



# Provincia Regionale di Ragusa

## Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO 1° STRALCIO FUNZIONALE

Responsabile Unico Procedimento

**Dott. Ing. Salvatore Dipasquale**

Dirigente Pianificazione del Territorio

**Dott. Ing. Vincenzo Corallo**

### PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO: <ul style="list-style-type: none"><li>● IMPIANTI TECNOLOGICI</li><li>● IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE</li><li>● RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO</li></ul>	ARCHIVIO  <b>PR147</b>
	SCALA
	ELABORATO  <b>12.1.1</b>
GRUPPO DI PROGETTAZIONE  A.T.I.  <b>TECHNITAL S.p.A</b> (Mandataria)   <b>I.R. INGEGNERI RIUNITI</b> STUDIO TECNICO ASSOCIATO   <b>STUDIO IUDICE S.r.l</b>	RESPONSABILE DELLE INTEGRAZIONI SPECIALISTICHE  Dott. Ing. M. Raccosta  RESPONSABILI DI PROGETTO  Dott. Ing. M. Raccosta  Dott. Ing. G. Failla  Dott. Ing. F. Iudice

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
2	SETTEMBRE 2014	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ITALSOCOTEC del 15/07/2014	F. BIUNDO	A. IUDICE	F. IUDICE
1	GIUGNO 2014	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ITALSOCOTEC del 18/04/2014	F. BIUNDO	A. IUDICE	F. IUDICE
0	MARZO 2014	PRIMA EMISSIONE	F. BIUNDO	A. IUDICE	F. IUDICE

# INDICE

INDICE	1
1 INTRODUZIONE	3
1.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO	3
1.1.1 NORME CEI – NORME PER IMPIANTI ELETTRICI	3
1.1.2 NORME UNI	5
1.1.3 LEGGI E DECRETI	5
2 L'ILLUMINAZIONE PUBBLICA	5
2.1 FINALITÀ	5
2.2 AREE DI INTERVENTO	6
2.3 CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE	6
2.4 CLASSIFICAZIONI ILLUMINOTECNICHE STRADALI	7
2.5 CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE E INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO	9
2.6 SCELTA DELLE CLASSI per S.P. 46 Ispica - Pozzallo	10
3 COMPONENTI ILLUMINOTECNICI	12
3.1 SCELTA DEI COMPONENTI PER L'ILLUMINAZIONE PUBBLICA STRADALE	12
3.1.1 SORGENTI LUMINOSE	12
3.1.2 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE	17
3.1.3 SUPPORTI IN GENERALE	19
3.2 DISPOSIZIONE DELLE SORGENTI LUMINOSE	20
3.3 CALCOLO ILLUMINOTECNICO	20
4 CALCOLO DELLA POTENZA NECESSARIA	21
5.1 MORSETTIERE PER PALO	21
5.2 POZZETTI DI CONSEGNA E/O DERIVAZIONE	22
5.3 CAVIDOTTI INTERRATI	22
5.4 LINEE ELETTRICHE IN CAVO	22
5.5 GIUNZIONI E DERIVAZIONI	22
5.6 REGOLATORI DI FLUSSO LUMINOSO	23
5.6.1 I VANTAGGI DEI REGOLATORI DI FLUSSO	23
5.7 QUADRI ELETTRICI	24
5.7.1 SVINCOLO 1 (SV1)	24
5.7.2 SVINCOLO 2 (SV2)	24
6 PROTEZIONI	24

6.1	PROTEZIONI DALLE SOVRACORRENTI	24
6.2	PROTEZIONE DALLE TENSIONI DI CONTATTO E DI PASSO	26
6.3	PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI	26
7	PROTEZIONI DAI CONTATTI INDIRETTI	26
8	PROTEZIONI DAI CONTATTI DIRETTI	27
9	IMPIANTO DI TERRA	27
9.1	GENERALITÀ	27
9.2	DEFINIZIONI	28
9.3	LA RESISTIVITÀ DEL TERRENO E LA RESISTENZA DI TERRA ( $R_T$ )	28
9.4	TENSIONE TOTALE DI TERRA E RESISTENZA DI TERRA	29
9.5	STRUTTURA DI UN IMPIANTO DI TERRA	31
9.6	DISPERSORE	31
9.6.1	DISPERSORI INTENZIONALI	32
9.6.2	DIMENSIONI MINIME E MATERIALI DEGLI ELEMENTI DISPERSORI	33
9.6.3	DISPERSORI DI FATTO	34
9.7	CONDUTTORE DI PROTEZIONE (PE)	35
9.8	CONDUTTORE DI TERRA	37
9.8.1	SISTEMA TT	38
9.8.2	SISTEMA TN	38
9.9	CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI	38
9.10	COLORI DISTINTIVI DEI CONDUTTORI DI TERRA, EQUIPOTENZIALI E DI PROTEZIONE	39
9.11	IMPIANTO DI TERRA REALIZZATO	39
9.12	DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI TERRA	39

## APPENDICE:

CALCOLI ELETTRICI E ILLUMINOTECNICI SV1 E SV2

# 1 INTRODUZIONE

L'illuminazione pubblica è parte integrante della gestione amministrativa del territorio, comunale e/o provinciale, da un lato è al servizio della comunità e delle società locali mentre dall'altro promuove lo sviluppo economico, migliora la sicurezza della viabilità e la sicurezza psicologica ed emotiva dei pedoni e dei cittadini residenti, nonché migliora il comfort abitativo ed ambientale. Comunque, molte provincie ed enti locali non sono consapevoli di tutto quanto sia disponibile in materia di illuminazione e dei risparmi energetici conseguibili attraverso scelte oculate, tenendo solo in conto di quanto oggi la ricerca e la tecnologia mettono a disposizione per ciascuna delle singole parti di cui è composto un impianto di pubblica illuminazione.

La presente relazione tecnica di calcolo, facente parte del progetto esecutivo per la realizzazione di impianti di illuminazione pubblica, si propone di illustrare la progettazione esecutiva dell'illuminazione stradale di due svincoli del tracciato stradale della S.P. 46 Ispica – Pozzallo in particolare lo svincolo 1 (SV1) e lo svincolo 2 (SV2).

Il tracciato segue e rispetta le direttive del DM 5 Novembre 2001, N° 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e successive modifiche (Decreto 22 Aprile 2004).

Le principali caratteristiche del tracciato di progetto sono di seguito riportate:

Sezione	Tipo C1 (ad eccezione del tratto terminale tipo F1u)
Intervallo velocità di progetto	60 - 100 km/h
Pendenza longitudinale	max. 3,9 %
Raggio di curvatura orizzontale	min. 120 m
Raggio di curvatura verticale	min. 2.800 m
Lunghezza complessiva del tracciato	5.999,55 m
Svincoli previsti	7

In questa fase ci occuperemo del solo progetto esecutivo dello stralcio riguardante la rotatoria n.1 alla Prog. km 0+000 e la rotatoria n.2 alla Prog. km 1+092.

## 1.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO

### 1.1.1 NORME CEI – NORME PER IMPIANTI ELETTRICI

---

#### **Criteri di progetto e documentazione**

CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici

---

#### **Quadri elettrici**

CEI (17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)

---

#### **Sicurezza elettrica**

CEI 0-13 Protezione contro i contatti elettrici – Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature

CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici

CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

CEI 64-8/7 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari

- IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1 : General aspects  
IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems  
CEI 70-1 Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
- 

### **Rete elettrica del distributore e allacciamento degli impianti**

- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo.
- 

### **Cavi, cavidotti ed accessori**

- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30kV  
CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV  
CEI 20-19 Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V  
CEI 20-19/1 Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4: Cavi flessibili  
CEI 20-20 Cavi isolati con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V  
CEI 20-20/1 Cavi isolati con isolamento termoplastico con tensione nominale 450/750V – Parte 1: Prescrizioni generali.  
CEI 20-65 Cavi elettrici con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua – Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente.  
CEI UNEL 35024/1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.  
CEI UNEL 35024/2 Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.  
CEI UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.  
CEI UNEL 35364 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V  
CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione  
CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua – Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente  
CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0.6/1 kV  
CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori
- 

### **Scariche atmosferiche e sovratensioni**

- CEI 81-5 Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione  
CEI 37-8 Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistema di bassa tensione – Prescrizioni e prove  
CEI 81-10/1..4 2006 Protezione contro i fulmini. Principi generali. Valutazione del rischio. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.
- 

### **Compatibilità elettromagnetica**

- CEI 110-26 Guida alle norme generiche EMC  
CEI 210-64 Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche – Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera.

## 1.1.2 NORME UNI

UNI 11248 2012 Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche

UNI 13201.4 2004 Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali

## 1.1.3 LEGGI E DECRETI

Legge n° 186 01.03.1968	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, macchinari ed impianti elettrici ed elettronici.
D.M. 16.01.1996	Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi
DLgs n° 626 25.11.1996	Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione
DPR 462 22.10.2001	Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi
DM n° 37 22.01.2008	Norme per la sicurezza degli impianti (ex legge 46/90)
Legge n° 109 1994	Legge quadro in materia di lavori pubblici
DPR 554 1999	Decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999, n. 554 Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n.109, e successive modificazioni
DLgs n° 81 09.04.2008	"Testo sulla sicurezza sul lavoro" – Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
L.R. n.4 del 22.04.2005	Regione Siciliana "Norme riguardanti il contenimento dei consumi energetici e il miglioramento dei livelli qualitativi delle abitazioni. Disposizioni volte alla riduzione dell'inquinamento luminoso. Deroga ai regolamenti edilizi comunali per le farmacie"
UNI 10819	Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
Boll. Uff. C.N.R. n°78/1980	Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane

## 2 L'ILLUMINAZIONE PUBBLICA

### 2.1 FINALITÀ

Il servizio di pubblica illuminazione stradale è essenziale perché persegue le seguenti importanti funzionalità:

- **Garantire la visibilità nelle ore buie**, dando la migliore fruibilità sia delle infrastrutture che degli spazi. Su 8760 ore annue in Italia ve ne sono in media circa 4000 che vengono considerate "notturne" con diverse necessità di luce artificiale, che viene fornita dagli impianti di illuminazione pubblica.
- **Garantire la sicurezza per il traffico stradale veicolare al fine di evitare incidenti, perdita di informazioni sul tragitto e sulla segnaletica in genere**: per assicurare i valori di illuminamento minimi di sicurezza sulle strade con traffico veicolare, misto (veicolare – pedonale) e non, residenziale, pedonale, a verde pubblico, ecc., sono state emanate apposite norme che fissano i livelli di illuminamento in funzione della classificazione dell'area da illuminare.
- **Conferire un maggiore "senso" di sicurezza**: da sempre, l'illuminazione pubblica ha avuto la funzione di "vedere" e di "farsi vedere" e pertanto di acquisire un maggior senso di sicurezza.

Questi obiettivi primari devono essere ottenuti cercando non solo di minimizzare i consumi energetici, ma anche contenendo il più possibile il flusso "disperso", concausa dell'inquinamento luminoso, dell'invasività

della luce e dell'impatto sull'ambiente dell'intervento sia integrando formalmente gli impianti con il territorio in cui vengono inseriti, sia con la scelta di materiali contestuali all'ambiente, ottimizzando i costi di esercizio e di manutenzione.

Pianificare quindi un intervento per migliorare l'efficienza energetica nel campo dell'illuminazione pubblica non comporta solo la messa in gioco di considerazioni tecniche ed economiche: *in primis* è necessario rispettare la normativa in materia di sicurezza stradale e quindi considerare le necessità dovute alla pubblica sicurezza, alla tutela del patrimonio artistico e alla incentivazione delle attività sociali. Solo dopo aver adempiuto a tali obblighi è possibile rivolgere i propri sforzi all'ottimizzazione dei costi di esercizio e manutenzione dell'impianto e al contenimento del flusso luminoso "disperso".

Come detto prima, si può facilmente comprendere come le variabili in gioco per una adeguata illuminazione pubblica siano molte, in funzione sia delle caratteristiche ambientali e delle necessità e peculiarità dell'area da illuminare.

## 2.2 AREE DI INTERVENTO

Le presenti linee guida si concentrano su situazioni concrete di intervento nel campo dell'illuminazione pubblica.

Vengono individuate tre principali macro-aree di intervento che si differenziano per caratteristiche ed esigenze. Tali aree sono indicate nella Tabella 1 di seguito riportata.

**Tabella 1- Classificazione delle aree di intervento**

TIPO	CLASSIFICAZIONE	CARATTERISTICHE	ESIGENZE
<b>A.</b>	Strade ad esclusivo o prevalente traffico veicolare.	- Velocità notevoli - Lunghezze notevoli - Difficoltà di manutenzione	- Sicurezza stradale - Elevata affidabilità - Elevata efficienza
<b>B.</b>	Aree in contesto urbano con traffico misto (veicolare + ciclopedonale)	- Presenza di persone - Presenza di attività commerciali e luoghi di aggregazione - Impianti inseriti in contesti urbani, molte volte pregevoli per arte e storia	- Sicurezza percepita - Ottima resa cromatica - Comfort visivo - Ottimo inserimento formale degli impianti
<b>C.</b>	Grandi aree (piazze, parcheggi, piazzali, ecc) con traffico misto	- Superfici notevoli - Limitazione nel posizionamento dei punti luce	- Elevata efficienza - Flessibilità delle possibilità di installazione e delle ottiche disponibili

Nelle aree di tipo A. rientrano anche le gallerie stradali e gli impianti sportivi *outdoor*.

Nelle aree di tipo B. rientrano anche casi limite, in cui la destinazione d'uso è esclusivamente ciclo – pedonale, o solo pedonale.

Sempre nel caso B., ma anche nel caso C (piazze), non vengono prese in considerazione le esigenze e le relative applicazioni dovute alla presenza di monumenti ed emergenze architettoniche, in quanto l'illuminazione esterna monumentale ed architettonica possono richiedere ambientazioni caso per caso.

## 2.3 CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE

La classificazione delle strade deve avvenire in sintonia con quanto riportato nei provvedimenti di legge e ss.mm.ii. di seguito elencati:

- Decreto Legislativo 30/04/1992, n. 285 – “Nuovo codice della strada.”, pubblicato sulla “Gazzetta Ufficiale Serie generale” n. 114 del 18 maggio 1992 (Supplemento ordinario n. 74);
- Comunicato Ministeriale LL. PP. del 12/04/1995 – “Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale – Serie generale n. 146 del 24 giugno 1995

(Suppl. ordinario n. 77). Direttive emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici in attuazione dell'art.36 del D.Lgs.30 aprile 1992, n.285;

- *Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5/11/2001 n. 6792 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale – Serie Generale del 04/01/2002 n. 3 (Suppl. Ordinario n. 5);*
- *Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 22/04/2004 “Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»”, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale 25/06/2004 n. 147;*
- *Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 19/04/2006 - “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali ”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale - Serie Generale n. 170 del 24/07/2006.*

Ai fini dell'applicazione delle norme previste dal Dlgs n.285 (Nuovo Codice della Strada) con il termine "strada" viene definita l'area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali.

Le strade, secondo il Codice della Strada, sono classificate, riguardo alle 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.**

Successivamente, il Ministero LLPP, con il provvedimento del 12 aprile 1995, introduce la classificazione di altri tipi di strade che si possono trovare in ambito urbano, con funzione e caratteristiche intermedie rispetto ai tipi precedentemente indicati, quali:

- ✓ **strade di scorrimento veloce**, intermedie tra le autostrade e le strade di scorrimento;
- ✓ **strade interquartiere**, intermedie tra quelle di scorrimento e quelle di quartiere;
- ✓ **strade locali intezionali**, intermedie tra quelle di quartiere e quelle locali, quest'ultime anche con funzioni di servizio rispetto alle strade di quartiere.

## 2.4 CLASSIFICAZIONI ILLUMINOTECNICHE STRADALI

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, rotonde, 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.

Vengono presentate di seguito alcune tabelle (Tabella 2, 3, 4 e 5) riprese dalla Norma UNI EN 13201-2:2003 (“Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti Prestazionali”) relative alle principali categorie di illuminazione: ME, CE, S e alla classe addizionale EV, come sopra specificate, rimandando alla norma stessa per ogni completamento e dettaglio.

**Tabella 2 - Serie ME di classi di illuminazione (da Norma UNI EN 13201-2:2004)**

Classe di illuminazione	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto			Abbagliamento debilitante TI [%] (max)	Illuminazione aree circostanti SR (***) (minima)
	L media [cd/m <sup>2</sup> ] (minima mantenuta)	U <sub>0</sub> (*) (minimo)	U <sub>1</sub> (**) (minimo)		
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	-

\* U<sub>0</sub> = Uniformità globale - Rapporto tra illuminamento/luminanza minima e media su un tratto stradale significativo.

\*\* U<sub>1</sub> = Uniformità longitudinale - Rapporto tra illuminamento/luminanza minima e massima lungo la mezzera di ciascuna corsia.

\*\*\* Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata.

**Tabella 3 - Serie CE di classi di illuminazione (da Norma UNI EN 13201-2:2004)**

Classe di illuminazione	Illuminamento orizzontale		Abbagliamento debilitante TI [%] (max)
	E medio [lux] (minimo mantenuto)	U <sub>0</sub> (minimo)	
CE0	50	0,4	10
CE1	30	0,4	10
CE2	20	0,4	10
CE3	15	0,4	10
CE4	10	0,4	15
CE5	7,5	0,4	15

**Tabella 4 - Serie S di classi di illuminazione (da Norma UNI EN 13201-2:2004)**

Classe di illuminazione	Illuminamento orizzontale		Abbagliamento debilitante
	E medio [lux] (minimo mantenuto)	E minimo [lux] (mantenuto)	TI [%] (max)
S1	15	5	15
S2	10	3	15
S3	7,5	1,5	15
S4	5	1	20
S5	3	0,6	20
S6	2	0,6	20
S7	Non determinato	Non determinato	-

**Tabella 5 - Serie EV di classi di illuminazione (da Norma UNI EN 13201-2:2004)**

Classe di illuminazione	Illuminamento verticale
	E medio [lux] (minimo mantenuto)
EV1	50
EV2	30
EV3	10
EV4	7,5
EV5	5
EV6	0,5

## **2.5 CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE E INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO**

La classificazione delle strade in funzione del tipo di traffico e il corrispondente indice della categoria illuminotecnica viene definita dalla norma UNI 11248:2007 dell'ottobre 2007.

La norma in particolare individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti delle strade. Fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificate e definite in modo esaustivo, nella UNI EN 13201-2, mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica.

Tali categorie illuminotecniche di riferimento, per i vari tipi di strade classificate secondo la legislazione vigente, sono riportate nella seguente Tabella 6.

**Tabella 6 - Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento (da Norma UNI 11248:2007)**

Tipo di Strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità [km/h]	Categoria illuminotecnica di riferimento
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	130 – 150	ME1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade	70 – 90	ME3a
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	ME3a
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 – 90	ME4a
C	Strade extraurbane secondarie (Tipi C <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> <sup>(1)</sup> )	70 – 90	ME3a / ME3b
	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 – 90	ME3a / ME3b
D	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a
		50	
E	Strade urbane interquartiere	50	ME3c
	Strade urbane di quartiere	50	
F	Strade locali extraurbane (Tipi F <sub>1</sub> e F <sub>2</sub> <sup>(1)</sup> )	70 – 90	ME3a
	Strade locali extraurbane	50	ME4b
		30	S3
	Strade locali urbane (Tipi F <sub>1</sub> e F <sub>2</sub> <sup>(1)</sup> )	50	ME4b
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, ...	30	CE4
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5 / S3
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni; ammessi gli altri utenti)	5	CE5 / S3
	Strade locali interzonali	50	
30			
	Piste ciclabili <sup>(2)</sup>	Non dichiarato	S3
	Strade a destinazione particolare <sup>(3)</sup>		

<sup>(1)</sup> Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n° 6792 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

<sup>(2)</sup> Secondo il Decreto Ministeriale 30 novembre 1999 n° 557 del Ministero dei Lavori Pubblici

<sup>(3)</sup> Secondo l'art. 3.5 del Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n° 6792 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

## 2.6 SCELTA DELLE CLASSI per S.P. 46 Ispica - Pozzallo

Per quanto sopra la S.P. 46, nei tratti stradali, viene classificata, secondo le UNI 11248/2007, come indicato di seguito:

Tipo di Strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità [km/h]	Categoria illuminotecnica di riferimento
<b>C</b>	<b>Strade extraurbane secondarie (Tipi C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub><sup>(1)</sup>)</b>	<b>70 – 90</b>	<b>ME3b</b>

Mentre alla categoria illuminotecnica, sempre nei tratti stradali, vengono assegnati di progetto i valori di prestazione corrispondenti, in termini di luminanza, illuminamento, uniformità e controllo dell'abbagliamento come dalla UNI EN 13201-2 ovvero:

Classe di illuminazione	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto			Abbagliamento debilitante	Illuminazione aree circostanti
	L media [cd/m <sup>2</sup> ] (minima mantenuta)	U <sub>0</sub> (minimo)	U <sub>1</sub> (minimo)	TI [%] (max)	SR (minima)
<b>ME3b</b>	<b>1,0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>15</b>	<b>0,5</b>

Per le intersezioni, rotatorie o svincoli, la S.P. 46, viene classificata, secondo le UNI EN 13201-2, come indicato di seguito:

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

Mentre la classe di illuminamento, nelle intersezioni, rotatorie o svincoli, vengono assegnati di progetto i valori di prestazione corrispondenti, in termini di luminanza, illuminamento, uniformità e controllo dell'abbagliamento come dalla UNI EN 13201-2 ovvero:

Classe di illuminazione	Illuminamento orizzontale		Abbagliamento debilitante
	E medio [lux] (minimo mantenuto)	U <sub>0</sub> (minimo)	TI [%] (max)
<b>CE2</b>	<b>20</b>	<b>0,4</b>	<b>10</b>

## 3 COMPONENTI ILLUMINOTECNICI

### 3.1 SCELTA DEI COMPONENTI PER L'ILLUMINAZIONE PUBBLICA STRADALE

La progettazione esecutiva è curata per ottenere i risultati migliori in termini di risparmio energetico mediante l'impiego di materiali ed apparecchiature adeguate all'applicazione specifica, scelte ovviamente tra quelle che il mercato e la tecnologia mettono a disposizione.

Il panorama nazionale ed internazionale della pubblica illuminazione oggi include:

- Tipologie principali di sorgenti luminose;
- Tipologie principali di apparecchi, in relazione alle varie categorie di impiego;
- Tipologie principali di sostegni, in relazione alle varie categorie di impiego;
- Tipologie di impianto elettrico.

#### 3.1.1 SORGENTI LUMINOSE

Le sorgenti luminose utilizzate negli impianti di illuminazione per aree esterne devono possedere in maniera imprescindibile le principali caratteristiche, quali:

- elevata efficienza luminosa;
- elevata affidabilità;
- lunga durata di funzionamento;
- compatibilità ambientale (collegata principalmente al problema della presenza di sostanze nocive e dello smaltimento delle sorgenti esauste). Inoltre, nel caso di applicazioni legate all'ambiente urbano divengono prioritarie anche altre tematiche relative a:
  - tonalità della luce (temperatura di colore);
  - indice di resa cromatica.

Nell'ambito di una classificazione delle sorgenti luminose basata sul modo con cui la luce viene generata, si può affermare che, ad oggi, la vasta famiglia delle lampade a scarica nei gas ad alta densità, è quella che maggiormente risponde alle esigenze dell'illuminazione per esterni.

Con riferimento alle principali caratteristiche in precedenza richiamate si può enunciare quanto segue:

#### **Efficienza luminosa.**

L'efficienza luminosa delle lampade a scarica è decisamente più elevata di quella delle lampade ad incandescenza, che restano perciò escluse dall'illuminazione pubblica, salvo in casi particolari di illuminazione di opere d'arte.

#### **Vita utile.**

Il periodo di accensione dell'illuminazione pubblica è valutato pari a circa 4300 ore all'anno, mentre per le gallerie, illuminate anche di giorno, si sale all'intero periodo annuo, pari a 8760 ore. Anche per questo motivo è quindi sconsigliato l'impiego di lampade ad incandescenza, la cui vita è valutabile nell'intorno di 2000 ore. Alcuni tipi di lampade in atmosfera di xeno e sottoalimentate hanno una vita utile di oltre 20000 ore, ma possono essere usate solo per l'illuminazione di monumenti a causa della ridotta efficienza luminosa. Oggi le lampade a Led, anche se ancora costose, hanno vita utile di oltre 80000 ore.

#### **Resa dei colori.**

La possibilità di percepire i colori assicura un maggior livello di sicurezza. È quindi sconsigliabile l'impiego di lampade a vapore di sodio a bassa pressione, che emettono luce praticamente monocromatica.

#### **Parzializzazione.**

Deve essere possibile parzializzare gli impianti di illuminazione, nelle ore di minor traffico ed in ogni caso nelle gallerie e nei sottopassi. La scelta delle sorgenti luminose per l'illuminazione pubblica ricade pertanto sull'impiego delle sole lampade a scarica.

Occorre però ricordare che mentre è sufficiente collegare alla rete le lampade ad incandescenza per farle funzionare, le lampade a scarica necessitano di un reattore in serie alla linea per stabilizzare la scarica,

che presenta una resistenza elettrica negativa. Inoltre, è necessario un dispositivo di accensione per l'innesco della scarica. Reattore ed accenditore costituiscono i così detti "ausiliari elettrici" che devono sempre essere presenti con le lampade a scarica.

Le lampade a scarica si dividono in lampade a bassa e ad alta pressione: da notare che queste ultime richiedono un periodo di riscaldamento di qualche minuto e non possono essere riaccese immediatamente dopo essere state spente, salvo l'impiego di accenditori particolari, in quanto l'innesco della scarica è più difficile in presenza di pressioni elevate.

#### **Tubi fluorescenti.**

La scarica elettrica avviene in un tubo di vetro, con lunghezze da 0,6 m ad oltre 2 m, contenente una goccia di mercurio e un gas, normalmente neon, per avviare la scarica. La scarica avviene a bassa pressione e porta all'emissione soprattutto di radiazione ultravioletta. Questa viene convertita in radiazione visibile tramite un rivestimento di opportuni materiali fluorescenti all'interno del tubo di vetro. Il tipo di rivestimento influenza l'efficienza luminosa, il colore della luce e l'indice di resa dei colori: si va da 80 a 100 lm/W, con indici di resa dei colori che possono superare 95. Il vantaggio dei tubi fluorescenti è la bassa sopraelevazione di temperatura, la riaccensione immediata dopo spegnimento e l'ampia possibilità di parzializzazione tramite reattori elettronici, gestibili anche con calcolatore, che permettono di operare con flussi luminosi pari anche solo all'1% del valore nominale. Esistono però numerosi svantaggi per le loro applicazioni in impianti stradali, salvo nel caso in cui si privilegi la possibilità di riaccensione immediata per motivi di sicurezza: le grandi dimensioni, che rendono difficile costruire apparecchi di illuminazione che emettano la luce in direzioni preferenziali, e l'influenza della temperatura dell'ambiente. Questi tubi sono infatti realizzati soprattutto per l'illuminazione interna e sono quindi ottimizzati per una temperatura ambientale di 25°C: la loro efficienza luminosa decresce rapidamente a temperature più alte e più basse.

Inoltre, possono avere difficoltà di innesco della scarica con basse temperature esterne, superabili però con l'impiego di reattori elettronici.

#### **Lampade a vapore di mercurio ad alta pressione.**

Storicamente, sono le prime lampade a scarica con dimensioni ridotte e per questo motivo hanno avuto larga diffusione. Come per i tubi fluorescenti, anche in questo caso il bulbo fluorescente deve essere rivestito internamente con materiali fluorescenti. L'efficienza luminosa non è esaltante (60 lm/W) e l'indice di resa dei colori altrettanto (33-50). Possono essere impiegate per i luoghi in cui è richiesta luce bianca (ad esempio aree commerciali) o per ricambi in impianti esistenti.

#### **Lampade a vapore di sodio a bassa pressione.**

Costruttivamente, sono analoghe ai tubi fluorescenti, salvo che non necessitano di rivestimento fluorescente in quanto la scarica nel vapore di sodio porta all'emissione di luce gialla praticamente monocromatica. L'efficienza luminosa è elevata, fino a 180 lm/W, ma le grandi dimensioni (fino a oltre un metro), l'impossibilità di parzializzazione e soprattutto l'indice di resa dei colori nulla (si vede solo giallo) ne fanno una lampada non consigliabile per l'illuminazione stradale.

#### **Lampade a vapore di sodio ad alta pressione.**

Sono lampade che raggiungono elevate efficienze (130 lm/W) e vite utili (anche oltre 20000 ore), a condizione però di evitare sbalzi di tensione oltre il 5%. A seconda del tipo di lampada, l'indice di resa dei colori varia da 20 a 60 ed anche a 85, scendendo però con l'efficienza fino a 50-60 lm/W. Le dimensioni limitate e la possibilità di parzializzazione ne fanno la lampada ideale per l'illuminazione stradale.

#### **Lampade a vapori di ioduri metallici ad alta pressione.**

Emettono luce bianca con una buona resa dei colori, anche oltre 90, con un'efficienza luminosa di 80-90 lm/W. Rispetto alle lampade a vapore di sodio ad alta pressione presentano inoltre una vita più ridotta (6000-8000 ore) e sono difficili da parzializzare. Per questi motivi il loro impiego nell'illuminazione pubblica è di solito limitato ai monumenti.

#### **Lampade ad induzione.**

La luce viene emessa per ionizzazione di vari gas contenuti in un'ampolla che lavora in campi elettromagnetici elevati nello spettro di frequenza relativo alle microonde. La vita utile è alta, anche 60000 ore, ma l'efficienza luminosa è 60-70 lm/W ed inoltre la vita utile del magnetron che le alimenta è inferiore a quella delle lampade. Se si aggiunge il costo elevato, non sembrano utili per l'illuminazione pubblica.

## Lampade LED.

Il colore della luce è bianco, simile all'emissione dei tubi fluorescenti, l'efficienza luminosa è dell'ordine di 100 lm/W. La vita utile è prevista fino a 100000 ore. I costi sono al livello dei tubi fluorescenti.

All'interno di ognuna di queste tipologie di lampade, oltre ai modelli standard, vi possono essere anche molte sotto-categorie, con particolari caratteristiche, e con prestazioni molto spinte sotto certi aspetti rispetto ad altre. È questo ad esempio il caso delle lampade a vapori di sodio ad alta pressione, che esistono in più versioni di volta in volta mirate all'esigenza di carattere prevalente:

- con efficienza maggiorata;
- a resa cromatica migliorata;
- con un contenuto nullo di mercurio;
- con vita media aumentata.

### 3.1.1.1 Scelta delle sorgenti luminose

La valutazione per la scelta di ogni singola potenza disponibile è resa necessaria dal fatto che le prestazioni delle lampade, all'interno della stessa famiglia, possono variare di molto da una taglia all'altra, specialmente per quanto riguarda l'efficienza.

