



Regione Lombardia
Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



CODICE
COMMESSA

LIVELLO
PROGETTAZIONE

D.P.R.
207/10

PROGRESSIVO
ELABORATO

CATEGORIA
OPERA

NUMERO
OPERA

REVISIONE

SCALA

E 1 0 B

D

f

0 0 3

I M

- -

R 1

===

TRATTA SARONNO-COMO OPERE SOSTITUTIVE
PL KM 31+267 NEI COMUNI DI CADORAGO E LOMAZZO
Progetto Definitivo

PASSERELLA PEDONALE VIA ALLA FONTE (CADORAGO)
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI ELETTRICI E TVCC

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1	Marzo 2025	REVISIONE A SEGUITO VALIDAZIONE		
	0	Luglio 2024	PRIMA EMISSIONE		

NORD_ING

NORD_ING Srl
IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Laura Stiriti

FERROVIENORD

FERROVIENORD S.p.A.
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA
IL DIRETTORE
Ing. Andrea Lucia Passarelli

Progettista



Collaborazione

ELTEC S.r.l.
Società di ingegneria

Via C. Seganti 73/F int. 5/6 - 47121 Forlì (FC)
Tel. +39-(0543)-473892 E-mail: info@eltec-service.it

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

INDICE

1. RELAZIONE DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO	2
2. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI.....	14

1. RELAZIONE DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO

L'obiettivo principale per il quale si dimensiona l'impianto di illuminazione di una strada o di una pista pedonale è quello di assicurare a chi li percorre, durante le ore serali e notturne, un senso di sicurezza e di comfort.

Ciò si ottiene quando l'illuminazione rende possibile al conducente di una autovettura una corretta verifica del tracciato che si appresta a percorrere ed una veloce identificazione di eventuali pericoli od ostacoli che dovessero trovarsi lungo la carreggiata con particolare riferimento agli attraversamenti pedonali e/o alle aree di conflitto.

Le caratteristiche fotometriche considerate importanti in un impianto di illuminazione pubblica sono le seguenti:

- livello di luminanza sulla strada;
- uniformità nella distribuzione della luminanza sulla strada;
- controllo dell'abbagliamento;
- resa di colore adeguata.

Tali caratteristiche dipendono, tra l'altro, anche dal flusso di traffico previsto nella strada da calcolare.

Per rispettare quanto sopra descritto l'impianto di illuminazione previsto fornirà obbligatoriamente le seguenti prestazioni:

- illuminare il piano stradale con un adeguato livello di luminanza e di uniformità;
- la luce deve avere un angolo di incidenza rispetto al piano di visuale del conducente tale da fornire una elevata visibilità del tracciato;
- utilizzare corpi illuminanti adeguati con lampade aventi una resa di colore adeguata in base all'area presa in oggetto, tenendo conto inoltre delle prescrizioni della Legge Regionale della Lombardia contro l'inquinamento luminoso.

1.1. NOTA GENERALE

Le indicazioni ai tipi e marche commerciali dei materiali, riportate negli elaborati grafici e nei documenti di progetto in genere, sono da intendere solo come dichiarazione di caratteristiche tecniche. Sono ammessi altri tipi e marche purché equivalenti ed approvati dalla D.L. competente alla gestione dell'appalto.

1.2. PRESCRIZIONI ALLE NORME CEI 64.8 – SEZ. 714

Protezione da contatti diretti (Norme CEI 64.8 - Art. 714.412)

La Norma CEI 64.8 Sez. 714 stabilisce che per la protezione da contatti diretti è necessario adottare le seguenti soluzioni impiantistiche:

- Grado di protezione IPXXB solo per i componenti installati a 3 metri o più dal suolo (Ex IP2X).
- Grado di protezione IPXXD (Ex IP4X) per i soli componenti installati a meno di 3 metri.
- Gli apparecchi d'illuminazione stradale muniti di coppa di chiusura delle lampade dovranno avere un grado di protezione IPXXD.
- L'apertura degli involucri per organi d'esercizio dovrà essere possibile solo mediante attrezzi e si raccomanda di provvedere sino a tre metri di altezza, sistemi di chiusura degli involucri richiedenti l'uso di utensili non comuni (chiavi per bulloni a testa triangolare, chiave a brugola ecc.)

Protezione contro i contatti indiretti (Norme CEI 64.8 - Art. 714.413)

Per quanto riguarda la protezione da contatti indiretti per impianti appartenenti al gruppo "B", individuazione con tensione di alimentazione inferiore a 1000V in corrente alternata con la seguente metodologia:

- Impiego di componenti di classe II (doppio isolamento) e perché tale sistema non richiede la messa a terra dei sostegni è necessario dotare cavi con guaina con tensione normale almeno pari a 750/1000V e la tensione di tenuta verso massa di tutti i componenti non deve essere inferiore a 4000V.
- Inoltre, i cavi fanno capo a muffole stagne contenute alla base del palo di classe II e che anche gli apparecchi siano di classe II.
- Tale soluzione è da adottare per l'alimentazione dell'asse stradale composto da apparecchi illuminanti di classe II.
- Messa a terra e interruzione per l'alimentazione per sistemi TT.

- Tale procedura sarà adottata per l'alimentazione del regolatore di flusso realizzando un idoneo impianto di terra costituito da un dispersore a picchetto e corda di rame isolato da 16 mmq che li collega e li connette alla sbarra generale del Quadro Elettrico, ottenendo una resistenza di terra unica di tutto l'impianto che sarà poi a sua volta coordinata con il valore d'intervento della corrente del differenziale preposto all'interruzione automatica del circuito, al fine di ottemperare la relazione:

$$R_a I_a \leq 50 V$$

dove:

R_a = è il valore più elevato della resistenza di terra dei singoli dispersori o la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse (ohm)

I_a = è il valore della corrente d'intervento degli organi di protezione (A)

50V = è il valore della tensione di contatti limite (V).

secondo le Norme CEI 64.8 Art. 413.1.4.2

Resistenza d'isolamento verso terra (Norme CEI 64.8 - Art. 714.311)

La resistenza dell'isolamento dell'intero impianto preposto per il normale funzionamento con l'interruttore generale aperto, ma con tutti gli apparecchi illuminanti inseriti dove ottemperare la seguente relazione:

$$R_{iso} = \frac{2 U_o}{L+N} \quad \text{dove:}$$

U_o = è la tensione normale verso terra in kV

L = è la lunghezza complessiva dei conduttori in Km.

