

COMUNE DI BARDONECCHIA

INTERVENTI DI RIFACIMENTO / MANUTENZIONE STRAORDINARIA COPERTINA MURO ARGINE SINISTRO TORRENTE FREYUS E REALIZZAZIONE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO

ELABORATO

L

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA E CALCOLI IMPIANTI ELETTRICI

CONSORZIO FORESTALE ALTA VALLE SUSA

Via Pellousiere n°6 OULX (TO) C.A.P. 10056
Tel 0122 - 831079 Fax 0122 - 831282
E.MAIL bacinimontani@cfavs.it -- cfavs@postecert.it
P.iva 03070280015 - C.F. 86501390016

Per. Ind. Sergio Perenchio
Progettista - Verificatore - Consulente Tecnico del Giudice

STUDIO ELETTROTECNICO PERENCHIO
Via F.lli Bosio, 12 - 10057 S.Ambrogio di Torino (TO)
Tel. e Fax 011/93.99.327 - Cell. 333/4265024
E-mail: info@sergioperenchio.191.it
E-mail PEC: sergio.perenchio@pec.eppi.it

CODICE DOCUMENTO

area	anno incarico	n.commissa	revisione	n. elaborato	n. archivio
03	2018	030	00	01	1590

Motivo revisione :

OTT.18	Per. Ind. Sergio Perenchio	
DATA	REDATTO DA:	
OTT.18	Dott. For. Alberto DOTTA	Dott. For. Alberto DOTTA
DATA	PROGETTISTA e R.D.D.	RESPONSABILE DI COMMESSA

COMMITTENTE



COMUNE DI BARDONECCHIA
Piazza A. De Gasperi n°1
Tel. 0122 - 999985
Fax 0122 - 96895

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA
CALCOLI ESECUTIVI IMPIANTI ELETTRICI
E CRITERI DI SCELTA DEGLI INTERVENTI E DEI MATERIALI**

1 Verifica della connessione con la rete pubblica di alimentazione

L'impianto in progetto costituisce un'utenza passiva, che preleva unicamente potenza dalla rete pubblica.

L'impianto dispone già di una alimentazione monofase, tensione nominale 230 V, frequenza di rete 50 Hz, sistema TT.

Ai sensi della Norma CEI 0-21 "regola tecnica per la connessione alla rete di bassa tensione" occorre verificare i punti di seguito elencati.

Verifica della potenza necessaria:

In base alla stima della potenza assorbita dagli impianti, come esposto nel capitolo 1.4, risulta idonea una fornitura con potenza contrattuale 3 kW.

Verifica della corrente di cortocircuito nel punto di alimentazione:

Il valore massimo della corrente di cortocircuito nel punto di connessione, ed il relativo fattore di potenza, sono stabiliti convenzionalmente dalla Norma CEI 0-21 in base al tipo di fornitura ed alla relativa potenza. Per il caso in esame si assume:

- ◆ I_{cc} : 6 kA (monofase)
- ◆ $\cos\varphi_{cc}$: 0,7 (monofase)

Verifica della necessità di un interruttore generale (DG o DGL):

Viste le caratteristiche della fornitura, del luogo, e dell'impianto utilizzatore:

- a) fornitura limitata (interruttore magnetotermico nel gruppo di misura);
- b) assenza di luoghi a maggior rischio di incendio;
- c) assenza di materiali combustibili lungo il cavo di collegamento all'impianto;
- d) collegamento all'impianto realizzato in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito (cavo in tubazione isolante dedicata);
- e) integrale di Joule verificato anche nelle condizioni più severe (sezione > 6 mm²);
- f) protezione dal sovraccarico garantita dalle protezioni a valle;
- g) protezione dai contatti indiretti garantita dalla realizzazione in classe II di isolamento della linea e del quadro a valle;

In base a tutte le condizioni riportate nella pagina precedente risulta possibile installare una protezione generale (DG o DGL) a qualunque distanza dal punto di connessione.

Tale protezione, di tipo DG, consisterà nell'interruttore generale del quadro elettrico generale, previsto immediatamente a valle del punto di connessione.

2 Dimensionamento dei quadri elettrici

Le *correnti nominali* degli interruttori sono state scelte tenendo conto della corrente di impiego assorbita da ciascuna linea, calcolata in base alle seguenti formule:

$$I = P / \sqrt{3} \times 400 \times \cos\varphi \quad [A] \quad \text{per le linee trifase} \quad (\text{NON PREVISTE})$$

$$I = P / 230 \times \cos\varphi \quad [A] \quad \text{per le linee monofase}$$

dove:

- ◆ P : potenza assorbita dalla linea in esame [W]
- ◆ $\cos\varphi$: fattore di potenza a pieno carico

Per i dati numerici delle singole linee si rimanda agli allegati schemi.