Per ognuna delle potenze commerciali disponibili sul mercato, di ciascuna famiglia di lampade, è necessario verificare ciascuna delle seguenti informazioni:

1. **Flusso luminoso** emesso: è dato dalla parte di radiazioni visibili, pesate con la visibilità dell'occhio umano in condizioni fotopiche, prodotte da una sorgente nell'unità di tempo. L'unità di misura è il lumen (lm).
2. **Attacco**: è la parte di lampada che, inserita nel portalampada, la pone in contatto funzionale con i punti terminali dell'alimentazione elettrica. Gli attacchi sono classificati da una convenzione internazionale e s'identificano con delle sigle composte da due gruppi distinti di lettere e numeri separati da una barra o trattino. La prima lettera maiuscola, seguita a volte da una lettera minuscola, indica la tipologia di attacco (a vite o Edison, a spina, a baionetta, ecc.). Seguono una o più cifre che indicano in millimetri una lunghezza trasversale (ad esempio il diametro degli attacchi a vite). Se dopo le cifre vi è anche una lettera minuscola, questa indica il tipo di contatto elettrico. Nel secondo gruppo vi sono solo numeri ed indicano rispettivamente la misura in millimetri della lunghezza longitudinale dell'attacco e del diametro esterno di elementi di connessione tra attacco e bulbo, se presenti.
3. **Efficienza luminosa** (fotopica): è definita come il rapporto tra il flusso luminoso emesso dalla sorgente e la potenza da essa assorbita. L'unità di misura è il lumen per watt (lm/W). È uno dei parametri più importanti per la stima del consumo energetico, in quanto nelle lampade, anche in quelle più efficienti, l'energia elettrica assorbita si trasforma in parte in forme di energia diverse dalla luce visibile, come le radiazioni UV ed il calore. Si deve inoltre precisare che l'efficienza luminosa varia anche in relazione alla curva di sensibilità spettrale dell'occhio umano, anche all'interno dello spettro nel visibile. Infatti le lampade con maggiore efficienza emettono energia radiante a lunghezze d'onda vicine alla maggior sensibilità ( $\lambda_m$ ) dell'occhio ovvero  $\lambda_m=555\text{nm}$  nella visione fotopica.
4. **Indice di resa cromatica** (Ra): quantifica la capacità di una sorgente di fare percepire i colori degli oggetti illuminati, la quantificazione avviene per confronto con una sorgente di riferimento e valuta l'alterazione, o meno, del colore delle superfici illuminate percepito nelle due condizioni. Diversamente da quanto avviene con lampade ad incandescenza, con le lampade a scarica si possono verificare delle significative distorsioni cromatiche. Il valore massimo dell'indice di resa cromatica è 100 e si verifica quando non vi è differenza di percezione del colore sotto la sorgente analizzata con la sorgente di riferimento.
5. **Temperatura di colore**: è il parametro che descrive il colore apparente della luce emessa da una sorgente luminosa. La temperatura del colore (CCT) è definita come "la temperatura di un corpo nero (o Planckiano) che emette luce avente la stessa cromaticità della luce emessa dalla sorgente sotto analisi". Questo parametro dà informazioni precise sulla distribuzione spettrale dell'energia luminosa solo per le sorgenti di tipo termico, mentre per le altre sorgenti luminose si parla di temperatura isoprossimale di colore (o correlata). La temperatura isoprossimale di colore (o correlata) viene definita come "la

temperatura del corpo nero il cui colore percepito più si avvicina a quello della sorgente osservata". Tale temperatura si esprime in Kelvin (°K).



6. **Vita media:** definita come "il numero di ore di funzionamento dopo il quale il 50% delle lampade di un congruo e rappresentativo lotto, funzionante in condizioni stabilite, si spegne". Il test include sempre un ciclo di accensioni che varia in funzione del tipo di lampada. La vita media viene comunemente chiamata anche vita utile e solitamente viene misurata in numero di ore (h). Vi sono molti fattori che influenzano la vita operativa di una lampada e sono legati alle condizioni sfavorevoli di funzionamento, come la temperatura ambiente, il numero e la frequenza di accensioni e, in caso di lampade a scarica, le sollecitazioni meccaniche.
7. **Presenza Hg e Pb:** indica la presenza, tra i componenti delle lampade, di sostanze pericolose e nocive per l'uomo e l'ambiente, quali mercurio e piombo. In merito all'impatto ambientale delle lampade, in questa sede tradotto con la quantità di sostanze nocive contenute all'interno delle stesse, sarebbe interessante valutare anche l'impatto ambientale ed energetico legato all'intero ciclo di vita delle lampade, dalla produzione fino allo smaltimento delle stesse.

Altri aspetti importanti da valutare nella scelta delle lampade sono legati a:

- gli assorbimenti delle lampade comprensivi degli accessori, quali alimentatore e accenditore, per valutare l'incidenza di tali accessori sul rendimento della lampada (queste informazioni non vengono solitamente fornite dai costruttori nella documentazione abitualmente accessibile);
- la durata di vita media;
- gli spettri di emissione di ogni singola tipologia di lampada (in questo caso invece l'informazione viene abitualmente fornita dalle case costruttrici).

Per avere un confronto tra le varie tipologie di lampade e valutarne la potenzialità ed efficacia e quindi definirne le applicazioni più adatte, è possibile ricorrere ad giudizio sintetico sulla base di una indicazione schematica, seppur semplice, di quelli che sono i pregi e i difetti di ciascuna tipologia di lampada, secondo i criteri indicati nella tabella seguente:

**Tabella 7 - Indicazione di pregi e difetti delle lampade**

Giudizio	Simbologia	Efficienza [lm/W]	Confort Visivo Ra [ - ]	Vita Media [h]	Impatto ecologico
<b>Pessimo</b>		$E \leq 60$	$\leq 20$	$< 5000$	
<b>Mediocre</b>	---	$60 < E \leq 80$	$20 < Ra \leq 50$	$5000 < h \leq 10000$	
<b>Discreto</b>	1	$80 < E \leq 100$	$50 < Ra \leq 80$	$10000 < h \leq 20000$	Hg
<b>Buono</b>	2	$100 < E \leq 120$	$80 < Ra \leq 90$	$20000 < h \leq 30000$	Hg ridotto
<b>Ottimo</b>		$> 120$	$> 90$	$> 30000$	assenza

Chiaramente l'efficienza è il parametro fondamentale per ottenere l'auspicato risparmio energetico, ma deve essere possibilmente allineato anche con gli altri parametri: una sorgente dovrebbe presentare ottima efficienza, bassi costi di manutenzione, legati ad una lunga vita media (insieme ad un limitato costo di acquisto), oltre a garantire un basso impatto ambientale, ovvero assenza di sostanze nocive al suo interno. La presenza nelle lampade di importanti quantità di tale sostanze o anche altre le fanno declassare nella valutazione di impatto ecologico. Da questo punto di vista, in questo momento la lampada al sodio bassa pressione, pur essendo figlia di una tecnologia matura, resta ancora la migliore a livello di efficienza; inoltre la sua vita media è buona, anche se non eccezionale. Presenta, però, due grossi handicap: ha dimensioni notevoli, in particolare rispetto alle altre lampade, fatto che non permette di ottenere ottiche con prestazioni particolarmente elevate, ma soprattutto è fastidiosamente monocromatica, con un comfort visivo quasi sempre insufficiente.



Le sorgenti al sodio ad alta pressione rappresentano una valida alternativa, specialmente nella versione *Hg free* (anche se non è la configurazione con il rendimento migliore) che garantisce ottimi risultati, mantenendo però, pur in maniera più accettabile, una significativa deficienza per quanto riguarda il comfort visivo.

Nelle applicazioni urbane, dove diventa invece fondamentale anche il comfort visivo, l'ideale sarebbe una sorgente che oltre ai requisiti appena esposti, affiancasse anche una buona resa cromatica e una gradevole temperatura di colore. La soluzione a tale problema viene, ad esempio, dalle recenti lampade a ioduri metallici miniaturizzate, che all'alta efficienza (supera infatti quella del sodio alta pressione) associano una ottima resa cromatica e una calda e brillante temperatura di colore. Inoltre le ridotte dimensioni di queste lampade permettono di ottenere ottiche con prestazioni particolarmente buone, che fanno sì che tale lampada rappresenti l'attuale soluzione migliore per l'illuminazione pubblica dal punto di vista delle prestazioni. Funzionano con il reattore elettronico e ciò comporta dei limiti nella eventuale regolazione durante le ore notturne centrali, per permettere un ulteriore risparmio energetico quando il traffico stradale è limitato.

Le lampade ad induzione, ad oggi, non hanno avuto lo sviluppo inizialmente auspicato in quanto l'efficienza limitata e il prezzo eccessivo non hanno compensato i pregi legati alla lunga vita media e all'assenza di disturbi durante il funzionamento.

La scelta progettuale ricade nella sorgente tipo:

#### **NAV-T 250W**

Lampada ai vapori di sodio ad alta pressione, costituite da un tubo di scarica in materiale ceramico racchiuso all'interno di un bulbo in vetro. L'efficienza luminosa raggiunge un massimo di 130 lm/W. Il bulbo tubolare esterno è realizzato in vetro chiaro. Sono lampade convenzionali particolarmente convenienti per utilizzo in aree pubbliche ed urbane e per l'illuminazione stradale, industriale e commerciale



Scheda tecnica:

Modello	Sodio Alta Pressione tubolare
Attacco	E40
Potenza [W]	250
Dimensioni [mm]	255 x 46
Lumen [lm]	27500
Temperatura di colore [°K]	2000
Vita Media [h]	24000
OSRAM	NAV-T 250 SUPER E40

### 3.1.2 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

Sono i "lampadari" per esterno, contengono le lampade e le apparecchiature di alimentazione elettrica. Sono di vario tipo e si differenziano per la forma e la funzione.

A livello di prestazioni gli apparecchi di illuminazione per esterni devono anzitutto rispondere ai seguenti requisiti di carattere generale:

- buon controllo del flusso luminoso sia ai fini del conseguimento di un adeguato rendimento che della prevenzione dell'abbagliamento;
- grado di protezione adeguato per la sicurezza d'impiego anche in condizioni atmosferiche sfavorevoli dovute al funzionamento continuato alle intemperie;
- permettere l'agevole sostituzione delle lampade e delle relative apparecchiature di alimentazione, viste le difficili condizioni in cui avviene la manutenzione (altezze notevoli e in presenza di traffico);
- garantire un buon funzionamento ed una buona durata delle lampade e delle apparecchiature di alimentazione;
- soddisfare le concomitanti esigenze di costo, durata ed estetica.

Le esigenze funzionali delle applicazioni indirizzano la scelta degli apparecchi luminosi. È necessario quindi verificare l'offerta di mercato suddividendola in funzione dell'applicazione utilizzando la distinzione riportata nella tabella successiva.

**Tabella 8 - Esigenze funzionali degli apparecchi luminosi**

	<b>TIPO</b>	<b>APPLICAZIONE</b>
<b>A.</b>	Apparecchi stradali	Strade ad esclusivo o prevalente traffico veicolare
<b>B.1</b>	Apparecchi da arredo urbano (stradale e pedonale)	Aree in contesto urbano con traffico misto (veicolare e/o ciclopedonale)
<b>B.2</b>	Apparecchi per aree residenziali (in ambito pubblico)	Aree in contesto urbano con traffico esclusivamente ciclo/pedonale e aree verdi
<b>C.</b>	Apparecchi per grandi aree	Grandi aree (piazze, parcheggi, piazzali, ecc.) con traffico misto

In generale gli apparecchi illuminanti utilizzati nell'illuminazione pubblica sono ad illuminazione diretta, vale a dire in cui l'apparecchio viene puntato verso la superficie che si vuole illuminare. Occorre però ricordare che vi sono sul mercato varie proposte per utilizzare un'illuminazione indiretta, ponendo sopra l'apparecchio, che è rivolto verso l'alto, una superficie riflettente apposta che rimanda verso terra il flusso luminoso che intercetta.

Tale accorgimento è finalizzato solamente a rendere più "morbido" il risultato finale, con finalità estetiche e di miglioramento del comfort visivo, che può risultare interessante per gli effetti applicativi in grandi aree e a notevoli altezze. Va anche affermato con chiarezza che tali soluzioni non sono comunque competitive *a priori* sotto il profilo energetico.

Gli **apparecchi di illuminazione** hanno il compito di convogliare il flusso luminoso emesso da una o più lampade verso le zone da illuminare con le minori perdite possibili. Per gli scopi dell'illuminazione, specialmente per quanto riguarda quella stradale, gli apparecchi di illuminazione vengono considerati sorgenti di luce puntiformi e possono quindi essere caratterizzati dalla "ripartizione dell'intensità luminosa", ossia dall'insieme delle intensità luminose emesse nelle varie direzioni dello spazio circostante. È quindi evidente che dette ripartizioni avranno aspetti diversi a seconda delle applicazioni: illuminazione di strade; di gallerie; di impianti sportivi; ecc.

Per quanto riguarda l'illuminazione stradale, l'ottimizzazione dei costi di installazione e di gestione richiede di distanziare i pali quanto più possibile e di ridurre la potenza complessiva assorbita dalle lampade dell'impianto. Ciò impone di emettere luce in direzione quasi radente: senza superare i limiti normativi sull'Indice di abbagliamento debilitante (TI - in inglese Threshold Increment, "Indice di abbagliamento debilitante" definito come l'incremento percentuale della luminanza che occorre attribuire alla carreggiata per rendere visibile un ostacolo in condizioni di soglia di visibilità, quando nel campo visivo siano presenti sorgenti

di luce. Il valore massimo del parametro TI è prescritto dalle norme: ad esempio, per l'illuminazione stradale la norma UNI 10439 limita il TI al 10% o al 15% a seconda del tipo di strada), per quanto riguarda l'abbagliamento si può arrivare a 70-75° rispetto alla verticale. Per ottenere un simile risultato non si può adottare la finestra piana di chiusura, ma occorre impiegare apparecchi con chiusura a coppa, liscia o prismata: infatti, con tali angoli di incidenza il vetro piano riflette verso l'interno dell'apparecchio anche il 40% del flussoluminoso che riceve, riducendo il flusso luminoso emesso ed in conseguenza il rendimento dell'apparecchio di illuminazione, surriscaldando la lampada e riducendone la vita utile.

La stabilizzazione della tensione di alimentazione di una lampada è estremamente importante per assicurarle una lunga vita ed andrebbe quindi adottato in tutti gli impianti di illuminazione. In realtà, praticamente tutti gli stabilizzatori si prestano alla parzializzazione di una lampada con modifiche limitate: nel seguito verranno descritti i regolatori di flusso luminoso, che si basano tutti su una riduzione del valore efficace della tensione di alimentazione. Questa può avvenire mediante metodi diversi, che possono portare a prestazioni notevolmente diverse.

La gestione dei regolatori è affidata a circuiti elettronici collegati sia a un sensore, ad esempio di luminanza o di traffico, sia ad un temporizzatore. Occorre tener presente che le lampade che maggiormente si prestano alla parzializzazione sono quelle a vapore di sodio ad alta pressione. Riducendo però il flusso luminoso emesso, diminuisce anche l'efficienza luminosa: non risulta quindi conveniente sovradimensionare le lampade se già si prevede di doverle parzializzare continuamente.

La scelta progettuale ricade nell'apparecchio di illuminazione tipo:

### GW87075

Armatura stradale in termoplastico stampato ad iniezione. Base attacco palo ribaltabile per installazioni a frusta o a testa palo in pressofusione di alluminio verniciata a polveri poliestere color grigio grafite previo passivazione trivalente e dotata di scala goniometrica graduata per agevolare i puntamenti. Possibilità di regolazione continua  $\pm 15^\circ$  installazione su sbraccio;  $0 \div 15^\circ$  installazione a testa palo. Parabola in alluminio 99,85% brillantato e ossidato anodicamente. Guarnizione silconica antinvecchiamento. Dispositivo anticondensa in feltro. Valigetta porta componenti elettrici in poliammide completamente asportabile e dotata di maniglia per agevolare le operazioni di smontaggio/montaggio ed il trasporto. Morsetto di alimentazione bipolare in doppio isolamento per cavi 2,5 mm<sup>2</sup>; PG 13,5 per cavi di diametro 6,5÷11,5 mm. Coppa in PC trasparente stabilizzato ai raggi U.V. - Glow Wire Test 850 °C. Portalampe di tipo ceramico fissato sulla valigetta porta componenti. Cavi cablaggio flessibili 1 mm<sup>2</sup> in silicone doppio isolamento FG4G4. Versione biregime dotata di reattore con doppia uscita e dispositivo di commutazione elettronico programmabile.



Scheda tecnica:

Ottica	Semi Cut-Off-ULOR: < 1%
Potenza Lampada	250 W
Potenza Ridotta	150 W
Lampada	SE – ST
Attacco Lampada	E40
Tensione	230 V – 50 Hz
Peso (kg)	11,50
Colore	Grafite / Perla

### 3.1.3 SUPPORTI IN GENERALE

Il primo e più grossolano distinguo che si può effettuare riguarda il modo d'installazione degli apparecchi illuminanti; nell'illuminazione pubblica le possibilità più ricorrenti sono le seguenti:

- **a palo:** il più utilizzato, in varie modalità e varianti, in tutte le applicazioni, sia urbane che extraurbane, che nelle grandi aree;
- **su sbraccio/mensola a muro:** utilizzato quasi esclusivamente in ambito urbano, dove ci sono edifici su cui ancorarsi; meno frequentemente, è presente anche nelle grandi aree circondate da edifici, quando vi sono vincoli o impedimenti nel posizionare pali;
- **a sospensione** (detto anche **a tesata**): meno frequente rispetto al passato, modalità finalizzata a porre l'apparecchio illuminante al disopra e centralmente all'area da illuminare, utilizzata esclusivamente in ambito urbano, tendendo le funi di ancoraggio tra edifici posti uno di fronte all'altro o servendosi di pali di sostegno;
- **su torre faro:** modalità utilizzata esclusivamente per grandi aree, ponendo a notevole altezza (si va in media dai 10 ai 30 m circa) un gruppo di proiettori variamente orientati.

Raramente vi può essere anche l'installazione **a plafone**, ad esempio nei sottoportici dei centri cittadini, e **a parete**, nel caso che non vi sia interposizione di mensole di fissaggio tra apparecchi e superfici su cui viene installato l'apparecchio.

I pali hanno altezze variabili in funzione del tipo di utilizzazione: circa 5 metri per i giardini, 8÷12 metri per le strade e 20÷30 e oltre nel caso di torri faro impiegate per l'illuminazione di grandi spazi. Normalmente sono in acciaio, ma in passato sono stati impiegati anche sostegni in cemento con armatura di ferro; esistono anche pali in resina ed in legno per applicazioni particolari. I bracci sono fissati ai pali od alla muratura, sono in acciaio con varie forme e dimensioni od in fusione di ghisa per quelli in stile. Le tesate vengono realizzate mediante funi costituite da fili in acciaio attorcigliati ad elica.

Le funi vengono quindi "tesate" tra pali o muri contrapposti ed ancorate tramite appositi amarri.

Anche nelle tipologie dei sostegni utilizzati per l'illuminazione pubblica, vi sono forti differenze legate al tipo di applicazione: le varie caratteristiche, quali materiali, altezze e forme variano a seconda del campo di utilizzazione, ma tali differenze sono dettate da ragioni quasi esclusivamente estetiche ed economiche più che da esigenze tecniche.

La scelta progettuale ricade su pali di sostegno conici e curvati in acciaio S235 JR – UNI 10025 (Fe 360B) a stelo curvo aventi le seguenti caratteristiche:

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| - Diametro inferiore:                       | <b>152,4 mm;</b>               |
| - diametro superiore:                       | <b>60 mm;</b>                  |
| - Spessore medio:                           | <b>4 mm;</b>                   |
| - Altezza totale:                           | <b>12 m;</b>                   |
| - Altezza fuori terra:                      | <b>11,2 m;</b>                 |
| - Superficie palo f.t.:                     | <b>3,70 m<sup>2</sup>;</b>     |
| - Peso palo:                                | <b>163 kg;</b>                 |
| - Carico unitario di resistenza a trazione: | <b>3670 kg/cm<sup>2</sup>;</b> |
| - Carico unitario di snervamento:           | <b>2396 kg/cm<sup>2</sup>;</b> |

I pali saranno conformi alla norma **UNI EN 40** che contiene specifiche prescrizioni riguardo ai pali per illuminazione che sono definiti come sostegni destinati a far da supporto ad uno o più apparecchi di illuminazione e costituiti da una o più parti: un fusto, eventualmente un prolungamento e all'occorrenza un braccio. Questa normativa si applica ai pali diritti di altezza nominale minore o uguale a 20 m ed ai pali con mensola di altezza nominale minore o uguale a 18 m; inoltre si applica sia ai pali diritti per apparecchi di illuminazione con attacco cima-palo sia ai pali con sbraccio per apparecchi di illuminazione con attacco laterale.

La norma specifica i materiali da utilizzare per la costruzione dei pali per illuminazione pubblica.

Per ciò che riguarda l'installazione dei pali, sia con plinto che con piastra di ancoraggio, occorre attenersi in modo particolare a quanto dispongono le seguenti norme:

- UNI EN 40-2: Pali per illuminazione. Dimensioni e tolleranze.
- UNI EN 40-5: Pali. Alloggiamenti elettrici e passaggi dei cavi.

### 3.2 DISPOSIZIONE DELLE SORGENTI LUMINOSE

In merito alla disposizione dei punti luce possono esserci varie possibilità dettate da esigenze illuminotecniche e/o limitazioni e che determinano altrettante tipologie di impianto in relazione alle tipologie di strada o di tratti particolari di essa (incroci, curve, ecc.). La scelta progettuale della disposizione è riportata nelle planimetrie allegate.

### 3.3 CALCOLO ILLUMINOTECNICO

Il calcolo illuminotecnico è stato eseguito con il metodo della intensità luminosa (o punto per punto) calcolando l'illuminamento diretto prodotto da una sorgente Q, di cui è nota la curva fotometrica, in un punto dove si vuole calcolare l'illuminamento.

Si consideri l'espressione:

$$E_0 = \frac{I \times \cos^3 \alpha}{h^2}$$

dove:

- $E_0$  è l'illuminamento sul piano orizzontale in lux;
- $I$  è l'intensità luminosa in una certa direzione, ricavabile dalla curva fotometrica, in candele a kilolumen;
- $\alpha$  è l'angolo formato tra la verticale al pavimento dall'asse della lampada e la congiungente l'asse della lampada con il punto dove si vuole calcolare il valore di illuminamento;
- $h$  è l'altezza dell'asse della lampada dal pavimento.

Dalla curva fotometrica della lampada, considerando l'angolo che la verticale per il corpo della lampada forma con la retta congiungente il corpo stesso e il punto dove si vuole calcolare l'illuminamento, si calcola  $I$  e di conseguenza con la formula prima scritta  $E_0$ .

In appendice alla presente relazione sono stati riportati i calcoli illuminotecnici riguardanti gli svincoli 1 e 2 comprendenti rotatorie e tratti di strade.

Di seguito vengono riportate, a titolo riepilogativo, le tabelle con i risultati di calcolo del progetto esecutivo relativamente al tratto stradale tipico con doppia corsia, allo svincolo 1 ed allo svincolo 2:

VALORI DI PROGETTO PER TRATTI STRADALI (NORMA UNI 11248/2007)						
SVINCOLO	CORSIA	L media [cd/m <sup>2</sup> ] (minima mantenuta)	U <sub>0</sub> (*) (minimo)	U <sub>1</sub> (*) (minimo)	TI [%]	CLASSE
SV1 e SV2	Corsia 1	2,08	0,62	0,63	5	ME3b
	Corsia 2	2,21	0,61	0,62	5	

VALORI DI PROGETTO PER ROTATORIE ed INCROCI (NORMA UNI EN UNI EN 13201-2:2004)				
SVINCOLO	Classe di illuminazione	Illuminamento orizzontale		Abbagliamento debilitante
		E medio [lux] (minimo mantenuto)	U <sub>0</sub> (minimo)	TI [%]
SV1	CE2	34	0,424	6
SV2	CE2	43	0,445	8

Negli elaborati planimetrici 12.2.2 e 12.2.3 sono stati riportati gli impianti elettrici di alimentazione e di terra.

## 4 CALCOLO DELLA POTENZA NECESSARIA

La potenza necessaria, per l'alimentazione di tutte le sorgenti luminose, è stata valutata considerando la contemporanea alimentazione di tutte le sorgenti luminose con massima utilizzazione, perciò è stato posto:

- **fc**: fattore di contemporaneità uguale a 1;
- **fu**: fattore di utilizzazione uguale a 1.

Tutti gli apparecchi di illuminazione hanno una potenza di 250 W, alla potenza della lampade bisogna aggiungere la potenza del reattore elettronico pari a circa 35 W e dell'accenditore pari a circa 1,5 W, da cui si risale, noto il numero degli apparecchi, alla potenza totale impegnata per ciascun svincolo:

SVINCOLO	POTENZA TOTALE	APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE N.
SV1	3,438 kW	12
SV2	2,292 kW	8

## 5 CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI ELETTRICI

L'impianto di illuminazione pubblica stradale, oltre alla sorgente luminosa, all'apparecchio illuminante ed al sostegno sarà composto dai componenti elettrici di seguito riportati:

1. Morsettiere per palo;
2. Pozzetti di consegna e/o derivazione;
3. Cavidotti interrati;
4. Linee elettriche in cavo;
5. Giunzioni e derivazioni;
6. Regolatori di flusso luminoso;
7. Quadri elettrici;
8. Impianto di terra.

### 5.1 MORSETTIERE PER PALO

Per l'alimentazione di ogni singolo apparecchio illuminante e la derivazione da palo a palo sono state previste delle morsettiere con caratteristiche di classe II fissate all'interno di ogni singolo palo.

la derivazione agli apparecchi di illuminazione, di sezione inferiore a quella della linea, è stata sempre protetta contro il sovraccarico tramite l'interruttore di linea.

Ogni palo è stato previsto sezionabile alla base, in modo da garantire la sicurezza delle persone che lavorano nelle vicinanze delle parti attive. Poiché negli impianti di tipo TT anche il conduttore di neutro viene considerato attivo è stato sezionato come il conduttore di fase.

Le morsettiere sono di tipo bipolari a tre o più vie, doppio isolamento complete di fusibili e portello di chiusura a chiave.

## **5.2 POZZETTI DI CONSEGNA E/O DERIVAZIONE**

Tutti i pozzetti sono stati progettati adatti per marciapiedi, in conglomerato cementizio a prestazione garantita, con classe di resistenza non inferiore a C16/20, spessore pareti 15 cm, con sottofondo perdente e fori di passaggio cavidotti. Il pozzetto è stato previsto di dimensioni 40x40x50 cm chiuso con chiusino in ghisa per transito incontrollato. All'interno dei pozzetti saranno effettuate tutte le derivazioni se passante.

## **5.3 CAVIDOTTI INTERRATI**

Tutti i cavidotti da interrare sono stati previsti in PEAD (polietilene alta densità) realizzati in tubo coestruso a doppia parete, liscia internamente e corrugata di colore rosso esternamente. Sono conformi alle Norme CEI EN 50086 – 2 – 4/A1N (CEI 23/46/A1).

Resistenza allo schiacciamento > di 450 N con deformazioni diametro esterno max 5%.

Il cavidotto è stata prevista interrato con la generatrice superiore a profondità  $\geq 0,60$  m.

## **5.4 LINEE ELETTRICHE IN CAVO**

Le linee elettriche sono state previste esclusivamente in cavo isolato in gomma etilenpropilenica conforme alla Norma CEI 20-13, 20-22 II, 20-37 e alle relative tabelle UNEL 35375 – 35376 – 35377, con conduttori in rame, del tipo FG7(O)R 0,6/1 kV e con sezione 2x2,5 mm<sup>2</sup> o 3G2,5 mm<sup>2</sup>, rispettivamente se l'apparecchio illuminante è con doppio isolamento o no, per la derivazione tra la morsettiera e l'apparecchio illuminante e sezione superiore per le linee principali.

Il cavo sarà infilato nei cavidotti interrati previsti mediante apposito sistema di traino, avendo cura di non danneggiare il rivestimento isolante esterno; qualora questo avvenisse l'intero tratto di cavo interessato dovrà essere sostituito.

Nel caso di incroci o parallelismi con linee di telecomunicazione o con gasdotti, dovranno essere rispettate le distanze di sicurezza prescritte dalla norma ed in particolare per le linee di telecomunicazione Norma CEI 11-17 art. 4.1, per i gasdotti Norma CEI 11-17 art. 4.3 e DM 24.11.1984.

## **5.5 GIUNZIONI E DERIVAZIONI**

Le giunzioni e le derivazioni dei conduttori attivi (3F+N) devono essere effettuate, all'interno delle cassette di derivazione, mediante morsettiere fisse, oppure, limitatamente ai conduttori di sezione fino a 6 mm<sup>2</sup>, con morsetti a vite muniti di rivestimento isolante autoestinguente.

La giunzione del conduttore di protezione PE deve essere effettuata nelle cassette di derivazione e nei quadri di distribuzione mediante idonei morsetti a vite o alla barratura di terra posta nei rispettivi quadri.

Solo per la distribuzione del conduttore di terra esterno interrato potranno essere eseguite giunzioni supplementari con congiuntori in rame aventi forma a "C" pinzati.

Le giunzioni non devono alterare la conducibilità, l'isolamento e la sicurezza dell'impianto. Le eventuali morsettiere fisse, dovranno essere composte con morsetti isolanti componibili montati su barra solidale con l'involucro della cassetta. Le giunzioni dei conduttori elettrici attivi, da effettuarsi nei pozzetti, dovranno essere effettuate con materiali non igroscopici, con muffole ovvero con nastri auto agglomeranti protetti da guaina termo restringente. Tali giunzioni non devono alterare la conducibilità, degli stessi conduttori.

## 5.6 REGOLATORI DI FLUSSO LUMINOSO

È stato scelto di installare un regolatore di flusso luminoso sia nello svincolo 1 (SV1) che nello svincolo 2 (SV2) per ridurre i consumi energetici degli impianti di illuminazione che consiste nella regolazione del flusso luminoso delle lampade adattandolo alle diverse esigenze, secondo quanto previsto dalla norma UNI 11248. L'applicazione di questa disposizione consente, infatti, di eliminare il flusso luminoso durante le ore notturne nelle aree con minore flusso di traffico riducendo quindi i consumi energetici.

La regolazione del flusso luminoso avviene attraverso l'inserimento a monte degli impianti di apparecchi che regolano la tensione di alimentazione, consentendo di ridurre il flusso luminoso a gruppi di lampade secondo cicli programmabili.

