte 2-3: Prescrizioni particolari
37. Regolamento CPR (UE 305/11) del Parlamento Europeo e del Consiglio del 09.03.2011: *“Commercilaizzazione dei*

Prodotti da Costruzioni” (abroga la Direttiva 89/106/CEE del Consiglio;

38. EN 50575 A1: 2016: norma armonizzata cavi CPR

Tutte le altre Norme non espressamente riportate relative ai materiali previsti, in relazione alle caratteristiche che essi devono possedere e della loro destinazione d'uso.

3. PREMESSA

Per le verifiche illuminotecniche allegate è stato impiegato uno specifico software "*Relux Professional*". Trattasi di un programma di calcolo illuminotecnico sviluppato dalla *Software House Relux Informatik AG* (Svizzera). Il software effettua il calcolo dei valori assoluti, tenendo in considerazione le norme nazionali e internazionali ed è compatibile con i sistemi BIM. Il software Relux Professional è uno strumento di modellazione base e di rendering usato specificatamente nel settore di progettazione della luce. I rendering ottenuti che seguono le leggi della fisica, si basano su dati fotometrici e sono sviluppati tramite un processo di radiosity. L'aggiunta di un plug-in chiamato Vision al programma, che si basa sul software Radiance, mette Relux in condizioni di effettuare simulazioni di luce realistiche permettendo di inserire un grande numero di materiali con caratteristiche migliori; l'utilizzo anche del ray tracing in questo caso permette la rappresentazione di specchi e materiali trasparenti.

I riferimenti normativi illuminotecnici impiegati nella modellazione effettuata sono i seguenti:

Esterni

- EN12464-2 (2013)
- EN 12193 (2008)
- GR nach CIE 112(1994)

Strade

- EN1320 1-2-3 (2015)
- SN1320 1-2-3 (2016)

I calcoli effettuati forniscono sia simulazioni realistiche che diagrammi di illuminamento.

La modellazione effettuata restituisce valori di:

- luminanza,
- illuminamento
- coefficiente di luce diurna in svariati formati (isolinee, valori puntuali, falsi colori, etc.)

4. CRITERI PROGETTUALI DELL'ILLUMINAZIONE ESTERNA

Nel presente paragrafo si indicano i criteri di progettazione, le modalità di esecuzione e le caratteristiche dei montaggi elettrici da utilizzare nella realizzazione dell'impianto di illuminazione esterna oggetto del presente progetto.

Gli impianti di illuminazione pubblica sono classificati secondo la Norma CEI 64-7 e CEI 64-8 Sez. 714, in relazione a:

1. modalità di collegamento degli apparecchi di illuminazione
2. tensione nominale
3. in relazione all'uso esclusivo o meno della linea di alimentazione per gli apparecchi di illuminazione

Gli impianti che saranno considerati nella specifica applicazione avranno le seguenti caratteristiche:

- modalità di collegamento degli apparecchi di illuminazione: **Impianto in Serie**

Definizione:

impianto in cui gli apparecchi di illuminazione sono collegati in serie sulla linea di alimentazione (strada pubblica e parcheggio)

- modalità di collegamento degli apparecchi di illuminazione: **Impianto in Derivazione**

Definizione:

impianto in cui gli apparecchi di illuminazione sono derivati dalla linea di alimentazione e risultano in parallelo tra di loro

- in relazione alla tensione di alimentazione: $U \leq 1000$ [V]

Definizione:

non superiore a 1000V corrente alternata

- in relazione all'esclusività d'uso della linea di alimentazione: **Impianto Indipendente**

Definizione:

impianto in cui gli apparecchi di illuminazione sono connessi ad una linea di alimentazione adibita soltanto all'impianto medesimo (illuminazione parco)

- In considerazione della tabella di corrispondenza che segue, l'impianto è: **Gruppo E (strada pubblica e parcheggio)**; **Gruppo B (illuminazione parco)**

TIPI DI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA SECONDO LA CLASSIFICAZIONE DELLA NORMA CEI 64-7		
	Tipo di impianto	
TENSIONE DI ALIMENTAZIONE	IMPIANTO IN DERIVAZIONE	IMPIANTO IN SERIE
Bassissima tensione di sicurezza SELV	Impianto di Gruppo A	

e PELV		
Non superiore a 1000V corrente alternata e 1500V corrente continua (esclusi gli impianti di gruppo A)	Impianto di Gruppo B PARCO	Impianto di Gruppo B
Superiore a 1000V e fino a 6000 V corrente alternata	Impianto di Gruppo D	Impianto di Gruppo E STRADA E PARCHEGGIO

La scelta dei componenti degli impianti di illuminazione pubblica segue i criteri generali di scelta dei componenti di un impianto elettrico contenuti nella *Norma CEI 64-8/1*.

L'impianto, di **gruppo E** ai sensi della *Norma CEI 64-7*, sarà realizzato con **allacciamenti in serie nel punto coda del cavo primario**, come da prescrizioni del Servizio Strade e Grandi Reti Tecnologiche; al fine di conservare la medesima architettura dell'**impianto in serie** esistente in zona, il cavo utilizzato sarà del **tipo RG71HR unipolare 1x16 mm²**.

I circuiti saranno:

1. circuito illuminazione parcheggio
2. circuito illuminazione pali strada lato est parco
3. circuito illuminazione rampa.

L'impianto, di **gruppo B** del parco, ai sensi della *Norma CEI 64-7*, sarà realizzato con allacciamenti in derivazione da un sistema trifase a 400 V con neutro a terra in cabina di fornitura dell'Ente e tale da configurarsi come sistema elettrico di tipo TT. Esso sarà alimentato da un quadro organizzato con un numero di circuiti indipendenti in modo da permettere la ripartizione dei centri sulle tre fasi (quadro Parco Pubblico) [QC1]:

[QC1]

1. circuito illuminazione orto
2. circuito illuminazione campo bocce
3. circuito illuminazione area giochi
4. circuito illuminazione area pic nic
5. circuiti illuminazione camminamenti

Gli apparecchi di illuminazione e non, saranno alimentati a 230 V dal predetto quadro elettrico.

Le derivazioni saranno realizzate con morsettiere alloggiate in appositi vani con portelle all'interno dei pali di sostegno, nonché in cassette a parete per gli apparecchi non a palo. Gli apparecchi di illuminazione saranno ripartiti ciclicamente sulle tre fasi.

I sostegni saranno posizionati verticalmente su plinti di fondazione. La verticalità, una volta raggiunta, sarà mantenuta rinfiacando con sabbia il sostegno nella sede del plinto e bloccando il tutto con un collarino in cemento.

CARATTERISTICHE DEL PUNTO DI ALIMENTAZIONE

- tensione nominale: 400 V
- frequenza nominale 50 Hz
- numero delle fasi 3
- neutro TT
- Corrente di corto circuito convenzionale: 10 kA

ANALISI DEI CARICHI

I carichi elettrici del nuovo impianto di illuminazione sono caratterizzati da una modesta potenza mentre l'alimentazione sarà una distribuzione trifase equilibrata.

- Numero totale delle lampade: --
- Potenza per lampada: --
- Potenza dissipata a punto: 10 %
- Cos φ : 0.95
- Potenza lampade: varie
- Potenza assorbita dall'impianto: varie

In allegato vengono forniti il calcolo illuminotecnico e i dati fotometrici relativi agli apparecchi di illuminazione previsti.

QUADRO ELETTRICO

Il quadro sarà costituito da una carpenteria in vetroresina da esterno con sportello apribile con chiave.

sigla di identificazione: QCIL

- Alimentazione: trifase
- neutro: TT
- Tensione nominale: 400 V
- Tensione massima: 660 V
- Tensione di riferimento per l'isolamento: 1 kV
- Classe di isolamento: 3 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione di prova a 50 Hz per 60 sec.: 2.5 kV

I quadri saranno equipaggiati ed organizzati con le apparecchiature riportate negli schemi elettrici allegati al progetto.

IDENTIFICAZIONI

In generale il quadro e gli apparecchi di comando dovranno essere identificati con una serie di caratteristiche alfanumeriche riportate su apposita targhetta di identificazione, in caratteri sufficientemente grandi, indicanti la sigla di identificazione e la funzione.

RIFASAMENTO

Nota: Considerando che gli apparecchi di illuminazione sono singolarmente rifasati e distribuiti sulle tre fasi si ritiene di non procedere ad un rifasamento della linea.

CONDIZIONI AMBIENTALI

- | | |
|--------------------------------|------------|
| • pressione atmosferica | 1.033 mbar |
| • temperatura minima nominale | - 5 °C |
| • temperatura massima nominale | + 40 °C |
| • umidità relativa | 90 % |

CLASSIFICAZIONE DELLA STRADA E SUE CARATTERISTICHE

L'illuminazione di strade e luoghi pubblici contribuisce al benessere collettivo da più punti di vista.

Una buona illuminazione partecipa alla sicurezza degli utenti della strada (automobilisti, motociclisti, ciclisti e pedoni) aumentando la visibilità dei percorsi e riducendo le possibilità di incidenti. Oltre ad assicurare una maggiore sicurezza negli spostamenti, permette di scongiurare atti di microcriminalità e contribuisce al senso di sicurezza e benessere di ognuno.