N = è il numero delle lampade del sistema

Il valore dell'isolamento con tensione di prova applicata di 500V non deve essere inferiore a 0,5 MΩ (cautelativo).

Caduta di tensione a fondo linea (Norme CEI 64.8 - Art. 714.525)

Secondo le Norme CEI 64.8 Sez. V2 art. 714.525 la caduta di tensione fondo linea non deve superare il 5% della tensione nominale dell'impianto.

Protezione della sezione d'incastro delle strutture metalliche

La sezione di incastro dei pali metallici con formazione di calcestruzzo non affiorante dal terreno dovrà essere protetta adeguatamente dalla corrosione mediante una fascia catramata e ricoperta di un collare in cls.

Distanziamenti dei sostegni e degli apparecchi di illuminazione dei conduttori di linee esterne

Per i distanziamenti dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dei conduttori o linee elettriche non devono essere inferiori a:

1 m di conduttori di classe 0 e 1;

$3 + 0,015U$ m dei conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea espressa in kV.

1.3. PRESCRIZIONI ILLUMINOTECNICHE

1.3.1. *Considerazioni generali sulle Norme UNI EN 11248*

Le Norme UNI 11248 (ottobre 2016) forniscono le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada e pista pedonale, identificata e definita in modo esaustivo nelle Norme UNI 13201-2 / 2016 mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica. Le Norme si basano, nei loro principi fondamentali, sui contenuti scientifici del rapporto tecnico CIE 115 e recepisce i principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici previsti nel rapporto tecnico CEN/TER 13201-1.

A tal fine introducono il concetto di parametro di influenza e la richiesta di valutazione dei rischi da parte del progettista.

Le Norme UNI 11248 individuano le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada/marciapiede ed in particolare:

- indicano come classificare una zona esterna destinata al traffico ai fini della determinazione della categoria che le compete;
- forniscono la procedura per la selezione nella categoria illuminotecnica che compete alla zona classificata;
- identificano gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale ed attraverso la valutazione dei rischi, permette il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale;
- forniscono prescrizioni sulle griglie di calcolo per gli algoritmi delle Norme UNI EN 13201-3 e le misurazioni in loco tratte dalle Norme UNI EN 13201-4.

I parametri individuati nelle presenti Norme consentono di identificare una categoria illuminotecnica conoscendo:

- la classe della strada/pista nella zona di studio;
- la geometria della zona di studio;
- l'utilizzazione della zona di studio;
- l'influenza dell'ambiente circostante.

Inoltre, consentono di adottare le condizioni di illuminazione più idonee, in base allo stato attuale delle conoscenze, perseguendo anche un uso razionale dell'energia e con il contenimento del flusso luminoso disperso.

1.3.2. Criteri di individuazione delle categorie illuminotecniche

Definizione della categoria illuminotecnica di riferimento

- suddividere la strada in una o più zone di strada con condizioni omogenee dei pari parametri di influenza;
- per ogni zona di studio identificare il tipo di strada;
- nota del tipo di strada individuabile con l'ausilio del prospetto 1 (UNI 11248) la categoria illuminotecnica di riferimento.

Definizione della categoria illuminotecnica di progetto

Nota la categoria illuminotecnica di riferimento, valutare i parametri di influenza nel prospetto 2 (UNI 11248) secondo quanto indicato nel punto 7 (analisi dei rischi) e, considerando anche gli aspetti del contenimento dei consumi energetici, decidere se considerare la categoria illuminotecnica di riferimento con quella di progetto o modificarla, seguendo le indicazioni informative dei vari prospetti.

Definizione della categoria illuminotecnica di esercizio

In base alle considerazioni esposte dal punto 7 (analisi dei rischi) e gli aspetti relativi al contenimento dei consumi energetici, in traduzione, se necessario, una o più categorie illuminotecniche d'esercizio, specificando chiaramente le condizioni dei parametri di influenza che rendono corretto il funzionamento dell'impianto secondo la data categoria.

Il progettista, nell'analisi del rischio, può decidere di non definire la categoria illuminotecnica di riferimento e determinando direttamente la categoria illuminotecnica di progetto. Per la valutazione dei parametri di influenza ancora seguire le prescrizioni del punto 7 e per la suddivisione in zone di studio ancora attenersi ai criteri esplicitati al punto 8. L'adozione di impianti con le caratteristiche variabili (variazione del flusso luminoso emesso) purché nel rispetto dei requisiti previsti dalla categoria illuminotecnica d'esercizio corrispondente, può rappresentare una soluzione per assicurare condizioni di risparmio energetico nell'esercizio e di contenimento del flusso luminoso emesso verso l'alto.

Nota

I valori dei parametri illuminotecnici specifici per ogni categoria sono intesi come minimi mantenibili durante tutto il periodo di vita utile dell'impianto di illuminazione.

In conseguenza, per la luminanza e l'illuminamento, i valori iniziali di progetto misurabili per un impianto di illuminazione dovranno essere più elevati di quelli specificati per tenere conto, per esempio del deperimento delle lampade, della tolleranza di fabbricazione e dell'incertezza sui valori di coefficiente di luminanza "r", della pavimentazione stradale e dell'incertezza di misura in fase di verifica e di collaudo.

Valori normativi di riferimento

Di seguito si riportano i principali prospetti della norma tecnica ai quali si farà riferimento ai fini del dimensionamento illuminotecnico.