I regolatori di flusso permettono di variare la potenza delle lampade per adattare l'impianto a parametri locali (interdistanze tra pali, riflessioni della strada, ombre...) e di mantenere il flusso luminoso costante nel tempo bilanciando il decadimento luminoso (funzionalità particolarmente utile per le lampade a ioduri metallici). L'inserimento di questi apparecchi richiede investimenti, ma assicura vantaggi sia nella riduzione dei consumi energetici che nei costi di gestione degli impianti. Il loro impiego, infatti, consente di risparmiare fino al 30% dell'energia consumata dalle lampade e di ridurre i costi di manutenzione grazie alla stabilizzazione della tensione di alimentazione, che migliora la sicurezza degli impianti e prolunga il tempo di vita delle lampade.

In generale, l'intervento è conveniente sugli impianti che servono le strade urbane ed extraurbane, in cui il traffico nelle ore notturne si riduce notevolmente.

Nel nostro caso i quadri Q-G dello SV1 e SV2 sono stati dotati di un riduttore di flusso luminoso stabilizzato trifase di potenza 4 kW. In particolare, tali quadri sono composti dai seguenti componenti standard, oltre che da eventuali dispositivi di protezione aggiuntivi così come indicato nell'elab. 12.1.2:

### **Quadro frontale standard**

- n.1 Interruttore magnetotermico generale per la potenza;
- n.1 Interruttore magnetotermico per i componenti della logica e servizi;
- n.1 Presa servizi;
- n.1 Orologio astronomico per l'accensione e la programmazione dell'inizio della fase di risparmio.

### **Componenti per il controllo, la regolazione e gestione del RFL:**

- n.1 Gruppi di potenza realizzati da un trasformatore booster ed uno driver per la regolazione e la stabilizzazione della tensione, opportunamente collegati elettricamente tra di loro;
- n.1 Contattore quadripolare per l'alimentazione del circuito di potenza nell'orario stabilito;
- n.1 Trasformatore amperometrico 250/50A;
- n.1 Condensatore di carico permanente;
- n.1 Scheda elettronica a commutatori statici per la stabilizzazione e la regolazione della potenza;
- n.1 Scheda a microprocessore con separazione galvanica della rete, trasmissione dati e programmazione attraverso porta di comunicazione 232 e 485, commutatore per una semplice impostazione della tensione iniziale e finale, una porta dedicata per la visualizzazione dello status dell'apparato.

### 5.6.1 I VANTAGGI DEI REGOLATORI DI FLUSSO

I vantaggi nell'uso dei regolatori di flusso luminoso si possono sintetizzare nei seguenti due punti.

#### ● **Minore consumo di energia**

La stabilizzazione della tensione durante il funzionamento a regime normale e la riduzione nelle ore notturne, quando le condizioni lo consentano (flussi di traffico veicolare ridotti), determinano un risparmio di energia elettrica. La riduzione di potenza assorbita, in funzione del tipo di lampada e delle condizioni dell'impianto, può raggiungere il 30%.

#### ● **Minori costi di manutenzione**



L'eccesso della tensione di alimentazione è uno dei fattori che determinano l'invecchiamento precoce delle lampade. La stabilizzazione della tensione attuata dal regolatore evita alle lampade lo stress dovuto alle sovratensioni, prolungandone la durata. Inoltre la riduzione della tensione, quando il regolatore funziona a regime parzializzato, determina una sensibile diminuzione del calore, altro fattore negativo per la durata delle lampade.

## **5.7 QUADRI ELETTRICI**

I quadri elettrici di BT sono complessivamente tre, uno per ciascun svincolo per l'illuminazione ed uno per SV2 per l'alimentazione della pompa della vasca di prima pioggia di capacità pari a 40 m<sup>3</sup>. A detti quadri è stato affidato il compito di sezionare, proteggere, comandare nonché controllare tutti i circuiti principali e secondari, alimentanti le diverse parti d'impianto e/o zone dell'area oggetto della seguente relazione.

### **5.7.1 SVINCOLO 1 (SV1)**

Lo svincolo 1 è stato munito di quadro elettrico Generale di Illuminazione alimentato direttamente a valle del contatore dell'ente elettrofornitore ad una distanza inferiore a 3 metri.

Per il posizionamento del quadro vedi elaborato 12.2.2, mentre per lo schema elettrico dello stesso si veda l'elaborato 12.1.2. La sua esecuzione è del tipo protetta da parete o pavimento, grado di protezione IP65 con chiusura a chiave e comprendente un controllore elettronico di potenza per regolazione di tensione mediante trasformatori e autotrasformatori variabili con variazioni lineari della tensione e stabilizzazione della stessa con tolleranza di +/- 1%.

L'alimentazione è stata realizzata attraverso cavo interrato proveniente dal contatore tipo FG7OR 0,6/1 kV 1x(4x10) mm<sup>2</sup> a tensione alternata 380/220 Volt e frequenza 50 Hz.

### **5.7.2 SVINCOLO 2 (SV2)**

Lo svincolo 2 è stato munito di quadro elettrico Generale di Illuminazione alimentato direttamente a valle del contatore dell'ente elettrofornitore ad una distanza inferiore a 3 metri.

Per il posizionamento del quadro vedi elaborato 12.2.3 mentre per lo schema elettrico dello stesso si veda l'elaborato 12.1.2. La sua esecuzione è del tipo protetta da parete o pavimento, grado di protezione IP65 con chiusura a chiave e comprendente un controllore elettronico di potenza per regolazione di tensione mediante trasformatori e autotrasformatori variabili con variazioni lineari della tensione e stabilizzazione della stessa con tolleranza di +/- 1%.

L'alimentazione è stata realizzata attraverso cavo interrato proveniente dal contatore tipo FG7OR 0,6/1 kV 1x(4x10) mm<sup>2</sup> a tensione alternata 380/220 Volt e frequenza 50 Hz.

## **6 PROTEZIONI**

Sono stati previsti:

- protezioni dalle sovracorrenti;
- protezioni dalle tensioni di passo e di contatto;
- protezioni dalle sovratensioni.

### **6.1 PROTEZIONI DALLE SOVRACORRENTI**

La protezione è stata effettuata secondo le Norme CEI 64-8.

Per il sovraccarico è stato previsto che si verificasse contemporaneamente:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

dove:

- $I_b$  è la corrente d'impiego del circuito che, in condizioni normali, percorre la conduttanza;
  - $I_n$  è la corrente nominale del dispositivo di protezione;
  - $I_z$  è la corrente massima sopportabile dalla conduttanza;
  - $I_f$  è la corrente di sicuro intervento del dispositivo di protezione.
- Per il corto circuito è stato previsto che si verificasse:

$$\int_0^t i^2 dt \approx I_s^2 \times t \leq K^2 \times S^2$$

dove:

- $\int_0^t i^2 dt$  è l'energia specifica passante;
  - $I_s^2 \times t$  è l'approssimazione consentita dalle Norme per l'energia specifica passante;
  - $I_s$  è il valore efficace della componente simmetrica di c.to c.to;
  - $t$  è il tempo letto sulla caratteristica di intervento del dispositivo di protezione in corrispondenza di  $I_s$ ;
  - $K$  è un coefficiente stabilito dalle norme in funzione del tipo d'isolante e della temperatura;
  - $S$  è la sezione del conduttore.
- Questi tipi di protezione sono stati effettuati equipaggiando le condutture di:
- relè termici e/o interruttori automatici muniti di relè termici per il sovraccarico;
  - relè magnetici e/o interruttori automatici muniti di relè magnetici per il c.to c.to.
- Per il calcolo delle correnti di c.to c.to max e min. che possono svilupparsi lungo la linea in cavo è stata usata la seguente formula:

$$I_{cc} = \frac{V_{20}}{\sqrt{3} \times Z_t}$$

dove:

- $V_{20}$  è la tensione;
- $Z_t$  è l'impedenza totale del circuito a monte del guasto di c.to c.to.

Per il c.to c.to fase neutro l'impedenza totale vale:

$$Z_t = \sqrt{(R_R + R_F + R_N)^2 + (X_R + X_F + X_N)^2}$$

dove:

- $R_R$  e  $X_R$  sono rispettivamente la resistenza e la reattanza della rete a monte dei cavi di alimentazione del punto di guasto comprensive della resistenza e reattanze dei trasformatori;
- $R_F$  e  $X_F$  sono rispettivamente la resistenza e la reattanza del conduttore di fase fino al punto di guasto;
- $R_N$  e  $X_N$  sono rispettivamente la resistenza e la reattanza del conduttore di neutro fino al punto di guasto.

I relè e/o gli interruttori automatici sono stati dimensionati in maniera tale che il potere di rottura fosse superiore alla max corrente di c.to c.to calcolata subito a valle degli interruttori e che la caratteristica di intervento fosse tale da garantire l'opportuno intervento anche per un c.to c.to fase neutro nel punto elettricamente più distante.

Le correnti di c.to c.to sono state valutate considerando un c.to c.to TRIFASE netto di 10 kA nel punto di consegna dell'energia.

## 6.2 PROTEZIONE DALLE TENSIONI DI CONTATTO E DI PASSO

È stata realizzata con l'opportuno impianto di terra di cui si parlerà più avanti.

## 6.3 PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI

Le sovratensioni che nella pratica possono interessare un impianto di pubblica illuminazione sono quelle transitorie (impulsive) di origine atmosferica, trasmesse dalla linea elettrica di alimentazione.

L'esperienza ha dimostrato che possono in genere essere trascurate le sovratensioni dovute a manovre o ad intervento dei dispositivi di protezione per guasti sul sistema di alimentazione, in quanto di valore inferiore a quello di tenuta dei componenti elettrici presenti. In ogni caso, i mezzi di protezione previsti contro le sovratensioni atmosferiche sono efficaci anche nei confronti di quelle di origine interna. La tecnica di protezione da adottare deve servire a limitare le sovratensioni, in modo da ridurre entro un valore tollerabile il rischio di guasto nell'impianto e quindi garantire la salvaguardia economica dei beni e la continuità del servizio pubblico. Questo tipo di protezione riguarda quasi esclusivamente una scelta di tipo economico e non per la sicurezza delle persone.

Il modo di effettuare un'adeguata protezione contro le sovratensioni deve discendere da una valutazione del rischio di fulminazione, secondo quanto riportato dalla Norma CEI EN 62305-2 (81 - 10/2). Per un impianto di pubblica illuminazione, normalmente risulta abbondantemente trascurabile il rischio di danno alle persone per fulminazione diretta dei sostegni e dei quadri elettrici (date le loro dimensioni ridotte), senza bisogno di calcoli, per cui questi si possono considerare strutture *autoprotette* e quindi non richiedenti un apposito sistema di protezione (LPS: *Lightning Protection System*), mentre è da prendere in considerazione la fulminazione indiretta, che interessa le linee elettriche. Tenendo conto che non risultano significativi i danni alle persone e che un normale impianto di pubblica illuminazione non viene considerato un servizio pubblico ai sensi delle Norme CEI 81-10 (come gas, acqua, TLC, TV, energia elettrica ecc.), in pratica il rischio R da considerare è per sola perdita economica (R4), per guasti agli apparecchi elettrici, rischio che nel nostro caso viene considerato accettabile, pertanto, non è stata prevista nessuna protezione per le sovratensioni.

## 7 PROTEZIONI DAI CONTATTI INDIRETTI

Questo tipo di protezione è stata realizzata attraverso un buon coordinamento tra gli interruttori di protezione e l'impianto di terra; sono stati eseguiti, in particolare, le prescrizioni specifiche in materia delle Norme CEI 64-8 per i sistemi TT e cioè facendo in modo che:

$$R_t \leq \frac{50 \text{ Volt}}{I_a}$$

dove:

- $R_t$  è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;
- 50 Volt è la tensione di contatto ammessa dalle norme se eliminata entro un tempo opportuno;
- $I_a$  è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in ampere ( $I_{\Delta n}$  nei differenziali). Se il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti allora  $I_a$  è:
  - la corrente che provoca il funzionamento automatico entro 5 secondi per i dispositivi automatici aventi caratteristica di funzionamento a tempo inverso;
  - la corrente minima che ne provoca lo scatto istantaneo nei dispositivi automatici aventi caratteristica di funzionamento a scatto istantaneo).

Relativamente al nostro caso si ha:

$$R_t \leq \frac{50}{0,3} = 166 \Omega$$

## 8 PROTEZIONI DAI CONTATTI DIRETTI

La protezione dai contatti diretti è stata eseguita mediante isolamento delle parti attive, che potrà essere rimosso solo mediante distruzione. Dovrà resistere alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali sarà sottoposto durante il normale esercizio. Potrà anche avvenire mediante involucri o barriere che dovranno assicurare un grado di protezione minimo IPXXB (il *dito di prova* non deve toccare parti in tensione). Le superfici orizzontali superiori, a portata di mano, devono assicurare il grado di protezione IPXXD (il *filo di prova* non deve toccare le parti in tensione). L'apertura dell'involucro o della barriera potrà essere eseguita solamente mediante l'adozione di uno o più dei seguenti accorgimenti:

- uso di chiave od attrezzo;
- sezionamento delle parti attive, con ripristino possibile solo dopo la richiusura degli involucri;
- interposizione di una seconda barriera che assicuri un grado di protezione IPXXB, rimovibile con chiave o attrezzo.

Tutti gli impianti sono stati disposti in modo che le persone non possano venire a contatto con le parti in tensione se non previo smontaggio o distruzione di elementi di protezione ed isolamento. Gli elementi di protezione smontabili e installati a meno di 3 m dal suolo devono potersi rimuovere solo con l'ausilio di chiavi o di attrezzi.

Il grado minimo di protezione dei componenti è stato previsto in:

1. Per i componenti interrati o installati in pozzetto: IP57;
2. Per i componenti installati a meno di 3 m dal suolo: IP43;
3. Per i componenti installati a 3 m o più dal suolo: IP23 se destinati a funzionare sotto la pioggia, IP22 in caso contrario;
4. Per il vano in cui è montata la lampada degli apparecchi di illuminazione dotati di coppa di protezione: IP44.

## 9 IMPIANTO DI TERRA

### 9.1 GENERALITÀ

L'impianto di terra costituisce, fondamentalmente, un mezzo per disperdere correnti elettriche nel terreno e per proteggere, unitamente ai dispositivi d'interruzione automatica del circuito, le persone dal pericolo di elettrocuzione. Un buon impianto di terra, associato ad uso corretto dei collegamenti equipotenziali, rappresenta una delle soluzioni più utilizzate per raggiungere il miglior livello di sicurezza. Un impianto di terra, a seconda della funzione che deve assolvere, può distinguersi in:

1. *messa a terra di protezione*, è una misura atta a proteggere le persone dai contatti diretti;
2. *messa a terra di funzionamento*, ha lo scopo di stabilire un collegamento a terra di particolari punti del circuito elettrico per esigenze di esercizio, come la messa a terra del neutro nei sistemi TN;
3. *messa a terra per lavori*, collega a terra temporaneamente una sezione di impianto per esigenze di manutenzione.

È utile ricordare che l'importanza dell'impianto di terra, in relazione alle problematiche legate alla sicurezza, è sottolineata anche da leggi e normative specifiche riguardanti la sicurezza nei luoghi di lavoro. Non bisogna comunque dimenticare che, per quanto concerne il rischio per le persone, la presenza di un impianto di terra è una condizione necessaria ma non sufficiente per garantire la sicurezza; questa dipende da molti altri fattori che saranno chiariti in altre parti del testo.

## 9.2 DEFINIZIONI

Per rendere più chiara la lettura di questo capitolo si riassumono di seguito le definizioni utilizzate più frequentemente:

- *Tensione totale di terra*  $U_T$  – è la tensione che si stabilisce durante il cedimento dell'isolamento tra una massa ed un punto del terreno sufficientemente lontano a potenziale zero;
  - *Tensione di contatto*  $U_c$  – è la differenza di potenziale alla quale può essere soggetto il corpo umano in contatto con parti simultaneamente accessibili, escluse le parti attive, durante il cedimento dell'isolamento;
  - *Tensione di passo*  $U_P$  – è la differenza di potenziale che può risultare applicata tra i piedi di una persona a distanza di un passo (convenzionalmente un metro) durante il cedimento dell'isolamento;
  - *Tensione di contatto limite convenzionale*  $U_L$  – massimo valore di tensione di contatto che è possibile mantenere per un tempo indefinito in condizioni ambientali specificate;
  - *Tensione nominale verso terra di un sistema*  $U_n$  - nei sistemi trifase con neutro isolato o con neutro a terra attraverso impedenza, la tensione nominale, nei sistemi trifase con neutro direttamente a terra, la tensione stellata corrispondente alla tensione nominale, nei sistemi monofase o a corrente continua senza punti di messa a terra, la tensione nominale, nei sistemi monofase o a corrente continua con punto di mezzo messo a terra, metà della tensione nominale;
  - *Parte attiva* - conduttore o parte conduttrice in tensione nel servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro, ma escluso, per convenzione, il conduttore PEN;
  - *Massa* - parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie, ma che può andare in tensione in condizioni di guasto; una parte conduttrice che può andare in tensione solo perché è in contatto con una massa non è da considerarsi una massa;
  - *Massa estranea* - parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado di introdurre un potenziale, generalmente un potenziale di terra;
  - *Terra* - il terreno come conduttore il cui potenziale elettrico in ogni punto è convenzionalmente considerato uguale a zero;
  - *Dispersore* - corpo conduttore o gruppo di corpi conduttori in contatto elettrico con il terreno e che realizza un collegamento elettrico con la terra;
  - *Resistenza di terra*  $R_T$  - resistenza esistente tra un collettore (o nodo) di terra e la terra;
  - *Impianti di terra elettricamente indipendenti* - impianti di terra aventi dispersori separati. La corrente massima che uno di questi impianti può disperdere non deve modificare il potenziale rispetto a terra dell'altro impianto in misura superiore ad un determinato valore;
  - *Conduttore di protezione PE* - conduttore prescritto per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti: masse, masse estranee, collettore (o nodo) principale di terra, dispersore, punto di terra della sorgente o neutro artificiale;
  - *Conduttore PEN* - Conduttore che svolge contemporaneamente funzioni sia di protezione sia di neutro;
  - *Conduttore di terra*  $C_T$  - Conduttore di protezione che collega il collettore (o nodo) principale di terra al dispersore o i dispersori tra loro;
  - *Collettore (o nodo) principale di terra* - elemento che raccoglie, collegandoli tra loro, il dispersore, i conduttori di protezione, compresi i conduttori equipotenziali e di terra;
  - *Collegamento equipotenziale EQP* - (collegamento equipotenziale principale), *EQS* (collegamento equipotenziale secondario), conduttore che mette le diverse masse e masse estranee allo stesso potenziale;
  - *Conduttore equipotenziale* - conduttore di protezione che assicura il collegamento equipotenziale;
  - *Impianto di terra* - insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) di terra e dei conduttori equipotenziali, destinato a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento.

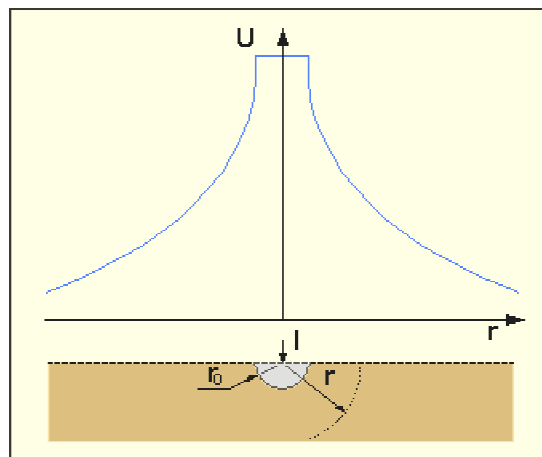
## 9.3 LA RESISTIVITÀ DEL TERRENO E LA RESISTENZA DI TERRA ( $R_T$ )

Il parametro fondamentale per la determinazione della resistenza di terra è la resistività del terreno.

Presenta valori estremamente variabili da luogo a luogo e in funzione del tempo. La resistività del terreno, se confrontata con i metalli, è molto elevata ed è influenzata positivamente dalla presenza di sali e dall'umidità. Da quanto detto risulta del tutto evidente come sia importante, per il calcolo della resistenza di terra, determinarne con una buona precisione il valore medio.

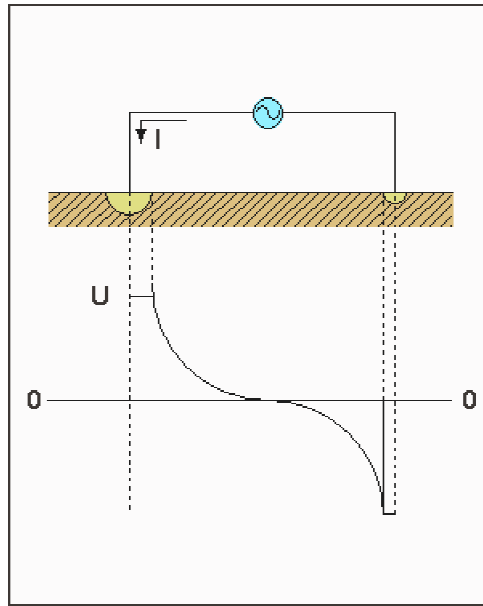
#### 9.4 TENSIONE TOTALE DI TERRA E RESISTENZA DI TERRA

Il terreno svolge la funzione di conduttore elettrico quando a due elettrodi (dispersori) conficcati nel terreno è applicata una d.d.p.. Ogni porzione elementare del terreno offre una resistenza tanto più piccola quanto più è lontana dal dispersore (per la verifica si è usato un dispersore emisferico di raggio " $r_0$ " perché ad una certa distanza, qualunque sia la forma del dispersore, le linee equipotenziali diventano emisferiche). Si dice resistenza di terra  $R_t$  la somma delle resistenze elettriche elementari di queste porzioni di terreno. Ad una certa distanza dal dispersore la sezione diventa così grande che la resistenza è pressoché nulla, mentre, nelle immediate vicinanze, le sezioni attraverso le quali la corrente fluisce si rimpiccioliscono e la resistenza aumenta. Le seguenti considerazioni si basano sul presupposto che il terreno sia omogeneo e che la sua resistività sia costante in tutti i suoi punti. Normalmente, inoltre, si trascura l'effetto reattivo, supponendo prevalente quello resistivo. Per quanto detto sopra si definisce equivalente emisferico di un dispersore, qualsiasi dispersore di forma emisferica avente la stessa resistenza.



**Fig. 9.1** - Andamento del potenziale nel terreno per un elettrodo emisferico

Misurando la tensione che si stabilisce tra due elettrodi sufficientemente lontani, dopo aver iniettato nel terreno una corrente costante, si ottiene un andamento del tipo indicato in figura.



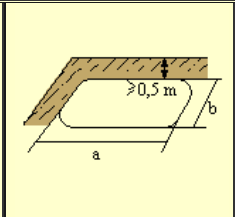
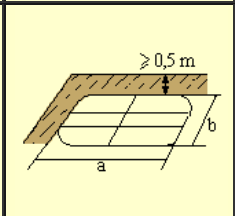
**Fig. 9.2** - Tensione di terra di elettrodi emisferici installati a grande distanza

La differenza di potenziale tra l'elettrodo e un qualsiasi punto lontano a potenziale zero è detta tensione di terra o tensione totale di terra. La resistenza di terra è legata alla  $U_t$  e alla corrente iniettata nel terreno per mezzo della nota relazione:

$$R_t = \frac{U_t}{I}$$

La relazione di cui sopra ha validità di carattere generale e quindi anche per elettrodi di forma diversa. Il valore di  $R_t$  può, infatti, essere considerato indipendente dalla corrente iniettata e può essere calcolato, anche se in forma approssimata, in base alle caratteristiche dell'elettrodo e alla natura del terreno. Di seguito si riassumono le formule semplificate che permettono di calcolare la resistenza di terra di alcuni tra gli elettrodi più diffusi.

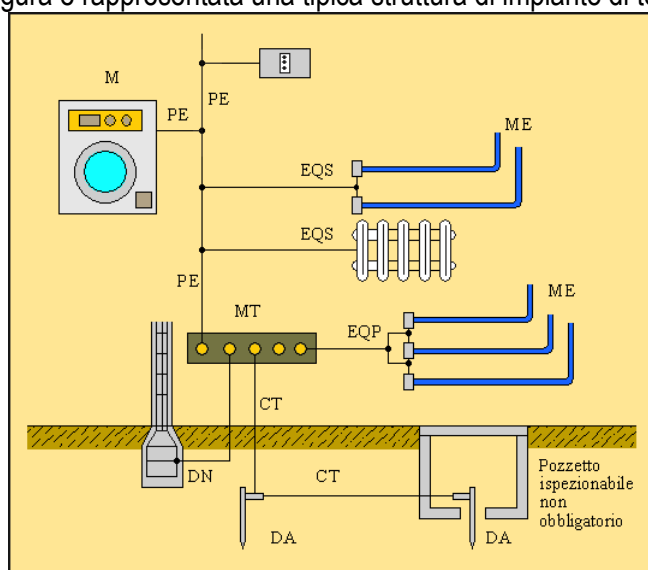
Tipo di dispersore	Formula
Piastra 	$R_t = \frac{\rho}{4} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{a \times b}}$
Picchetto 	$R_t = \frac{\rho}{L}$
Conduttore orizzontale 	$R_t = 1,5 \cdot \frac{\rho}{L}$

Anello		$R_t = 1,5 \cdot \frac{\rho}{(a+b)}$
Maglia		$R_t = \frac{\rho}{4r}$
<p><math>L =</math> lunghezza (m)  <math>a, b =</math> lati (m)  <math>r =</math> raggio del cerchio di area equivalente alla superficie della maglia (m)</p>		

**Tab. 9.1** - Formule per la determinazione della resistenza di terra  $R_t$  in base al tipo di dispersore

## 9.5 STRUTTURA DI UN IMPIANTO DI TERRA

Gli impianti di terra, indipendentemente dal modo e dal luogo di installazione presentano numerose caratteristiche comuni. In figura è rappresentata una tipica struttura di impianto di terra.



- DA Dispersore intenzionale
- DN Dispersore di fatto
- CT Conduttore di terra
- EQP Conduttore equipotenziale principale
- EQS Conduttore equipotenziale supplementare
- PE Conduttore di protezione
- MT Collettore (o nodo) principale di terra
- M Masse
- ME Massa estranea

**Fig. 9.3** - Elementi fondamentali di un impianto di terra

## 9.6 DISPERSORE

Il dispersore è un corpo metallico o l'insieme di corpi metallici in contatto elettrico col terreno utilizzati intenzionalmente o di fatto per disperdere correnti elettriche. Il *dispersore intenzionale* è stato installato



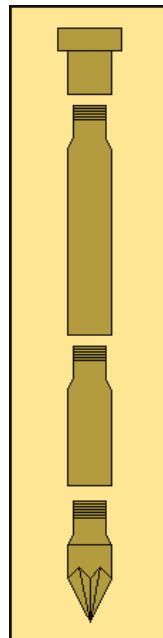
unicamente con lo scopo di mettere a terra gli impianti elettrici (picchetti, corde, piastre, piattine ecc..) mentre il *dispersore di fatto* è un corpo metallico in contatto col terreno o tramite calcestruzzo, che viene normalmente utilizzato per scopi diversi dalla messa a terra degli impianti elettrici (gli elementi metallici degli edifici, le tubazioni metalliche di acqua ed altri fluidi, le armature metalliche dei cavi a contatto col terreno ecc..). I dispersori di fatto sono costituiti da elementi metallici che normalmente sono molto estesi e hanno superfici di contatto col terreno più grandi di quelle dei dispersori intenzionali per cui il loro contributo alla dispersione della corrente di guasto può essere notevole. Negli edifici di tipo civile è necessario considerare l'impiego di questo tipo di dispersori in fase di progetto e porre particolare attenzione alla realizzazione di buoni collegamenti (legature e/o saldature) tra i ferri della struttura metallica in modo che il complesso così realizzato presenti una resistenza elettrica molto bassa. Nella realizzazione dei collegamenti tra i vari elementi del dispersore occorre porre particolare attenzione all'accoppiamento di materiali metallici diversi (ad esempio ferro e rame) che potrebbero essere sottoposti a fenomeni di corrosione dovuti ad eventuali correnti vaganti o per l'effetto pila tra i metalli stessi (utilizzare le apposite piastre di accoppiamento bimetalliche).

### 9.6.1 DISPERSORI INTENZIONALI

I dispersori intenzionali possono essere del tipo a picchetto, a corda, a piastra ecc. I requisiti fondamentali che devono possedere sono:

- robustezza meccanica sufficiente per resistere alle sollecitazioni dovute alle operazioni di installazione e all'assestamento del terreno;
- resistenza (comprese le giunzioni e i morsetti) all'aggressione chimica del terreno;
- buona continuità elettrica fra i vari elementi;
- non devono essere causa di corrosione per le altre strutture interrate alle quali sono collegati metallicamente.

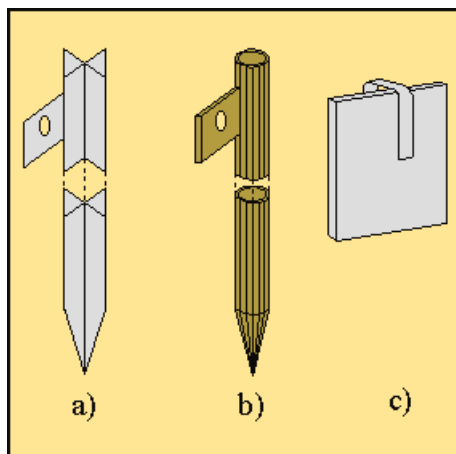
I dispersori a picchetto possono essere di forma cilindrica oppure realizzati con profilati di acciaio zincato a caldo. Con i dispersori cilindrici, essendo costituiti da una serie di tubi o tondini suddivisi in tratti di circa 1,5 m raccordabili per mezzo di filettature, è possibile ottenere con discreta facilità profondità di infissione notevoli. Quando la profondità di posa non è elevata si possono utilizzare i profilati d'acciaio zincato a caldo.



**Fig. 9.4** – Dispersore a picchetto per infissione profonda

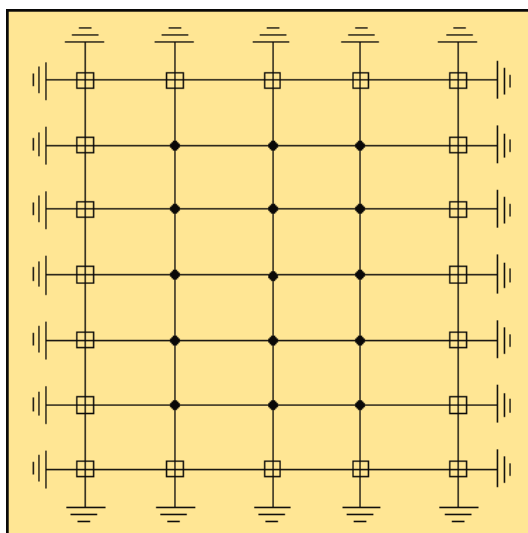
I dispersori a piastra sono impiegati nei terreni rocciosi dove è particolarmente difficile infiggere dispersori a picchetto o in profilato. Sono abitualmente posate verticalmente più raramente, quando è

necessario trattare il terreno con apposite soluzioni, la posa avviene in modo orizzontale. Attorno alla piastra deve essere stipato terreno di riporto eventualmente anche con l'ausilio di opportuni vibratori.