La classificazione delle strade, le cui regole sono definite dal nuovo Codice della strada (DL. 285 del 30 aprile 1992), e dal Decreto del Ministero delle Infrastruttura e dei Trasporti n° 6792 del 5 novembre del 2001 e dalle Norme UNI fornisce i criteri sui quali i responsabili dell'illuminazione pubblica possono basarsi per decidere come e quanto illuminare.

I fattori da tenere in considerazione sono diversi:

- **La velocità massima consentita;**
- **La tipologia di utenti;**
- **La presenza o meno di zone di conflitto (rotonde, sottopassi, strisce pedonali ecc);**
- **Il flusso di veicoli;**
- **Uniformità della sede stradale;**
- **Esigenze dei pedoni.**

Le strade, secondo il Codice della Strada, sono classificate in dipendenza delle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali nei seguenti tipi:

A – Autostrade;

B – Strade Extraurbane Principali;

C – Strade Extraurbane Secondarie;

D – Strade urbane di scorrimento;

E – Strade Urbane di quartiere;

F – Strade Locali.

Altri tipi di strade che si possono trovare in ambito urbano, con funzioni e caratteristiche intermedie rispetto ai tipi precedenti sono:

- Strade di scorrimento veloce, intermedie tra le autostrade e le strade di scorrimento;
- Strade di inter-quartiere, intermedie tra quelle di scorrimento e quelle di quartiere;
- Strade locali interzonali, intermedie tra quelle di quartiere e quelle locali, quest'ultime anche con funzioni di servizio rispetto alle strade di quartiere.

La Norma UNI EN 13201-2 del settembre 2004, che recepisce la norma EN 13201-2 – Road Lighting – Part 2: Performance requirements (del novembre 2003, con correzioni introdotte il 3 dicembre 2003), definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di impianti di illuminazione per l'illuminazione delle strade indirizzata alle esigenze di visione degli utenti e considera gli aspetti ambientali dell'illuminazione stradale.

In essa sono contenute tabelle con le classi illuminotecniche definendone le caratteristiche previste per le seguenti tipologie di strade:

- **Classi ME - Strade con traffico motorizzato (manto stradale asciutto):** Definiscono le luminanze del manto stradale.
- **Classi MEW - Strade con traffico motorizzato (manto stradale asciutto/umido):**

Definiscono le luminanze del manto stradale.

- **Classi CE - Strade conflittuali con traffico misto**

Definiscono gli illuminamenti orizzontali di aree di conflitto come strade commerciali, incroci principali, roatorie, sottopassi pedonali.

- **Classi S - Strade pedonali e ciclabili:**

Definiscono gli illuminamenti orizzontali per strade e piazze pedonali, piste ciclabili, parcheggi...

- **Classi A - Strade pedonali e ciclabili:**

Definiscono gli illuminamenti emisferici.

- **Classi ES – Strade pedonali**

Definiscono gli illuminamenti semicilindrici.

Favoriscono la percezione della sicurezza e la riduzione della propensione al crimine.

- **Classi EV – Strade in presenza di superfici verticali**

Definiscono gli illuminamenti verticali.

Favoriscono la percezione di piani verticali, in passaggi pedonali, caselli, svincoli.

CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE

SEZIONE DEI CAVI

La Norma CEI 64-7 prescrive che la portata deve essere determinata in condizioni ordinarie di funzionamento, non si terrà conto dei transitori di accensione e deve essere tale da non superare i valori stabiliti dalle tabelle CEI-UNEL vigenti.

In funzione del gruppo a cui appartiene l'impianto, per le caratteristiche dimensionali dell'impianto di terra si farà riferimento alle *Norme CEI 64-8* ed alla *Norma CEI 11-8*.

La sezione dei cavi di potenza è stata determinata tramite dimensionamento a caduta di tensione e successiva verifica termica (*cfr Relazione tecnica di calcolo linee elettriche*).

CADUTA DI TENSIONE

La caduta di tensione nel circuito di alimentazione in condizione regolari di esercizio, trascurando il transitorio di accensione, **non deve superare il 5% della tensione nominale**; a tale scopo il metodo rapido per il calcolo delle cadute di tensione è fornito dalla tabella UNEL 35023-70 che fornisce, in funzione della sezione e del fattore di potenza del circuito i valori di caduta di tensione unitaria ΔU per unità di corrente e per unità di lunghezza [mV/Am].

Avendo determinato la sezione della linea in relazione alla corrente d'impiego, alle caratteristiche del cavo ed alle modalità di posa della conduttura è possibile verificare la caduta di tensione facendo uso della formula:

$$\Delta V = (\Delta U \cdot L \cdot I_b) / 1000$$

L [m] è la lunghezza del cavo

I_b [A] è la corrente di impiego

ΔU [mV/A·m] caduta di tensione unitaria

Le ipotesi di calcolo sono:

- La portata dei cavi I_0 è stata ripresa dalle tabelle IEC 364-5-523
- La condizione di posa del cavo considerata è in banco tubi interrato
- Per ogni conduttura è stato fatto riferimento ad un declassamento per condizioni di posa
- Per il fattore di potenza è stato assunto il valore convenzionale di $\cos \varphi = 0.8$
- C.D.T. di riferimento $\approx 4\%$
- Tensione di riferimento 400 V
- La caduta di tensione sul quadro di misura $\approx 1,5 \%$

TIPOLOGIA DEGLI IMPIANTI

Il sistema di distribuzione sarà realizzato in tubi di PVC flessibile a doppia parete, allettati e ricoperti da uno strato di sabbia, di fianco al percorso stradale.

Il cavidotto prevederà: n.2 tubazioni Ø 110, una dedicata all'impianto mentre l'altra sarà resa disponibile per futuri utilizzi. Nella sede dello scavo insieme alle tubazioni sarà posata la corda di rame nuda, per il collegamento a terra di ogni palo, attraverso il dispersore previsto nei pozzetti di derivazione.

Per facilitare le operazioni di infillaggio e di derivazione dei cavi saranno utilizzati dei pozzetti in C.A. ispezionabili di dimensioni 700x700mm senza fondo per favorire il drenaggio dell'acqua. Non ci saranno giunzioni dentro le tubazioni,

mentre nei pozzetti della pubblica illuminazione stradale in serie, saranno presenti gli alimentatori in muffola di alluminio, aventi

caratteristiche compatibili col tipo di lampada/apparecchiatura installata e con tensione di esercizio 5kV, grado di protezione IP 67 per installazione sotterranea e all'aperto.

La derivazione per l'apparecchio di illuminazione sarà eseguita intercettando il banco tubi della distribuzione principale interponendo il pozzetto di derivazione e da questo, tramite una tubazione flessibile, sarà raggiunta la morsettiera posta sul palo di sostegno/cassetta a parete, alla quale si attesteranno i cavi di alimentazione. Il collegamento del cavo alla morsettiera sarà eseguito senza riduzione di sezione ed il serraggio avverrà in modo a garantire nel tempo la permanenza del contatto. La linea di alimentazione della lampada sarà protetta da fusibili i cui portafusibili saranno alloggiati nella morsettiera di cui sopra.

CAVETTERIA BT

Dorsali

Per l'impianto in serie, i cavi saranno del tipo RG7H1R unipolare 1x16 mm², non propagante incendio, ridotta emissione di sostanze e gas corrosivi, fumi opachi e gas tossici, isolato con base di gomma EPR ad alto modulo, per tensione da 6kV, con marcatura metrica progressiva.

Per l'impianto in derivazione, le condutture avranno il conduttore in rame, saranno in formazione multipolare ed in pezzatura unica. Il cavo sarà del tipo non propagante la fiamma (CEI 20.20 II), sigla di identificazione:

- cavo FG16R 06/1 kV

Caratteristiche:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| • isolante | EPR – G16 |
| • guaina | PVC - RZ |
| • conduttore | Cu |
| • Temperatura di esercizio | 90 °C |
| • Temperatura max di c.to c.to | 250 °C |
| • Tensione nominale Uo/U | 0,6/1 kV |
| • Tensione max | 1,2 kV |
| • Tensione di prova | 4 kV |
| • Raggio minimo di curvatura: | sei volte il diametro |
| • Formazione | 3x1,5/3x2,5/3x4/3x6 mm ² |

LINEE IN CAVO

La rete di distribuzione **nel parco**, in bassa tensione (400/230 Volt), sarà del tipo radiale con linee che ripartiranno il carico in modo equilibrato fra le fasi per rendere minima la corrente nel conduttore neutro lungo tutto il tracciato, in particolare l'inserzione dei punti luce sulle tre fasi prosegue lungo ciascuna linea con sistema a rotazione. Al fine di poter usufruire del

massimo sezionamento possibile, le linee sono state ripartite in funzione dell'utilizzo. Il carico massimo applicato ad ogni linea non supera il 70% della portata disponibile lasciando il restante 30% al collegamento di eventuali ampliamenti futuri.

Le singole linee di ciascun circuito sono trifasi con neutro avente la stessa sezione dei conduttori di fase.

Tutte le giunzioni di linea o di derivazione, da eseguirsi sui cavi, sono di tipo nastrato, ottenuto collegando i conduttori singoli a mezzo di morsetti a pressione, in forma stellare, ricostruendo l'isolamento a mezzo di nastro in gomma autovulcanizzante di qualità G16 (secondo norme CEI) e ricostruendo la guaina di protezione di nastro in PVC. Il tutto sarà con resina epossidica tipo 3M.