Il *potere di interruzione* di tutte le apparecchiature presenti è stato scelto in base al valore massimo di corrente di cortocircuito, che si verifica nel punto di installazione della fornitura di energia e si riduce lungo i circuiti terminali (tabelle della Norma CEI 11-28). Nel punto di fornitura la corrente di cortocircuito ammonta convenzionalmente a 6 kA (Norma CEI 0-21). E' stato quindi considerato idoneo un potere di interruzione pari a 6 kA per gli interruttori principali e 4,5 kA per quelli soggetti a filiazione.

Le *curve di intervento* degli interruttori sono state dimensionate tenendo conto della selettività con le altre protezioni, e con il tipo di carichi allacciati (correnti nominali e correnti di avviamento).

Le *caratteristiche dei quadri* sono state dimensionate considerando sia le influenze esterne, sia il numero di moduli necessari, sia le massime sovratemperature ammesse.

3 Dimensionamento delle linee e delle condutture

Tutte le linee elettriche sono state dimensionate al fine di risultare protette per tutta la loro estensione, secondo i seguenti parametri:

a) La portata:

Per ogni linea devono essere soddisfatte le relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

$$I_b = P / \sqrt{3} \times 400 \times \cos\varphi \quad [\text{A}] \quad \text{per le linee trifase} \quad (\text{NON PREVISTE})$$

$$I_b = P / 230 \times \cos\varphi \quad [\text{A}] \quad \text{per le linee monofase}$$

come già accennato per il dimensionamento dei quadri

- ◆ I_n : corrente nominale della protezione
- ◆ I_z : portata elettrica della conduttura, dedotta dalle Tabelle CEI-UNEL 35024/6
- ◆ I_f : corrente convenzionale di funzionamento.

La sopra citata relazione sarà ripresa per quanto concerne le prescrizioni normative per la sicurezza.

b) La caduta di tensione:

Secondo le prescrizioni normative, la caduta di tensione relativa a fondo linea deve risultare inferiore al 4% (Norma CEI 64-8/5 Art. 525), o al massimo al 5% (Norma CEI 64-8 Sez. 714) e viene calcolata in base alla relazione:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I_b \times (R \cos\varphi + X \sin\varphi)$$

dove:

- ◆ R : resistenza del cavo (a 20 °C) derivato per tutta la sua lunghezza [Ω]
- ◆ φ : angolo di sfasamento tra tensione e corrente
- ◆ X : reattanza (a 50 Hz) del cavo derivato per tutta la sua lunghezza [Ω]
- ◆ $\sqrt{3}$: coefficiente per linea trifase, da sostituire con 2 nel caso di linea monofase

La relazione sopra riportata è idonea nel solo caso di carico a fondo linea (e non distribuito, come nel caso specifico). L'adozione di tale formula è comunque utile ai fini della sicurezza, in quanto costituisce un'approssimazione per eccesso.

c) Note per il conduttore di neutro:

Essendo l'impianto monofase, non si considera la riduzione della sezione del neutro.

d) Le condizioni di posa, ambientali, e di servizio:

La tipologia dei cavi varia a seconda del tipo di posa e delle condizioni ambientali e di servizio, secondo le prescrizioni della Norma CEI 64-8 parte 5 Art. 521 e della Norma CEI-UNEL 35016. Nel presente progetto sono stati considerati cavi di tipo *FG16OR16* in base ai seguenti criteri:

TIPO DI AMBIENTI	Esterni
TEMPERATURA AMBIENTE	Vedi capitolo "dati relativi alle influenze"
EFFETTI DEL CORTOCIRCUITO	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Integrale di Joule verificato ◆ Effetti termici non critici ◆ Effetti elettrodinamici non critici
AGENTI ATMOSFERICI	Protezione garantita dalle condutture
IRRAGGIAMENTO SOLARE	Protezione garantita dalle condutture
AGENTI AGGRESSIVI	Non presenti
FORMAZIONE DI OZONO NEI QUADRI	Trascurabile
TIPO DI SERVIZIO	Continuo
CORRENTI DI SPUNTO	Bassa entità
TIPO DI CONDUTTURE	Cavidotto interrato Posa diretta nei pali
TIPO DI POSA DELLE CONDUTTURE	A vista
LINEE ENTRO LA STESSA CONDUTTURA	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 1÷2 nei tratti principali ◆ 1 nei tratti secondari
NECESSITA' DI QUALITA' "L.S.O.H."	NO
NECESSITA' DI RESISTENZA AL FUOCO	NO
TIPO DI CAVO NECESSARIO	non propagante l'incendio grado di isolamento 4 (0,6/1 kV) con guaina protettiva adatto alla posa interrata
LIVELLO DI RISCHIO EUROCLASSE CPR	Basso (Cca - s3 - d1 - a3)
SIGLA UNIFICATA DEL CAVO SCELTO	FG16OR16

d) Risultati dei calcoli di dimensionamento delle linee:

I risultati dei calcoli e dei criteri di scelta indicati nei precedenti punti a), b), c) sono riportati negli schemi elettrici allegati. Per ogni insieme "interruttore - linea" sono stati indicati i seguenti parametri:

- ◆ Tensione nominale, potenza nominale, corrente assorbita;
- ◆ Tipo di apparecchiatura di protezione e/o manovra;
- ◆ Corrente nominale, curva di intervento o taratura, corrente differenziale;
- ◆ Tipo di cavo, sezione e composizione della linea, tipo di posa;
- ◆ Lunghezza massima della linea e relativa caduta di tensione;
- ◆ Correnti di cortocircuito ad inizio e a fondo linea;
- ◆ Energia specifica passante (integrale di Joule) e K^2S^2 della linea;
- ◆ Lunghezza massima protetta di linea.

4 Dimensionamento illuminotecnico

Un impianto di illuminazione pubblica deve permettere la circolazione, nelle ore notturne, con facilità e sicurezza, all'utente della strada, sia esso automobilista o pedone, anche se il concetto di funzionalità dell'illuminazione è alquanto diverso per i due, avendo essi diverse esigenze come si può facilmente intuire.

Tali esigenze si traducono in condizioni severe a cui dovrà sottostare l'impianto da realizzare. Infatti le caratteristiche di visibilità sulla strada dipendono da un complesso di fattori, in parte propri dell'illuminotecnica, in parte propri dell'illuminazione stradale, in parte ancora propri delle varie circostanze e situazioni.

Anche se l'intensità e la velocità del traffico rendono più severe le esigenze visive, il problema essenziale da risolvere da parte dell'illuminotecnica è quello di produrre sulla strada i contrasti di luminanza sufficienti a una chiara immagine della strada stessa e degli oggetti presenti su di essa.

Una buona illuminazione stradale fa sì che la luminanza dello sfondo sia maggiore di quella dell'oggetto: in tal modo l'oggetto si distingue dal fondo (costituito dalla carreggiata) e viene percepito dall'occhio dell'osservatore (guidatore).

Inoltre sono importanti l'uniformità della luminanza, per avere un'immagine della via chiara e senza incertezze, e la limitazione dell'abbagliamento.

Pertanto il presente progetto è mirato alla realizzazione di nuovi impianti, in una zona priva di illuminazione artificiale, in modo tale che siano garantiti i seguenti requisiti tecnici:

- adeguati valori di luminanza e di illuminamento di tutte le strade, in modo che essi siano chiaramente riconoscibili dal guidatore e/o dal pedone / ciclista;
- un'uniformità costante delle luminanze e degli illuminamenti, allo scopo di consentire in qualsiasi punto il necessario contrasto di luminanza tra ostacoli e sfondo;
- la limitazione dell'abbagliamento da parte dei punti luce: la loro presenza nel campo visivo del guidatore non deve portare ad una luminanza di adattamento dell'occhio troppo elevata e, quindi, troppo discosta da quella corrispondente alla luminanza media della carreggiata; in tali condizioni, l'occhio necessiterebbe di un ulteriore contrasto di luminanza;
- una sufficiente guida visiva, ossia la reale possibilità, per il guidatore, di riconoscere, nella notte, il tracciato del percorso da seguire, specie nei punti complessi (nel caso specifico curve ed incroci).

Per quanto riguarda gli impianti di illuminazione esterna in oggetto si fa riferimento alla Norma EN 13201 ed alla Norma UNI 11248, seguendo i vari passaggi prestabiliti.

a) Individuazione del tipo di strada e delle relative zone di studio:

Per il caso specifico Via Papa Giovanni XXIII può essere ricondotta alla categoria “strada urbana di quartiere” (tipo E).

b) Identificazione delle categorie illuminotecniche di riferimento:

Visto il tipo di strada, ai sensi della Norma UNI 11248 devono essere adottate le categorie illuminotecniche proposte dalla Norma EN 13201, considerando:

- Flusso di traffico: 50%
- Zone di conflitto: presenti (incroci ed attraversamenti)
- Complessità del compito visivo: ininfluente

Si determina la categoria illuminotecnica di riferimento:

- ✓ Categoria ME3b

Le categorie “ME” sono riferite alle strade destinate ai veicoli con velocità medio/alte, ma nel caso in esame si deve provvedere anche all’illuminamento degli incroci e degli attraversamenti, che sono invece definite “zone di conflitto”.