**Fig. 9.5** - Dispersori per posa poco profonda

Un altro tipico dispersore è il dispersore ad anello ottenuto collegando ad anello conduttori nudi (nastri o corde) posati direttamente nel terreno ad una profondità di almeno 0,5 m. Dal dispersore ad anello deriva anche il dispersore a maglia ottenuto collegando corde di rame o di acciaio zincato interrate almeno 0,5 m eventualmente integrato con picchetti. L'installazione del dispersore in fiumi, canali o nel mare è sconsigliabile e comunque deve essere realizzata ad almeno 5 metri di profondità. Ove questo non fosse possibile deve essere impedito l'accesso alla zona che risultasse pericolosa. Le giunzioni fra i vari componenti il dispersore devono essere effettuate con saldatura forte autogena oppure con appositi morsetti in grado di assicurare un buon contatto elettrico e di sopportare eventuali sforzi meccanici. Deve anche essere garantita la protezione contro la corrosione.



**Fig. 9.6** - Dispersore a maglia con integrazione di picchetti

### 9.6.2 DIMENSIONI MINIME E MATERIALI DEGLI ELEMENTI DISPERSORI

Le Norme raccomandano, per gli impianti di I, II e III categoria, quando il terreno presenta caratteristiche non particolarmente aggressive, le dimensioni minime riportate in tabella 9.2. Per gli impianti di I categoria queste dimensioni risultano generalmente sufficienti, non sempre invece lo sono per gli impianti di II e di III categoria. In questo caso le Norme prescrivono la verifica di ogni elemento utilizzato come dispersore applicando la classica formula:

$$S_T = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

dove:

- I è la quota parte (in ampere) della corrente di terra che percorre l'elemento del dispersore;
- t è il tempo di eliminazione del guasto in secondi;
- K è un coefficiente che vale 229 (A/mm<sup>2</sup>s<sup>2</sup>) se il materiale è il rame oppure 78 (A/mm<sup>2</sup>s<sup>2</sup>) se il materiale è l'acciaio con sovrariscaldamento di tipo adiabatico con temperatura iniziale di 30 °C e finale non superiore a 400°C.

	Tipo	Dimensioni Minime	Acciaio zincato a caldo (1)	Acciaio rivestito di rame	Rame
Posa nel terreno	Piastra	Spessore (mm)	3	(2)	3
	Nastro	Sezione (mm <sup>2</sup> )	100	50	50
		Spessore (mm)	3	(2)	3
	Tondino massiccio	Sezione (mm <sup>2</sup> )	50	(2)	35
Condotto cordato	Sezione (mm <sup>2</sup> )	50	(2)	35	
	Diametro filo elementare (mm)	1,8	(2)	1,8	
Per infissione nel terreno	Picchetto a tubo	Diametro esterno (mm)	40	(2)	30
		Spessore (mm)	2	(2)	3
	Picchetto massiccio	Diametro (mm)	20	15 (3)	15
Picchetto in profilato	Dimensione trasversale (mm)	50	(2)	50	
	Spessore (mm)	5	(2)	5	

Nota: I valori indicati sono validi in terreni non particolarmente aggressivi  
 (1) E' ammesso anche l'acciaio non zincato  
 (2) Tipi e dimensioni non considerati nelle Norme CEI 64-8  
 (3) Spessore del rivestimento in rame:  
 100mm se realizzato con deposito elettrolitico;  
 500 mm se realizzato per trafilatura.

**Tab. 9.2** – Dimensioni minime degli elementi del dispersore secondo le Norme CEI 11-1 e 64-8

### 9.6.3 DISPERSORI DI FATTO

Le caratteristiche del dispersore di terra possono essere migliorate utilizzando, oltre i dispersori intenzionali, anche i dispersori di fatto. Tutti i corpi metallici in intimo contatto col terreno o tramite calcestruzzo possono essere collegati all'impianto di terra adottando però alcuni accorgimenti atti ad evitare fenomeni di corrosione. Per limitare tali fenomeni è bene impiegare, negli accoppiamenti, metalli omogenei, possibilmente vicini nella scala di nobiltà. L'ordine di nobiltà tra i metalli più comuni è nell'ordine: stagno, rame, ottone, bronzo, acciaio annesso nel calcestruzzo, acciaio dolce, piombo, alluminio e zinco. Soprattutto nelle giunzioni senza saldatura è necessario limitare le copie elettrolitiche utilizzando morsetti e conduttori dello stesso metallo e proteggere le giunzioni dall'umidità rivestendole con nastri vulcanizzanti. Nella tabella 9.3 è riportata la scala dei potenziali elettrochimici di alcuni metalli riferita all'elettrodo idrogeno.

Potenziali negativi		Potenziali positivi	
Metallo	Potenziale	Metallo	Potenziale
Alluminio	-1,45	Antimonio	+0,20
Zinco	-0,77	Rame	+0,35
Cromo	-0,56	Argento	+0,80
Ferro	-0,43	Mercurio	+0,86
Cadmio	-0,42	Platino	+0,87
Nichel	-0,20	Oro	+1,5
Stagno	-0,14		
Piombo	-0,13		

**Tab. 9.3** - Scala dei potenziali elettrochimici rispetto all'idrogeno

Uno dei dispersori di fatto più comuni sono i ferri di armatura del cemento armato che, per effetto dell'umidità contenuta nel calcestruzzo, possono considerarsi, una volta collegati all'impianto di terra, dispersori a tutti gli effetti. Per consentire il collegamento con le varie parti del dispersore devono essere previsti, in fase di realizzazione, dei conduttori di adeguata lunghezza collegati con le armature e dei conduttori posati lungo il perimetro dell'edificio per interconnettere elettricamente tra loro i ferri dei plinti. I ferri del cemento armato devono essere, per garantire la continuità, collegati tra di loro per mezzo di saldature, morsetti o legature effettuate a regola d'arte.

### 9.7 CONDUTTORE DI PROTEZIONE (PE)

Col conduttore di protezione (è identificato dal colore giallo/verde e viene chiamato PE oppure, se svolge contemporaneamente anche la funzione di neutro, PEN) si realizza il collegamento delle masse con l'impianto di terra. Unitamente all'interruttore automatico garantisce la protezione dai contatti indiretti e deve essere dimensionato, come pure il conduttore di terra ed equipotenziale, sia per sopportare le sollecitazioni termiche dovute alla corrente di guasto verso terra (che in condizioni di regime è nulla) sia per sopportare eventuali sollecitazioni meccaniche (le norme a tal proposito stabiliscono delle sezioni minime). Il dimensionamento può essere effettuato, con un metodo semplificato, in funzione della sezione del conduttore di fase (tab. 9.4) o in modo adiabatico (il calore prodotto e accumulato tutto dal cavo) con la formula sotto indicata, metodo che conduce a sezioni notevolmente inferiori rispetto a quelle ottenute col metodo semplificato.

Sezione di fase (mm <sup>2</sup> )	Sezione minima del conduttore di protezione (mm <sup>2</sup> )			
	Cu		Al	
	PE	PEN	PE	PEN
≤ 16	S <sub>F</sub>	S <sub>F</sub>	S <sub>F</sub>	S <sub>F</sub>
16 + 35	16	16	16	25
> 35	S <sub>F</sub> /2	S <sub>F</sub> /2	S <sub>F</sub> /2	S <sub>F</sub> /2

**Tab. 9.4**

$$S_{PE} = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K_C}$$

dove:

- $I^2 t$  è l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore automatico durante l'interruzione del guasto;
- $K_C$  è un coefficiente (tab. 11.5) che dipende dal materiale isolante e dal tipo di conduttore impiegato.

La formula è valida per riscaldamento adiabatico del cavo partendo da una temperatura iniziale nota  $J_0$  per arrivare ad una temperatura finale  $J_f$  specificata. Per gli impianti di prima e seconda categoria le Norme 81-1 prescrivono per i conduttori nudi la temperatura non superiori i 200°C . I valori di  $K_C$  ad una temperatura

iniziale di 30 °C (la costante K ha lo stesso significato di quella che si utilizza per la verifica al corto circuito dei conduttori di fase con la differenza che la loro temperatura di riferimento ad inizio guasto, essendo conduttori non attivi e quindi normalmente non percorsi da corrente, non è quella di regime ma la temperatura ambiente) sono 159 per il rame, 105 per l'alluminio e 58 per il ferro. Le correnti da considerare nel calcolo della sezione sono ovviamente diverse a seconda che si tratti di sistema TT, correnti di valore relativamente basso, o TN, correnti che potranno essere anche elevate poiché il circuito di guasto non interessa il dispersore ma l'anello di guasto. Il tempo di durata del guasto infine dovrà essere quello di intervento delle protezioni magnetotermiche o differenziali. Da notare che quando si dimensiona un conduttore di protezione facente parte di un insieme di cavi posati in uno stesso condotto, poiché si suppone che i guasti avvengano uno alla volta, è sufficiente dimensionare il conduttore per la situazione più gravosa, e non per la somma delle possibili correnti di guasto verso terra dei vari cavi. Da non dimenticare infine che dalla sezione del conduttore di protezione dipende l'impedenza dell'anello di guasto determinante per il contenimento della tensione di guasto sulle masse.

<b>Valori del coefficiente <math>K_c</math> per conduttori costituiti da un cavo unipolare o da un conduttore nudo in contatto con il rivestimento esterno dei cavi</b>				
Tipo conduttore		Tipo di isolante		
		PVC $g_0 = 30$ $g_f = 160$	G2 $g_0 = 30$ $g_f = 250$	EPR/XLPE $g_0 = 30$ $g_f = 220$
Cavo unipolare	Cu	143	166	176
	Al	95	110	116
Cavo nudo a contatto con rivestimento esterno di cavi isolati	Cu	143	166	176
	Al	95	110	116
	Fe	52	60	64
<b>Valori del coefficiente <math>K_c</math> per conduttori costituiti da un'anima di cavo multipolare</b>				
Tipo di conduttore		Tipo di isolante		
		PVC $g_0 = 70$ $g_f = 160$	G2 $g_0 = 85$ $g_f = 250$	EPR/XLPE $g_0 = 85$ $g_f = 220$
Anima di cavo multipolare	Cu	115	135	143
	Al	76	89	94
<b>Valori del coefficiente <math>K_c</math> per conduttori nudi non in contatto con materiali danneggiabili</b>				
Tipo conduttore		Condizioni di posa		
		A (*) $g_0 = 30$ $g_f = 500$	B (*) $g_0 = 30$ $g_f = 200$	C (*) $g_0 = 30$ $g_f = 150$
Cavo nudo non a contatto con rivestimen.. di cavi isolati	Cu	228	159	138
	Al	125	105	91
	Fe	82	58	50
(*) A: a vista in locali accessibili solo a personale addestrato				
(*) B: in condizioni ordinarie				
(*) C: in locali con pericolo di incendio, salvo diverse prescrizioni delle Norme CEI 64-2				

Valori del coefficiente $K_C$ per conduttori costituiti dal rivestimento metallico o dall'armatura del cavo				
Tipo conduttore		Tipo di isolante		
		PVC $g_0 = 30$ $g_f = 160$	G2 $g_0 = 80$ $g_f = 250$	EPR/XLPE $g_0 = 75$ $g_f = 220$
Rivestimento o armatura del cavo	Cu	122	140	149
	Al	79	90	96
	Fe	42	48	51
	Pb	22	19	19

**Tab. 9.5** – Valori di  $K_C$  per il calcolo dei conduttori di terra e protezione

Per concludere occorre ricordare che quando il conduttore non fa parte della condotta di alimentazione non deve, in ogni caso, essere inferiore a 2,5 mm<sup>2</sup> se è prevista una protezione meccanica del conduttore stesso (tubo di protezione), e a 4 mm<sup>2</sup> se non è prevista una protezione meccanica. Una particolare nota va dedicata alle apparecchiature elettroniche con correnti di dispersione superiore a 10 mA che devono essere collegate a terra secondo una delle seguenti configurazioni:

- un cavo unipolare non inferiore a 10 mm<sup>2</sup> ;
- due cavi in parallelo ciascuno di sezione non inferiore a 4 mm<sup>2</sup> ;
- anima di cavo multipolare di sezione non inferiore a 2,5 mm<sup>2</sup> purché il cavo abbia una sezione complessiva non inferiore a 10 mm<sup>2</sup> per rendere minimi i danni dovuti ad eventuali sollecitazioni meccaniche;
- due cavi in parallelo di sezione non inferiore a 2,5 mm<sup>2</sup> protetti mediante componenti metallici.

## 9.8 CONDUTTORE DI TERRA

Per il dimensionamento del conduttore di protezione si devono adottare criteri diversi a seconda che si tratti di bassa o di media tensione. Le ragioni che stanno alla base del dimensionamento dei conduttori di terra sono principalmente legate alla resistenza meccanica del conduttore. La corrente di guasto, infatti, che in condizioni di normale funzionamento è zero, è quasi sempre sopportabile da conduttori di terra che rispettino le sezioni minime stabilite dalle Norme (tab. 9.6):

	Protetti meccanicamente		Non protetti meccanicamente
	Sezione conduttore di fase	Sezione minima conduttore di terra	Sezione minima conduttore di terra
Protetto contro la corrosione (In ambienti non particolarmente aggressivi dal punto di vista chimico il rame e il ferro zincato si considerano protetti contro la corrosione)	$S_F < 16$ $S_F \geq 16 \geq 35$ $S_F > 35$	$S_F = S$ $S_F = 16$ $S_F = S / 2$	16 mm <sup>2</sup> se in rame 16 mm <sup>2</sup> se in ferro zincato (secondo Norma CEI 7-6 o con rivestimento equivalente)
Non protetto contro la corrosione	25 mm <sup>2</sup> se in rame 50mm <sup>2</sup> se in ferro zincato (secondo la Norma CEI 7-6 o con rivestimento equivalente)		

**Tab. 9.6** – Sezioni minime dei conduttori di terra

Una verifica più approfondita è comunque sempre utile e richiede un'analisi dei singoli sistemi di distribuzione.

### 9.8.1 SISTEMA TT

La corrente di guasto attraversa il conduttore di terra la cui sezione minima deve essere, sempre rispettando le sezioni minime prescritte, almeno uguale al maggiore conduttore di protezione dell'impianto oppure verificata con la nota relazione:

$$S_T = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K_C}$$

Nel caso in progetto la resistenza dell'impianto di terra vale  $R_T = 100,0$  ohm, si avrà:

$$I_G = \frac{U_0}{R_T} = \frac{230}{100} = 2,30A$$

Se il tempo di intervento delle protezioni fosse di un secondo (i relè differenziali intervengono generalmente in un tempo più breve) e il conduttore di protezione fosse un conduttore unipolare in EPR (tab. 9.5), si avrà:

$$S_T = \frac{\sqrt{2,30^2 \times 1}}{176} = 0,014mm^2$$

Normalmente i tempi di intervento delle protezioni sono più bassi per cui, ad esempio, un conduttore avente sezione di  $16 \text{ mm}^2$  è quasi sempre sufficiente per un sistema TT.

### 9.8.2 SISTEMA TN

Questo caso si trascurava poiché non di nostro interesse in questo progetto.

## 9.9 CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI

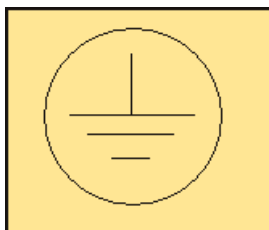
Sono conduttori che collegano fra di loro parti che normalmente si trovano al potenziale di terra garantendo quindi l'equipotenzialità fra l'impianto di terra e le masse estranee e consentendo di ridurre la resistenza complessiva dell'impianto di terra. Non essendo conduttori attivi e non dovendo sopportare gravose correnti di guasto il loro dimensionamento non segue regole legate alla portata ma alla resistenza meccanica del collegamento. Le Norme prescrivono le sezioni minime che devono essere rispettata per questi conduttori distinguendo tra conduttori *equipotenziali principali (EQP)* e *supplementari (EQS)*. Sono detti principali se collegano le masse estranee al nodo o collettore principale di terra, sono detti supplementari negli altri casi (fig. 9.3). Le sezioni minime prescritte sono raccolte nella tabella 9.7.

Conduttori equipotenziali	Sezione del conduttore di protezione principale PE (mm <sup>2</sup> )	Sezione del conduttore equipotenziale (mm <sup>2</sup> )
Principale EQP	$\leq 10$ $= 16$ $= 25$ $> 35$	<b>6</b> <b>10</b> <b>16</b> <b>25</b>
Supplementare EQS: collegamento massa-massa collegamento massa-massa estranea	EQS $\geq$ PE di sezione minore <sup>(1)</sup> EQS $\geq$ ½ della sezione del corrispondente conduttore PE In ogni caso la sezione del conduttore EQS deve essere: $\geq 2,5 \text{ mm}^2$ se protetto meccanicamente $\geq 4 \text{ mm}^2$ se non protetto meccanicamente	
<sup>(1)</sup> Quando le due masse appartengono a circuiti con sezioni dei conduttori di protezione molto diverse, sul conduttore EQS (dimensionato in base alla sezione del conduttore di protezione minore), potrebbero verificarsi correnti di guasto tali da sollecitare termicamente in modo eccessivo il conduttore stesso. In questo caso è opportuno aumentare la sezione del conduttore EQS sulla base della corrente di guasto effettiva.		

**Tab. 9.7**– Sezioni minime dei conduttori equipotenziali

### 9.10 COLORI DISTINTIVI DEI CONDUTTORI DI TERRA, EQUIPOTENZIALI E DI PROTEZIONE

I conduttori di terra, equipotenziali e di protezione se costituiti da cavi unipolari o anime di cavi multipolari devono essere contraddistinti da isolante di colore giallo/verde. Per i conduttori nudi non sono prescritti colori o contrassegni. Nel caso in cui fosse necessario distinguerli da altri conduttori si devono impiegare fascette di colore giallo/verde o il segno grafico indicato in figura 9.8.



**Fig. 9.8** – Simbolo di terra di protezione

I morsetti destinati al collegamento di conduttori di terra, equipotenziali o di protezione devono essere contrassegnati col simbolo di figura 9.8. Il conduttore PEN deve essere di colore blu chiaro con fascette terminali giallo/verde oppure la guaina giallo/verde con fascette terminali blu chiaro.

### 9.11 IMPIANTO DI TERRA REALIZZATO

L'impianto di terra é stato progettato come dalle planimetrie allegate. In particolare è stata prevista l'installazione di picchetto di sezione a croce 50x50x5 mm e lunghezza 1,5 m per ogni palo di illuminazione, in corrispondenza del quadro QEP della pompa di prima pioggia ed in corrispondenza dei quadri QG sia dello SV1 che dello SV2. È stato inoltre previsto il PE per l'alimentazione dei pali e del quadretto pompa delle vasche di prima pioggia ed in corrispondenza dei rispettivi quadretti un picchetto a croce 50x50x5 mm e lunghezza 1,5 m.

### 9.12 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI TERRA

A vantaggio della sicurezza si considera solo il dispersore a picchetto in corrispondenza del quadro QG e si tralasciano i picchetti dei pali ed in prossimità delle vasche di prima pioggia dello svincolo SV2 che diminuirebbero la resistenza di terra migliorando la sicurezza. Il calcolo, pertanto, è stato effettuato considerando che:

$$R_t = \frac{\rho}{L}$$

dove:

$\delta_t$  é la resistività del terreno, pari a

150  $\Omega$ /m;

L é la lunghezza del dispersore, pari a .

1,50 m;

d é il diametro del picchetto , pari a

0,0246 m;

Quindi si ha:

$$R_t = 100\Omega$$



## APPENDICE

1. FOGLI DI CALCOLO PER DIMENSIONAMENTO LINEE E SCELTA INTERRUSSIONI DI PROTEZIONE
2. CALCOLI ILLUMINOTECNICI SV1, SV2 E TRATTO 2 CORSIE

## Progetto:

### Dati Impianto

Tensione [V] : 400/230  
Sistema di distribuzione : TT  
Norma di calcolo : CEI 64-8  
Norma posa cavi : CEI UNEL 35024

### Alimentazione in BT

<b>Corrente di corto circuito presunta nel punto di consegna</b>		
Corrente di corto circuito trifase :	10,00	
Corrente di corto circuito monofase :	6,00	
Contributo motori alla corrente di C.to C.to	Potenza motori	Coefficiente motori

**Progetto:**

**Quadro N° 1:** Q1 - Quadro Generale -

**Dati Impianto**

Tensione [V] :	400/230
Sistema di distribuzione :	TT
P.I. secondo norma :	CEI EN 60898 - ICU

---

**Linea: 1 Interruttore Generale**

Descrizione del carico: Interruttore Generale

Fasi della linea:	L1L2L3N
Potenza nominale	4,44
Cos( $\Phi$ )	0,99
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	TH $\leq$ 15%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	9,571404 - 0,98 - R
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	4,98 - 1
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	4,98 - 1
Corrente N (A):	4,84

Lunghezza della linea (m):	3,00
Tipologia cavo:	Unipolare con guaina
Gruppo di posa:	In tubo
Tipo di posa:	3 - In tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

Temperatura ambiente:	30
K utente:	1,00
K temperatura:	1,00
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	3/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	0,05 / 0,05
Sez. conduttori di fase:	1 // 10
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 10
Sez. conduttori di PE:	1 // 10
Portata Iz (A):	46

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 8,37 kA	fine linea 7,45 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 4,84 kA	fine linea 4,22 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 7,28 kA	fine linea 6,48 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 4,84 kA	fine linea 4,22 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 7,28 kA	fine linea 6,48 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: FT84C25 - Nuovo Btdin 160 caratteristica "C" - 4 Poli 4 Moduli**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 25
Intervento magnetico Im (A)	225,00
Ritardo magnetico (s)	0,01
Corrente differenziale (A)	
Ritardo differenziale (s)	
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	12,50
Valore di backup:	12,50
Valore di selettività:	

**Linea: 2      Presenza Rete**

Descrizione del carico: Presenza Rete

Fasi della linea:	L1L2L3N
Potenza nominale	0,00
Cos( $\Phi$ )	0,00
Coeff. Ku/Kc	0/0
Armoniche	TH<=15%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	0 - 0
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	0 - 0
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	0 - 0
Corrente N (A):	0

Lunghezza della linea (m):	0,00
Tipologia cavo:	Unipolare senza guaina
Gruppo di posa:	In tubo
Tipo di posa:	5 - In tubi protettivi annegati nella muratura
Conduttore:	
Isolante	

Temperatura ambiente:	30
K utente:	0,00
K temperatura:	0,00
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	0/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	0 / 0,05
Sez. conduttori di fase:	
Sez. conduttori di neutro/PEN:	
Sez. conduttori di PE:	
Portata Iz (A):	0

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: 3 x F40R + F313N -**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 0
Intervento magnetico Im (A)	0,00
Ritardo magnetico (s)	
Corrente differenziale (A)	
Ritardo differenziale (s)	
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	0,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	

**Linea: 3      AUX Riduttore flusso luminoso**

Descrizione del carico: AUX Riduttore flusso luminoso

Fasi della linea:	L1N
Potenza nominale	0,50
Cos( $\Phi$ )	0,90
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	15%<TH<=33%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	2,42 - 0,9 - R
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	0 - 0
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	0 - 0
Corrente N (A):	2,42

Lunghezza della linea (m):	5,00
Tipologia cavo:	Multipolare
Gruppo di posa:	In tubo
Tipo di posa:	3A - In tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

Temperatura ambiente:	40
K utente:	1,00
K temperatura:	0,91
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	3/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	0,17 / 0,21
Sez. conduttori di fase:	1 // 1,5
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 1,5
Sez. conduttori di PE:	1 // 1,5
Portata Iz (A):	10

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 4,22 kA	fine linea 1,05 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 4,22 kA	fine linea 1,05 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: GN8813A10 - Nuovo Btdin 60 caratt. "C" - diff. tipo "A" - 1 Polo + neutro 2 Moduli**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 10
Intervento magnetico Im (A)	90,00
Ritardo magnetico (s)	0,01
Corrente differenziale (A)	0,03
Ritardo differenziale (s)	0,00
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	6,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	0,187

**Linea: 4      AUX Quadro**

Descrizione del carico: AUX Quadro

Fasi della linea:	L1N
Potenza nominale	0,50
Cos( $\Phi$ )	0,90
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	15%<TH<=33%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	2,42 - 0,9 - R
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	0 - 0
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	0 - 0
Corrente N (A):	2,42

Lunghezza della linea (m):	2,50
Tipologia cavo:	Multipolare
Gruppo di posa:	In tubo
Tipo di posa:	3A - In tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

Temperatura ambiente:	40
K utente:	1,00
K temperatura:	0,91
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	3/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	0,09 / 0,14
Sez. conduttori di fase:	1 // 1,5
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 1,5
Sez. conduttori di PE:	1 // 1,5
Portata Iz (A):	10

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 4,22 kA	fine linea 1,61 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 4,22 kA	fine linea 1,61 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: GN8813A10 - Nuovo Btdin 60 caratt. "C" - diff. tipo "A" - 1 Polo + neutro 2 Moduli**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 10
Intervento magnetico Im (A)	90,00
Ritardo magnetico (s)	0,01
Corrente differenziale (A)	0,03
Ritardo differenziale (s)	0,00
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	6,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	0,187

**Linea: 5      Al Riduttore di flusso luminoso**

Descrizione del carico: Al Riduttore di flusso luminoso

Fasi della linea:	L1L2L3N
Potenza nominale	3,44
Cos( $\Phi$ )	1,00
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	TH<=15%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	4,98 - 1
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	4,98 - 1
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	4,98 - 1
Corrente N (A):	1,18935E-12

Lunghezza della linea (m):	1,00
Tipologia cavo:	Unipolare senza guaina
Gruppo di posa:	In tubo
Tipo di posa:	5 - In tubi protettivi annegati nella muratura
Conduttore:	CU
Isolante	PVC

Temperatura ambiente:	30
K utente:	1,00
K temperatura:	1,00
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	1/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	0,01 / 0,06
Sez. conduttori di fase:	1 // 6
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 6
Sez. conduttori di PE:	1 // 6
Portata Iz (A):	36

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 7,45 kA	fine linea 6,45 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 4,22 kA	fine linea 3,57 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 6,48 kA	fine linea 5,61 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 4,22 kA	fine linea 3,57 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 6,48 kA	fine linea 5,61 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: FT2A4N230 -**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 25
Intervento magnetico Im (A)	0,00
Ritardo magnetico (s)	
Corrente differenziale (A)	
Ritardo differenziale (s)	
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	0,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	



**Linea: 6**

## Descrizione del carico:

Fasi della linea:	L1L2L3N
Potenza nominale	3,44
Cos( $\Phi$ )	1,00
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	TH<=15%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	4,98 - 1
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	4,98 - 1
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	4,98 - 1
Corrente N (A):	1,18935E-12

Lunghezza della linea (m):	1,00
Tipologia cavo:	Unipolare senza guaina
Gruppo di posa:	In tubo
Tipo di posa:	5 - In tubi protettivi annegati nella muratura
Conduttore:	CU
Isolante	PVC

Temperatura ambiente:	30
K utente:	1,00
K temperatura:	1,00
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	1/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	0,01 / 0,07
Sez. conduttori di fase:	1 // 6
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 6
Sez. conduttori di PE:	1 // 6
Portata Iz (A):	36

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 6,45 kA	fine linea 4,92 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 3,57 kA	fine linea 2,64 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 5,61 kA	fine linea 4,28 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 3,57 kA	fine linea 2,64 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 5,61 kA	fine linea 4,28 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: -**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 0,16
Intervento magnetico Im (A)	0,00
Ritardo magnetico (s)	
Corrente differenziale (A)	
Ritardo differenziale (s)	
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	0,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	

**Linea: 7      Linea n.1**

Descrizione del carico: Linea n.1

---

Fasi della linea:	L1L2L3N
Potenza nominale	1,72
Cos( $\Phi$ )	1,00
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	15%<TH<=33%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	2,49 - 1
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	2,49 - 1
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	2,49 - 1
Corrente N (A):	0

---

Lunghezza della linea (m):	150,00
Tipologia cavo:	Unipolare con guaina
Gruppo di posa:	In tubo interrato
Tipo di posa:	61 - In tubo interrato
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

---

Temperatura ambiente:	20
K utente:	1,00
K temperatura:	1,00
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	2/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	0,98 / 1,05
Sez. conduttori di fase:	1 // 4
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 4
Sez. conduttori di PE:	1 // 4
Portata Iz (A):	19

---

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 4,92 kA	fine linea 0,24 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 2,64 kA	fine linea 0,12 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 4,28 kA	fine linea 0,21 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 2,64 kA	fine linea 0,12 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 4,28 kA	fine linea 0,21 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

---

**Articolo: FH84C16 + G43AC32 - Nuovo Btdin 100 caratt. "C" + modulo diff. tipo "AC" - 4 Poli 6 Moduli**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 16
Intervento magnetico Im (A)	144,00
Ritardo magnetico (s)	0,01
Corrente differenziale (A)	0,03
Ritardo differenziale (s)	0,00
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	10,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	0,187

**Linea: 8      Linea n.2**

Descrizione del carico: Linea n.2

---

Fasi della linea:	L1L2L3N
Potenza nominale	1,72
Cos(Φ)	1,00
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	15%<TH<=33%
Corrente - Cos(Φ) L1 (A):	2,49 - 1
Corrente - Cos(Φ) L2 (A):	2,49 - 1
Corrente - Cos(Φ) L3 (A):	2,49 - 1
Corrente N (A):	1,3

---

Lunghezza della linea (m):	150,00
Tipologia cavo:	Unipolare con guaina
Gruppo di posa:	In tubo interrato
Tipo di posa:	61 - In tubo interrato
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

---

Temperatura ambiente:	20
K utente:	1,00
K temperatura:	1,00
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	2/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	0,98 / 1,05
Sez. conduttori di fase:	1 // 4
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 4
Sez. conduttori di PE:	1 // 4
Portata Iz (A):	19

---

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 4,92 kA	fine linea 0,24 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 2,64 kA	fine linea 0,12 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 4,28 kA	fine linea 0,21 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 2,64 kA	fine linea 0,12 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 4,28 kA	fine linea 0,21 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

---

**Articolo: FH84C16 + G43AC32 - Nuovo Btdin 100 caratt. "C" + modulo diff. tipo "AC" - 4 Poli 6 Moduli**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 16
Intervento magnetico Im (A)	144,00
Ritardo magnetico (s)	0,01
Corrente differenziale (A)	0,03
Ritardo differenziale (s)	0,00
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	10,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	0,187