Tutti i conduttori delle linee, compreso il neutro, saranno infilati entro le predisposte tubazioni, interrate alla profondità min. di 50 cm sotto il piano stradale, nello stesso scavo sarà posata corda di messa a terra, usufruendo dei pozzetti di derivazione e di smistamento.

Entro ciascun pozzetto i singoli cavi componenti le linee ed il conduttore neutro relativo, avranno una maggiore lunghezza rispetto al tracciato rettilineo di 60 cm. Il conduttore del neutro delle linee in cavo interrato non dovrà avere alcun punto di collegamento di terra.

Per l'allacciamento degli apparecchi illuminanti, alle linee in cavo interrato, è previsto che venga eseguito, in corrispondenza dei relativi pozzetti (in alternativa in morsettiera su palo per i pali stradali od anche in entra-esce nel corpo illuminante stesso), una derivazione con cavo unipolare del tipo UNEL FG16R avente la sezione di $3 \times 1 \times 1,5 \text{ mm}^2$ ad ogni corpo illuminante.

Mentre per l'allacciamento degli apparecchi illuminanti, alle linee in cavo interrato **nell'impianto in serie della strada e parcheggio**, è previsto che venga eseguito, in corrispondenza dei relativi pozzetti a partire dall'alimentatore in muffola caratterizzato da n.4 morsetti e n. 2 cavi di media da $1 \times 16 \text{ mm}^2$ e n. 1 cavo in derivazione alla lampada bipolare del tipo UNEL FG16R avente la sezione di $2 \times 1 \times 1,5 \text{ mm}^2$ ad ogni corpo illuminante, più un cavo $1 \times 1,5 \text{ mm}^2$ per il collegamento a terra del corpo illuminante.

Il dimensionamento delle linee in cavo e le sezioni dei cavi sono riportati nella relazione di calcolo allegata.

IMPIANTO DI TERRA

L'impianto sarà realizzato con corda di rame nuda da 35 mmq posata nello scavo del cavidotto insieme alle tubazioni in PVC, sarà fissata saldamente sui dispersori di terra previsti in ogni pozzetto di derivazione. Dal dispersore sarà quindi posata, nel corrugato previsto Ø 80, una cordina giallo verde appositamente corredata di capicorda che interconetterà il palo alla rete di terra costituita dalla corda nuda e dai dispersori.

Nell'installazione dei cavi si farà particolare attenzione all'ingresso nel palo, per evitare abrasioni o danneggiamento all'isolamento.

TUBAZIONI DI PROTEZIONE DELLE LINEE IN CAVO INTERRATO

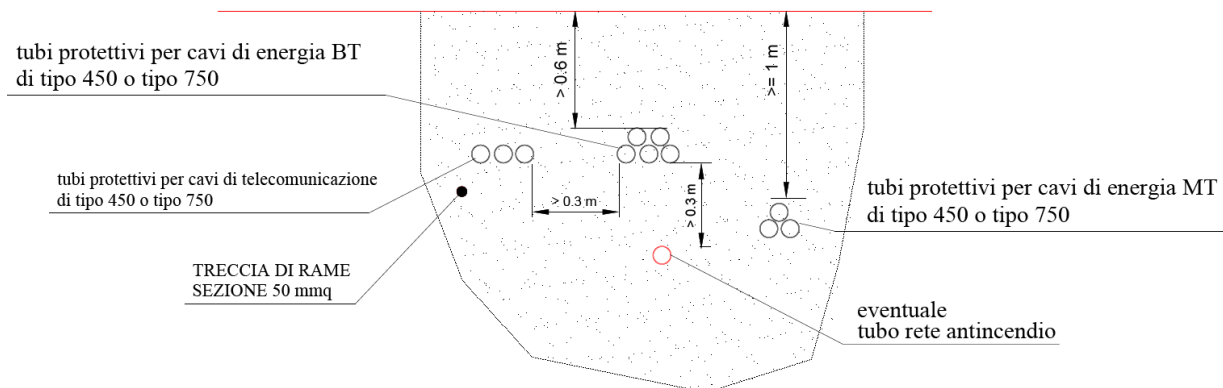
Verrà usato tubo flessibile rosso, doppia parete, marchio IMQ, avente diametro interno di **110 mm**, conforme alle Norme NC F 68 171 minimo e carico di rottura allo schiacciamento non inferiore a 200 kg/cmq. Tutte le tubazioni verranno posate su letto di sabbia grigia dello spessore di cm 10; sopra al tubo verrà sistemato un altro strato di sabbia dello spessore di almeno cm 10, lo spessore finale dovrà pertanto risultare di cm 20 più il diametro del tubo. Mentre per il collegamento del palo al pozzetto sarà utilizzato un corrugato doppia parete avente diametro interno di **80 mm**.

Negli attraversamenti stradali o in caso di mancanza di idonea profondità, per la posa delle tubazioni dovranno essere utilizzate tubazioni di acciaio. Le tubazioni interrate dovranno essere protette e segnalate da mattoni rossi, in misura di n. 8 per ml.

A completamento, prima del riempimento richiesto, verrà posato sopra i mattoni, il nastro segnaletico rosso recante la dicitura cavo elettrico.

Le condutture elettriche a parete per l'alimentazione degli sbracci del parcheggio saranno di tipo TAZ di diametro 32mm.

I criteri di posa dei cavi adottati sono quelli riportati nella immagine seguente.



Nei parallelismi, la distanza in pianta tra i cavi di energia e tubazioni metalliche (rete idranti ecc.), deve essere almeno 0.3 m, Cei 11-17.

I cavi di energia posti in tubazione pvc pesante adatti alla posa interrata che incrociano le tubazioni metalliche, devono essere posti ad una distanza di almeno 0.3 m.

Nei parallelismi, la distanza in pianta tra i cavi di energia e di telecomunicazione deve essere almeno 0.3 m, Cei 11-17.

Nei parallelismi, la distanza in pianta tra i cavi di energia e tubazioni metalliche (rete idranti ecc.), deve essere almeno 0.3 m, Cei 11-17.

Figura 1 - Criteri posizionamento cavi

Prestare particolare attenzione durante l'esecuzione degli scavi data la presenza di sottoservizi; alla presente relazione sono allegati mappature dei sottoservizi.

POZZETTI DI DERIVAZIONE E DI SMISTAMENTO

In corrispondenza di ogni palo di sostegno del corpo illuminante ed alle estremità degli attraversamenti stradali e dove risulti necessario, per assicurare la sfilabilità delle linee, sono previsti dei pozzetti in conglomerato cementizio, aperti inferiormente e posati su un sottofondo drenante di ghiaia, dello spessore di cm 20.

Sulle pareti laterali dei pozzetti verranno intestate, ad una altezza di cm 50 dal piano stradale, le tubazioni di protezione dei cavi.

I pozzetti di derivazione ai singoli candelabri avranno le dimensioni interne minime di cm 70x70 e senza fondo per l'illuminazione stradale (in tali pozzetti **alloggeranno gli alimentatori in muffola in alluminio adatti per la posa in essi in quanto stagni**); 30x30 per l'illuminazione del parco.

BLOCCHI DI FONDAZIONE PER PALI

Saranno costruiti in conglomerato cementizio prefabbricato Rck 250 e avranno dimensioni presunte di (cfr. relazione di calcolo pertinente):

- cm. 100x100x100

Pali

Dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- avere le forme e le dimensioni indicate, per ogni tipo, nelle tavole di progetto esecutivo e nei particolari costruttivi; aventi diametro alla base di:
- mm 110 per pali di altezza totale fino a m 6.50 Sp.3,2
- i pali, di forma conica o rastremata con braccio zincato in acciaio calmato Fe 430 B UNI - EN 10025, aventi le seguenti caratteristiche:
- carico unitario di resistenza a trazione: 410/560 N/mm²;
- carico unitario di snervamento: 275 N/mm²;
- allungamento: 22%
- tolleranza sul diametro esterno: $\pm 3\%$
- tolleranza dello spessore alla base $\pm 0,3$ mm;
- tolleranza sulla lunghezza totale: ± 50 mm;
- tolleranza sulla rettilineità: 0,3% sulla lunghezza totale

e saranno ricavati da tubo saldato elettricamente a resistenza ERW S275 JR UNI-EN 10025, normalizzato tramite laminazione a caldo alla temperatura di 700 °C.