Per le zone di conflitto riferite alla categoria ME3b, la Norma EN 13201 indica le seguenti categorie:

- ✓ Categoria CE3

c) Determinazione delle categorie illuminotecniche di progetto:

Ai sensi della Norma UNI 11248 le categorie illuminotecniche di riferimento devono essere ulteriormente verificate, ed eventualmente modificate, in base ad un’analisi del rischio della zona in progetto, considerando i vari “parametri di influenza” proposti dalla Norma stessa.

Per il caso in esame la variazione della categoria illuminotecnica tiene conto dei seguenti parametri di influenza:

- ✓ Complessità del compito visivo elevata: +1
- ✓ Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali: -1
- ✓ Adozione di apparecchi con indice di resa del colore ≥ 60 : -1
- ✓ Prossimità di passaggi pedonali: +1

La sommatoria delle variazioni è uguale a zero, di conseguenza le categorie di progetto saranno le stesse di riferimento (ME3b - CE3).

In definitiva per la strada in progetto si adotta la categoria illuminotecnica di progetto ME3b e per la carreggiata e la categoria illuminotecnica di progetto CE3 per gli incroci e gli attraversamenti.

d) Parametri illuminotecnici richiesti:

In base alle categorie precedentemente individuate gli impianti in progetto dovranno garantire le seguenti prestazioni:

STRADA:

- ✓ Luminanza minima mantenuta (L) 1 cd/m²
- ✓ Uniformità minima (U₀); 0,40
- ✓ Uniformità longitudinale minima (U_L); 0,6
- ✓ Indice di abbagliamento debilitante (T_L): 15%

INCROCI - ATTRAVERSAMENTI - PASSAGGI PEDONALI:

- ✓ Illuminamento medio mantenuto (E) 15 lx
- ✓ Uniformità minima (U₀); 0,40

e) Aspetti geometrici degli impianti previsti:

In genere per soddisfare le richieste illuminotecniche determinate con le precedenti classificazioni è possibile adottare delle soluzioni standard di impianto. In particolare i valori di illuminamento / luminanza e di uniformità possono essere raggiunti scegliendo, oltre che la potenza degli apparecchi ed il tipo di ottiche, valori idonei di altezza dei sostegni e di interdistanza tra i vari punti.

Per l'impianto in progetto la disposizione e l'interdistanza dei punti luce è vincolata dall'impianto esistente, mentre l'altezza è scelta in funzione del flusso luminoso degli apparecchi previsti. Di conseguenza si avrà:

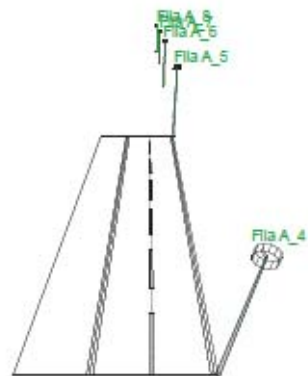
- ✓ Disposizione dei sostegni: unilaterale
- ✓ Altezza dei sostegni: 4,5 m
- ✓ Interdistanza: 18÷20 m

f) Calcoli illuminotecnici:

Si rimanda al fascicolo allegato. I calcoli illuminotecnici sono stati effettuati considerando le curve fotometriche degli apparecchi *Neri* © proposti a progetto.

Note Installazione
Cliente:
Codice Progetto:
Data
Note

COMUNE DI BARDONECCHIA
04/10/2018



Lighting Designer:
Indirizzo:
Tel.-Fax

PREFEL S.A.S.
VIA TORINO 80 BEINASCO
348-8568351 LORENZO MAZZARELLO

Avvertenze:

1.1 Informazioni Area

Superficie	Dimensioni [m]	Angolo*	Colore	Coefficiente Riflessione	Illum.Medio [lux]	Luminanza Media [cd/m²]
xx_STR_Z_1_C_1	18.33x2.19	Plano	RGB=126,126,126	C2 7.01%	25	2.02
xx_STR_Z_1_C_2	18.33x2.19	Plano	RGB=126,126,126	C2 7.01%	23	1.29
xx_STR_Z_2_C_1	18.33x2.39	Plano	RGB=219,54,36	0%	11	—

Dimensioni del Parallelepipedo Contenente l'Area [m]: 18.00x7.40x0.00

1.2 Calcolo Energetico (Suolo)

Area	0.00 m2
Illuminamento Medio	0.00 lx
Potenza Specifica	- W/m2
Potenza Specifica Illuminotecnica	- W/(m2 * 100lx)
Efficienza Energetica	0.00 (m2*lx)/W
Potenza Totale Utilizzata	216.00 W