1.3.3. Classificazione delle strade ed individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento

Prospetto 1

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità [km h-1]	Categoria illuminotecnica di riferimento
A ₁	Autostrade extraurbane	130 - 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade	70 - 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle autostrade principali	70 - 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 ¹⁾)	70 - 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento	70	M2
		50	
E	Strade urbane interquartiere	50	M2
	Strade urbane di quartiere	50	M3
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 ¹⁾)	70 - 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M3
		30	P2
	Strade locali urbane	50	M3
	Strade locali urbane: centri storici; isole ambientali; zone 30	30	C3
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/ P2
	Strade locali interzonali	50	
		30	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

- 1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n° 6792 del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
- 2) Per strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria compatibile a questa (prospetto 5)
- 3) Vedere le osservazioni al punto 6.3
- 4) Secondo la Legge 1° agosto 2003 numero 214

Prestazioni richieste in base alla categoria illuminotecnica di riferimento (Norme UNI EN 13201-2 integrata con prescrizioni Norme UNI 11248)

CLASSI M:

Classe	Luminanza della carreggiata	Uniformità		Contrasto di soglia	Illuminamento aree circostanti
	L [cd/m²]	U_o	U_L	TI%	SR
M1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
M2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
M3	1,0	0,4	0,6	15	0,5
M4	0,75	0,4	0,6	15	0,5
M5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
M6	0,3	0,35	0,4	15	N.R.

Dove:

L	:	Valore della luminanza del manto stradale ed espresso in cd/m ²
U_o	:	Rapporto tra la luminanza minima e luminanza media
U_L	:	Valore minimo dell'uniformità longitudinale delle corsie di marcia della carreggiata
TI%	:	Misura della perdita di visibilità causata dall'abbagliamento degli apparecchi di un impianto di illuminazione stradale
SR	:	Rapporto tra l'illuminamento medio sulla fascia appena fuori dei bordi della carreggiata e l'illuminamento medio sulle fasce appena all'interno dei bordi

CLASSI C:

Classe	Illuminazione orizzontale	Uniformità	Contrasto di soglia
	\bar{E} [lx]	U_0	$TI\%$
C0	50	0,4	10
C1	30	0,4	10
C2	20	0,4	10
C3	15	0,4	15
C4	10	0,4	15
C5	7,5	0,4	15

CLASSI P:

Classe	Illuminazione orizzontale		Contrasto di soglia
	\bar{E} [lx]	E_{min}	$TI\%$
P1	15	3	15
P2	10	2	15
P3	7,5	1,5	15
P4	5	1	20
P5	3	0,6	20
P6	2	0,4	20
P7	prestazioni non determinate		

Sommario dei requisiti illuminotecnici secondo EN 13201-1

	<i>Classe illuminotecnica</i>	<i>Parametro di riferimento</i>	<i>Utilizzo prevalente</i>
•	M	Luminanza	Carreggiata stradale con prevalente traffico motorizzato a fondo prevalentemente asciutto
•	MW	Luminanza	Carreggiata stradale con prevalente traffico motorizzato a fondo prevalentemente bagnato
•	C	Illuminamento orizzontale	Aree di conflitto come strade commerciali, incroci, rotonde, sotto-passi, ecc.
•	P	Illuminamento orizzontale	Strade pedonali, piste ciclabili, campi scuola, parcheggi
•	SC	Illuminamento semicilindrico	Classe aggiuntiva per aumentare il senso di sicurezza e ridurre la propensione all'aggressione
•	EV	Illuminamento verticale	Classe aggiuntiva per facilitare la percezione di piani verticali come passaggi pedonali da utilizzare congiuntamente alle altre classi di base

1.3.4. Livelli di prestazione visiva

In linea esemplificativa si riporta la tabella comparativa dove si evince l'equilibrio tra i diversi requisiti dei parametri illuminotecnici:

COORDINAMENTO DEI LIVELLI DI PRESTAZIONE VISIVA						
1. Luminanza		M1	M2	M3	M4	M5
2. Luminanza		MW1	MW2	MW3	MW4	MW5
3. E. orizzontali	C0	C1	C2	C3	C4	C5
4. E. orizzontali				P1	P2	P3
5. E. semicilindrici	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6
6. E. verticali	EV1-2	EV3	EV4	EV5		

1.3.5. Definizione della categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio

La valutazione dei parametri di influenza per la definizione della categoria illuminotecnica di progetto viene effettuata mediante l'interpretazione del Prospetto 2, per quanto attinente all'applicazione dei parametri di riduzione, e del Prospetto 3; per quanto attinente all'applicazione di rimedi alle condizioni di complessità di esercizio dell'impianto, della norma UNI 11248 successivamente riportati:

Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica in relazione ai parametri di influenza

[Prospetto 3 estrapolato dalla Norma UNI 11248]

Parametro di influenza		Variazione categoria illuminotecnica	Non si applica a	
Compito visivo normale		-1	A ₁	
Condizioni non conflittuali				
Flusso di traffico <50% rispetto al massimo				
Flusso di traffico <25% rispetto al massimo		-2		
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali		-1		
Colore della luce	con indice di resa dei colori maggiore o uguale a 60 si può ridurre la categoria illuminotecnica	-1 ^{*)}	-	
	con indice di resa dei colori minore di 30 si deve incrementare la categoria illuminotecnica	1		
Pericolo di aggressione		1		
Presenza di svincoli e/o intersezioni a raso				
Prossimità di passaggi pedonali				
Prossimità di dispositivi rallentatori				
*) In relazione a esigenze di visione periferica verificate nell'analisi dei rischi.				

Tutte le terminologie e le definizioni, relative alla identificazione dei coefficienti e comunque dei valori necessari per i calcoli, sono esclusivamente quelli utilizzati dalle norme CEI EN 13201-2 e pubblicazioni CIE 17.4:1987 sopramenzionate.