- Le superfici interne ed esterne, saranno protette contro la corrosione, mediante zincatura a caldo ottenuta con processo di immersione conforme alla normativa UNI EN ISO; lo spessore minimo del rivestimento in zinco per parte dovrà essere:
 - per pali dello spessore da 2 mm a 5 mm: 65 mm oppure 450 g/mq.
- uno strato a base di resine epossipoliamicidiche e pigmenti di zinco e titanio bicomponente, dello spessore minimo di 40 micron; la verniciatura protettiva di finitura dovrà essere applicata a due strati, dello spessore minimo per strato non inferiore ai 40 micron. La verniciatura iniziale dovrà essere preceduta da idonea pulizia e sgrassaggio della superficie esterna con prodotti a base di soluzioni acquose, risciacquo, e asciugatura con aria calda.
- Nelle aree verdi potrà essere richiesta la tinteggiatura dei candelabri con tinta RAL 6005 sempre previa preparazione sopradescritta.
- la superficie esterna del tratto di incastro dell'altezza minima di 20 cm, sopra e sotto il punto di fissaggio del candelabro al blocco di fondazione dovrà essere munito (con saldatura) di manicotto di rinforzo in acciaio (lunghezza totale 400 mm);
- l'asola per l'ingresso dei conduttori di alimentazione, situata sotto il piano stradale, posta parallelamente al braccio del candelabro, dove richiesto, dovrà avere le seguenti dimensioni minime:
 - altezza = 185 mm;
 - larghezza = 46 mm;
 - raccordo degli angoli $r = 25 \text{ mm.}$;
- non sarà presente l'asola portamorsettiera (in fase d'ordine l'Impresa Appaltatrice dovrà richiedere il palo non dotato della predetta asola);
- la piastrina di messa a terra dovrà essere saldata parallelamente all'asola ad altezza variabile avere dimensioni minime di 40 x 40 mm, spessore 8 mm., con foro centrale passante minimo $\phi 13 \text{ mm}$;
- riportare la punzonatura relativa al marchio di fabbrica e l'anno di costruzione.

Tutte le lavorazioni da eseguirsi sui pali devono essere fatte prima del trattamento di zincatura.

5. IMPIANTO ELETTRICO

Per l'**impianto di pubblica illuminazione** complementare di **Via Evangelista Torricelli** sarà realizzato con **allacciamento in serie nel punto coda del cavo primario** afferente alla cabina "**Nuova Pianura**", come da prescrizioni del Servizio Strade e Grandi Reti Tecnologiche; al fine di conservare la medesima architettura dell'**impianto in serie** esistente in zona, il cavo utilizzato sarà del **tipo RG71HR unipolare 1x16 mm²**.

Per l'**impianto del parco**, invece, l'Ente di distribuzione dell'energia elettrica (ENEL) alimenta l'impianto per mezzo di una linea dedicata di Bassa tensione che si attesta nel quadro dedicato al controllo dell'illuminazione di proprietà del Comune; il misuratore di energia è ubicato nel vano misuratori.

Il sistema complessivo di alimentazione sarà di tipo **TT** in configurazione **trifase con neutro** con tensione nominale *concatenata 400 Vac* e *stellata 230 Vac* e con *frequenza 50 Hz* ed è pertanto assimilato come sistema di **I categoria**.

DISPOSIZIONI GENERALI

Sezionamento

Il decreto del Presidente della repubblica del 27/04/1955, n.547 all'art. 288 prescrive l'installazione di un interruttore onnipolare all'arrivo di ciascuna linea di alimentazione.

Le seguenti indicazioni sono ricavate dalle Norme CEI 64-8.

Nel sistema in esame (TT) il sezionamento deve interessare anche il conduttore di neutro, inoltre ogni componente dell'impianto o in un involucro (ad esempio un quadro elettrico) alimentato da più sorgenti di energia, deve essere prevista una scritta od un cartello ammonitore indicante la necessità del sezionamento di tutte le parti in tensione quando, per manutenzione, si debba accedere alle parti attive in esso contenute.

Tali scritte o cartelli possono non essere previsti se tutti i circuiti interessati siano sezionati, quando si accede alle parti attive, mediante interblocco.

Se il dispositivo di sezionamento non è sotto il controllo dell'operatore si deve rispettare almeno una delle seguenti prescrizioni:

- ubicazione del dispositivo di sezionamento in un involucro chiuso a chiave
- ubicazione del dispositivo di sezionamento in un locale chiuso a chiave
- adozione di opportuni interblocchi meccanici
- scritta o altra segnalazione

Protezione Contro i Contatti Diretti

Misura di Protezione Totale

Protezione mediante isolamento delle parti attive:

- tutte le parti attive saranno completamente ricoperte con isolamento
- l'isolamento può essere rimosso solo mediante la distruzione dello stesso
- l'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica deve soddisfare le relative Norme

Protezione mediante involucri o barriere:

- gli involucri o le barriere delle parti attive devono assicurare un grado di protezione \geq IPXXB
- le superfici superiori orizzontali delle barriere o degli involucri a portata di mano devono assicurare un grado di protezione \geq IPXXD
- se è necessario aprire un involucro o parti di esso, oppure togliere una barriera, per ragione di servizio, occorre rispettare almeno una delle seguenti prescrizioni:

- uso della chiave o attrezzo
- ripristino dell'alimentazione solamente dopo la sostituzione o la chiusura delle barriere o degli involucri

- rimozione di barriere intermedie, con grado di protezione non inferiore a $\geq \text{IPXXB}$, solo con chiave o attrezzo
- I gradi di protezione IPXXB e IPXXD in accordo alle Norme CEI 70-1.

Misura di Protezione Parziale

Protezione mediante ostacoli:

- gli ostacoli possono essere rimossi senza l'uso di chiave o attrezzo ma devono essere fissati in modo tale da impedirne la rimozione accidentale; devono impedire l'avvicinamento non intenzionale del corpo alle parti attive, ed il contatto non intenzionale con parti attive durante lavori sotto tensione.

Protezione mediante distanziamento

- il distanziamento serve soltanto ad impedire il contatto non intenzionale con le parti attive
- parti simultaneamente accessibili a tensione diversa non devono essere a portata di mano

Misura di Protezione Aggiuntiva Mediante Interruttori Differenziali

Gli interruttori automatici differenziali con corrente differenziale nominale di intervento $I_{\Delta N} \leq 500\text{mA}$ sono considerati come protezione aggiuntiva contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione.

Tali dispositivi devono essere installati unitariamente ad altre misure di protezione totale o parziale.

Protezione Contro i Contatti Indiretti Senza Interruzione Automatica del Circuito

In accordo alle Norme CEI 64-8, la protezione contro i contatti indiretti senza interruzione automatica del circuito sono riportati di seguito.

Protezione con l'Impiego di Componenti di Classe II o con Isolamento Equivalente

La protezione deve essere assicurata con uno dei seguenti mezzi:

- uso di materiale elettrico avente un isolamento doppio o rinforzato (classe II), quadri prefabbricati aventi un isolamento completo in accordo alle Norme CEI 17-13/1)
- isolamento supplementare applicato durante l'installazione e materiale elettrici aventi solo un isolamento principale
- isolamento rinforzato applicato alle parti attive nude durante l'installazione, solo quando ragioni costruttive non permettono la realizzazione di un doppio isolamento
- cavi con guaina non metallica isolati per una tensione nominale maggiore di un gradino rispetto a quella del sistema elettrico servito.

Requisiti d'installazione e costruttivi principali:

- l'installazione deve essere effettuata in modo tale da non nuocere alla protezione assicurata
- le parti conduttrici racchiuse entro un involucro isolante non devono essere collegate ad un conduttore di protezione

- l'involucro isolante non deve essere attraversato da parti conduttrici che possano compromettere la protezione contro i contatti indiretti
- le parti intermedie devono essere racchiuse in un involucro isolante che abbia almeno un grado di protezione IPXXB, quando i componenti elettrici sono pronti per il funzionamento.
- Gli involucri isolanti devono essere in grado di sopportare le sollecitazioni meccaniche, elettriche e termiche che possono prodursi.

Protezione Contro I Contatti Indiretti Con Interruzione Automatica Del Circuito

Le seguenti indicazioni sono state ricavate dalla Norma CEI 64-8

Questa misura di protezione si applica nei SISTEMI TT. Il conduttore di protezione deve essere distribuito separatamente dal conduttore di neutro.

- Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dello stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra.
- Le masse estranee e i sistemi di tubazioni metalliche accessibili devono essere collegati all'impianto di terra.
- Deve essere realizzato il coordinamento dei dispositivi di protezione con l'impianto di terra in modo da soddisfare la relazione:

$$R_T * I_D \leq 50$$

dove:

- $R_T [\Omega]$ è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;
 - $I_D [mA]$ è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in Ampere;
 - $50[V]$ è il valore massimo in volt della tensione di contatto ammesso negli ambienti ad uso ordinario
-
- Quando il dispositivo di protezione è a corrente differenziale, I_D è la corrente nominale differenziale.
 - Quando si deve ottenere selettività con dispositivi di protezione a corrente differenziale è ammissibile un tempo di interruzione non superiore a 1 s.
 - Quando il dispositivo di protezione contro le sovracorrenti è con caratteristica di funzionamento automatico entro 5 s. Se il dispositivo è a scatto istantaneo I_D è la corrente minima che provoca tale scatto.

L'impianto in serie di illuminazione della strada pubblica sarà realizzato in opera per essere caratterizzato da un isolamento di **Classe I**, pertanto L'IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE IN OGGETTO SARÀ DOTATO DI IMPIANTO DI PROTEZIONE DEI TERRA AI FINE DELLA PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.

Protezione Delle Conduitture Contro le Sovracorrenti

Le seguenti norme sono state ricavate dalla norma CEI 64-8

Protezione contro i sovraccarichi

Il dispositivo che protegge una conduttura contro i sovraccarichi, può essere posto lungo il percorso di questa conduttura a condizione che tra il punto in cui è posto tale dispositivo ed il punto in cui si possa presentare una variazione della conduttura stessa (tipo di sezione, natura, modo di posa o costituzione) non vi siano derivazioni o prese a spina.