1.3 Parametri di Qualità dell'Impianto

Superficie	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
Piano di Lavoro (h=0.00 m)	Illuminamento Orizzontale (E)	19 lux	3 lux	42 lux	0.17 1:5.97	0.08 1:12.66	0.46 1:2.16

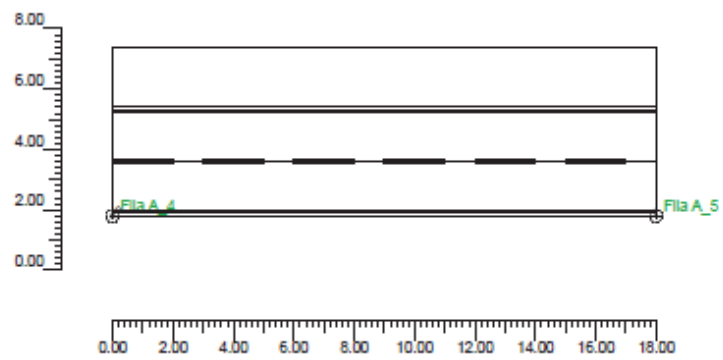
Tipo Calcolo Solo Dir. + Arredi

Inquinamento Luminoso

Rapporto Medio - Rn -
0.00 %

2.1 Vista 2D in Pianta

Scala 1/200



3.1 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rif.	Linea	Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice rilievo)	Apparecchi n.	Rif.Lamp.	Lampade n.
A	CIRCL	CIRCLE R1 ST01 700mA 4K (ST-01)	01SC2B20030CHM3 (ST-01)	LMP-A	1	

3.2 Informazioni Lampade

Rif.Lamp.	Tipo	Codice	Flusso lm	Potenza W	Colore K	n.
LMP-A	LED	R1 27.5W700mA 3K_M	3340	27	3000	8

3.3 Tabella Riepilogativa Apparecchi

Rif.	App.	On	Posizione Apparecchi X[m] Y[m] Z[m]	Rotazione Apparecchi X° Y° Z°	Codice Apparecchio	Coeff. Mant.	Codice Lampada	Flusso lm
A	1	X	-54.00;0.00;4.50	0.0;0.0;0.0	01SC2B20030CHM3		.R1 27.5W700mA 3K_M	1*3340
	2	X	-36.00;0.00;4.50	0.0;0.0;0.0		0.80		
	3	X	-18.00;0.00;4.50	0.0;0.0;0.0		0.80		
	4	X	0.00;0.00;4.50	0.0;0.0;0.0		0.80		
	5	X	18.00;0.00;4.50	0.0;0.0;0.0		0.80		
	6	X	36.00;0.00;4.50	0.0;0.0;0.0		0.80		
	7	X	54.00;0.00;4.50	0.0;0.0;0.0		0.80		
	8	X	72.00;0.00;4.50	0.0;0.0;0.0		0.80		

3.4 Tabella Riepilogativa Puntamenti

Struttura	Fila	Colonna	Rif. 2D	On	Posizione Apparecchi X[m] Y[m] Z[m]	Rotazione Apparecchi X° Y° Z°	Puntamenti X[m] Y[m] Z[m]	R.Asse °	Coeff. Mant.	Rif.
			Fila A_1	X	-54.00;0.00;4.50	0.0;0.0;0.0	-54.00;0.00;0.00	0	0.80	A
			Fila A_2	X	-36.00;0.00;4.50	0.0;0.0;0.0	-36.00;0.00;0.00	0	0.80	A
			Fila A_3	X	-18.00;0.00;4.50	0.0;0.0;0.0	-18.00;0.00;0.00	0	0.80	A
			Fila A_4	X	0.00;0.00;4.50	0.0;0.0;0.0	0.00;0.00;0.00	0	0.80	A
			Fila A_5	X	18.00;0.00;4.50	0.0;0.0;0.0	18.00;0.00;0.00	0	0.80	A
			Fila A_6	X	36.00;0.00;4.50	0.0;0.0;0.0	36.00;0.00;0.00	0	0.80	A
			Fila A_7	X	54.00;0.00;4.50	0.0;0.0;0.0	54.00;0.00;0.00	-180	0.80	A
			Fila A_8	X	72.00;0.00;4.50	0.0;0.0;0.0	72.00;0.00;0.00	0	0.80	A