In particolare, si intende per:

- Luminanza media mantenuta, indicata con il termine L_m, è il rapporto tra l'intensità luminosa di una sorgente nella direzione di un osservatore e la superficie emittente apparente così come viene vista dall'osservatore stesso, ed è espressa in cd/m²;
- Rapporto di uniformità U₀, il rapporto fra luminanza minima e luminanza media su tutta la strada;

- Rapporto di uniformità UI, il rapporto fra luminanza minima e massima lungo la mezzeria di ciascuna corsia;
- Illuminamento medio mantenuto, indicato con il termine E, è il rapporto tra il flusso luminoso emesso da una sorgente, e l'unità di superficie dell'oggetto illuminato, ed è espresso in lux;
- Illuminamento minimo mantenuto, indicato con il termine Emin, è il più basso valore di illuminamento mantenuto sulla superficie stradale, ed è espresso in lux;
- Indice dell'abbagliamento debilitante, indicato con il termine TI, è l'abbagliamento prodotto dai centri luminosi, che può compromettere la visione, senza necessariamente provocare una forte sensazione fastidiosa.

Il coefficiente di manutenzione utilizzato nei calcoli tiene conto della riduzione del rendimento luminoso degli apparecchi di illuminazione per effetto dell'insudiciamento delle ottiche e del deperimento dei riflettori.

Nei calcoli è stato utilizzato un coefficiente di manutenzione maggiormente restrittivo, a favore della sicurezza, pari a 0,90.

1.4. CALCOLI ILLUMINOTECNICI

I calcoli illuminotecnici sono allegati in calce alla presente relazione, qui di seguito vengono riportati i risultati.

Rif.to	Emedio	Emin.	Emax	U ₀
Pista pedonale	41,1 lx	26,9 lx	56,1 lx	0,65
Passerella	172 lx	48 lx	224 lx	0,279

2. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI

Oggetto della presente specifica è l'esposizione delle norme di carattere generale e particolare per il calcolo dei cavi di alimentazione relativo agli impianti di illuminazione e sollevamento in oggetto. Il calcolo è stato realizzato sulla condizione di posa peggiorativa che risulta essere cavidotto interrato in bauletto di calcestruzzo. Ovviamente tale valore è cautelativo laddove ci sono tratti di progetto di cavidotto direttamente interrato.

La sezione dei cavi previsti a progetto è riportata sugli schemi allegati al progetto.

Le condizioni di impiego essenzialmente saranno per una posa interrata od entro tubazioni in polietilene e saranno del tipo unipolare o multipolare destinati entro tubi protettivi circolari con le seguenti condizioni ambientali:

- Temperatura massima: + 20°C;
- Temperatura minima: - 5°C

2.1. Dimensionamento dei conduttori

Il dimensionamento dei conduttori è eseguito per assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio.

Le altre considerazioni che hanno influenzato la sezione del conduttore, coordinate con l'organo di protezione sono:

Protezione contro i sovraccarichi verificando:

$$I_z \geq I_n \geq I_b$$

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

Dove:

- I_b = è la corrente di regime
- I_n = è la corrente nominale degli organi di protezione
- I_z = è la portata del conduttore nelle condizioni di posa previste
- I_f = è la corrente di sicurezza di funzionamento della protezione

protezione contro i corto-circuiti verificando:

- tutti gli apparecchi di protezione sono stati scelti in modo che l'energia specifica lasciata passare (I_2t) sia inferiore a quella della linea e delle apparecchiature da proteggere;
- la caduta di tensione non sia superiore a quella prevista del 5%;

- la lunghezza massima protetta non è riportata nei documenti allegati, ma è ugualmente verificata dal calcolo computerizzato effettuato, anche se non richiesto dalle normative, in quanto i conduttori sono tutti verificati per la protezione contro i sovraccarichi.

2.2. Corrente massima (portata) nelle condizioni di posa previste così ricalcolata

Dalle tabelle CEI-UNEL 35026 si avrà:

$$I_z = I_o \times K1 \times K7$$

Dove:

- I_o : portata con temperatura del terreno a 20°C relativo al metodo di installazione previsto, ricavato dalla tabella 1
- $K1$: è il fattore di correzione per temperatura ambiente diversa da 20°C (tabella II)
- $K7$: è il fattore di correzione per più circuiti installati in fascio o strato (tabella IV CEI UNEL 35024/1)

2.3. Livello di isolamento

La resistenza di isolamento dell'impianto predisposto per il normale funzionamento con l'interruttore generale aperto, ma con tutti gli apparecchi illuminanti inseriti dovrà soddisfare la seguente relazione:

$$R_{iso} < \frac{2}{(L+N)} \text{ M}\Omega$$

dove

- L = è la lunghezza massima della linea in chilometri (con un minimo di 1km)
- N = è il numero degli apparecchi illuminanti connessi

2.4. Caduta di tensione

La tensione di alimentazione influisce direttamente sull'emissione luminosa degli apparecchi di illuminazione

Le Norme CEI 64.8 Sez. 714 Art. 525 prescrivono che la caduta di tensione lungo la linea di alimentazione, calcolata a pieno carico e trascurando il transitorio di accensione, non sia superiore

del valore nominale della tensione di alimentazione, salvo più severe limitazioni in relazione al tipo di lampada.