Il funzionamento del dispositivo di protezione deve rispondere alle seguenti due condizioni:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_F \leq (1,45 \times I_Z)$$

ove:

- I_B [A] è il valore della corrente di impiego del circuito
- I_N [A] è il valore della corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_Z [A] è il valore della portata della conduttura in regime permanente
- I_F [A] è il valore della corrente che assicura il funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale

La protezione contro i sovraccarichi **può essere omessa** per:

- condutture poste a valle di variazioni di sezione, natura, modo di posa o costituzione già protette contro i sovraccarichi da dispositivi di protezione posti a monte
- condutture che alimentano apparecchi utilizzatori che non possono dare luogo a sovraccarichi, a condizione che tali condutture siano protette contro i corto circuiti
- condutture di circuiti di telecomunicazioni, comando, segnalazione o simili (condizioni di protezione allo studio)

La protezione contro i sovraccarichi è vietata per:

- tutti i casi in cui una improvvisa interruzione può dar luogo a pericoli
- circuiti terminali di alimentazione di elettromagneti di sollevamento
- circuiti dei servizi di sicurezza

in alcuni casi può essere opportuno prevedere un dispositivo di segnalazione del sovraccarico.

Protezione Delle Condutture Contro Le Sovracorrenti

Protezione contro i corto circuiti

I dispositivi di protezione devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. La corrente di corto circuito da prendere in considerazione deve essere la più elevata che si può produrre in relazione alle configurazioni dell'impianto.

Deve essere rispettata la seguente condizione:

$$(I^2 \times t) \leq K^2 \times S^2$$

dove:

- $(I^2 \times t)$ è il valore, in ampere quadro secondi, dell'integrale di Joule passante attraverso il dispositivo di protezione per il tempo t di durata del corto circuito (energia passante)
- K è il valore del coefficiente tipico del cavo
- S è il valore, in millimetri quadri, della sezione del cavo in esame

Il coefficiente adimensionale K , relativo al tipo di cave in rame, è uguale a:

115 per cavi isolati con polivinilcloruro (PVC)

135 per cavi isolati con gomma naturale o butilica

143 per cavi isolati con gomma etilenpropilenica (EPR) o propilene reticolato

Il dispositivo di protezione contro i corto circuiti deve essere sempre installato nei punti di riduzione della sezione dei conduttori. È possibile installare il dispositivo di protezione in un punto diverso quando per il tratto a monte del dispositivo siano soddisfatte contemporaneamente le seguenti prescrizioni:

- lunghezza non superiore a 3 m
- riduzione al minimo del pericolo di corto circuito, ad esempio con adeguati ripari contro le influenze esterne
- riduzione al minimo del pericolo di incendio, oppure esistenza di un dispositivo atto ad effettuare la protezione e posizionamento a monte della riduzione della sezione

Il dispositivo di protezione contro il corto circuito, qualora sia destinato anche ad assicurare la protezione contro i contatti indiretti con interruzione automatica del circuito, deve comunque intervenire in caso di guasto franco a massa in un tempo $\leq 5s$.

La protezione contro i corto circuiti può essere omessa per (in questi casi bisogna verificare che sia minimo il pericolo di corto circuito e che le condutture non siano in vicinanza di materiali combustibili):

- tutti i casi in cui una improvvisa interruzione può dar luogo a pericoli
- condutture che collegano sorgenti di energia o apparecchiature elettriche quali batterie di accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con i rispettivi quadri elettrici quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri
- taluni circuiti di misura

6. MODELLO PER IL CALCOLO DELLE CONDUTTURE

Per il calcolo delle sezioni dei cavi useremo il metodo matematico della **linea aperta con carichi distribuiti**.

Consideriamo una linea che alimenta n carichi, che assorbono rispettivamente le correnti I_n ; si indichino con d_n le distanze tra i carichi.

Per il calcolo si fa l'ipotesi che la linea potrebbe avere sezione differenziata, essendo

$$I_1 \neq I_2 \neq I_3 \neq \dots I_k \neq \dots \neq I_n.$$

Come specificato nei paragrafi precedenti, in considerazione della tipologia di impianto e della caratteristica delle lampade utilizzate, si valuta che sia accettabile una caduta di tensione complessiva di:

$\Delta U \leq 3.5\%$ per le linee trifasi

tenuto conto che il carico non è perfettamente equilibrato e della presenza delle armoniche:

$\Delta U \leq 4\%$ per le linee monofasi.

Se consideriamo accettabile per la parte di impianto nel palo o torre una caduta di tensione

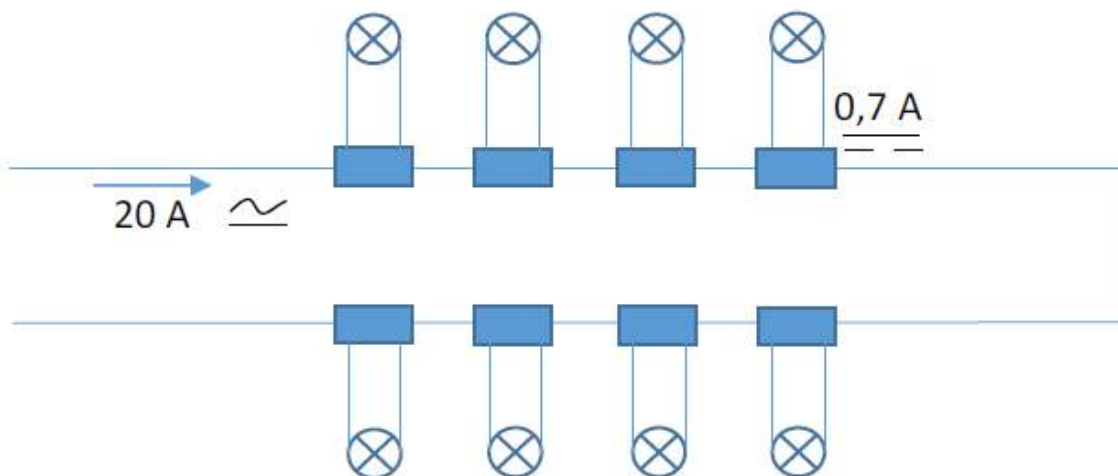
$\Delta U \leq 0.2\%$.

le montanti di alimentazioni dovranno essere progettate per i seguenti valori limite di caduta di tensione:

⇒ $\Delta U \leq 3.3\%$ per le linee trifasi

tenuto conto che il carico non è perfettamente equilibrato e della presenza delle armoniche:

⇒ $\Delta U \leq 3.8\%$ per le linee monofasi.



Schema tipico di un impianto di illuminazione serie

Detta J_b la corrente di impiego per ogni palo di illuminazione (alimentazione **monofase**), per il calcolo delle correnti si utilizzerà la formula:

$$J_b = \frac{P}{V_F \cdot \cos \varphi}$$

$\cos \varphi$: fattore di potenza del complesso alimentatore+lampada dell'armatura stradale

$V_F[V]$: tensione di fase

P [W]: Potenza complessiva dell'alimentatore+lampada dell'armatura stradale

In particolare sono fissati i seguenti valori convenzionali per l'analisi dell'impianto in esame:

$$\cos \varphi = 0.8$$

$$V_F[V] = 230$$

La corrente che interessa il tratto generico è data dalla somma delle correnti a valle del nodo di inizio del tratto stesso,

$$I_k = \sum_{i=1}^K J_i$$

ovvero

Per ciascuno dei tratti in esame si fissa un valore massimo di caduta di tensione

$$\Delta U_{KT}[V]$$

Si seleziona quindi la sezione del cavo che soddisfa la condizione per la caduta di tensione reale e minore della caduta di

$$\Delta U[V] = m \cdot L \cdot I \cdot (r_l \cos \varphi + x_l \sin \varphi)$$

$m = 2$ per linee monofasi

$m = \sqrt{3}$ per linee trifasi

tensione fissata per il tratto in esame; ovvero dalla relazione:

se indichiamo con

$$u \left[\frac{mV}{A \cdot m} \right] = \frac{\Delta U \cdot 1000}{I \cdot L}$$

$$u = \frac{m \cdot L \cdot I \cdot (r_l \cos \varphi + x_l \sin \varphi) \cdot 1000}{I \cdot L}$$

$$u = m \cdot (r_l \cos \varphi + x_l \sin \varphi) \cdot 1000$$

In funzione del valore $\cos \varphi = 0.8$, del tipo di alimentazione (m) e del tipo di cavo selezionato è possibile tabellare i valori di u;

Caduta di tensione unitaria in [mV/Am] per cavi BT, estratto dalla tabella (CEI-UNEL 35023)

	Tripolari	Bipolari
Sezione [mm²]	u [mV/Am]	u [mV/Am]
1,5	20.0	24.3
2,5	12.7	14.7
4	7.20	9.20
6	5.34	6.16