4.1 Valori di Illuminamento Orizzontale sul Piano di Lavoro

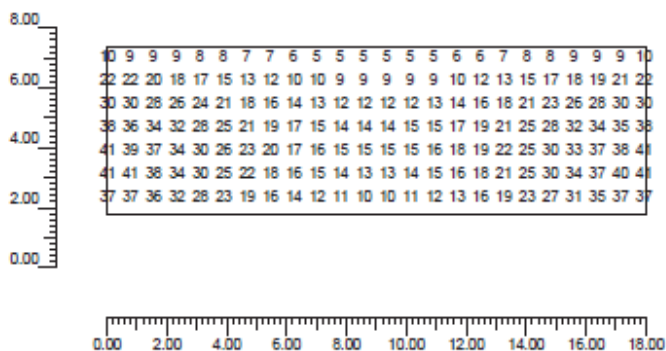
O (x:0.00 y:0.00 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:0.39 DY:0.39	Illuminamento Orizzontale (E)	19 lux	3 lux	42 lux	0.17 1:5.97	0.08 1:12.86	0.46 1:2.16

Tipo Calcolo

Solo Dir. + Arredi

Scala 1/200

Non tutti i punti di calcolo sono visibili



4.2 Valori di Illuminamento su: Piano di Lavoro

O (x:0.00 y:0.00 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:0.39 DY:0.39	Illuminamento Orizzontale (E)	19 lux	3 lux	42 lux	0.17 1:5.97	0.08 1:12.86	0.46 1:2.16

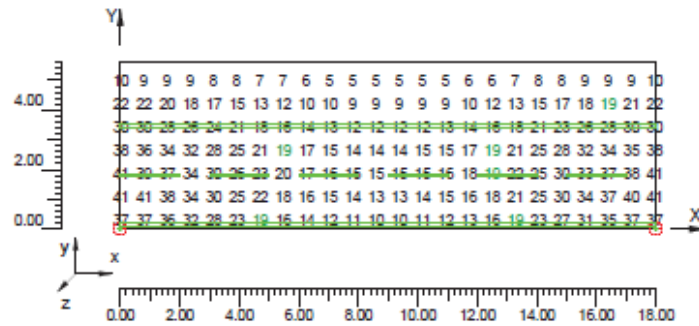
Tipo Calcolo

Solo Dir. + Arredi

Scala 1/200

CV= 0.534

Non tutti i punti di calcolo sono visibili



4.3 Valori di Illuminamento su: work_plane_str_Z_1

O (x:0.00 y:0.00 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:0.39 DY:0.39	Illuminamento Orizzontale (E)	24 lux	10 lux	42 lux	0.42 1:2.40	0.24 1:4.17	0.58 1:1.74

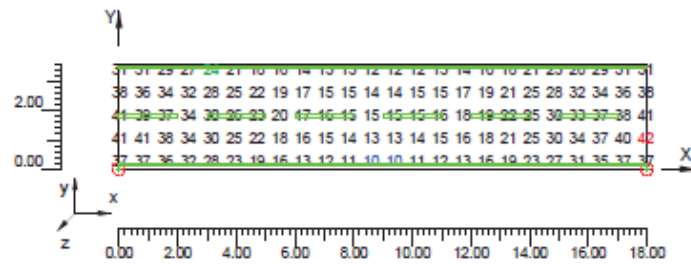
Tipo Calcolo

Solo Dir. + Arredi

Scala 1/200

CV= 0.367

Non tutti i punti di calcolo sono visibili



4.4 Valori di Illuminamento su: Surround 1_A

O (x:0.00 y:3.60 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:0.39 DY:0.39	Illuminamento Orizzontale (E)	11 lux	4 lux	27 lux	0.36 1:2.74	0.16 1:6.41	0.43 1:2.34

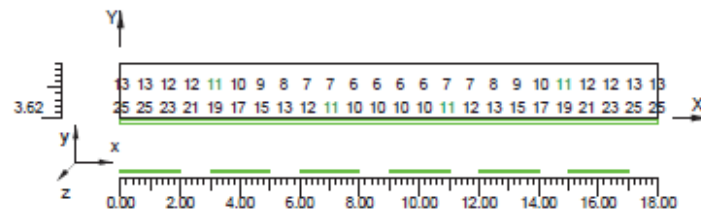
Tipo Calcolo

Solo Dir. + Arredi

Scala 1/200

CV= 0.474

Non tutti i punti di calcolo sono visibili



5 Verifica delle distanze di sicurezza

In accordo con le Norme CEI 64-8 e CEI 11-17 e con il D.M. 21/3/1988, devono essere verificate le seguenti distanze di sicurezza:

Per i pali, i sostegni e gli apparecchi illuminanti:

• Linee aeree di telecomunicazione:	1 m
• Linee aeree elettriche di classe I, in cavo nudo	1 m
• Linee aeree elettriche di classe II e III in cavo nudo:	$3 + (0,015 \times U)$ m
• Linee aeree elettriche di classe II e III in cavo isolato:	$1 + (0,015 \times U)$ m
• Rotaie di tramvie e ferrovie (fuori dall'abitato):	6 m
• Rotaie di tramvie e ferrovie (nell'abitato):	2 m
• Funicolari terrestri:	4 m
• Filovie:	4 m
• Sciovie e seggiovie:	4 m
• Funivie per merci:	2 m
• Autostrade:	25 m
• Pali di sfiato del gas metano:	7,5 m
• Argini di III categoria:	5 m

Per i cavidotti, i pozzetti, e gli altri componenti interrati:

• Cavidotti per telecomunicazione:	0,3 m
• Tubazioni metalliche varie:	0,5 m
• Tubazioni per il gas (condotte 4° e 5° specie) nei parallelismi:	0,5 m
• Tubazioni per il gas (condotte 4° e 5° specie) negli incroci:	0,5 m
• Tubazioni per il gas (condotte 1° 2° e 3° specie) negli incroci:	1,5 m
• Serbatoi per sostanze infiammabili:	1 m

6 Protezione dai contatti diretti (Norma CEI 64-8/4 Art. 412)

Tutti gli impianti, ed in particolare i quadri, dovranno essere realizzati utilizzando componenti tali da rendere inaccessibili le parti in tensione. A queste dovrà esclusivamente accedersi mediante l'ausilio di attrezzi, congiuntamente ad esplicite segnalazioni di avviso e pericolo. In generale la protezione dai contatti diretti sarà fornita a mezzo di:

- ◆ Protezione mediante involucri o barriere;
- ◆ Protezione mediante isolamento delle parti attive;
- ◆ Protezione mediante ostacoli;
- ◆ Protezione mediante distanziamento;
- ◆ Protezione addizionale mediante interruttori magnetotermici differenziali.

7 Protezione dai contatti indiretti (Norma CEI 64-8/4 Art. 413)

Ai sensi della Norma CEI 64-8/4 Art. 413.2 la protezione dai contatti indiretti sarà realizzata mediante l'impiego di componenti (quadri, condutture, linee, corpi illuminanti) in grado di assicurare il grado II di isolamento.

Non sarà pertanto realizzato l'impianto di messa a terra.

Come previsto dalla Norma CEI 64-8 Sez. 714, per gli impianti di illuminazione pubblica la "classe II di isolamento" si intende raggiunta solo se le installazioni complessive garantiscono una resistenza di isolamento verso terra [$M\Omega$] pari a:

$$R \geq 2U_0 / (L + N)$$

dove:

- ◆ U_0 : tensione nominale verso terra, con un minimo di 1kV [kV];
- ◆ L: lunghezza complessiva della linea più lunga, con un minimo di 1 km [km];
- ◆ N: numero massimo di apparecchi illuminanti previsti.

Poichè l'impianto sarà formato da N°37 punti luce, di cui N°27 sulla linea "monte" e N°10 sulla linea "valle", per il caso più sfavorevole (linea monte) dovrà quindi essere soddisfatto:

$$R \geq 2 / (1 + 27)$$

$$R \geq 0,071 M\Omega$$

8 Protezione dai sovraccarichi (Norma CEI 64-8/4 Art. 422)

Per l'impianto elettrico in esame sono stati previsti a protezione dei vari circuiti elettrici, una serie di interruttori automatici tali da assicurare la protezione dai sovraccarichi. In conformità a quanto richiesto dalle Norme CEI 64-8/4 Art. 422.2 la protezione dai sovraccarichi è stata effettuata accertando che, per ogni linea, fossero soddisfatte le relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

- ◆ I_n : corrente nominale della protezione
- ◆ I_b : corrente di impiego della conduttura
- ◆ I_z : portata elettrica della conduttura, dedotta dalle Tabelle CEI-UNEL 35024/6
- ◆ I_f : corrente convenzionale di funzionamento

9 Protezione dai cortocircuiti (Norma CEI 64-8/4 Art. 434)

Deve essere disposta, per ogni linea, la caratteristica della relativa protezione verificando:

1. che il potere di interruzione del dispositivo di protezione sia superiore alla corrente presunta di corto circuito nel punto di installazione

La corrente di cortocircuito all'origine dell'impianto può essere ricavata conoscendo i dati della cabina di trasformazione esistente a monte, o richiedendo i dati all'Ente fornitore (nel caso di sistemi TT). I valori delle correnti di cortocircuito a fondo linea sono invece ricavabili, a favore della sicurezza, dalle tabelle della Norma CEI 11-28 (guida al calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali in bassa tensione).