2.5. Lettura tabelle di verifica

Dati della linea	Icc a monte (kA)	Corrente di corto circuito trifase massima a monte del quadro
	Da	Quadro di origine
	a	Denominazione circuito
	Protezione In (A)	Valore nominale della corrente del dispositivo di protezione
	Curva / Ir	Curva di intervento / Taratura sganciatore termico
	Tipo di Posa	Tipologia di posa prevalente dei conduttori
	Tipo di Cavo	Sigla identificativa della tipologia di cavo
	Sezione e Formazione	Numero e sezione dei conduttori
	Lung. (m)	Lunghezza della linea
	n° circuiti adiacenti	Numero di circuiti adiacenti ai fini della dissipazione termica
	Potenza Pn (kW)	Valore della potenza nominale del carico
	Fattore di potenza Cos f	Fattore di potenza del carico
	Coeff. Contemp. Kc	Coefficiente di contemporaneità
	Coeff. Utilizz. Ku	Coefficiente di utilizzazione
	Tensione Vn (V)	Valore della tensione nominale a monte della linea
Calcolo Portata	Corrente d'impiego Ib (A)	Valore della corrente di impiego
	Protezione In (A)	Valore nominale della corrente del dispositivo di protezione
	Portata Iz (A)	Valore della portata del cavo
	Verifica $I_b \leq I_n \leq I_z$	Risultato della verifica della portata

Calcolo Caduta di Tensione	Temp. di lavoro (°C)	Temperatura di lavoro del cavo
	Perdite di linea (kW)	Valore delle perdite di linea
	DV (V)	Valore della caduta di tensione
	DV%	Caduta di tensione percentuale
	Tensione al carico (V)	Valore della tensione al carico
	Verifica DV%	Risultato della verifica della caduta di tensione
Calcolo Correnti di c.to c.to	Icc max 3F inizio linea (kA)	Valore della corrente di corto circuito trifase a inizio linea
	Icc min 3F fine linea (kA)	Valore calcolato della corrente di corto circuito trifase a fine linea
	Icc min FN fine linea (kA)	Valore calcolato della corrente di corto circuito monofase a fine linea
	Verifica Icc	Risultato della verifica della corrente di corto circuito

Icc a monte (kA)	Da	a	Protezione In (A)	Curva / Ir	Tipo di Posa	Tipo di Cavo	Sezione e Formazione	Lung. (m)
10	Q.C - QUADRO CONTATORE							
	Q.C - Sez. UNICA	ARRIVO DAL CONTATORE			tubo in aria	FG16R16	4(1x16°)	12
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO ILL.NE PUBBLICA	4x25 A	D	tubo in aria	FG16OR16	5x6°	8
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO FORZA MOTRICE	4x40 A	D	tubo in aria	FG16R16	5(1x10°)	10
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO TVCC	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4°	4
5,55	Q.FM - QUADRO FORZA MOTRICE							
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. ASCENSORE "A"	4x25 A	C	tubo interrato	FG16OR16	5x6°	28
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. ILL.NE ASCENSORE "A"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5°	24
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. ASCENSORE "B"	4x25 A	C	tubo interrato	FG16OR16	5x6°	60
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. ILL.NE ASCENSORE "B"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5°	54
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. POMPA VANO CORSA ASC. "A"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5°	22
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. POMPA VANO CORSA ASC. "B"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5°	58
4,65	Q.IP - QUADRO ILL.NE PUBBLICA							
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE ESTERNI CIRC. 1	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6°)	212
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE SCALE CIRC. 2	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6°)	82
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE DI SICUREZ. CIRC. 2	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	3(1x2,5°)	82
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE PASSERELLA CIRC. 3	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6°)	68
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE DI SICUREZ. CIRC. 3	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	3(1x2,5°)	68
3,90	Q.TVCC - QUADRO IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA							
	Q.TVCC - Sez. UNICA	ALIM. A UPS CONTINUITA'	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4°	4
	Q.TVCC - Sez. UNICA	ALIM. DA UPS CONTINUITA'	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4°	4

															Calcolo Portata			
Icc a monte (kA)	Da	a	Protezione In (A)	Curva / Ir	Tipo di Posa	Tipo di Cavo	Sezione e Formazione	Lung. (m)	n° circuiti adiacenti	Potenza Pn (kW)	Fattore di potenza Cos φ	Coeff. Contemp. Kc	Coeff. Utilizz. Ku	Tensione Vn (V)	Corrente d'impiego Ib (A)	Protezione In (A)	Portata Iz (A)	Verifica Ib ≤ In ≤ Iz
10	Q.C - QUADRO CONTATORE															Potenza contemporanea nel quadro: 5,5 kW		
	Q.C - Sez. UNICA	ARRIVO DAL CONTATORE			tubo in aria	FG16R16	4(1x16")	12	1								88	
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO ILL.NE PUBBLICA	4x25 A	D	tubo in aria	FG16OR16	5x6"	8	1	1,10	0,95	1	1	400	1,7	25	51	✓
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO FORZA MOTRICE	4x40 A	D	tubo in aria	FG16R16	5(1x10")	10	1	3,40	0,85	1	1	400	5,8	40	66	✓
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO TVCC	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	1,00	0,95	1	1	230	4,6	16	40	✓
5,55	Q.FM - QUADRO FORZA MOTRICE															Potenza contemporanea nel quadro: 3,4 kW		
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. ASCENSORE "A"	4x25 A	C	tubo interrato	FG16OR16	5x6"	28	1	5,70	0,8	0,25	1	400	10,3	25	49	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. ILL.NE ASCENSORE "A"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	24	1	0,15	0,95	1	1	230	0,7	10	23	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. ASCENSORE "B"	4x25 A	C	tubo interrato	FG16OR16	5x6"	60	1	5,70	0,8	0,25	1	400	10,3	25	49	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. ILL.NE ASCENSORE "B"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	54	1	0,15	0,95	1	1	230	0,7	10	23	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. POMPA VANO CORSA ASC. "A"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	22	1	0,50	0,8	0,25	1	230	2,7	10	23	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. POMPA VANO CORSA ASC. "B"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	58	1	0,50	0,8	0,25	1	230	2,7	10	23	✓
4,65	Q.IP - QUADRO ILL.NE PUBBLICA															Potenza contemporanea nel quadro: 1,1 kW		
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE ESTERNI CIRC. 1	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	212	1	0,25	0,95	1	1	230	1,1	16	44	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE SCALE CIRC. 2	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	82	2	0,40	0,95	1	1	230	1,8	16	35	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE DI SICUREZ. CIRC. 2	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	3(1x2,5")	82	2	0,20	0,95	1	1	230	0,9	16	22	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE PASSERELLA CIRC. 3	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	68	2	0,20	0,95	1	1	230	0,9	16	35	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE DI SICUREZ. CIRC. 3	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	3(1x2,5")	68	2	0,05	0,95	1	1	230	0,2	16	22	✓
3,90	Q.TVCC - QUADRO IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA															Potenza contemporanea nel quadro: 1 kW		
	Q.TVCC - Sez. UNICA	ALIM. A UPS CONTINUITA'	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	2,00	0,95	0,5	0,5	230	4,6	16	40	✓
	Q.TVCC - Sez. UNICA	ALIM. DA UPS CONTINUITA'	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	2,00	0,95	0,5	0,5	230	4,6	16	40	✓