## Progetto:

### Dati Impianto

Tensione [V] : 400/230  
Sistema di distribuzione : TT  
Norma di calcolo : CEI 64-8  
Norma posa cavi : CEI UNEL 35024

### Alimentazione in BT

<b>Corrente di corto circuito presunta nel punto di consegna</b>		
Corrente di corto circuito trifase :	10,00	
Corrente di corto circuito monofase :	6,00	
Contributo motori alla corrente di C.to C.to	Potenza motori	Coefficiente motori

**Progetto:**

**Quadro N° 1:** Q1 - Quadro Generale -

**Dati Impianto**

Tensione [V] :	400/230
Sistema di distribuzione :	TT
P.I. secondo norma :	CEI EN 60898 - ICU

---

**Linea: 1 Interruttore Generale**

Descrizione del carico: Interruttore Generale

Fasi della linea:	L1L2L3N
Potenza nominale	4,04
Cos( $\Phi$ )	0,95
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	TH<=15%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	7,163699 - 0,96 - R
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	3,74 - 1
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	8,850622 - 0,88 - R
Corrente N (A):	5,832759

Lunghezza della linea (m):	3,00
Tipologia cavo:	Unipolare con guaina
Gruppo di posa:	In tubo
Tipo di posa:	3 - In tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

Temperatura ambiente:	30
K utente:	1,00
K temperatura:	1,00
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	3/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	0,04 / 0,04
Sez. conduttori di fase:	1 // 10
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 10
Sez. conduttori di PE:	1 // 10
Portata Iz (A):	46

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 8,37 kA	fine linea 7,45 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 4,84 kA	fine linea 4,22 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 7,28 kA	fine linea 6,48 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 4,84 kA	fine linea 4,22 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 7,28 kA	fine linea 6,48 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: FT84C25 - Nuovo Btdin 160 caratteristica "C" - 4 Poli 4 Moduli**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 25
Intervento magnetico Im (A)	225,00
Ritardo magnetico (s)	0,01
Corrente differenziale (A)	
Ritardo differenziale (s)	
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	12,50
Valore di backup:	12,50
Valore di selettività:	

**Linea: 2      Presenza Rete**

Descrizione del carico: Presenza Rete

Fasi della linea:	L1L2L3N
Potenza nominale	0,00
Cos( $\Phi$ )	0,00
Coeff. Ku/Kc	0/0
Armoniche	TH<=15%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	0 - 0
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	0 - 0
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	0 - 0
Corrente N (A):	0

Lunghezza della linea (m):	0,00
Tipologia cavo:	Unipolare senza guaina
Gruppo di posa:	In tubo
Tipo di posa:	5 - In tubi protettivi annegati nella muratura
Conduttore:	
Isolante	

Temperatura ambiente:	30
K utente:	0,00
K temperatura:	0,00
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	0/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	0 / 0,04
Sez. conduttori di fase:	
Sez. conduttori di neutro/PEN:	
Sez. conduttori di PE:	
Portata Iz (A):	0

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: 3 x F40R + F313N -**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 0
Intervento magnetico Im (A)	0,00
Ritardo magnetico (s)	
Corrente differenziale (A)	
Ritardo differenziale (s)	
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	0,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	

**Linea: 3      AUX Riduttore flusso luminoso**

Descrizione del carico: AUX Riduttore flusso luminoso

Fasi della linea:	L1N
Potenza nominale	0,50
Cos(Φ)	0,90
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	15%<TH<=33%
Corrente - Cos(Φ) L1 (A):	2,42 - 0,9 - R
Corrente - Cos(Φ) L2 (A):	0 - 0
Corrente - Cos(Φ) L3 (A):	0 - 0
Corrente N (A):	2,42

Lunghezza della linea (m):	5,00
Tipologia cavo:	Multipolare
Gruppo di posa:	In tubo
Tipo di posa:	3A - In tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

Temperatura ambiente:	40
K utente:	1,00
K temperatura:	0,91
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	3/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	0,17 / 0,21
Sez. conduttori di fase:	1 // 1,5
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 1,5
Sez. conduttori di PE:	1 // 1,5
Portata Iz (A):	10

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 4,22 kA	fine linea 1,05 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 4,22 kA	fine linea 1,05 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: GN8813A10 - Nuovo Btdin 60 caratt. "C" - diff. tipo "A" - 1 Polo + neutro 2 Moduli**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 10
Intervento magnetico Im (A)	90,00
Ritardo magnetico (s)	0,01
Corrente differenziale (A)	0,03
Ritardo differenziale (s)	0,00
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	6,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	0,187



**Linea: 4      AUX Quadro**

Descrizione del carico: AUX Quadro

Fasi della linea:	L1N
Potenza nominale	0,50
Cos( $\Phi$ )	0,90
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	15%<TH<=33%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	2,42 - 0,9 - R
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	0 - 0
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	0 - 0
Corrente N (A):	2,42

Lunghezza della linea (m):	2,50
Tipologia cavo:	Multipolare
Gruppo di posa:	In tubo
Tipo di posa:	3A - In tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

Temperatura ambiente:	40
K utente:	1,00
K temperatura:	0,91
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	3/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	0,09 / 0,13
Sez. conduttori di fase:	1 // 1,5
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 1,5
Sez. conduttori di PE:	1 // 1,5
Portata Iz (A):	10

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 4,22 kA	fine linea 1,61 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 4,22 kA	fine linea 1,61 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: GN8813A10 - Nuovo Btdin 60 caratt. "C" - diff. tipo "A" - 1 Polo + neutro 2 Moduli**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 10
Intervento magnetico Im (A)	90,00
Ritardo magnetico (s)	0,01
Corrente differenziale (A)	0,03
Ritardo differenziale (s)	0,00
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	6,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	0,187

**Linea: 5 Alimentazione "QEP-2"**

Descrizione del carico: Alimentazione "QEP-2"

Fasi della linea:	L3N
Potenza nominale	0,75
Cos( $\Phi$ )	0,70
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	15%<TH<=33%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	0 - 0
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	0 - 0
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	5,82 - 0,7 - R
Corrente N (A):	0

Lunghezza della linea (m):	240,00
Tipologia cavo:	Multipolare
Gruppo di posa:	In tubo interrato
Tipo di posa:	61 - In tubo interrato
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

Temperatura ambiente:	30
K utente:	1,00
K temperatura:	0,93
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	3/0
Cdt massima ammessa (%):	4,00
Cdt effettiva/totale (%):	3,55 / 3,59
Sez. conduttori di fase:	1 // 6
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 6
Sez. conduttori di PE:	1 // 6
Portata Iz (A):	25

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 4,22 kA	fine linea 0,12 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 4,22 kA	fine linea 0,12 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: GA8813AC10 - Nuovo Btdin 45 caratt. "C" - diff. tipo "AC" - 1 Polo + neutro 2 Moduli**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 10
Intervento magnetico Im (A)	90,00
Ritardo magnetico (s)	0,01
Corrente differenziale (A)	0,03
Ritardo differenziale (s)	0,00
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	4,50
Valore di backup:	
Valore di selettività:	0,187

**Linea: 6      Al Riduttore di flusso luminoso**

Descrizione del carico: Al Riduttore di flusso luminoso

Fasi della linea:	L1L2L3N
Potenza nominale	2,29
Cos( $\Phi$ )	1,00
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	TH<=15%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	2,49 - 1
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	3,74 - 1
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	3,74 - 1
Corrente N (A):	1,25

Lunghezza della linea (m):	1,00
Tipologia cavo:	Unipolare senza guaina
Gruppo di posa:	In tubo
Tipo di posa:	5 - In tubi protettivi annegati nella muratura
Conduttore:	CU
Isolante	PVC

Temperatura ambiente:	30
K utente:	1,00
K temperatura:	1,00
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	1/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	0,02 / 0,06
Sez. conduttori di fase:	1 // 6
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 6
Sez. conduttori di PE:	1 // 6
Portata Iz (A):	36

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 7,45 kA	fine linea 5,97 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 4,22 kA	fine linea 3,27 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 6,48 kA	fine linea 5,19 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 4,22 kA	fine linea 3,27 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 6,48 kA	fine linea 5,19 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: FM2A4N230M -**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 16
Intervento magnetico Im (A)	0,00
Ritardo magnetico (s)	
Corrente differenziale (A)	
Ritardo differenziale (s)	
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	0,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	

**Linea: 7**

## Descrizione del carico:

Fasi della linea:	L1L2L3N
Potenza nominale	2,29
Cos( $\Phi$ )	1,00
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	TH<=15%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	2,49 - 1
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	3,74 - 1
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	3,74 - 1
Corrente N (A):	1,25

Lunghezza della linea (m):	1,00
Tipologia cavo:	Unipolare senza guaina
Gruppo di posa:	In tubo
Tipo di posa:	5 - In tubi protettivi annegati nella muratura
Conduttore:	CU
Isolante	PVC

Temperatura ambiente:	30
K utente:	1,00
K temperatura:	1,00
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	1/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	0,01 / 0,06
Sez. conduttori di fase:	1 // 6
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 6
Sez. conduttori di PE:	1 // 6
Portata Iz (A):	36

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 5,97 kA	fine linea 4,61 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 3,27 kA	fine linea 2,46 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 5,19 kA	fine linea 4,01 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 3,27 kA	fine linea 2,46 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 5,19 kA	fine linea 4,01 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: -**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 0,16
Intervento magnetico Im (A)	0,00
Ritardo magnetico (s)	
Corrente differenziale (A)	
Ritardo differenziale (s)	
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	0,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	

**Linea: 8      Linea n.1**

Descrizione del carico: Linea n.1

Fasi della linea:	L1L2L3N
Potenza nominale	2,29
Cos( $\Phi$ )	1,00
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	15%<TH<=33%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	2,49 - 1
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	3,74 - 1
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	3,74 - 1
Corrente N (A):	1,25

Lunghezza della linea (m):	150,00
Tipologia cavo:	Unipolare con guaina
Gruppo di posa:	In tubo interrato
Tipo di posa:	61 - In tubo interrato
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

Temperatura ambiente:	20
K utente:	1,00
K temperatura:	1,00
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	2/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	1,48 / 1,54
Sez. conduttori di fase:	1 // 4
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 4
Sez. conduttori di PE:	1 // 4
Portata Iz (A):	19

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 4,61 kA	fine linea 0,24 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 2,46 kA	fine linea 0,12 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 4,01 kA	fine linea 0,21 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 2,46 kA	fine linea 0,12 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 4,01 kA	fine linea 0,21 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: FH84C16 + G43AC32 - Nuovo Btdin 100 caratt. "C" + modulo diff. tipo "AC" - 4 Poli 6 Moduli**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 16
Intervento magnetico Im (A)	144,00
Ritardo magnetico (s)	0,01
Corrente differenziale (A)	0,03
Ritardo differenziale (s)	0,00
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	10,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	0,187

**Linea: 9 RN**

Descrizione del carico: RN

Fasi della linea:	L1N
Potenza nominale	0,57
Cos( $\Phi$ )	1,00
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	15%<TH<=33%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	2,49 - 1
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	0 - 0
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	0 - 0
Corrente N (A):	2,49

Lunghezza della linea (m):	30,00
Tipologia cavo:	Unipolare con guaina
Gruppo di posa:	In tubo interrato
Tipo di posa:	61 - In tubo interrato
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

Temperatura ambiente:	20
K utente:	1,00
K temperatura:	1,00
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	3/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	0,4 / 1,95
Sez. conduttori di fase:	1 // 4
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 4
Sez. conduttori di PE:	1 // 4
Portata Iz (A):	20

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 0,12 kA	fine linea 0,10 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 0,12 kA	fine linea 0,10 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: -**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 16
Intervento magnetico Im (A)	0,00
Ritardo magnetico (s)	
Corrente differenziale (A)	
Ritardo differenziale (s)	
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	0,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	

**Linea: 10 LN**

Descrizione del carico: LN

Fasi della linea:	L2N
Potenza nominale	0,86
Cos( $\Phi$ )	1,00
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	15%<TH<=33%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	0 - 0
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	3,74 - 1
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	0 - 0
Corrente N (A):	3,74

Lunghezza della linea (m):	90,00
Tipologia cavo:	Unipolare con guaina
Gruppo di posa:	In tubo interrato
Tipo di posa:	61 - In tubo interrato
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

Temperatura ambiente:	20
K utente:	1,00
K temperatura:	1,00
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	3/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	1,78 / 3,32
Sez. conduttori di fase:	1 // 4
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 4
Sez. conduttori di PE:	1 // 4
Portata Iz (A):	20

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 0,12 kA	fine linea 0,08 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 0,12 kA	fine linea 0,08 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: -**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 16
Intervento magnetico Im (A)	0,00
Ritardo magnetico (s)	
Corrente differenziale (A)	
Ritardo differenziale (s)	
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	0,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	

**Linea: 11 TN**

Descrizione del carico: TN

Fasi della linea:	L3N
Potenza nominale	0,86
Cos( $\Phi$ )	1,00
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	15%<TH<=33%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	0 - 0
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	0 - 0
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	3,74 - 1
Corrente N (A):	3,74

Lunghezza della linea (m):	120,00
Tipologia cavo:	Unipolare con guaina
Gruppo di posa:	In tubo interrato
Tipo di posa:	61 - In tubo interrato
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

Temperatura ambiente:	20
K utente:	1,00
K temperatura:	1,00
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	3/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	2,37 / 3,91
Sez. conduttori di fase:	1 // 4
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 4
Sez. conduttori di PE:	1 // 4
Portata Iz (A):	20

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 0,12 kA	fine linea 0,07 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 0,12 kA	fine linea 0,07 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: -**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 16
Intervento magnetico Im (A)	0,00
Ritardo magnetico (s)	
Corrente differenziale (A)	
Ritardo differenziale (s)	
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	0,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	



**Progetto:****Quadro N° 3:** Q3 - QEP-2 -**Dati Impianto**

Tensione [V] :	400/230
Sistema di distribuzione :	TT
P.I. secondo norma :	CEI EN 60947-2 - ICU

---

**Linea: 1**

## Descrizione del carico:

Fasi della linea:	L3N
Potenza nominale	0,75
Cos( $\Phi$ )	0,70
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	TH<=15%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	0 - 0
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	0 - 0
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	5,82 - 0,7 - R
Corrente N (A):	0

Lunghezza della linea (m):	1,00
Tipologia cavo:	Unipolare senza guaina
Gruppo di posa:	In tubo
Tipo di posa:	5 - In tubi protettivi annegati nella muratura
Conduttore:	CU
Isolante	PVC

Temperatura ambiente:	30
K utente:	1,00
K temperatura:	1,00
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	1/0
Cdt massima ammessa (%):	3,00
Cdt effettiva/totale (%):	0,07 / 3,65
Sez. conduttori di fase:	1 // 2,5
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 2,5
Sez. conduttori di PE:	1 // 2,5
Portata Iz (A):	24

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 0,12 kA	fine linea 0,11 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 0,12 kA	fine linea 0,11 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

**Articolo: MS32/6 - Salvamotore magnetotermico MS32 - 2,5 Moduli**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 6,3
Intervento magnetico Im (A)	78,12
Ritardo magnetico (s)	0,01
Corrente differenziale (A)	
Ritardo differenziale (s)	
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	100,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	

**Linea: 2      Pompa P2**

Descrizione del carico: Pompa P2

Fasi della linea:	L3N
Potenza nominale	0,75
Cos( $\Phi$ )	0,70
Coeff. Ku/Kc	1/1
Armoniche	TH<=15%
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L1 (A):	0 - 0
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L2 (A):	0 - 0
Corrente - Cos( $\Phi$ ) L3 (A):	5,82 - 0,7 - R
Corrente N (A):	5,82

Lunghezza della linea (m):	5,00
Tipologia cavo:	Multipolare
Gruppo di posa:	In tubo
Tipo di posa:	3A - In tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti
Conduttore:	CU
Isolante	EPR

Temperatura ambiente:	30
K utente:	1,00
K temperatura:	1,00
Num. circuiti raggruppati/ Num. passerelle	1/0
Cdt massima ammessa (%):	4,00
Cdt effettiva/totale (%):	0,19 / 3,84
Sez. conduttori di fase:	1 // 2,5
Sez. conduttori di neutro/PEN:	1 // 2,5
Sez. conduttori di PE:	1 // 2,5
Portata Iz (A):	30

Corrente di cortocircuito trifase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro massima:	inizio linea 0,11 kA	fine linea 0,11 kA
Corrente di corto circuito fase/fase massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE massima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di cortocircuito fase/neutro minima:	inizio linea 0,11 kA	fine linea 0,11 kA
Corrente di corto circuito fase/fase minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA
Corrente di corto circuito fase/PE minima:	inizio linea 0,00 kA	fine linea 0,00 kA

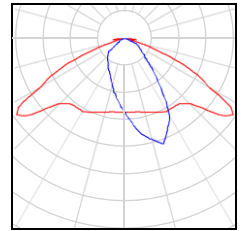
**Articolo: FM2AC2N230M -**

Corrente regolata Ir [A]:	1 * 16
Intervento magnetico Im (A)	0,00
Ritardo magnetico (s)	
Corrente differenziale (A)	
Ritardo differenziale (s)	
Potere d'interruzione dell'apparecchio (kA):	0,00
Valore di backup:	
Valore di selettività:	

---

**Progetto 1 / Lista pezzi lampade**

12 Pezzo GEWISS GW87075 AVENUE 1 - 250W Potenza  
Massima ST -V42  
Articolo No.: GW87075  
Flusso luminoso (Lampada): 26981 lm  
Flusso luminoso (Lampadine): 33200 lm  
Potenza lampade: 276.0 W  
Classificazione lampade secondo CIE: 100  
CIE Flux Code: 47 86 98 100 82  
Dotazione: 1 x ST 250 E40 (Fattore di correzione  
1.000).



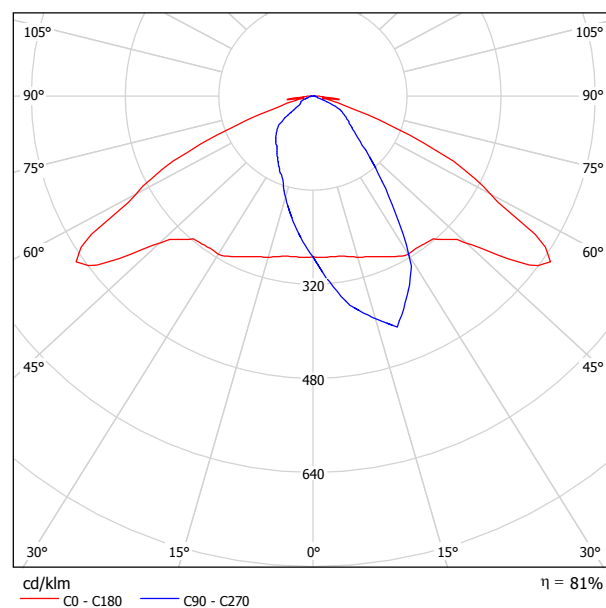
## GEWISS GW87075 AVENUE 1 - 250W Potenza Massima ST -V42 / Scheda tecnica apparecchio



Classificazione lampade secondo CIE: 100  
CIE Flux Code: 47 86 98 100 82

Armatura Stradale a Manutenzione Semplificata - Fornito senza Lampada

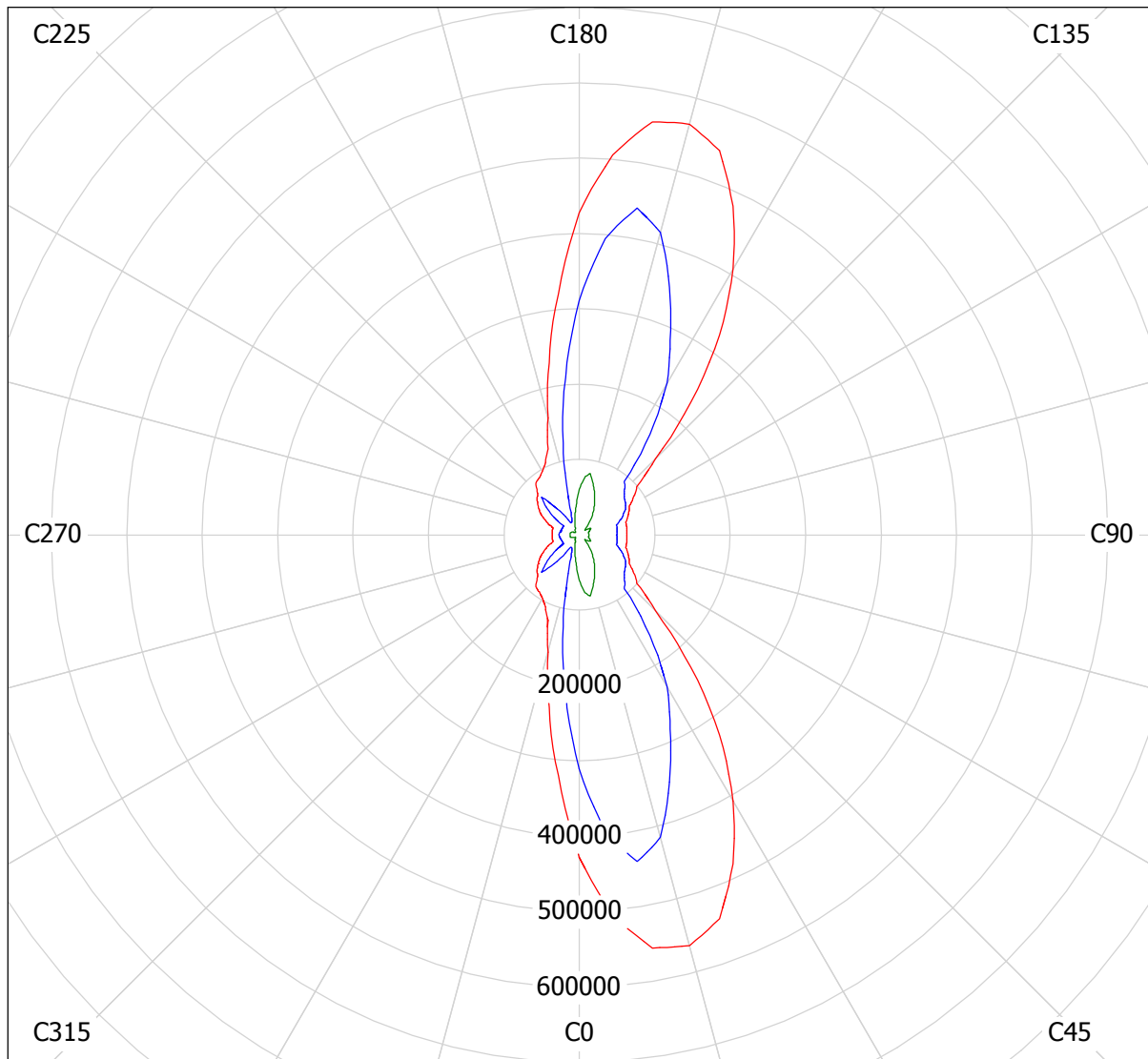
Emissione luminosa 1:



A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.

## GEWISS GW87075 AVENUE 1 - 250W Potenza Massima ST -V42 / Diagramma della luminanza

Lampada: GEWISS GW87075 AVENUE 1 - 250W Potenza Massima ST -V42  
 Lampadine: 1 x ST 250 E40



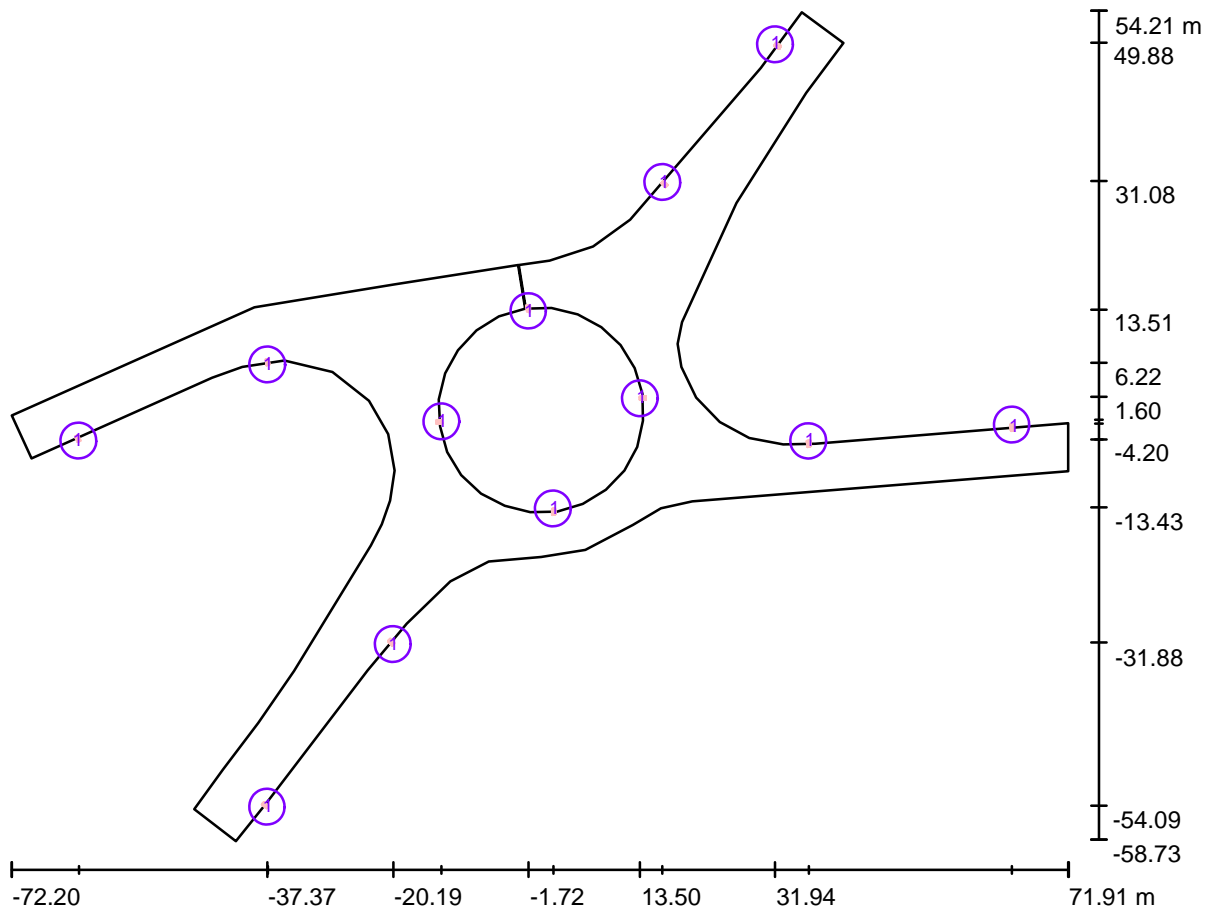
cd/m<sup>2</sup>  
 — g = 55.0°    — g = 65.0°    — g = 75.0°

## **GEWISS GW87075 AVENUE 1 - 250W Potenza Massima ST -V42 / Diagramma conico**

---

Lampada: GEWISS GW87075 AVENUE 1 - 250W Potenza Massima ST -V42  
Lampadine: 1 x ST 250 E40

**SV1/Lampade(planimetria)**



Scala 1 : 1031

**Distinta lampade**

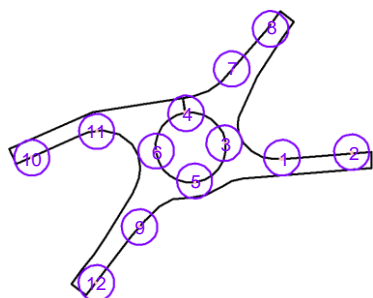
No.	Pezzo	Denominazione
1	12	GEWISS GW87075 AVENUE 1 - 250W Potenza Massima ST -V42



**SV1/Lampade(listacoordinate)**

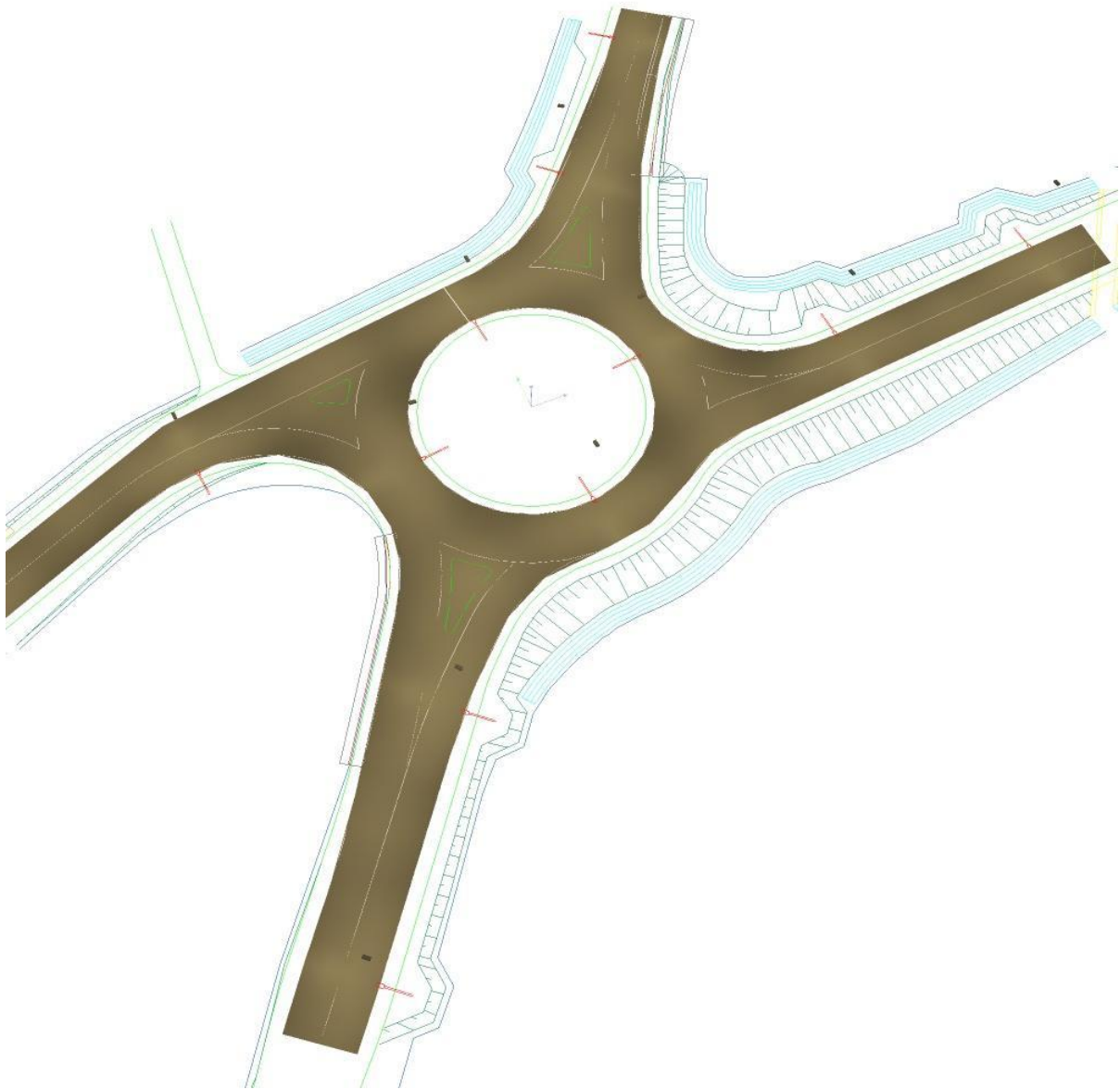
**GEWISS GW87075 AVENUE 1 - 250W Potenza Massima ST -V42**

26981 lm, 276.0 W, 1 x 1 x ST 250 E40 (Fattore di correzione 1.000).