10	3.24	3.73
16	2.37	2.39
25	1.34	1.55
35	0.208	1.44

Dalla tabella con la selezione della sezione del cavo e del tipo di cavo si ricava la caduta di tensione nel tratto di cavo in esame

$$\Delta U[V] = \frac{u \left[\frac{mV}{A \cdot m} \right] \cdot I \cdot L}{1000}$$

$$\Delta U[\%] = \frac{\Delta U[V] \cdot V_n}{100}$$

$V_N = 230V$ per alimentazione monofase

$V_N = 380V$ per alimentazione trifase

Accertato che per quello che riguarda la caduta di tensione, la sezione del cavo selezionato soddisfa la condizione imposta per cui

$$\Delta U[\%] \leq \Delta U_{KT}[\%]$$

Definito il valore della sezione del cavo, si effettua la valutazione della portata del cavo, ovvero si verifica che la corrente di impiego del tratto di cavo sia minore del valore massimo; definito con

Allora la portata reale del cavo è una frazione di quella reale, ovvero:

$I_K[A]$: la corrente di impiego del tratto di cavo

$I_Z[A]$: la portata teorica del cavo

$I_{ZT}[A]$: la portata reale del cavo nelle condizioni di posa

CALCOLO DELLA PORTATA DI UNA CONDUTTURA

La portata in regime permanente I_Z di una conduttura viene calcolata in funzione della modalità di installazione. Nel nostro caso avremo 2 soli tipi di pose:

1. cavi multipolari in tubi protettivi posati in cavità di strutture (palo)
2. cavi multipolari in posa interrata

1. Cavi multipolari in tubi protettivi posati in cavità di strutture (B)

Scelto il tipo di cavo (EPR/PVC), ad una data sezione corrisponderà una certa portata teorica I_Z in riferimento alla seguente tabella:

Sezione [mm ²]	Portata teorica I _z [A]
1,5	19.5
2,5	27
4	36
6	48
10	63
16	85
25	112
35	138

Il valore del coefficiente di riduzione della portata è data dal prodotto

$$K_{TOT} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

Essendo

$K_1 = 0,95$ (tipo di posa in cavità di strutture)

$K_2 = 0,80$ (numero di circuiti o cavi multipolari=2)

$K_3 = 0,80$ (numero di strati=2)

$K_4 = 0,96$ (gomma EPR/XLPE e temperatura massima 35°C)

Per cui

$$K_{TOT} = 0.58$$

2. Cavi multipolari in tubi protettivi in posa interrata

Scelto il tipo di cavo (EPR/PVC), ad una data sezione corrisponderà una certa portata teorica I_z in riferimento alla seguente tabella:

Sezione [mm ²]	Portata teorica I_z [A]
1,5	31
2,5	41
4	53
6	66
10	87
16	113
25	144
35	174

Il valore del coefficiente di riduzione della portata è data dal prodotto

$$K_{TOT} = K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_8$$

Essendo

$K_1 = 1,04$ (Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C: $T \leq 15^\circ\text{C}$)

$K_2 = 1,00$ (Fattore di correzione per gruppo di tubi interrati sullo stesso piano: N° 1)

$K_3 = 1,02$ (Fattore di correzione per profondità diversa da 0,8m: Profondità $\geq 0,5\text{m}$)

$K_4 = 0,92$ (Fattore di correzione per resistività termica diversa da 2[°K·m/W]: Cavo multipolare, resistività termica 2,5 [°K·m/W])

Per cui

$$K_{TOT} = 0,20$$

CORTOCIRCUITO A FONDO LINEA

La Norma CEI 64-8 prescrive che l'intervento delle protezioni debba essere verificato anche per cortocircuiti a fondo linea.

La presenza di una protezione di tipo termica è considerata sufficiente a garantire la protezione contro il cortocircuito a fondo linea.

I circuiti di alimentazione dell'illuminazione esterna saranno realizzati con protezione termica sovradimensionata; in tal caso è necessario verificare che sia soddisfatta la condizione

$$I_{ccmin} \geq I_m$$

I_{ccmin} : corrente di cortocircuito a fondo linea

I_m : corrente di intervento della protezione magnetica

Il valore della corrente di cortocircuito minima si calcola dalla seguente relazione

$$I_{ccmin} = \frac{0.8 \cdot U_F \cdot S_F}{1.5 \cdot \rho \cdot 2 \cdot L}$$

U_F [V]: tensione di fase = 230V

S_F [mm²]: sezione del conduttore di fase

$\rho \left[\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$: resistività del rame a 20°C $\Rightarrow 0.018$

L [m]: Lunghezza della condotta

CORTOCIRCUITO AD INIZIO LINEA

Un cavo si considera protetto contro il cortocircuito ad inizio linea se si verifica la seguente condizione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S_F^2$$

K : costante caratteristica del cavo che dipende sia dal materiale conduttore che dal tipo di isolante = 143 (conduttore = rame, isolante = EPR/XLPE)

$I^2 \cdot t$ [A² · s]: energia specifica lasciata passare dall'interruttore

S_F [mm²]: sezione del cavo

ovvero l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore deve essere minore di quella tollerabile dal conduttore.

Si rimanda agli elaborati tecnici le considerazioni di carattere grafico

ALLEGATO DEL CALCOLO ILLUMINOTECNICO

(Valutazioni effettuate con il Programma RELUX)

Verifiche Illuminotecniche

Impianto : Illuminazione Esterna P.co Pubblico - Pianura (NA)

Numero progetto :

Cliente

Autore

Data

I seguenti valori si basano su calcoli esatti di lampade e punti luce tarati e sulla loro disposizione. Nella realtà potranno verificarsi differenze graduali. Resta escluso qualunque diritto di garanzia per i dati dei punti luce. Il produttore non si assume alcuna responsabilità per danni anche parziali derivanti all'utente o a terzi.

Questa clausola di esclusione della responsabilità è valida per qualsiasi motivo giuridico e comprende in particolare anche la responsabilità per il personale ausiliario.

Oggetto : Verifiche Illuminotecniche
Impianto : Illuminazione Esterna P.co Pubblico - Pianura (NA)
Numero progetto :
Data : 30.08.2021

1 Dati punti luce

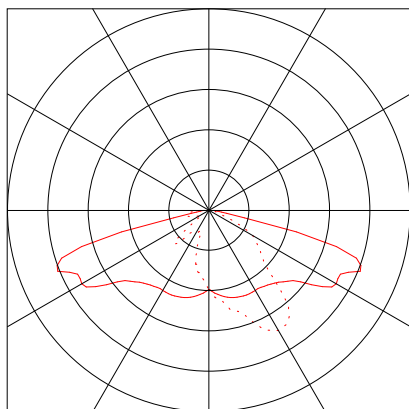
Dati punti luce

Rendimento punto luce : 94.7%
Rendimento punto luce : 160.99 lm/W
Classificazione : A30 ↓99.8% ↑0.2%
CIE Flux Codes : 34 67 93 100 95
UGR 4H 8H : 39.9 / 29.1
Potenza : 90 W
Flusso luminoso : 14489.1 lm

Dimensioni : 100 mm x 100 mm x 100 mm

Sorgenti:

Quantità : 1
Nome : LED
NICHIA144
4000K
Temp. Di Colore :
Flusso luminoso : 15300 lm
Resa cromatica : 0



Oggetto : Verifiche Illuminotecniche
Impianto : Illuminazione Esterna P.co Pubblico - Pianura (NA)
Numero progetto :
Data : 30.08.2021

1 Dati punti luce

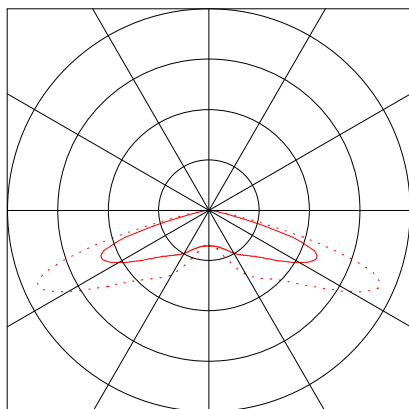
Dati punti luce

Fotometria assoluta
Rendimento punto luce : 136.36 lm/W
Classificazione : A20 ↓99.3% ↑0.7%
CIE Flux Codes : 18 52 96 99 100
UGR 4H 8H : 29.4 / 31.2
Potenza : 33 W
Flusso luminoso : 4500 lm

Dimensioni : Ø450 mm x 565 mm

Sorgenti:

Quantità : 1
Nome : LED4000K-33W
Temp. Di Colore : 4000
Resa cromatica : 70



Oggetto : Verifiche Illuminotecniche
Impianto : Illuminazione Esterna P.co Pubblico - Pianura (NA)
Numero progetto :
Data : 30.08.2021

1 Dati punti luce

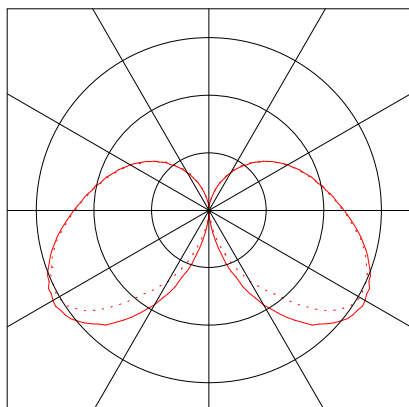
Dati punti luce

Fotometria assoluta
Rendimento punto luce : 95.24 lm/W
Classificazione : B11 ↓62.7% ↑37.3%
CIE Flux Codes : 15 44 74 63 100
UGR 4H 8H : 19.8 / 19.7
Potenza : 10.5 W
Flusso luminoso : 1000 lm