Calcolo Caduta di Tensione															DV	DV%	Tensione al carico (V)	Verifica DV%
Icc a monte (kA)	Da	a	Protezione In (A)	Curva / Ir	Tipo di Posa	Tipo di Cavo	Sezione e Formazione	Lung. (m)	n° circuiti adiacenti	Potenza Pn (kW)	Fattore di potenza Cos φ	Coeff. Contemp. Kc	Coeff. Utilizz. Ku	Tensione Vn (V)	(V)			
10	Q.C - QUADRO CONTATORE																	
	Q.C - Sez. UNICA	ARRIVO DAL CONTATORE			tubo in aria	FG16R16	4(1x16")	12	1							0,000		
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO ILL.NE PUBBLICA	4x25 A	D	tubo in aria	FG16OR16	5x6"	8	1	1,10	0,95	1	1	400	0,068	0,02	400	✓
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO FORZA MOTRICE	4x40 A	D	tubo in aria	FG16R16	5(1x10")	10	1	3,40	0,85	1	1	400	0,160	0,04	400	✓
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO TVCC	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	1,00	0,95	1	1	230	0,083	0,04	230	✓
5,55	Q.FM - QUADRO FORZA MOTRICE																	
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. ASCENSORE "A"	4x25 A	C	tubo interrato	FG16OR16	5x6"	28	1	5,70	0,8	0,25	1	400	1,334	0,33	399	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. ILL.NE ASCENSORE "A"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	24	1	0,15	0,95	1	1	230	0,194	0,08	230	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. ASCENSORE "B"	4x25 A	C	tubo interrato	FG16OR16	5x6"	60	1	5,70	0,8	0,25	1	400	2,859	0,71	397	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. ILL.NE ASCENSORE "B"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	54	1	0,15	0,95	1	1	230	0,438	0,19	230	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. POMPA VANO CORSA ASC. "A"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	22	1	0,50	0,8	0,25	1	230	0,816	0,27	229	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. POMPA VANO CORSA ASC. "B"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	58	1	0,50	0,8	0,25	1	230	1,624	0,71	228	✓
4,65	Q.IP - QUADRO ILL.NE PUBBLICA																	
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE ESTERNI CIRC. 1	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	212	1	0,25	0,95	1	1	230	0,715	0,31	229	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE SCALE CIRC. 2	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	82	2	0,40	0,95	1	1	230	0,447	0,19	230	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE DI SICUREZ. CIRC. 2	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	3(1x2,5")	82	2	0,20	0,95	1	1	230	0,536	0,23	229	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE PASSERELLA CIRC. 3	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	68	2	0,20	0,95	1	1	230	0,184	0,08	230	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE DI SICUREZ. CIRC. 3	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	3(1x2,5")	68	2	0,05	0,95	1	1	230	0,110	0,05	230	✓
3,90	Q.TVCC - QUADRO IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA																	
	Q.TVCC - Sez. UNICA	ALIM. A UPS CONTINUITA'	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	2,00	0,95	0,5	0,5	230	0,083	0,04	230	✓
	Q.TVCC - Sez. UNICA	ALIM. DA UPS CONTINUITA'	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	2,00	0,95	0,5	0,5	230	0,083	0,04	230	✓

Calcolo Corr. di c.to c.to																		
Icc a monte (kA)	Da	a	Protezione In (A)	Curva / Ir	Tipo di Posa	Tipo di Cavo	Sezione e Formazione	Lung. (m)	n° circuiti adiacenti	Potenza Pn (kW)	Fattore di potenza Cos φ	Coeff. Contemp. Kc	Coeff. Utilizz. Ku	Tensione Vn (V)	Icc max 3F inizio linea (kA)	Icc min 3F fine linea (kA)	Icc min FN fine linea (kA)	Verifica Icc
10	Q.C - QUADRO CONTATORE															Potenza contemporanea nel quadro: 5,5 kW		
	Q.C - Sez. UNICA	ARRIVO DAL CONTATORE			tubo in aria	FG16R16	4(1x16")	12	1						10,00			
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO ILL.NE PUBBLICA	4x25 A	D	tubo in aria	FG16OR16	5x6"	8	1	1,10	0,95	1	1	400	10,00	4,65	2,83	✓
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO FORZA MOTRICE	4x40 A	D	tubo in aria	FG16R16	5(1x10")	10	1	3,40	0,85	1	1	400	10,00	5,55	3,60	✓
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO TVCC	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	1,00	0,95	1	1	230	10,00	3,90	2,27	✓
5,55	Q.FM - QUADRO FORZA MOTRICE															Potenza contemporanea nel quadro: 3,4 kW		
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. ASCENSORE "A"	4x25 A	C	tubo interrato	FG16OR16	5x6"	28	1	5,70	0,8	0,25	1	400	5,55	1,54	0,87	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. ILL.NE ASCENSORE "A"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	24	1	0,15	0,95	1	1	230	5,55	0,31	0,16	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. ASCENSORE "B"	4x25 A	C	tubo interrato	FG16OR16	5x6"	60	1	5,70	0,8	0,25	1	400	5,55	0,82	0,43	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. ILL.NE ASCENSORE "B"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	54	1	0,15	0,95	1	1	230	5,55	0,14	0,07	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. POMPA VANO CORSA ASC. "A"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	22	1	0,50	0,8	0,25	1	230	5,55	0,34	0,17	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. POMPA VANO CORSA ASC. "B"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	58	1	0,50	0,8	0,25	1	230	5,55	0,13	0,07	✓
4,65	Q.IP - QUADRO ILL.NE PUBBLICA															Potenza contemporanea nel quadro: 1,1 kW		
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE ESTERNI CIRC. 1	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	212	1	0,25	0,95	1	1	230	4,65	0,15	0,07	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE SCALE CIRC. 2	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	82	2	0,40	0,95	1	1	230	4,65	0,36	0,19	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE DI SICUREZ. CIRC. 2	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	3(1x2,5")	82	2	0,20	0,95	1	1	230	4,65	0,16	0,08	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE PASSERELLA CIRC. 3	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	68	2	0,20	0,95	1	1	230	4,65	0,43	0,22	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE DI SICUREZ. CIRC. 3	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	3(1x2,5")	68	2	0,05	0,95	1	1	230	4,65	0,19	0,09	✓
3,90	Q.TVCC - QUADRO IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA															Potenza contemporanea nel quadro: 1 kW		
	Q.TVCC - Sez. UNICA	ALIM. A UPS CONTINUITA'	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	2,00	0,95	0,5	0,5	230	3,90	2,42	1,69	✓
	Q.TVCC - Sez. UNICA	ALIM. DA UPS CONTINUITA'	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	2,00	0,95	0,5	0,5	230	3,90	2,42	1,69	✓