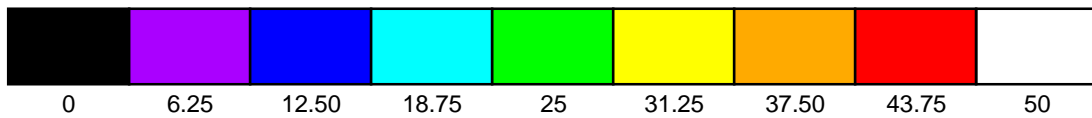
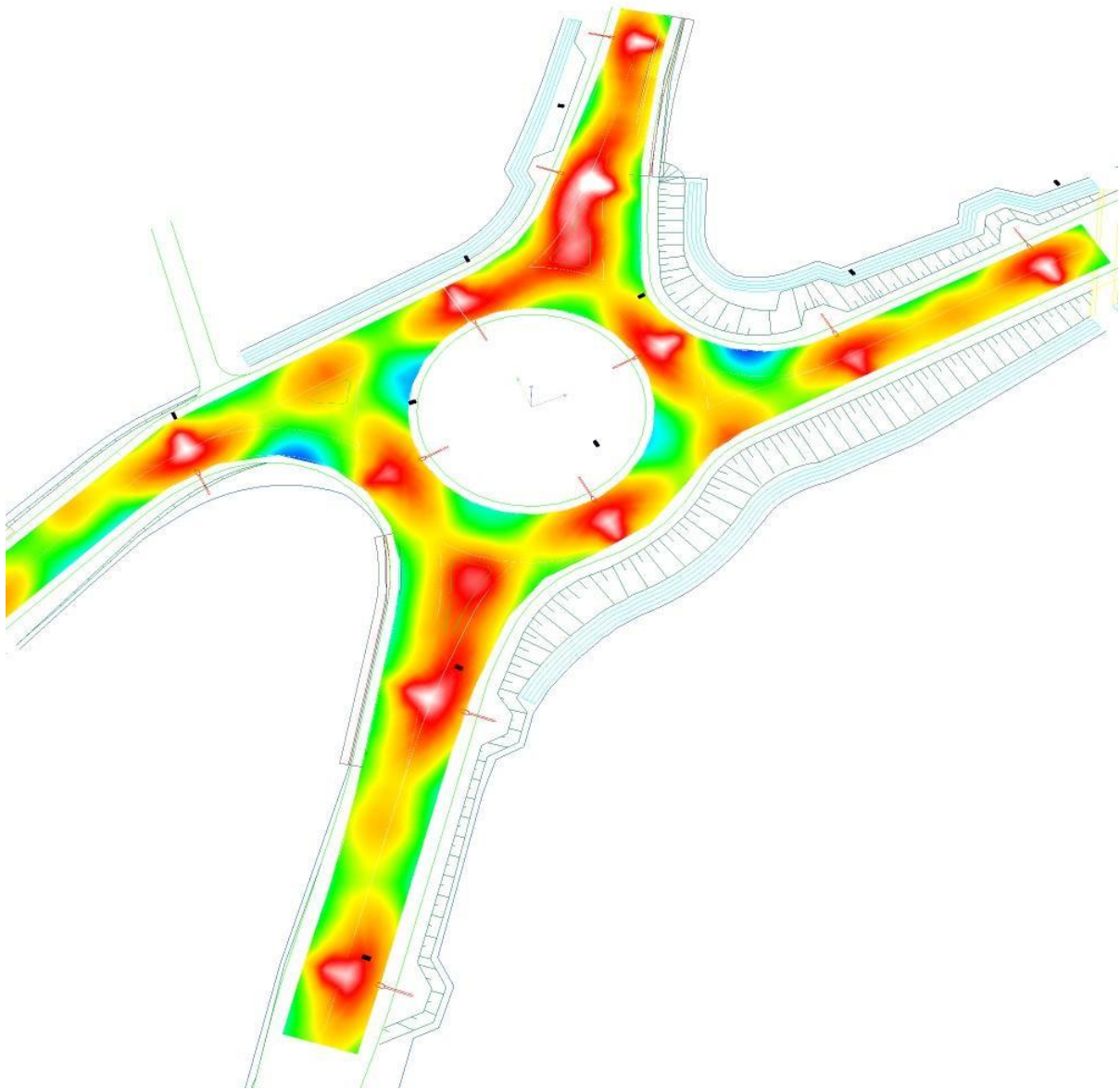


No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	36.485	-4.200	11.200	10.0	0.0	-175.0
2	64.200	-2.000	11.200	6.0	0.0	-175.0
3	13.500	1.600	11.200	6.0	0.0	-85.0
4	-1.717	13.513	11.200	6.0	0.0	5.0
5	1.643	-13.431	11.200	6.0	0.0	-175.0
6	-13.582	-1.554	11.200	10.0	0.0	95.0
7	16.560	31.076	11.200	10.0	0.0	-135.0
8	31.936	49.883	11.200	6.0	0.0	-125.0
9	-20.189	-31.883	11.200	10.0	0.0	45.0
10	-63.056	-4.192	11.200	6.0	0.0	25.0
11	-37.304	6.217	11.200	6.0	0.0	5.0
12	-37.366	-54.093	11.200	6.0	0.0	50.0

SV1/Rendering3D

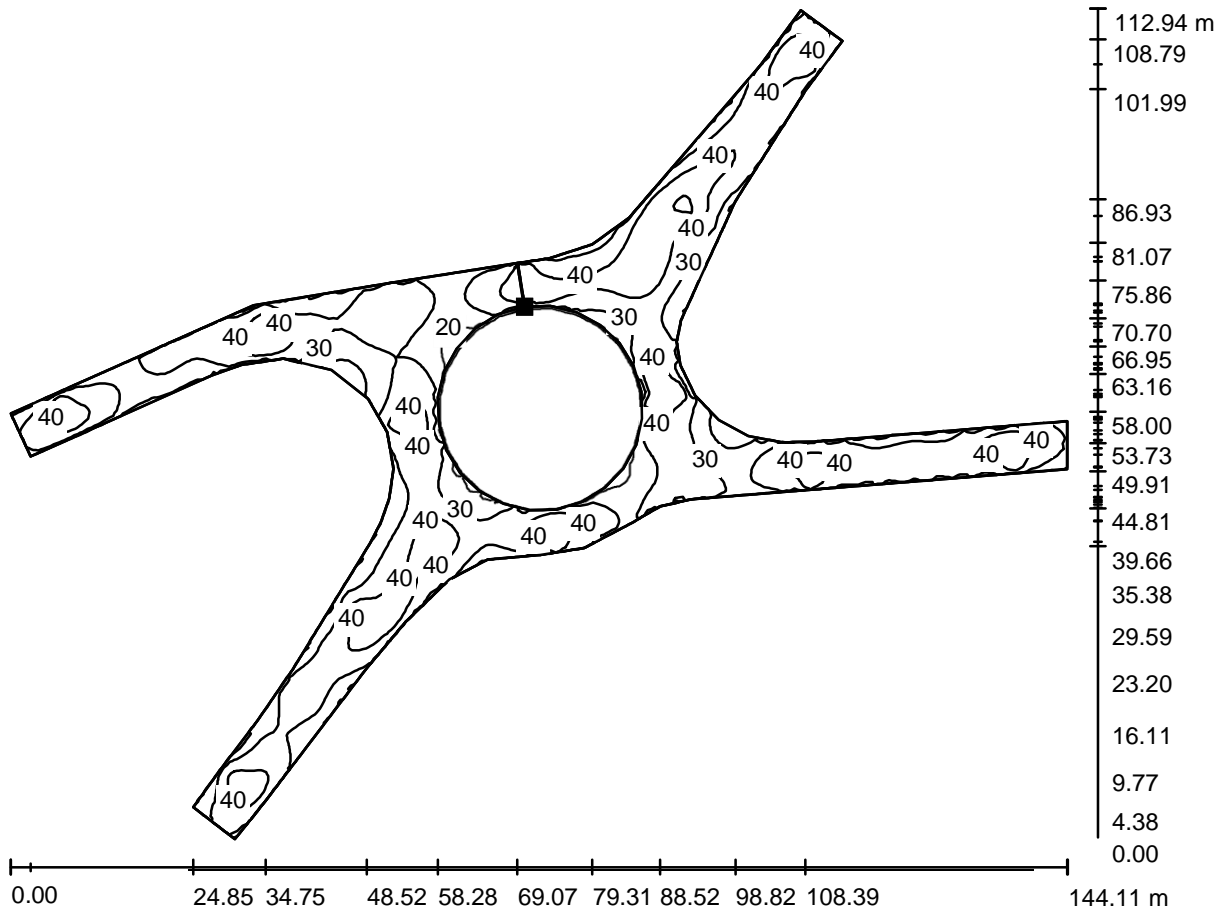


SV1/Renderingcolorisfalsati



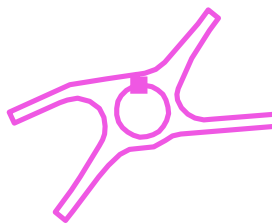
lx

SV1/Elementodelpavimento1/Superficie1/Isolinee(E)



Valori in Lux, Scala 1 : 1031

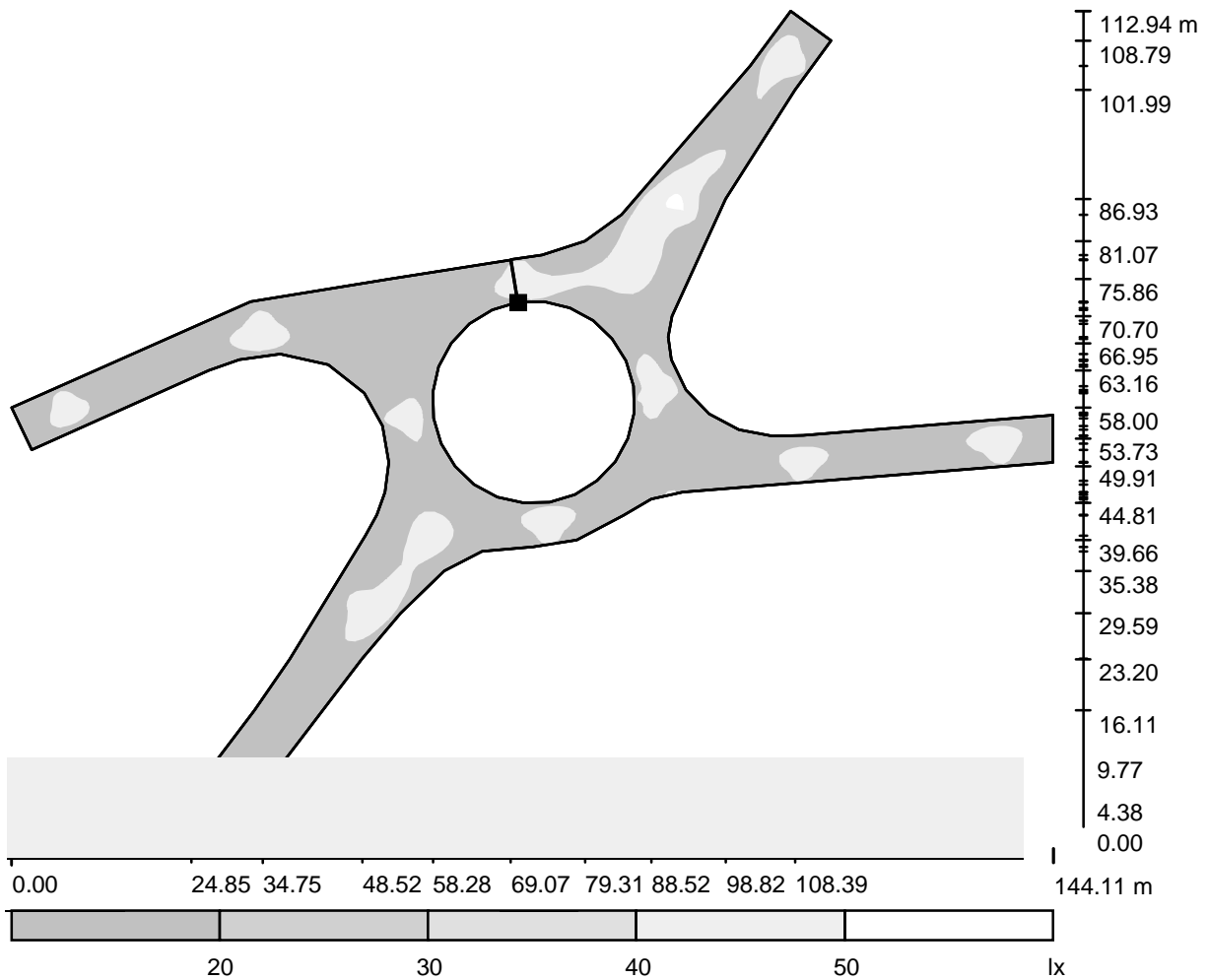
Posizione della superficie nella  
scena esterna:  
Punto contrassegnato:  
(-2.105 m, 13.845 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

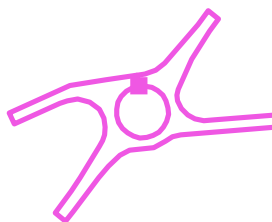
$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
34	14	53	0.424	0.275

**SV1/Elementodelpavimento1/Superficie1/Livellidigrigio(E)**



Scala 1 : 1031

Posizione della superficie nella  
scena esterna:  
Punto contrassegnato:  
(-2.105 m, 13.845 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

$E_m$  [lx]  
34

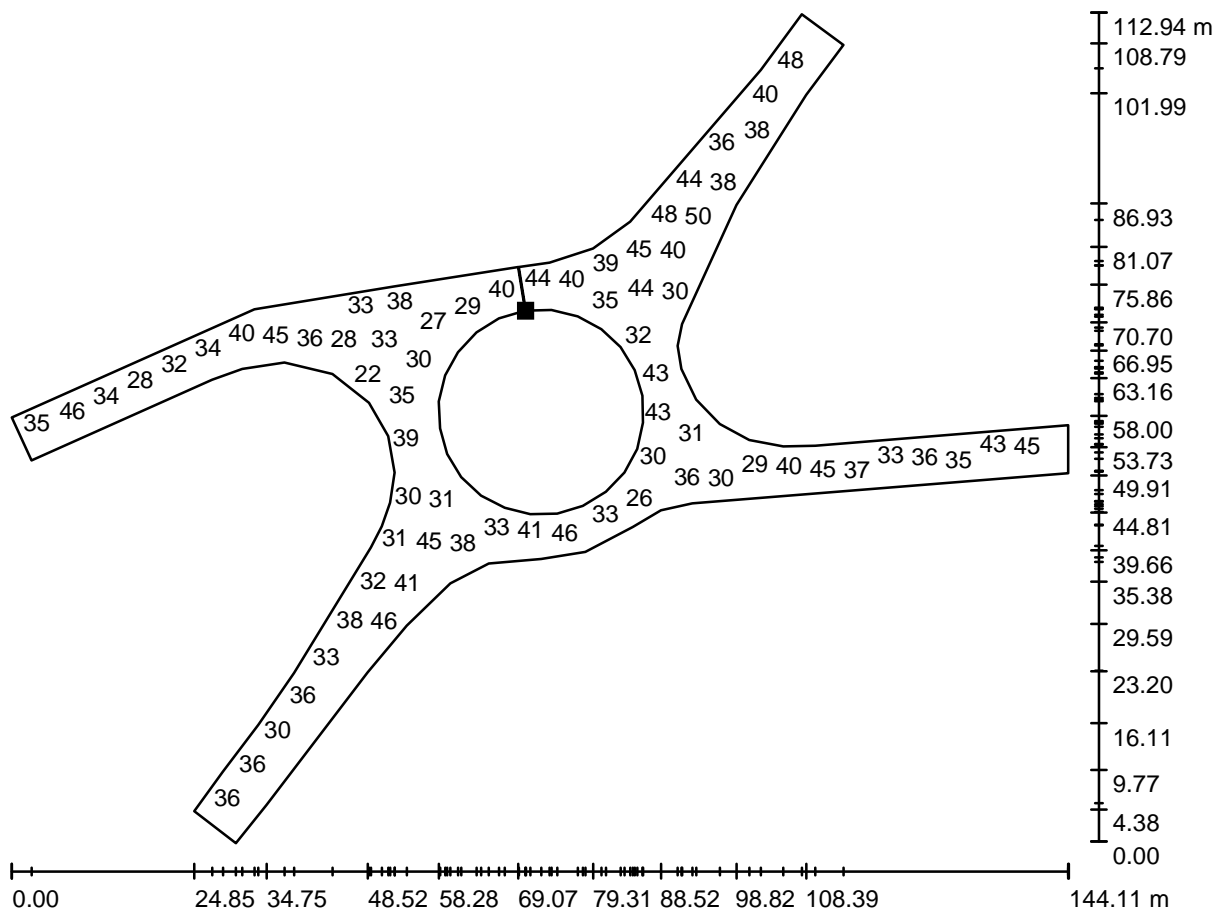
$E_{min}$  [lx]  
14

$E_{max}$  [lx]  
53

$E_{min} / E_m$   
0.424

$E_{min} / E_{max}$   
0.275

**SV1/Elementodelpavimento1/Superficie1/Graficadeivalori(E)**

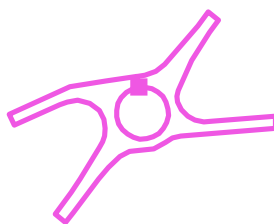


Valori in Lux, Scala 1 : 1031

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nella  
scena esterna:

Punto contrassegnato:  
(-2.105 m, 13.845 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

$E_m$  [lx]  
34

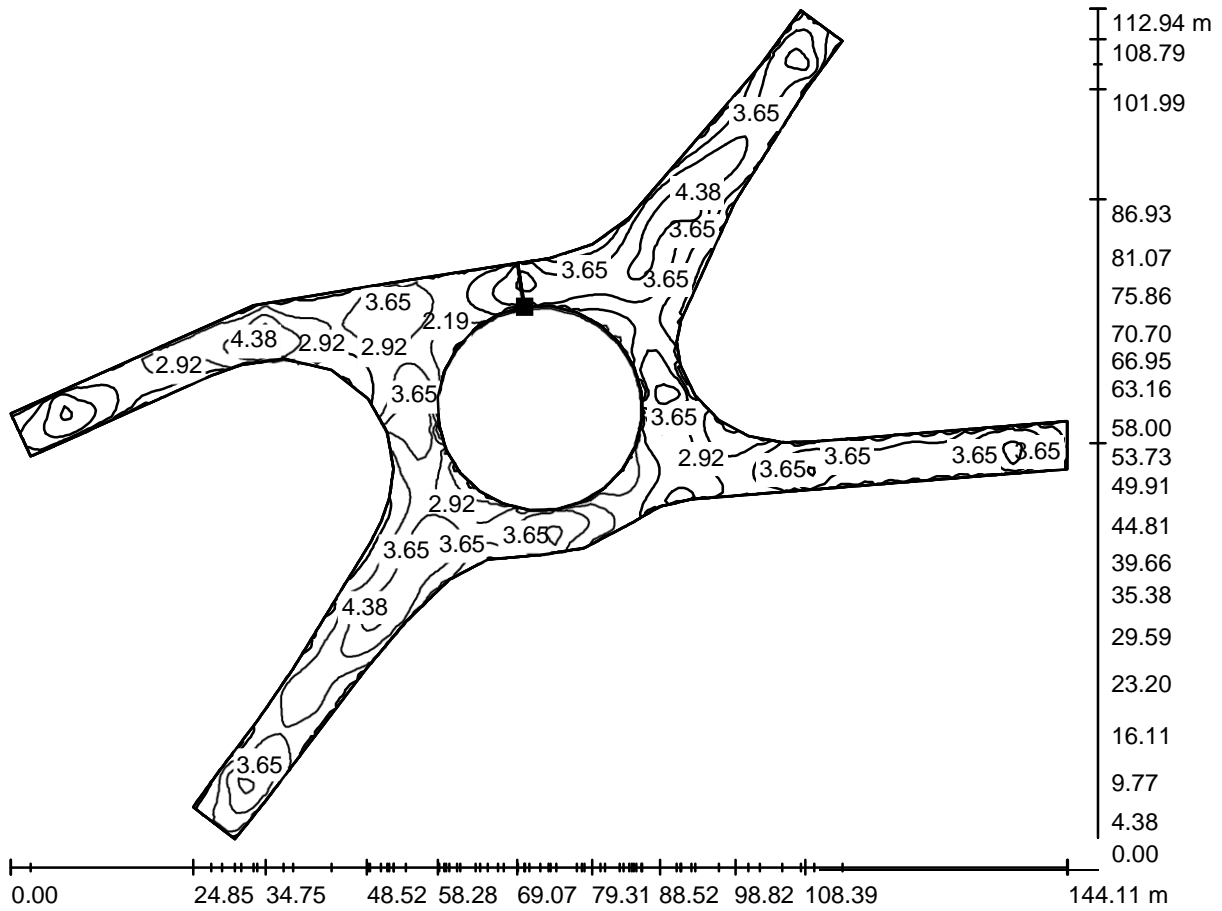
$E_{min}$  [lx]  
14

$E_{max}$  [lx]  
53

$E_{min} / E_m$   
0.424

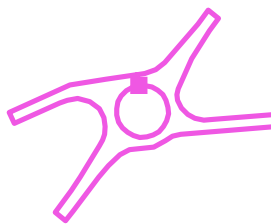
$E_{min} / E_{max}$   
0.275

SV1/Elementodelpavimento1/Superficie1/Isolinee(L)



Valori in Candela/m<sup>2</sup>, Scala 1 : 1031

Posizione della superficie nella  
scena esterna:  
Punto contrassegnato:  
(-2.105 m, 13.845 m, 0.000 m)



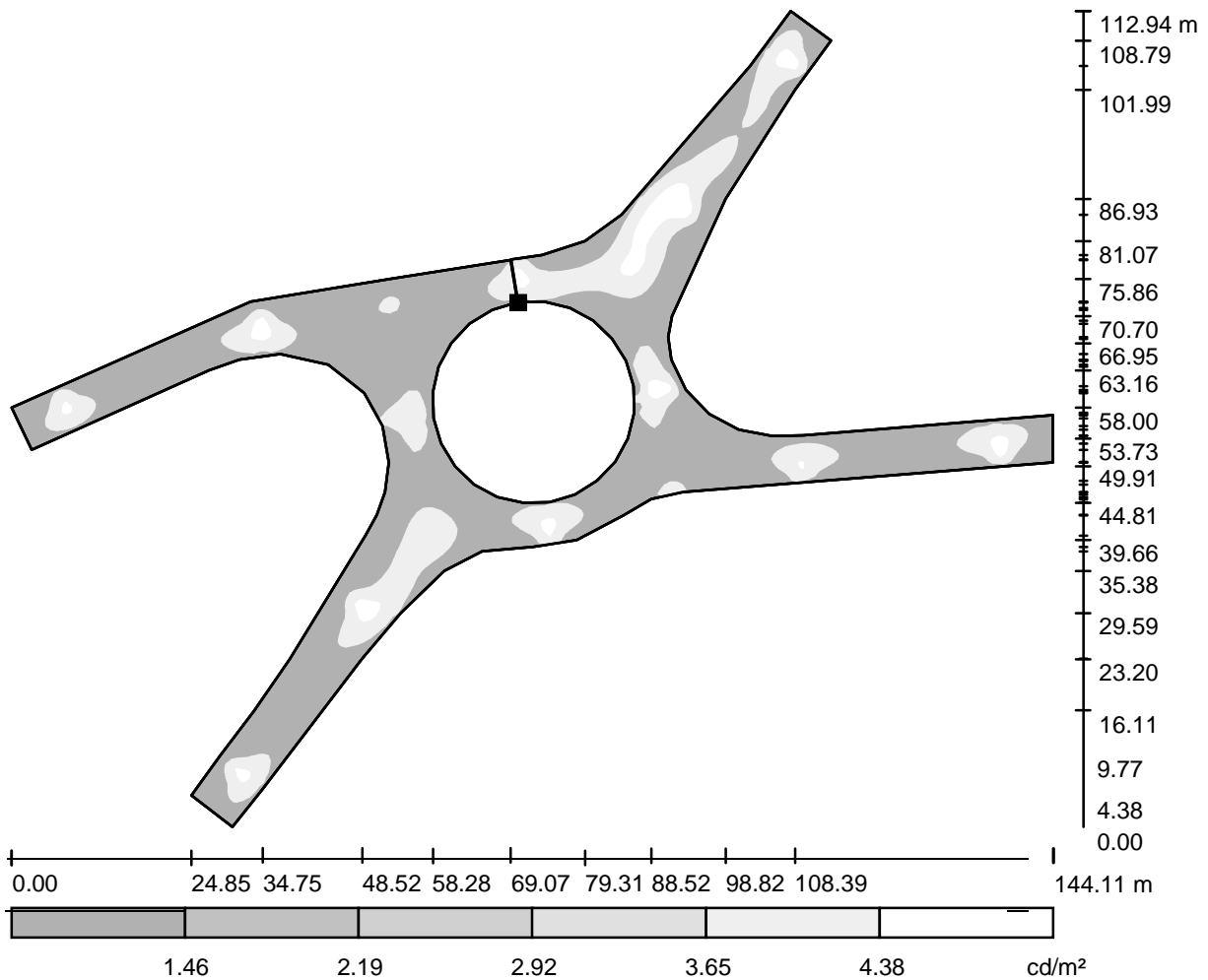
Reticolo: 128 x 128 Punti

$L_m$  [cd/m<sup>2</sup>]  
3.26

$L_{min}$  [cd/m<sup>2</sup>]  
1.38

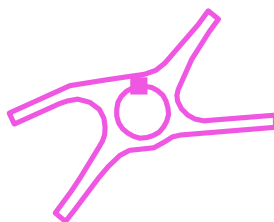
$L_{max}$  [cd/m<sup>2</sup>]  
5.03

**SV1/Elementodelpavimento1/Superficie1/Livellidigrigio(L)**



Scala 1 : 1031

Posizione della superficie nella  
scena esterna:  
Punto contrassegnato:  
(-2.105 m, 13.845 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

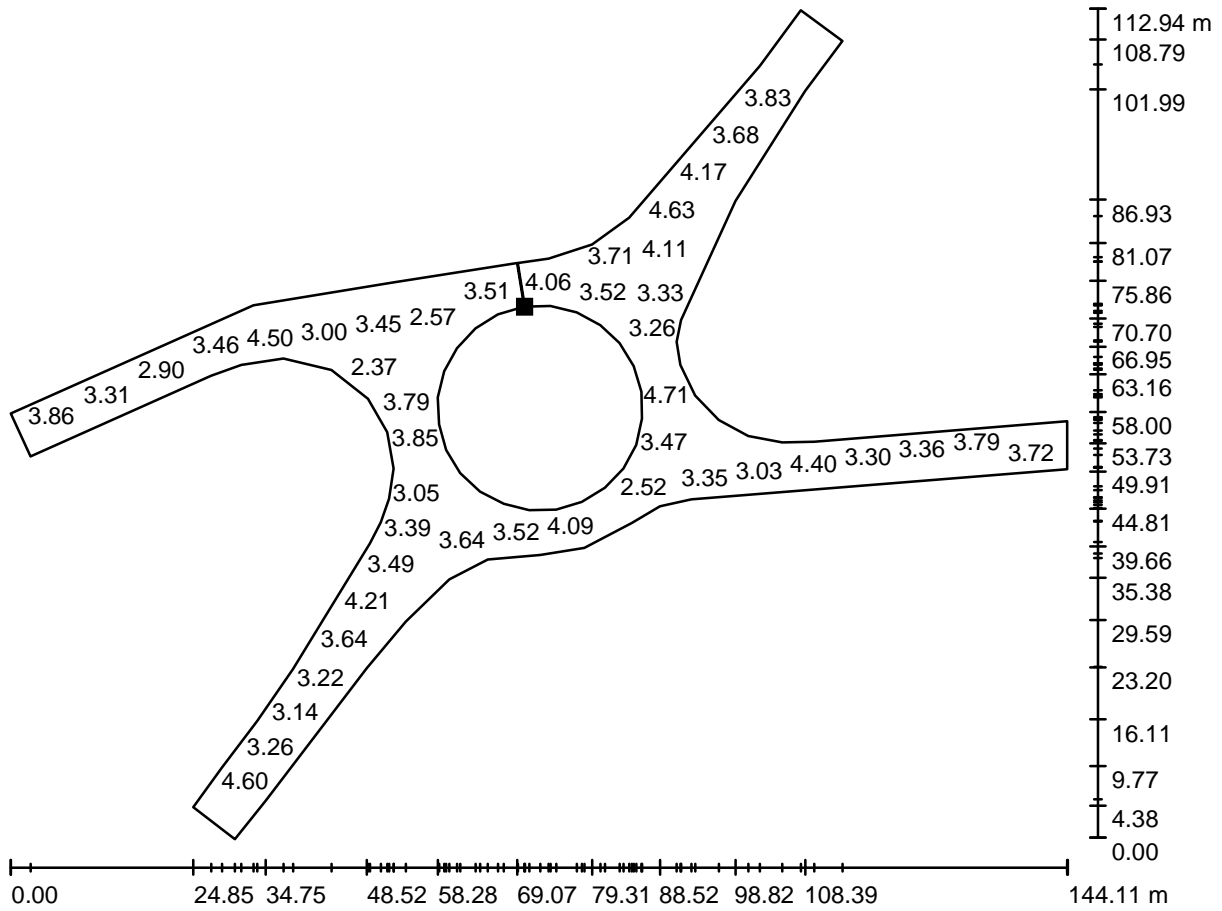
$L_m$  [cd/m<sup>2</sup>]  
3.26

$L_{min}$  [cd/m<sup>2</sup>]  
1.38

$L_{max}$  [cd/m<sup>2</sup>]  
5.03



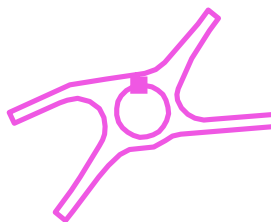
**SV1/Elemento del pavimento 1/Superficie 1/Grafica dei valori (L)**



Valori in Candela/m², Scala 1 : 1031

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nella  
scena esterna:  
Punto contrassegnato:  
(-2.105 m, 13.845 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

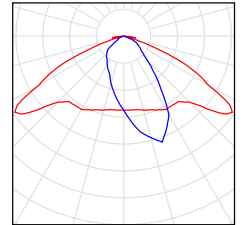
$L_m$  [cd/m²]  
3.26

$L_{min}$  [cd/m²]  
1.38

$L_{max}$  [cd/m²]  
5.03

Progetto 2 / Lista pezzi lampade

8 Pezzo GEWISS GW87075 AVENUE 1 - 250W Potenza  
Massima ST -V42  
Articolo No.: GW87075  
Flusso luminoso (Lampada): 26981 lm  
Flusso luminoso (Lampadine): 33200 lm  
Potenza lampade: 276.0 W  
Classificazione lampade secondo CIE: 100  
CIE Flux Code: 47 86 98 100 82  
Dotazione: 1 x ST 250 E40 (Fattore di correzione  
1.000).