Dimensioni : Ø160 mm x 900 mm

Sorgenti:

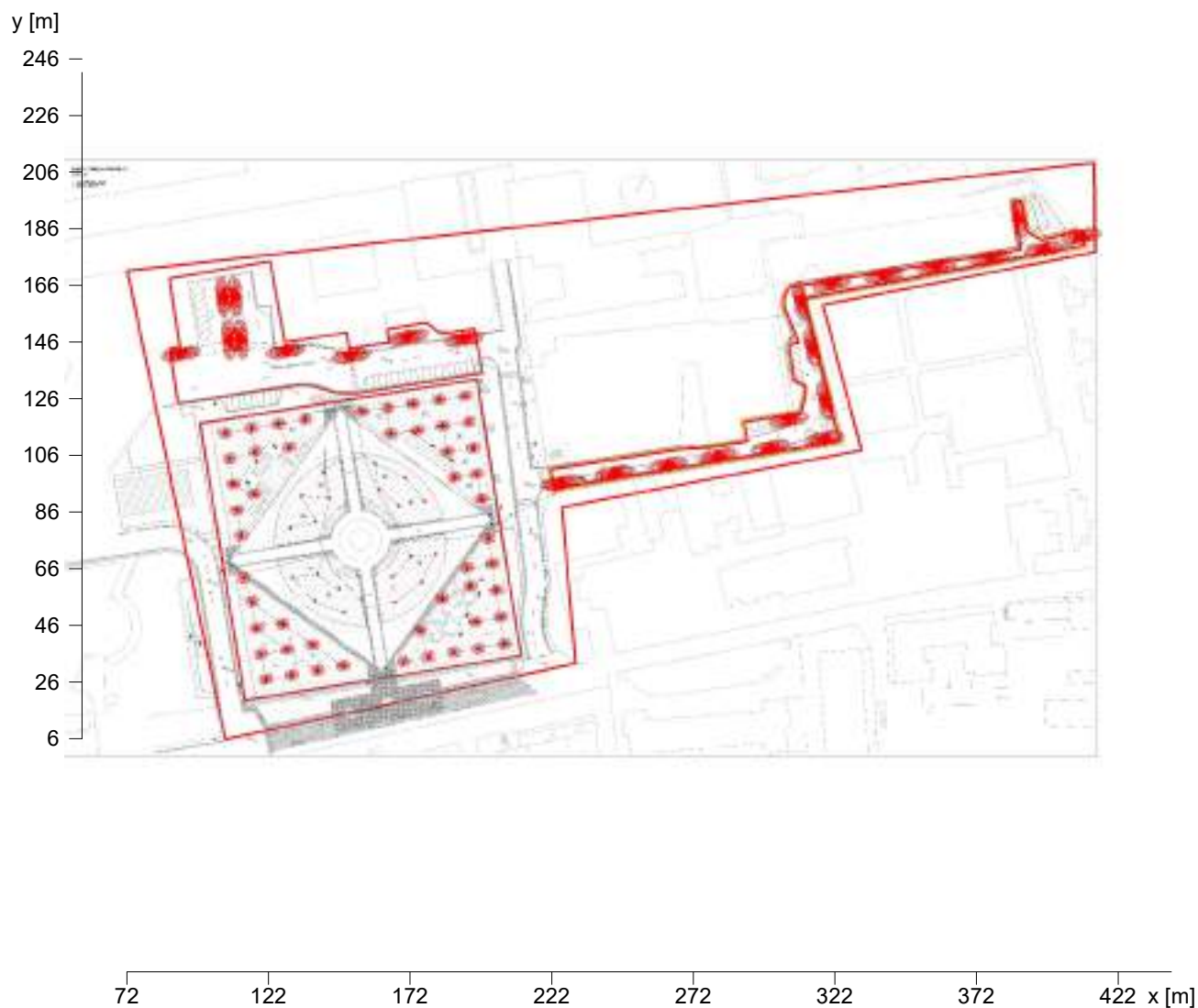
Quantità : 1
Nome : LED4000K-10.5W
Temp. Di Colore : 4000
Resa cromatica : 80



2 Impianto esterno 1

2.1 Descrizione, Impianto esterno 1

2.1.1 Pianta

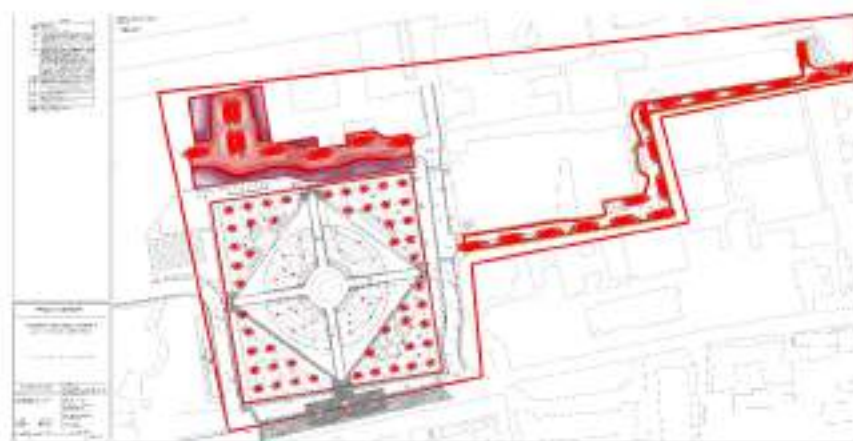


Oggetto : Verifiche Illuminotecniche
 Impianto : Illuminazione Esterna P.co Pubblico - Pianura (NA)
 Numero progetto :
 Data : 30.08.2021

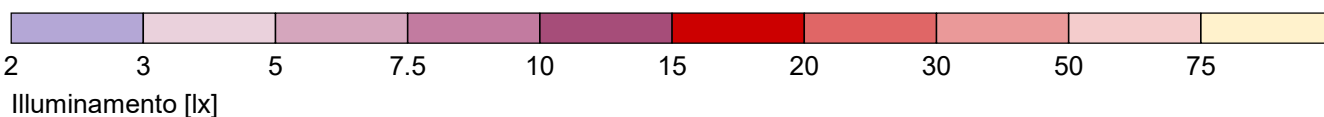
2 Impianto esterno 1

2.2 Riepilogo, Impianto esterno 1

2.2.1 Panoramica risultato, Parcheggio



72 122 172 222 272 322 372 422 x [m]



Generale

Algoritmo di calcolo utilizzato:	Percentuale indiretta media
Altezza area di valutazione	0.00 m
Fattore di manut.	0.80
Flusso Totale Lampade	642800 lm
Potenza totale	4200 W
Potenza totale per superficie (35090.96 m ²)	0.12 W/m ²

Illuminamento

Illuminamento medio	Em	27 lx
Illuminamento minimo	Emin	2.4 lx
Illuminamento massimo	Emax	86.7 lx
Uniformità Uo	Emin/Em	1:11.2 (0.09)
Uniformità Ud	Emin/Emax	1:36.1 (0.03)

Tipo Num. Marca


non membro Relux		
1	26	Codice : *32983*
		Nome punto luce : Prodotto
		Sorgenti : 1 x LED NICHIA144 4000K 90 W / 15300 lm
OPPLE		
2	50	Codice : 543016006600
		Nome punto luce : LEDPostTop-P1-33W-4000-W
		Sorgenti : 1 x LED4000K-33W 33 W / 4500 lm

Oggetto : Verifiche Illuminotecniche
Impianto : Illuminazione Esterna P.co Pubblico - Pianura (NA)
Numero progetto :
Data : 30.08.2021

2 Impianto esterno 1

2.2 Riepilogo, Impianto esterno 1

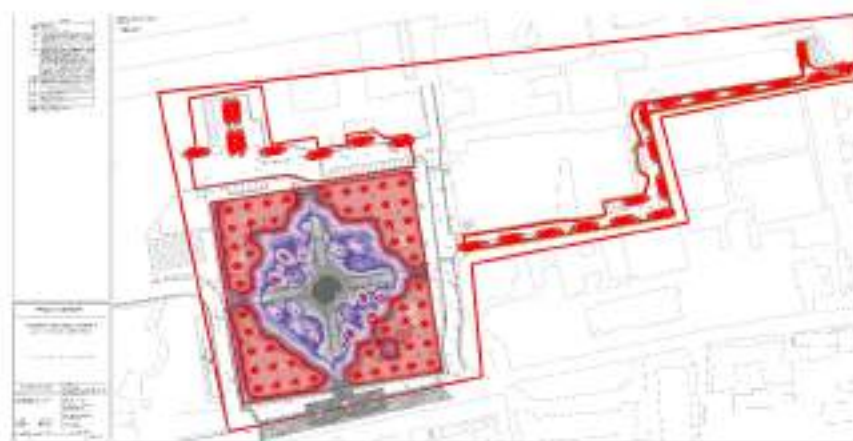
2.2.1 Panoramica risultato, Parcheggio

3	20	Codice	: 543012003000
		Nome punto luce	: LEDBollard-P1-L900-10.5W-4000-W
		Sorgenti	: 1 x LED4000K-10.5W 10.5 W / 1000 lm