CALCOLO APPROSSIMATO RESISTENZA DI TERRA

Dati

ρE	50	Ωm	Resistività del terreno (stimata)
<u>Dispensori a picchetto:</u>			
L	2	m	Lunghezza picchetto
n	3		Numero dispersori
<u>Corda nuda:</u>			
L	18	m	Lunghezza corda nuda

Calcoli

R_p	25,00	Ω	Resistenza di terra per singolo dispersore a picchetto
REp	8,33	Ω	Restenza di terra totale per n picchetti in parallelo
Rcu	5,56	Ω	Resistenza di terra per corda nuda
$REtot$	3,33	Ω	Resistenza di terra totale

Formule utilizzate

$R_p = \frac{\rho E}{L}$	$REp = \frac{R_p}{n}$
$Rcu = \frac{2\rho E}{L}$	$REtot = \frac{1}{\frac{1}{REp} + \frac{1}{Rcu}}$

INDICE

1. RELAZIONE DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO	2
2. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI.....	14

1. RELAZIONE DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO

L'obiettivo principale per il quale si dimensiona l'impianto di illuminazione di una strada o di una pista pedonale è quello di assicurare a chi li percorre, durante le ore serali e notturne, un senso di sicurezza e di comfort.

Ciò si ottiene quando l'illuminazione rende possibile al conducente di una autovettura una corretta verifica del tracciato che si appresta a percorrere ed una veloce identificazione di eventuali pericoli od ostacoli che dovessero trovarsi lungo la carreggiata con particolare riferimento agli attraversamenti pedonali e/o alle aree di conflitto.

Le caratteristiche fotometriche considerate importanti in un impianto di illuminazione pubblica sono le seguenti:

- livello di luminanza sulla strada;
- uniformità nella distribuzione della luminanza sulla strada;
- controllo dell'abbagliamento;
- resa di colore adeguata.

Tali caratteristiche dipendono, tra l'altro, anche dal flusso di traffico previsto nella strada da calcolare.

Per rispettare quanto sopra descritto l'impianto di illuminazione previsto fornirà obbligatoriamente le seguenti prestazioni:

- illuminare il piano stradale con un adeguato livello di luminanza e di uniformità;
- la luce deve avere un angolo di incidenza rispetto al piano di visuale del conducente tale da fornire una elevata visibilità del tracciato;
- utilizzare corpi illuminanti adeguati con lampade aventi una resa di colore adeguata in base all'area presa in oggetto, tenendo conto inoltre delle prescrizioni della Legge Regionale della Lombardia contro l'inquinamento luminoso.

1.1. NOTA GENERALE

Le indicazioni ai tipi e marche commerciali dei materiali, riportate negli elaborati grafici e nei documenti di progetto in genere, sono da intendere solo come dichiarazione di caratteristiche tecniche. Sono ammessi altri tipi e marche purché equivalenti ed approvati dalla D.L. competente alla gestione dell'appalto.

1.2. PRESCRIZIONI ALLE NORME CEI 64.8 – SEZ. 714

Protezione da contatti diretti (Norme CEI 64.8 - Art. 714.412)

La Norma CEI 64.8 Sez. 714 stabilisce che per la protezione da contatti diretti è necessario adottare le seguenti soluzioni impiantistiche:

- Grado di protezione IPXXB solo per i componenti installati a 3 metri o più dal suolo (Ex IP2X).
- Grado di protezione IPXXD (Ex IP4X) per i soli componenti installati a meno di 3 metri.
- Gli apparecchi d'illuminazione stradale muniti di coppa di chiusura delle lampade dovranno avere un grado di protezione IPXXD.
- L'apertura degli involucri per organi d'esercizio dovrà essere possibile solo mediante attrezzi e si raccomanda di provvedere sino a tre metri di altezza, sistemi di chiusura degli involucri richiedenti l'uso di utensili non comuni (chiavi per bulloni a testa triangolare, chiave a brugola ecc.)

Protezione contro i contatti indiretti (Norme CEI 64.8 - Art. 714.413)

Per quanto riguarda la protezione da contatti indiretti per impianti appartenenti al gruppo "B", individuazione con tensione di alimentazione inferiore a 1000V in corrente alternata con la seguente metodologia:

- Impiego di componenti di classe II (doppio isolamento) e perché tale sistema non richiede la messa a terra dei sostegni è necessario dotare cavi con guaina con tensione normale almeno pari a 750/1000V e la tensione di tenuta verso massa di tutti i componenti non deve essere inferiore a 4000V.
- Inoltre, i cavi fanno capo a muffole stagne contenute alla base del palo di classe II e che anche gli apparecchi siano di classe II.
- Tale soluzione è da adottare per l'alimentazione dell'asse stradale composto da apparecchi illuminanti di classe II.
- Messa a terra e interruzione per l'alimentazione per sistemi TT.