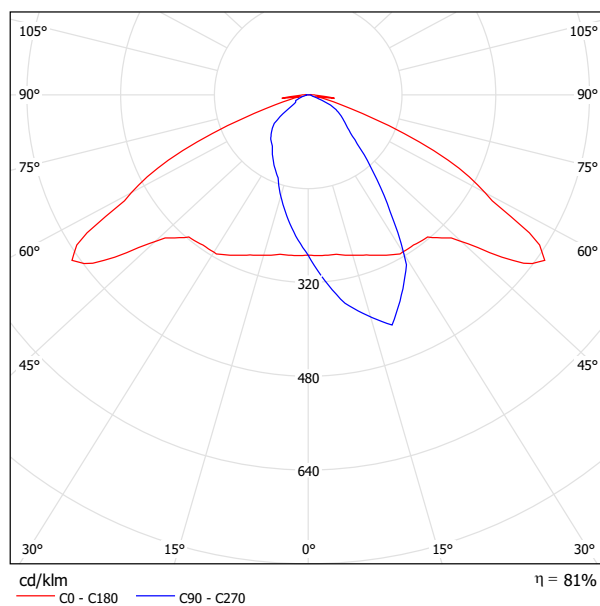
## GEWISS GW87075 AVENUE 1 - 250W Potenza Massima ST -V42 / Scheda tecnica apparecchio



Classificazione lampade secondo CIE: 100  
CIE Flux Code: 47 86 98 100 82

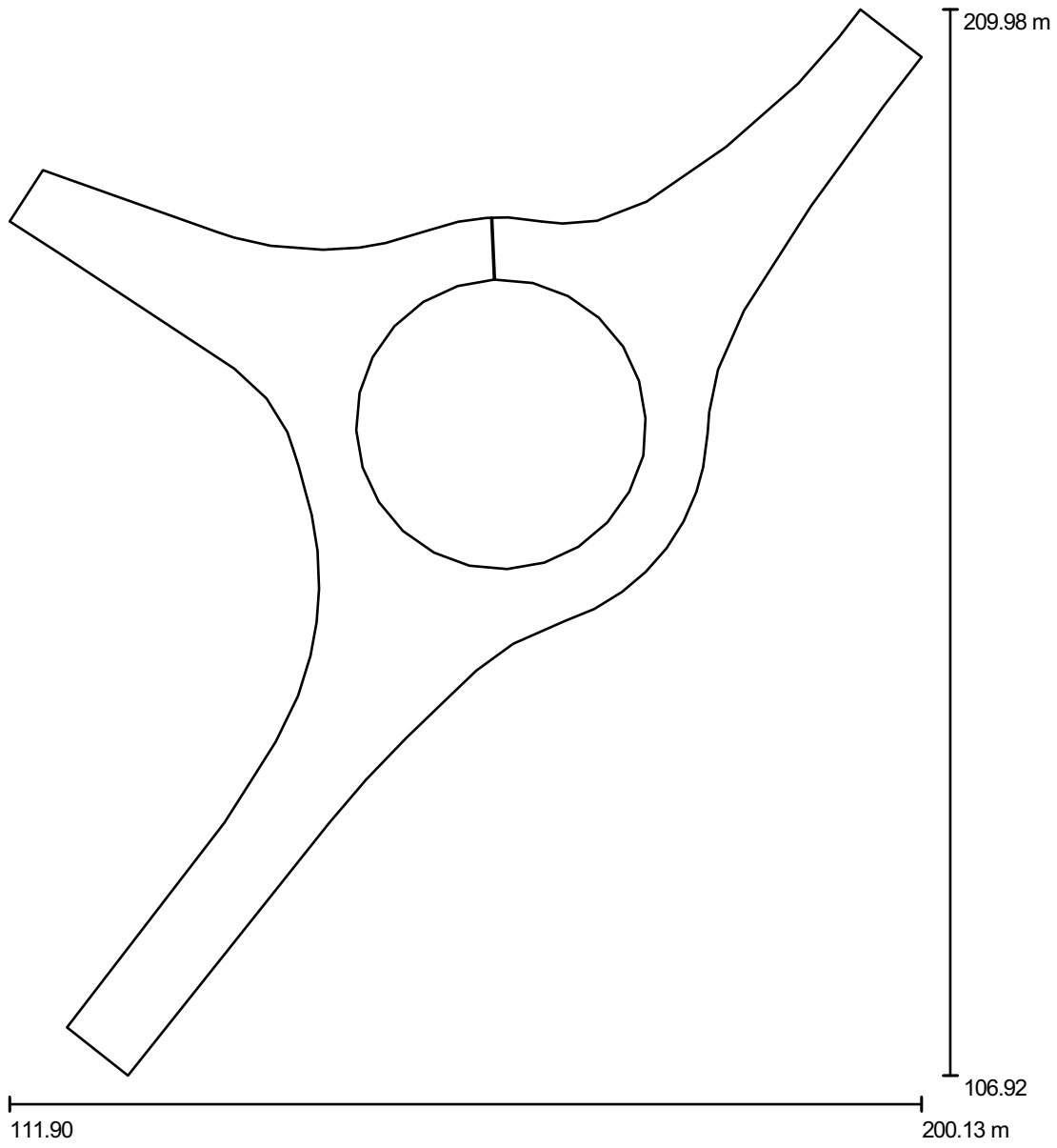
Armatura Stradale a Manutenzione Semplificata - Fornito senza Lampada

Emissione luminosa 1:



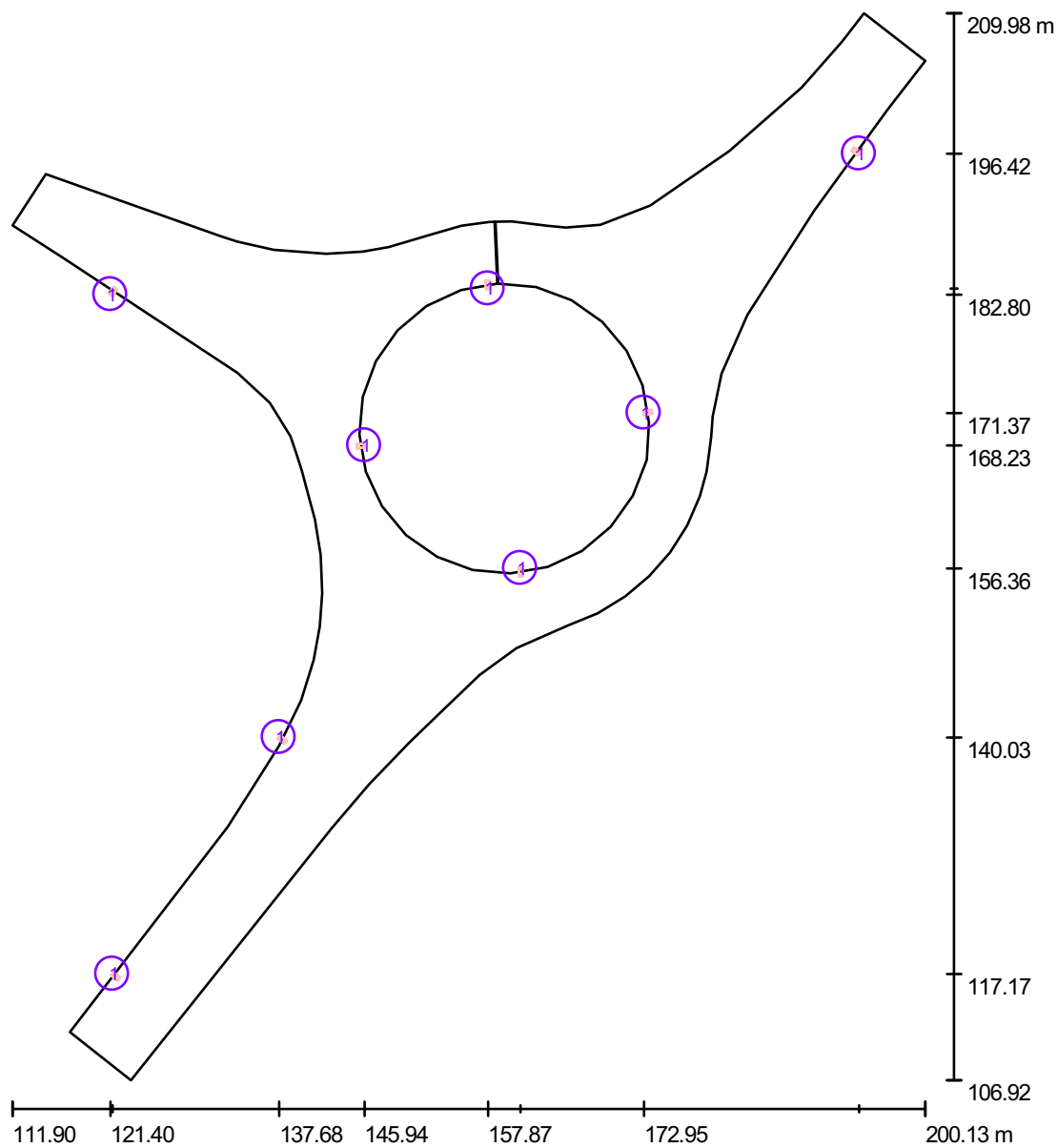
A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.

SV2 / Planimetria



Scala 1 : 697

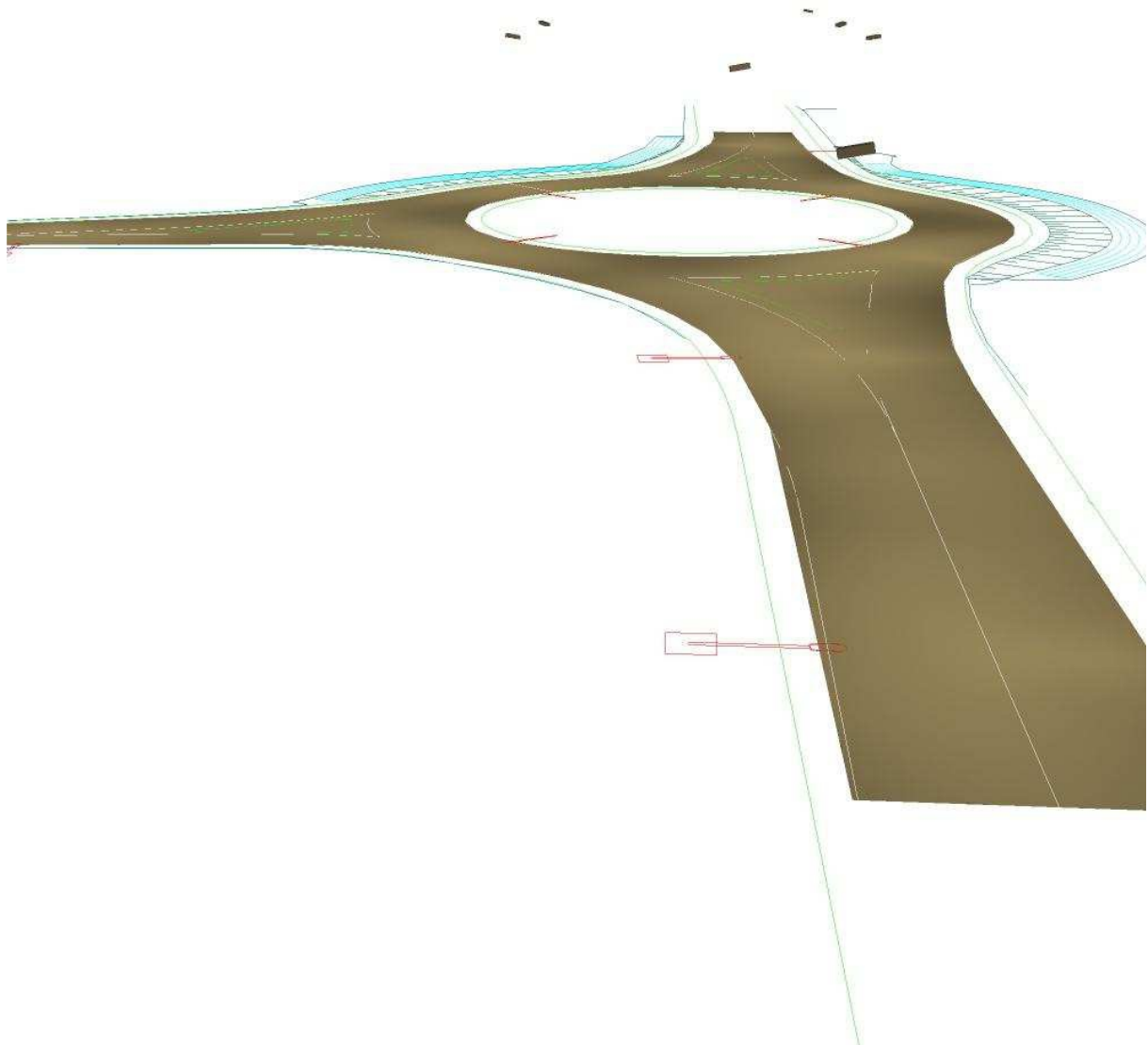
SV2 / Lampade (planimetria)



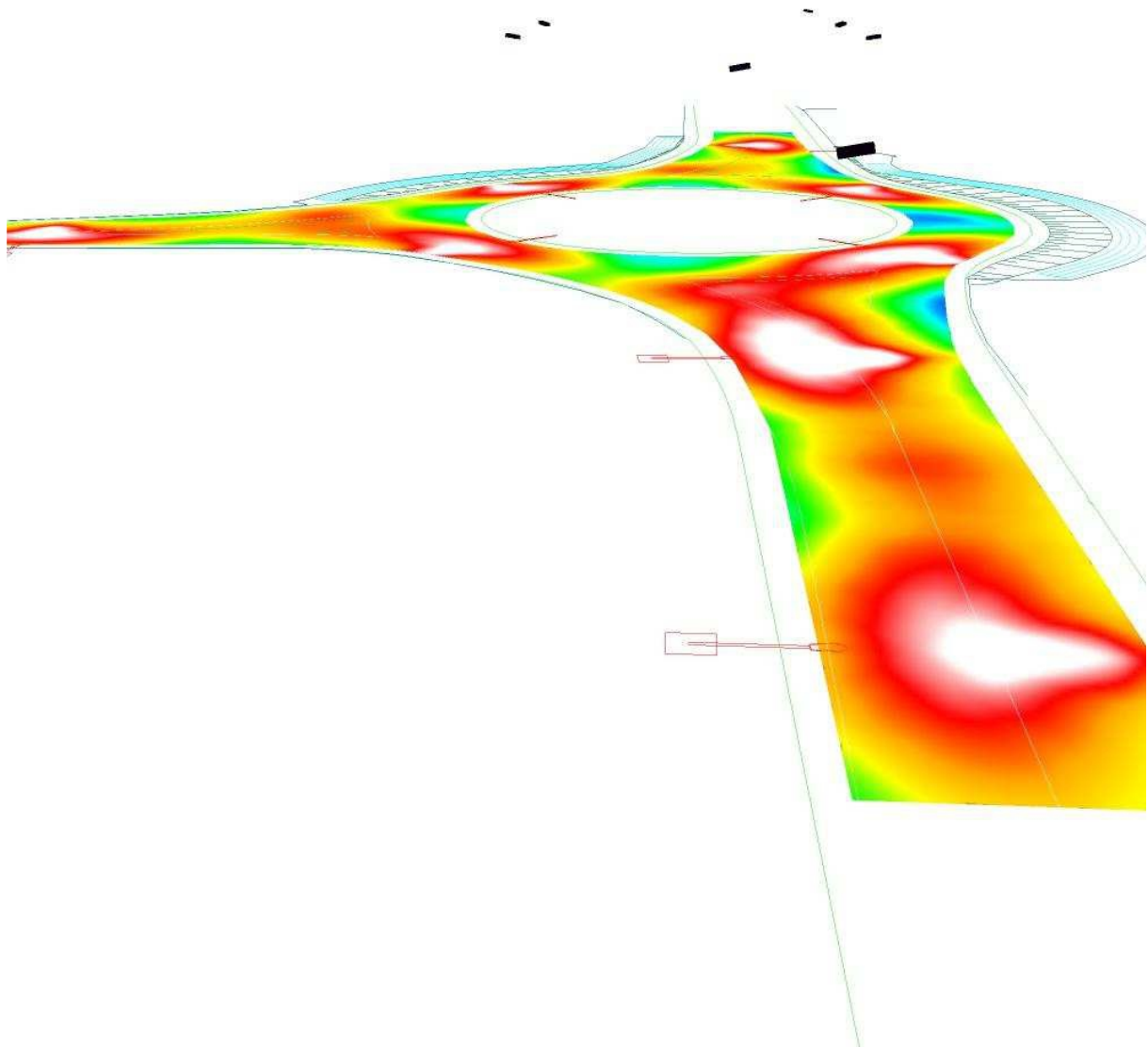
Scala 1 : 697

**Distinta lampade**

No.	Pezzo	Denominazione
1	8	GEWISS GW87075 AVENUE 1 - 250W Potenza Massima-SV2

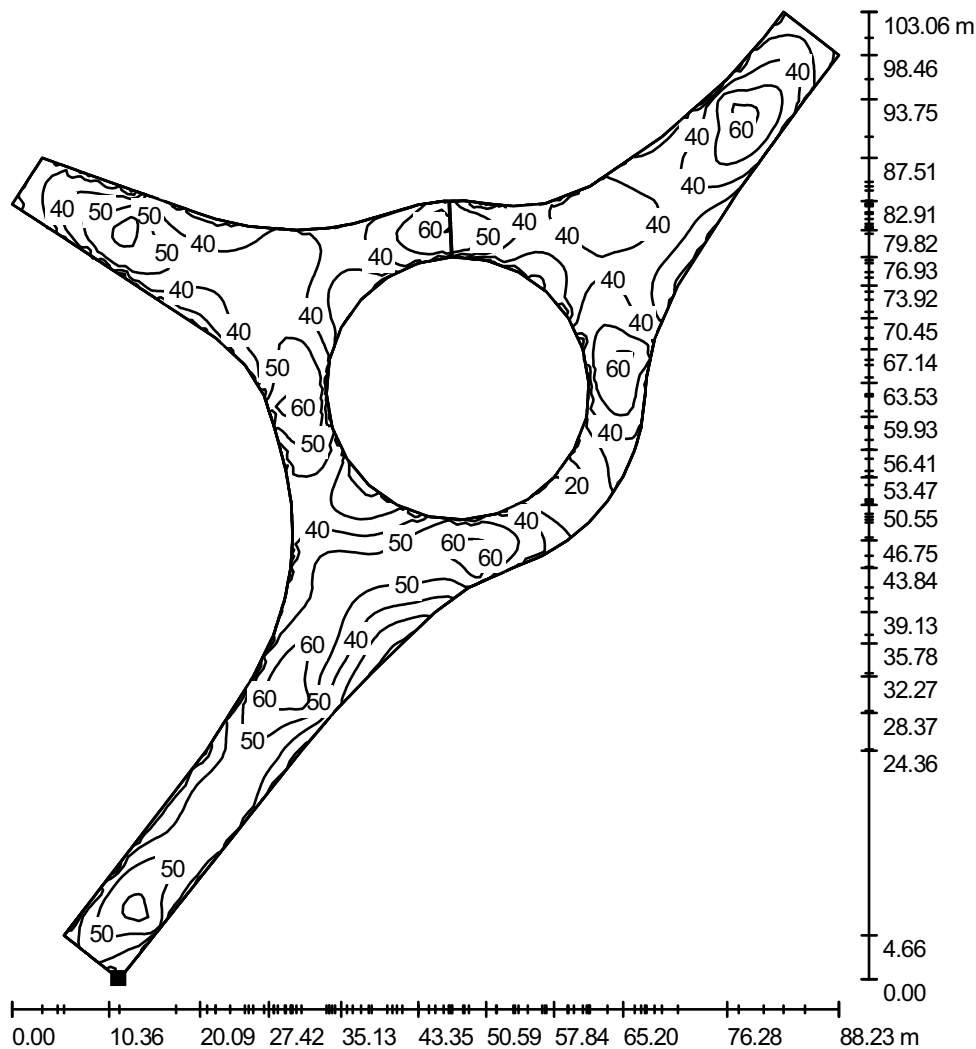


SV2 / Rendering colori sfalsati



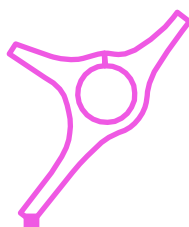
0 7.50 15 22.50 30 37.50 45 52.50 60 Ix

SV2 / Elemento del pavimento 1 / Superficie 1 / Isolinee (E)



Valori in Lux, Scala 1 : 806

Posizione della superficie nella  
scena esterna:  
Punto contrassegnato:  
(123.348 m, 106.924 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

$E_m$  [lx]  
43

$E_{min}$  [lx]  
19

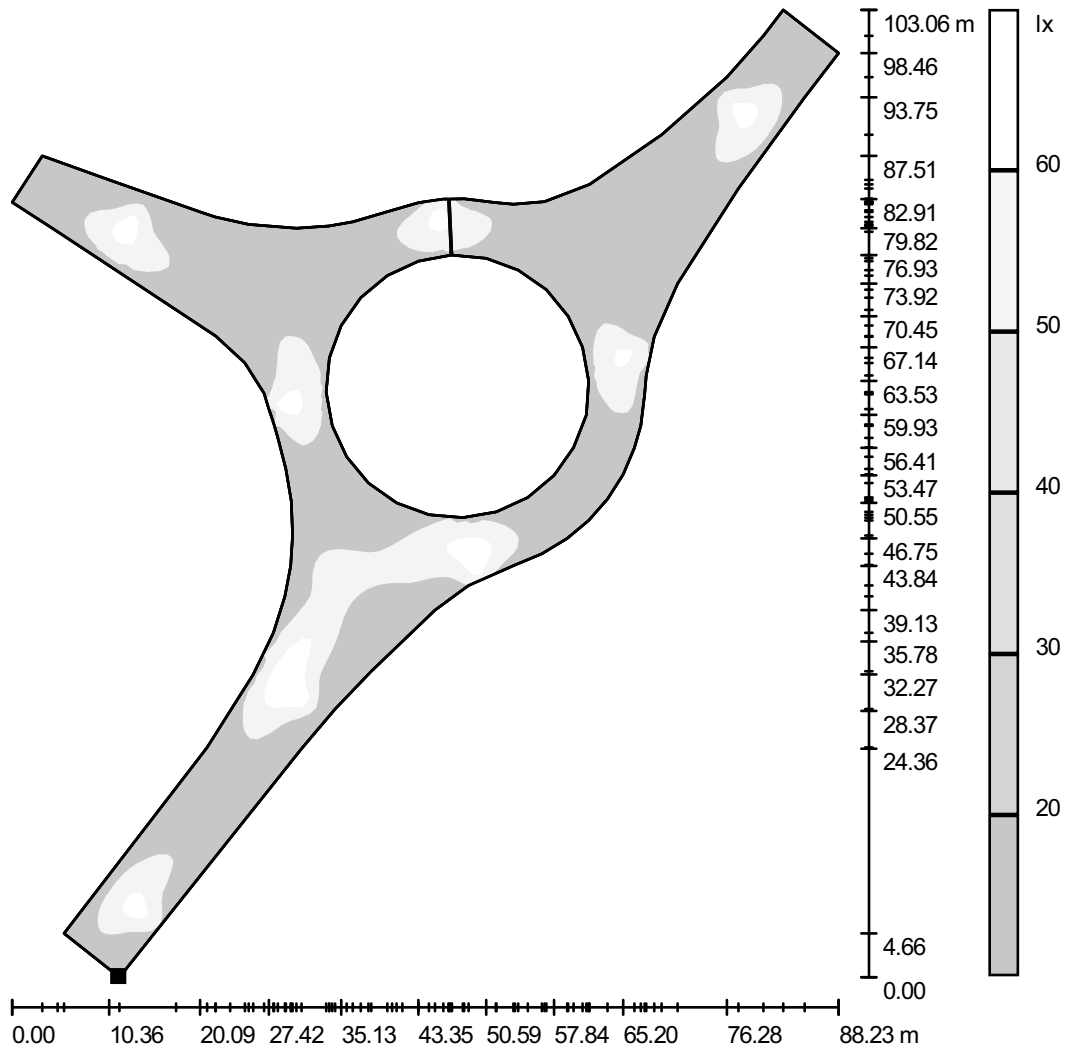
$E_{max}$  [lx]  
69

$E_{min} / E_m$   
0.445

$E_{min} / E_{max}$   
0.278

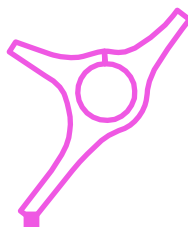


SV2 / Elemento del pavimento 1 / Superficie 1 / Livelli di grigio (E)



Scala 1 : 806

Posizione della superficie nella  
scena esterna:  
Punto contrassegnato:  
(123.348 m, 106.924 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

$E_m$  [Ix]  
43

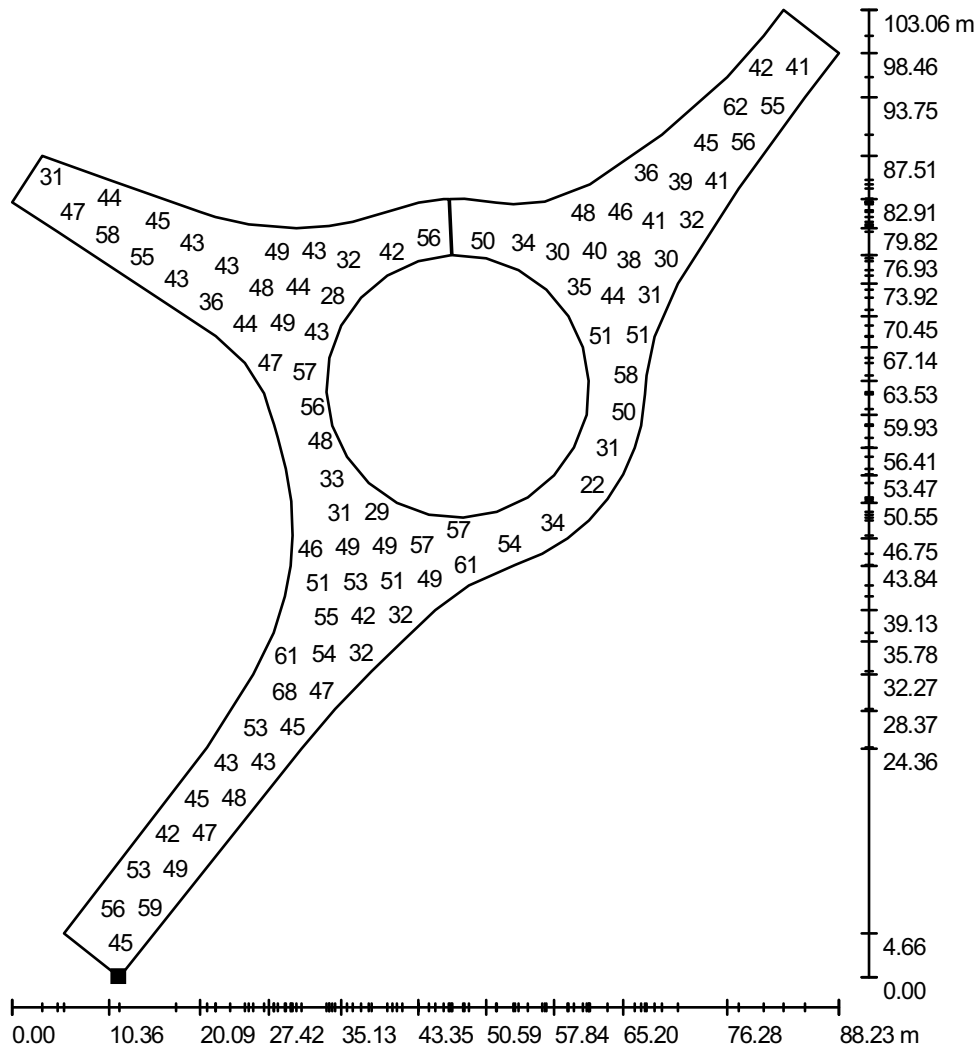
$E_{min}$  [Ix]  
19

$E_{max}$  [Ix]  
69

$E_{min} / E_m$   
0.445

$E_{min} / E_{max}$   
0.278

SV2 / Elemento del pavimento 1 / Superficie 1 / Grafica dei valori (E)

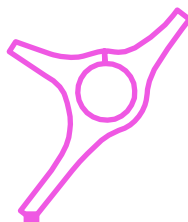


Valori in Lux, Scala 1 : 806

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nella  
scena esterna:

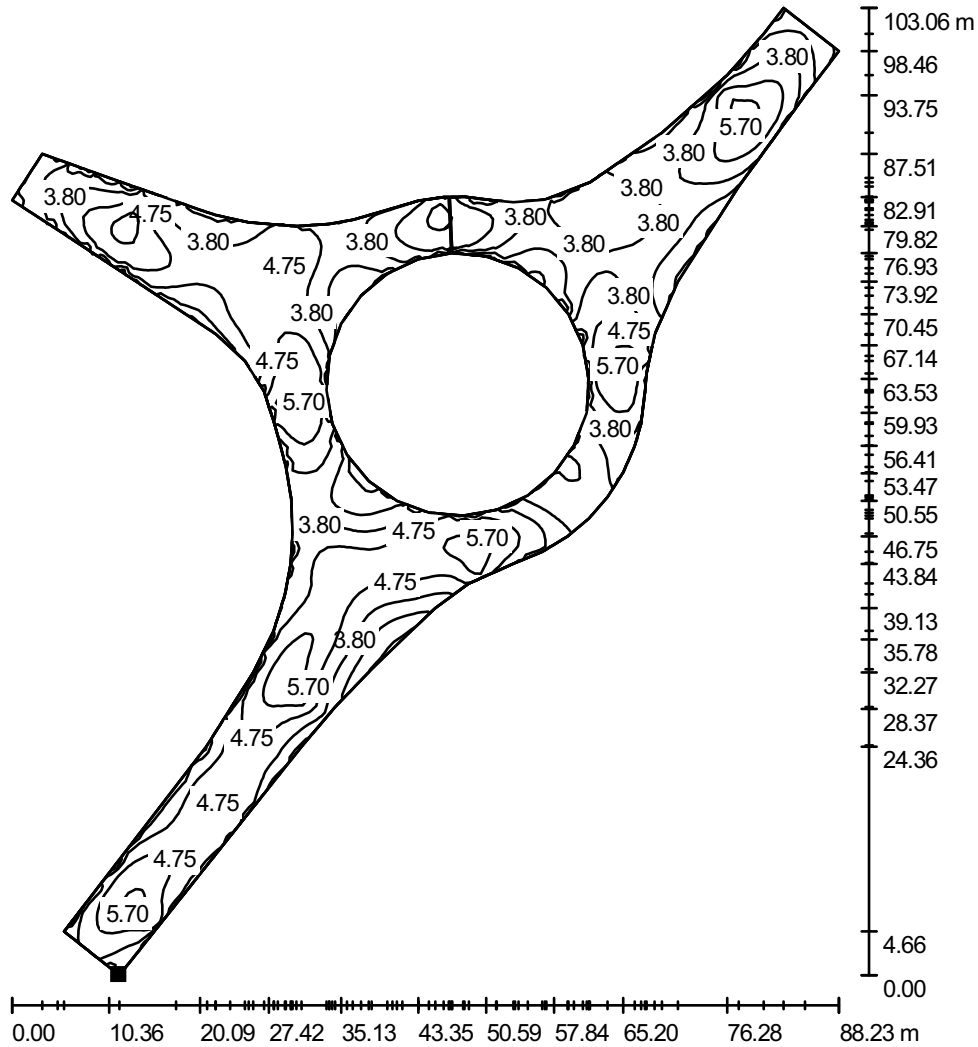
Punto contrassegnato:  
(123.348 m, 106.924 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

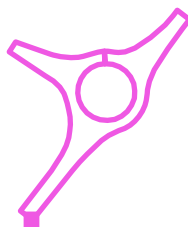
$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
43	19	69	0.445	0.278

SV2 / Elemento del pavimento 1 / Superficie 1 / Isolinee (L)



Valori in Candela/m<sup>2</sup>, Scala 1 : 806

Posizione della superficie nella  
scena esterna:  
Punto contrassegnato:  
(123.348 m, 106.924 m, 0.000 m)



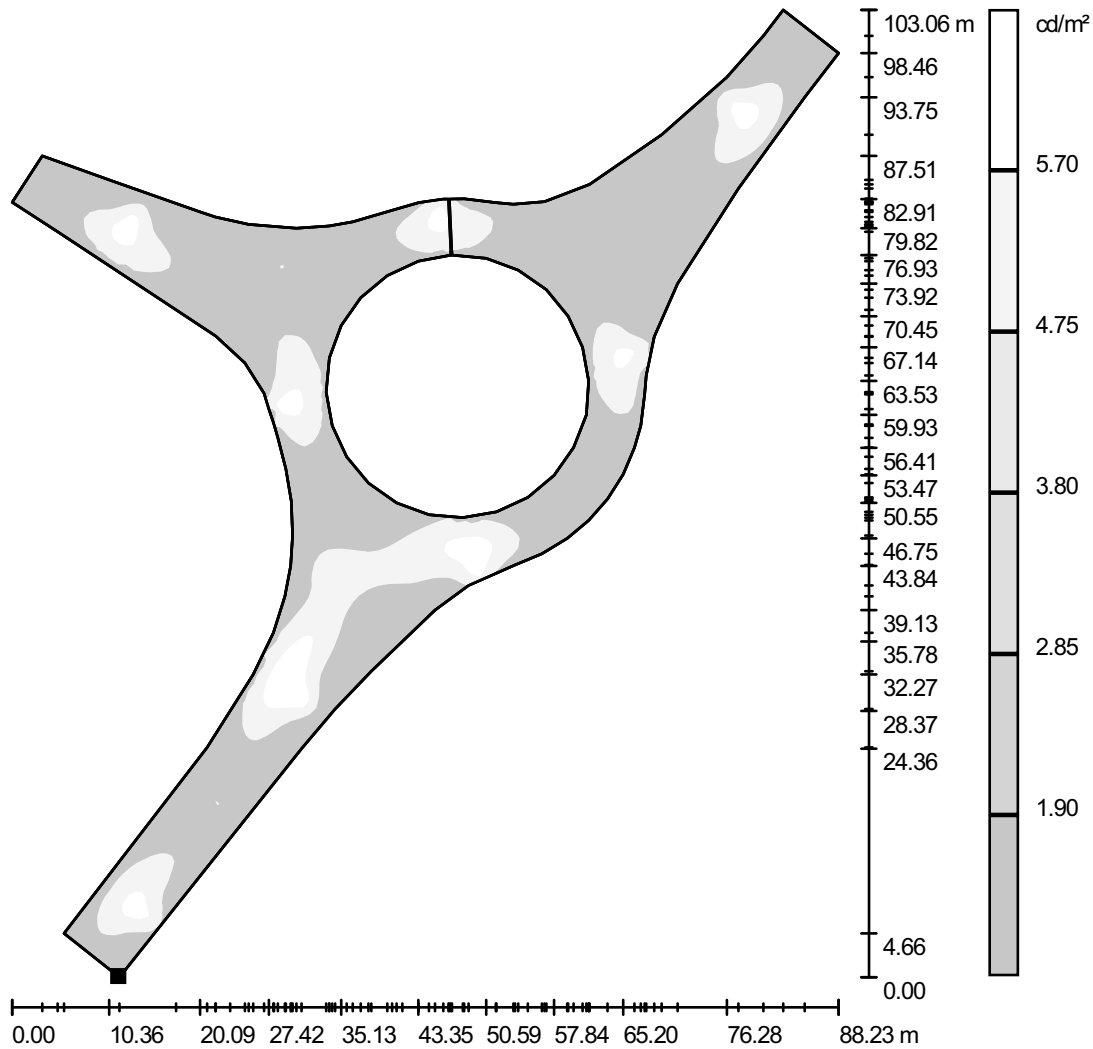
Reticolo: 128 x 128 Punti

$L_m$  [cd/m<sup>2</sup>]  
4.12

$L_{min}$  [cd/m<sup>2</sup>]  
1.83

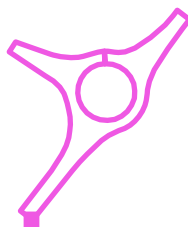
$L_{max}$  [cd/m<sup>2</sup>]  
6.60

SV2 / Elemento del pavimento 1 / Superficie 1 / Livelli di grigio (L)



Scala 1 : 806

Posizione della superficie nella  
scena esterna:  
Punto contrassegnato:  
(123.348 m, 106.924 m, 0.000 m)



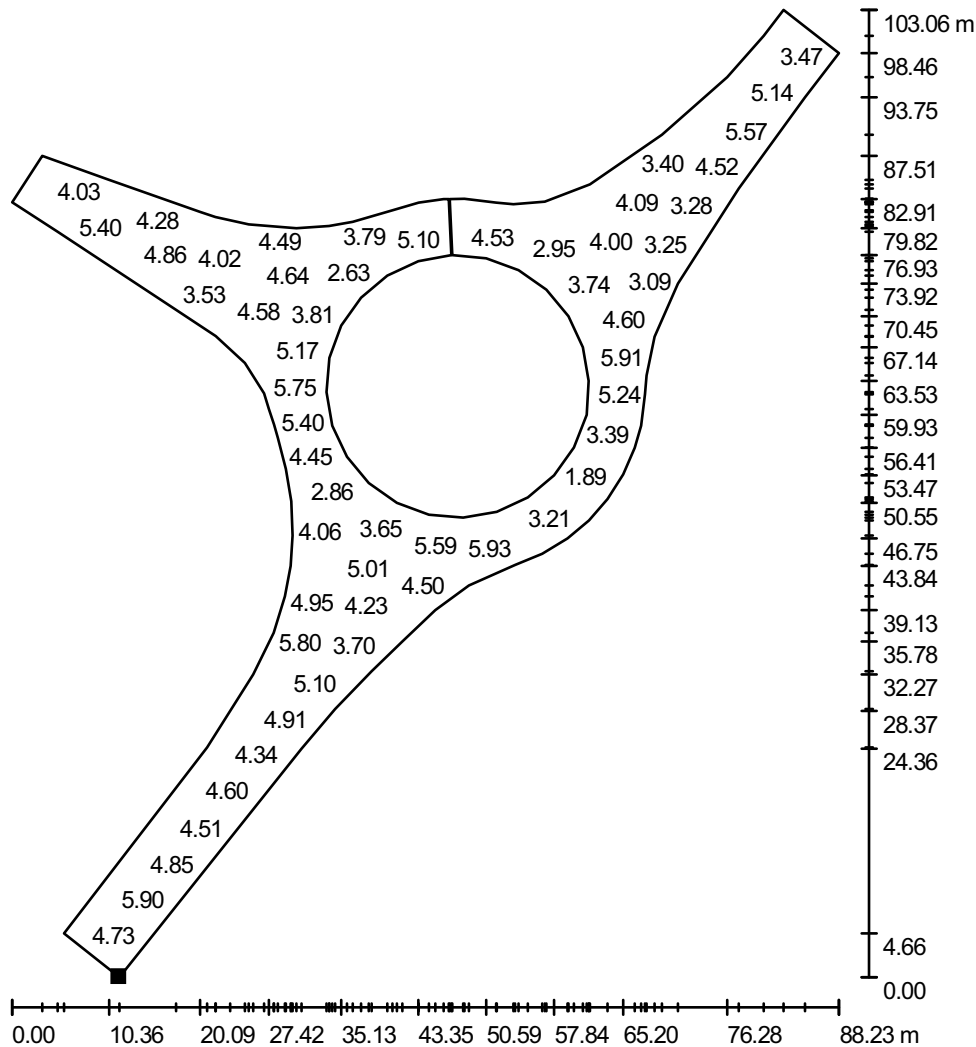
Reticolo: 128 x 128 Punti

$L_m$  [cd/m<sup>2</sup>]  
4.12

$L_{min}$  [cd/m<sup>2</sup>]  
1.83

$L_{max}$  [cd/m<sup>2</sup>]  
6.60

SV2 / Elemento del pavimento 1 / Superficie 1 / Grafica dei valori (L)

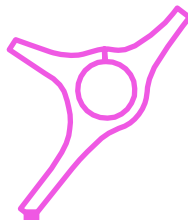


Valori in Candela/m², Scala 1 : 806

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nella  
scena esterna:

Punto contrassegnato:  
(123.348 m, 106.924 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

$L_m$  [cd/m²]  
4.12

$L_{min}$  [cd/m²]  
1.83

$L_{max}$  [cd/m²]  
6.60

Redattore  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

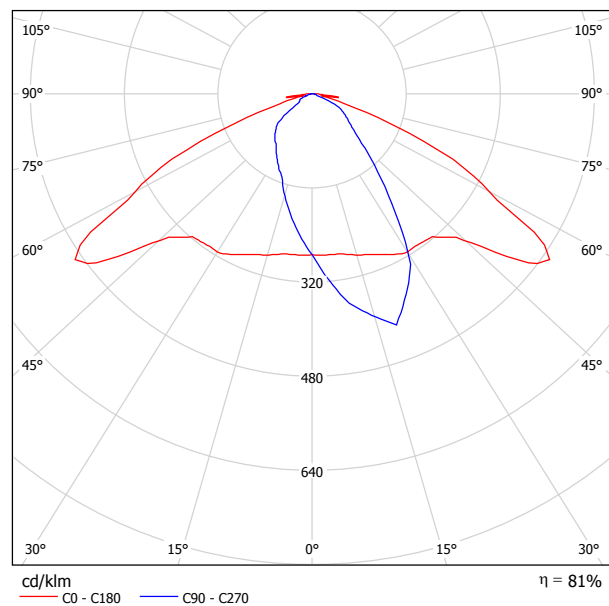
## GEWISS GW87075 AVENUE 1 - 250W Potenza Massima ST -V42 / Scheda tecnica apparecchio



Classificazione lampade secondo CIE: 100  
 CIE Flux Code: 47 86 98 100 82

Armatura Stradale a Manutenzione Semplificata - Fornito senza Lampada

Emissione luminosa 1:



A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.

Redattore  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

## SP 46 Ispica - Pozzallo / Dati di pianificazione

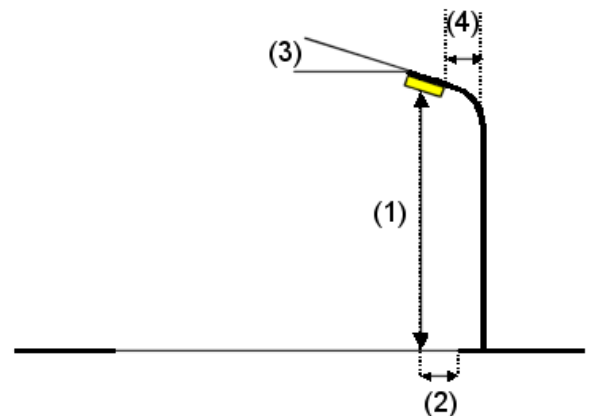
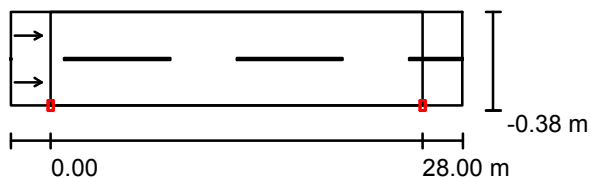
Strada Provinciale

### Profilo strada

Carreggiata 1 (Larghezza: 7.000 m, Numero corsie: 2, Manto stradale: R3, q0: 0.070)

Fattore di manutenzione: 0.57

### Disposizioni lampade



Lampada: GEWISS GW87075 AVENUE 1 - 250W Potenza Massima ST -V42  
 Flusso luminoso (Lampada): 26981 lm  
 Flusso luminoso (Lampadine): 33200 lm  
 Potenza lampade: 276.0 W  
 Disposizione: un lato, in basso  
 Distanza pali: 28.000 m  
 Altezza di montaggio (1): 11.200 m  
 Altezza fuochi: 11.240 m  
 Distanza dal bordo stradale (2): 0.383 m  
 Inclinazione braccio (3): 6.0 °  
 Lunghezza braccio (4): 2.750 m

Valori massimi dell'intensità luminosa  
 per 70°: 223 cd/klm  
 per 80°: 42 cd/klm  
 per 90°: 16 cd/klm

Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.

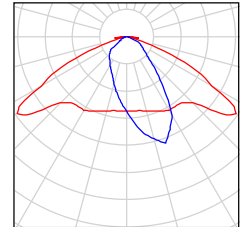
La disposizione rispetta la classe di intensità luminosa G3.

La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.6.

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

## SP 46 Ispica - Pozzallo / Lista pezzi lampade

GEWISS GW87075 AVENUE 1 - 250W Potenza  
Massima ST -V42  
Articolo No.: GW87075  
Flusso luminoso (Lampada): 26981 lm  
Flusso luminoso (Lampadine): 33200 lm  
Potenza lampade: 276.0 W  
Classificazione lampade secondo CIE: 100  
CIE Flux Code: 47 86 98 100 82  
Dotazione: 1 x ST 250 E40 (Fattore di correzione  
1.000).





Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

**SP 46 Ispica - Pozzallo / Rendering 3D**



Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

**SP 46 Ispica - Pozzallo / Rendering colori sfalsati**

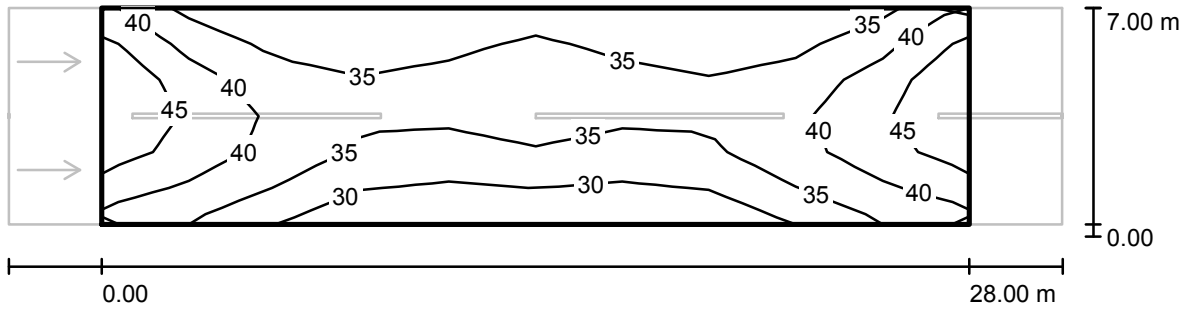


0      6.25      12.50      18.75      25      31.25      37.50      43.75      50

lx

Redattore  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**SP 46 Ispica - Pozzallo / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Isoleee (E)**



Valori in Lux, Scala 1 : 244

Reticolo: 10 x 6 Punti

$E_m$  [lx]  
 36

$E_{min}$  [lx]  
 26

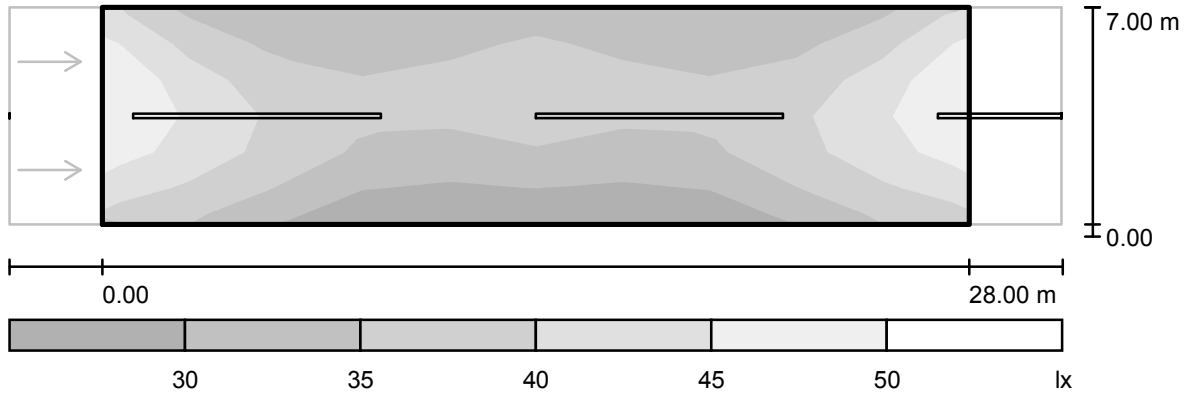
$E_{max}$  [lx]  
 47

$E_{min} / E_m$   
 0.712

$E_{min} / E_{max}$   
 0.544

Redattore  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**SP 46 Ispica - Pozzallo / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Livelli di grigio (E)**



Scala 1 : 244

Reticolo: 10 x 6 Punti

$E_m$  [lx]  
36

$E_{min}$  [lx]  
26

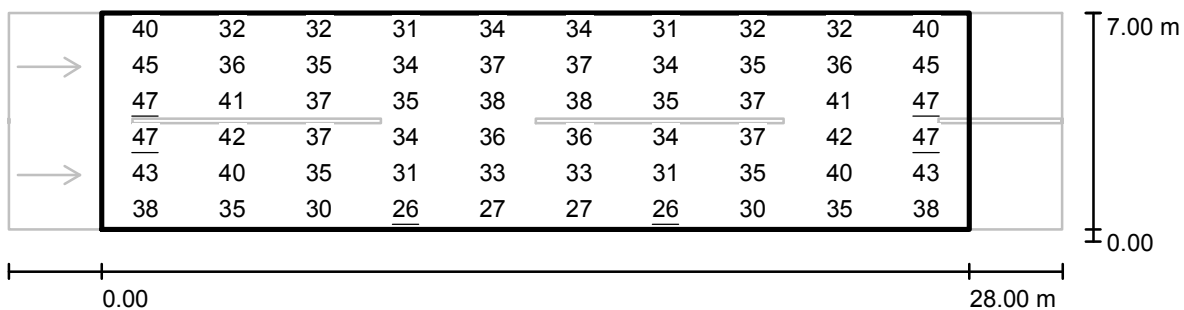
$E_{max}$  [lx]  
47

$E_{min} / E_m$   
0.712

$E_{min} / E_{max}$   
0.544

Redattore  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**SP 46 Ispica - Pozzallo / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Grafica dei valori (E)**



Valori in Lux, Scala 1 : 244

Reticolo: 10 x 6 Punti

$E_m$  [lx]  
36

$E_{min}$  [lx]  
26

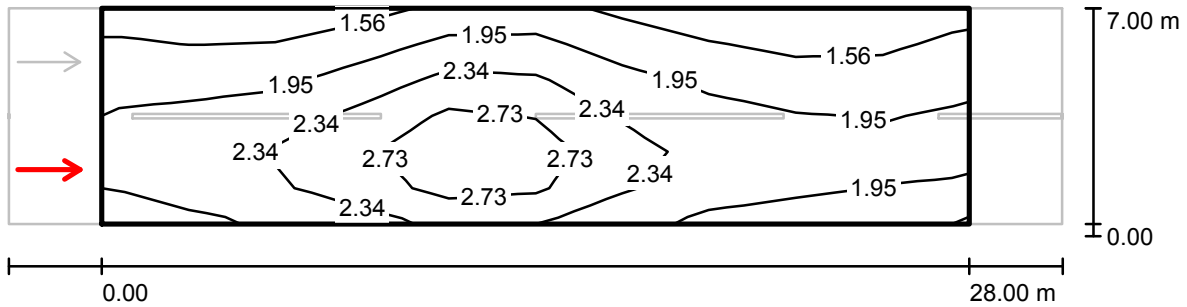
$E_{max}$  [lx]  
47

$E_{min} / E_m$   
0.712

$E_{min} / E_{max}$   
0.544

Redattore  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**SP 46 Ispica - Pozzallo / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Osservatore 1 / Isolinee (L)**



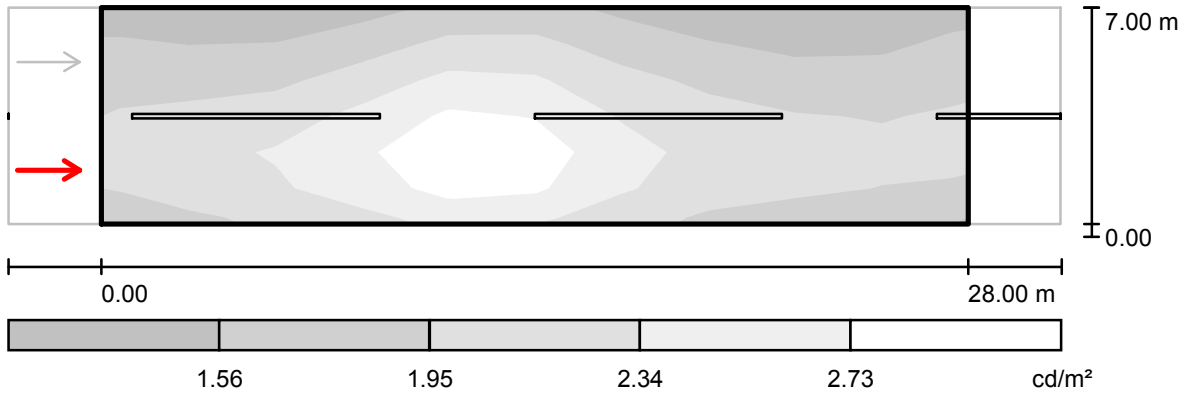
Valori in Candela/m<sup>2</sup>, Scala 1 : 244

Reticolo: 10 x 6 Punti  
 Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m)  
 Manto stradale: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	2.08	0.62	0.63	5
Valori nominali secondo la classe ME3b:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

Redattore  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**SP 46 Ispica - Pozzallo / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Osservatore 1 / Livelli di grigio (L)**



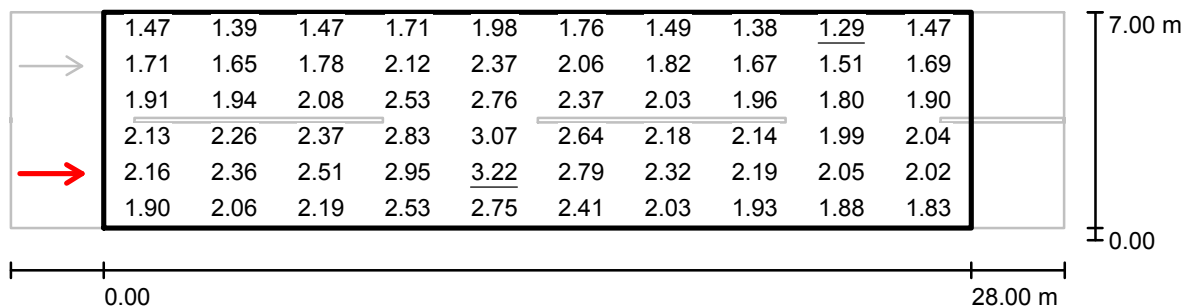
Scala 1 : 244

Reticolo: 10 x 6 Punti  
 Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m)  
 Manto stradale: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	2.08	0.62	0.63	5
Valori nominali secondo la classe ME3b:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

Redattore  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**SP 46 Ispica - Pozzallo / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Osservatore 1 / Grafica dei valori (L)**



Valori in Candela/m², Scala 1 : 244

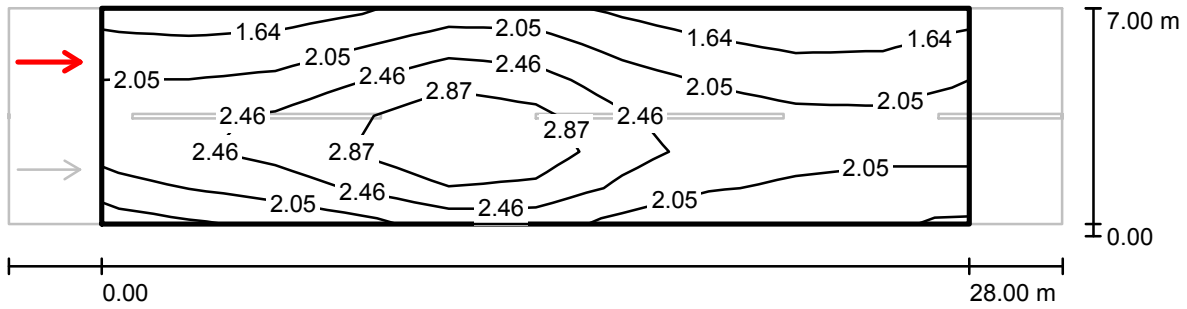
Reticolo: 10 x 6 Punti  
 Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m)  
 Manto stradale: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	2.08	0.62	0.63	5
Valori nominali secondo la classe ME3b:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓



Redattore  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**SP 46 Ispica - Pozzallo / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Osservatore 2 / Isolinee (L)**



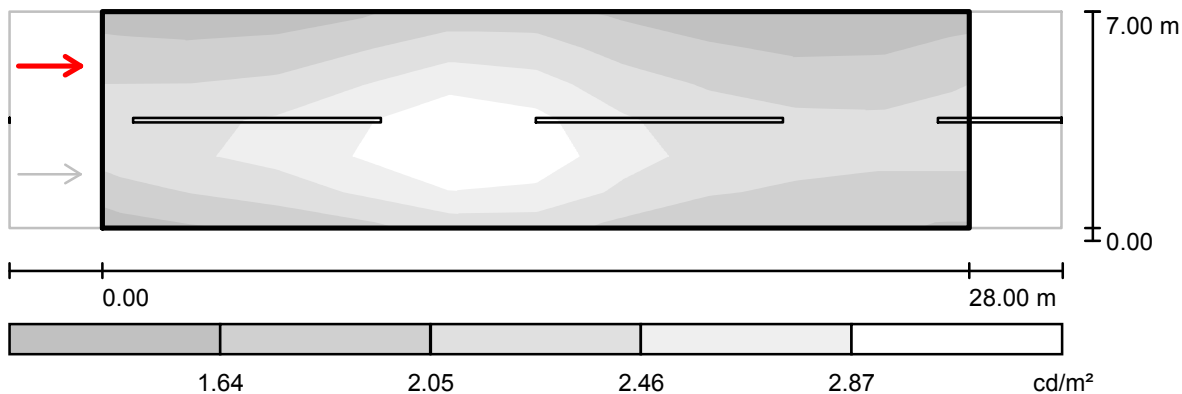
Valori in Candela/m<sup>2</sup>, Scala 1 : 244

Reticolo: 10 x 6 Punti  
 Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 5.250 m, 1.500 m)  
 Manto stradale: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	2.21	0.61	0.62	5
Valori nominali secondo la classe ME3b:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

Redattore  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**SP 46 Ispica - Pozzallo / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Osservatore 2 / Livelli di grigio (L)**



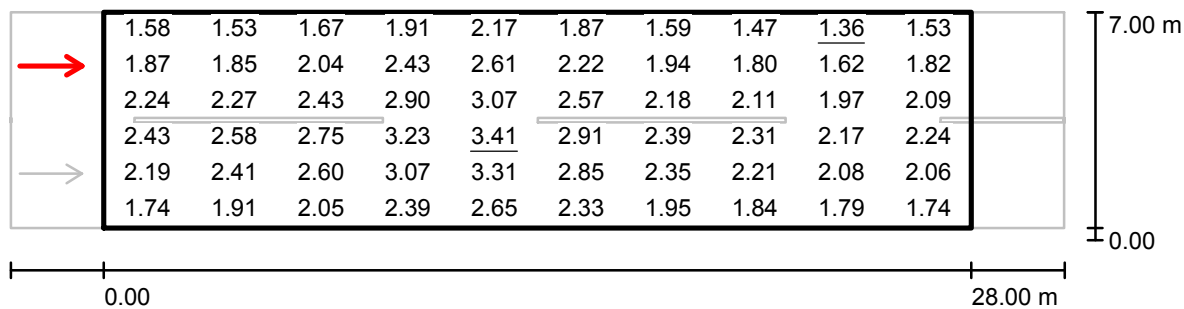
Scala 1 : 244

Reticolo: 10 x 6 Punti  
 Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 5.250 m, 1.500 m)  
 Manto stradale: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	2.21	0.61	0.62	5
Valori nominali secondo la classe ME3b:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓

Redattore  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**SP 46 Ispica - Pozzallo / Campo di valutazione Carreggiata 1 / Osservatore 2 / Grafica dei valori (L)**



Valori in Candela/m², Scala 1 : 244

Reticolo: 10 x 6 Punti  
 Posizione dell'osservatore: (-60.000 m, 5.250 m, 1.500 m)  
 Manto stradale: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valori reali calcolati:	2.21	0.61	0.62	5
Valori nominali secondo la classe ME3b:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Rispettato/non rispettato:	✓	✓	✓	✓