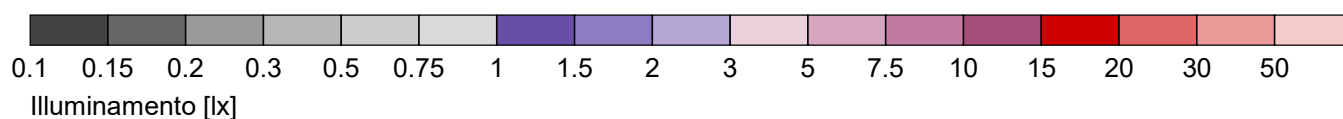
Oggetto : Verifiche Illuminotecniche
 Impianto : Illuminazione Esterna P.co Pubblico - Pianura (NA)
 Numero progetto :
 Data : 30.08.2021

2.2 Riepilogo, Impianto esterno 1

2.2.2 Panoramica risultato, Parco



72 122 172 222 272 322 372 422 x [m]



Generale

Algoritmo di calcolo utilizzato:	Percentuale indiretta media
Altezza area di valutazione	0.00 m
Fattore di manut.	0.80

Flusso Totale Lampade	642800 lm
Potenza totale	4200 W
Potenza totale per superficie (35090.96 m ²)	0.12 W/m ²

Illuminamento

Illuminamento medio	Em	17.9 lx
Illuminamento minimo	Emin	0.1 lx
Illuminamento massimo	Emax	60.8 lx
Uniformità Uo	Emin/Em	1:120 (0.01)
Uniformità Ud	Emin/Emax	1:409 (0)

Tipo Num. Marca

non membro Relux

1	26	Codice	: *32983*
		Nome punto luce	: Prodotto
		Sorgenti	: 1 x LED NICHIA144 4000K 90 W / 15300 lm


OPPLE

2	50	Codice	: 543016006600
		Nome punto luce	: LEDPostTop-P1-33W-4000-W
		Sorgenti	: 1 x LED4000K-33W 33 W / 4500 lm

Oggetto : Verifiche Illuminotecniche
Impianto : Illuminazione Esterna P.co Pubblico - Pianura (NA)
Numero progetto :
Data : 30.08.2021

2.2 Riepilogo, Impianto esterno 1

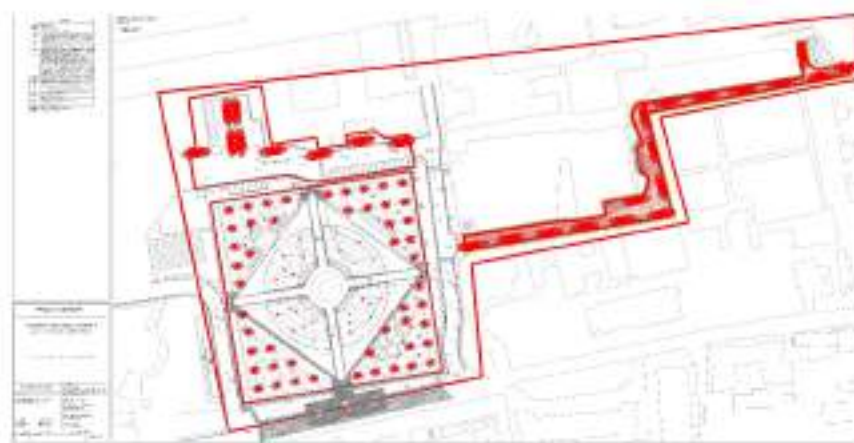
2.2.2 Panoramica risultato, Parco

3	20	Codice	: 543012003000
		Nome punto luce	: LEDBollard-P1-L900-10.5W-4000-W
		Sorgenti	: 1 x LED4000K-10.5W 10.5 W / 1000 lm

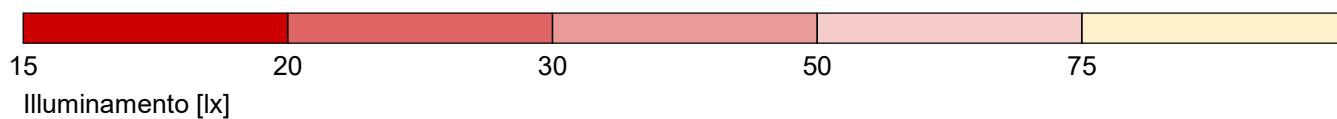
Oggetto : Verifiche Illuminotecniche
 Impianto : Illuminazione Esterna P.co Pubblico - Pianura (NA)
 Numero progetto :
 Data : 30.08.2021

2.2 Riepilogo, Impianto esterno 1

2.2.3 Panoramica risultato, Strada



72 122 172 222 272 322 372 422 x [m]



Generale

Algoritmo di calcolo utilizzato:
 Fattore di manut.

Percentuale indiretta media
 0.80

Strada

Profilo utente: - M3 - Strade Urbane (Ra >20.00)

Superficie utile 1

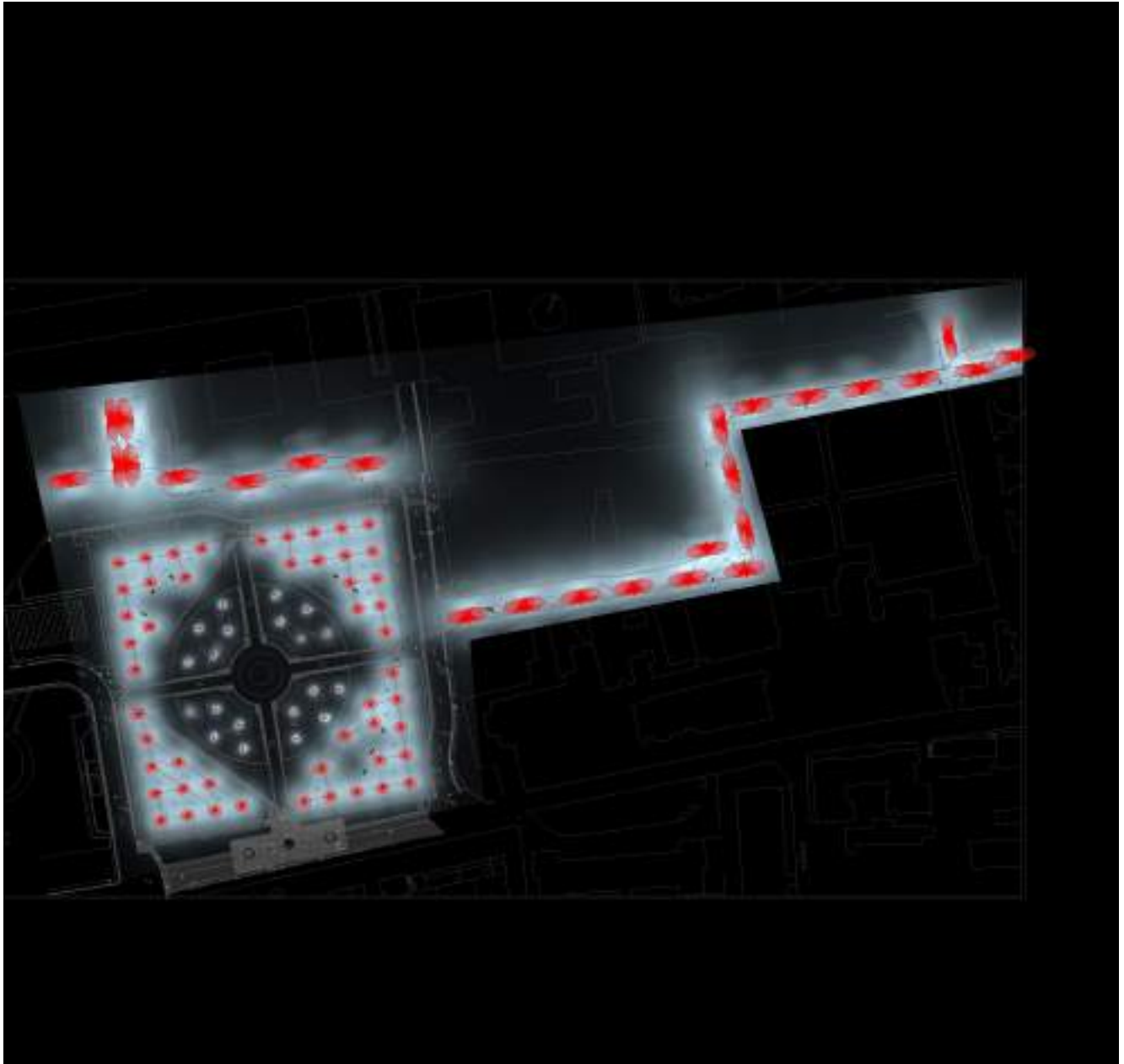
Orizzontale

Em	46.7 lx	(>= 15 lx)
Emin	18.6 lx	
Emin/Em (Uo)	0.40	(>= 0.40)
Emin/Emax (Ud)	0.24	
Posizione	0.00 m	

2 Impianto esterno 1

2.3 Risultati calcolo, Impianto esterno 1

2.3.1 Luminanza 3D Vista dall'alto



2.3 Risultati calcolo, Impianto esterno 1

2.3.2 Colori falsati 3D, Vista dall'alto (L)