2. che il tempo di intervento della protezione sia inferiore a quello che porterebbe la temperatura dei conduttori oltre il limite ammissibile secondo la formula:

$$t \leq (k^2 s^2) / I^2$$

la formula sopra riportata si ricava dall'integrale di Joule:

$$\int i^2 dt \leq k^2 s^2$$

che si riferisce all'energia specifica passante sopportabile dal cavo di sezione s in caso di anomalie (k è un coefficiente dipendente dalle caratteristiche costruttive del cavo, mentre si assume per I il valore massimo presunto della corrente di guasto).

10 Protezione dagli effetti termici (Norma CEI 64-8/4 Cap. 42)

Come ulteriore compendio per la protezione degli impianti, si prescrive che sia garantita la protezione dagli incendi, dalle ustioni, e dai surriscaldamenti, mediante le seguenti raccomandazioni:

- ◆ Distanziamento dei componenti che producono sovratemperature, archi e scintille;
- ◆ Utilizzo di involucri incombustibili per gli elementi di cui sopra;
- ◆ Utilizzo di componenti certificati per la loro resistenza termica;
- ◆ Utilizzo di componenti con trattamenti superficiali di isolamento o riduzione della conducibilità termica;
- ◆ Utilizzo di componenti protetti dal contatto accidentale;
- ◆ Utilizzo di componenti che non raggiungono temperature pericolose sulle parti a portata di mano.

11 Protezione dagli abbassamenti di tensione (Norma CEI 64-8/4 Cap. 44)

Per gli impianti in progetto non si prevedono rischi (per le persone e per gli utilizzatori) derivanti dagli abbassamenti di tensione.

Le protezioni sono quindi omesse.

12 Protezione dalle sovratensioni e dalle scariche atmosferiche

In base agli accertamenti condotti applicando la Norma CEI 81-10, si desume che la fulminazione diretta degli elementi dell'impianto è un evento poco probabile. La situazione è invece diversa per quanto concerne le sovratensioni (fulminazione indiretta), che possono interessare le linee (sia quelle proprie dell'impianto sia la rete di distribuzione a monte).

Gli apparecchi illuminanti a led lavorano con tensioni molto basse, di conseguenza sono dotati di isolamenti ridotti, non in grado di resistere alle sovratensioni.

Si procede alla valutazione delle sovratensioni secondo i canoni della Norma CEI-EN 62305:

- 1) Individuazione della struttura (impianto di illuminazione all'aperto)
- 2) Valutazione dei rischi presenti (R1 ed R4)
- 3) Calcolo della frequenza di danno F (componenti C, M, W, Z);
- 4) Confronto frequenza di danno calcolata e frequenza di danno tollerabile.

Il calcolo è eseguito tramite il software applicativo *TNE Zeus 2.6* ©, la cui procedura tiene conto delle Norme CEI-EN 62305 e CEI 81-10 nella loro versione vigente (febbraio 2013) e della Guida CEI 81-29.

In base a quanto calcolato dal software citato, la protezione dalle sovratensioni è necessaria e può essere soddisfatta adottando un S.P.D. di livello IV.

In base all'entità delle sovratensioni (indotte, a bassa energia ed a fronte lento), al punto di impatto (linea e terra) ed alla tensione di tenuta ad impulso delle apparecchiature (1 kV), il S.P.D. dovrà avere queste caratteristiche nominali:

- ✓ Tipo: tipo 2
- ✓ Corrente di scarica I_{imp} 5 kA - I_n 2,5 kA
- ✓ Livello di protezione: < 1 kV

Le caratteristiche determinate sono riconducibili al modello *OBO V20-1+NPE-150* © (tipo 2, correnti di scarica 20/40 kA, livello di protezione 0,5 kV, collegamento N-PE).

Per il caso specifico l'installazione del S.P.D. è intesa sul quadro elettrico generale. Con questa soluzione si limitano le sovratensioni provenienti dalla rete, ma non si proteggono completamente gli apparecchi (le sovratensioni possono interessare anche le linee a valle del quadro). Si rendono quindi necessari S.P.D. collocati nei singoli punti luce (sulle morsettiere dei pali o all'interno degli apparecchi illuminanti).

In base a quanto riportato nelle schede tecniche degli apparecchi illuminanti scelti a progetto, si desume che questi sono dotati di S.P.D. incorporati (di tipo 3 e con livello di protezione < 0,5 kV).

Viste le caratteristiche degli S.P.D. interni agli apparecchi e vista la distanza tra gli apparecchi ed il quadro, si realizza il coordinamento di protezione.