- Tale procedura sarà adottata per l'alimentazione del regolatore di flusso realizzando un idoneo impianto di terra costituito da un dispersore a picchetto e corda di rame isolato da 16 mmq che li collega e li connette alla sbarra generale del Quadro Elettrico, ottenendo una resistenza di terra unica di tutto l'impianto che sarà poi a sua volta coordinata con il valore d'intervento della corrente del differenziale preposto all'interruzione automatica del circuito, al fine di ottemperare la relazione:

$$R_a I_a \leq 50 V$$

dove:

R_a = è il valore più elevato della resistenza di terra dei singoli dispersori o la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse (ohm)

I_a = è il valore della corrente d'intervento degli organi di protezione (A)

50V = è il valore della tensione di contatti limite (V).

secondo le Norme CEI 64.8 Art. 413.1.4.2

Resistenza d'isolamento verso terra (Norme CEI 64.8 - Art. 714.311)

La resistenza dell'isolamento dell'intero impianto preposto per il normale funzionamento con l'interruttore generale aperto, ma con tutti gli apparecchi illuminanti inseriti dove ottemperare la seguente relazione:

$$R_{iso} = \frac{2 U_o}{L+N} \quad \text{dove:}$$

U_o = è la tensione normale verso terra in kV

L = è la lunghezza complessiva dei conduttori in Km.

N = è il numero delle lampade del sistema

Il valore dell'isolamento con tensione di prova applicata di 500V non deve essere inferiore a 0,5 MΩ (cautelativo).

Caduta di tensione a fondo linea (Norme CEI 64.8 - Art. 714.525)

Secondo le Norme CEI 64.8 Sez. V2 art. 714.525 la caduta di tensione fondo linea non deve superare il 5% della tensione nominale dell'impianto.

Protezione della sezione d'incastro delle strutture metalliche

La sezione di incastro dei pali metallici con formazione di calcestruzzo non affiorante dal terreno dovrà essere protetta adeguatamente dalla corrosione mediante una fascia catramata e ricoperta di un collare in cls.

Distanziamenti dei sostegni e degli apparecchi di illuminazione dei conduttori di linee esterne

Per i distanziamenti dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dei conduttori o linee elettriche non devono essere inferiori a:

1 m di conduttori di classe 0 e 1;

$3 + 0,015U$ m dei conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea espressa in kV.

1.3. PRESCRIZIONI ILLUMINOTECNICHE

1.3.1. *Considerazioni generali sulle Norme UNI EN 11248*

Le Norme UNI 11248 (ottobre 2016) forniscono le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada e pista pedonale, identificata e definita in modo esaustivo nelle Norme UNI 13201-2 / 2016 mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica. Le Norme si basano, nei loro principi fondamentali, sui contenuti scientifici del rapporto tecnico CIE 115 e recepisce i principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici previsti nel rapporto tecnico CEN/TER 13201-1.

A tal fine introducono il concetto di parametro di influenza e la richiesta di valutazione dei rischi da parte del progettista.

Le Norme UNI 11248 individuano le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada/marciapiede ed in particolare:

- indicano come classificare una zona esterna destinata al traffico ai fini della determinazione della categoria che le compete;
- forniscono la procedura per la selezione nella categoria illuminotecnica che compete alla zona classificata;
- identificano gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale ed attraverso la valutazione dei rischi, permette il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale;
- forniscono prescrizioni sulle griglie di calcolo per gli algoritmi delle Norme UNI EN 13201-3 e le misurazioni in loco tratte dalle Norme UNI EN 13201-4.

I parametri individuati nelle presenti Norme consentono di identificare una categoria illuminotecnica conoscendo:

- la classe della strada/pista nella zona di studio;
- la geometria della zona di studio;
- l'utilizzazione della zona di studio;
- l'influenza dell'ambiente circostante.

Inoltre, consentono di adottare le condizioni di illuminazione più idonee, in base allo stato attuale delle conoscenze, perseguendo anche un uso razionale dell'energia e con il contenimento del flusso luminoso disperso.

1.3.2. Criteri di individuazione delle categorie illuminotecniche

Definizione della categoria illuminotecnica di riferimento

- suddividere la strada in una o più zone di strada con condizioni omogenee dei pari parametri di influenza;
- per ogni zona di studio identificare il tipo di strada;
- nota del tipo di strada individuabile con l'ausilio del prospetto 1 (UNI 11248) la categoria illuminotecnica di riferimento.

Definizione della categoria illuminotecnica di progetto

Nota la categoria illuminotecnica di riferimento, valutare i parametri di influenza nel prospetto 2 (UNI 11248) secondo quanto indicato nel punto 7 (analisi dei rischi) e, considerando anche gli aspetti del contenimento dei consumi energetici, decidere se considerare la categoria illuminotecnica di riferimento con quella di progetto o modificarla, seguendo le indicazioni informative dei vari prospetti.

Definizione della categoria illuminotecnica di esercizio

In base alle considerazioni esposte dal punto 7 (analisi dei rischi) e gli aspetti relativi al contenimento dei consumi energetici, in traduzione, se necessario, una o più categorie illuminotecniche d'esercizio, specificando chiaramente le condizioni dei parametri di influenza che rendono corretto il funzionamento dell'impianto secondo la data categoria.

Il progettista, nell'analisi del rischio, può decidere di non definire la categoria illuminotecnica di riferimento e determinando direttamente la categoria illuminotecnica di progetto. Per la valutazione dei parametri di influenza ancora seguire le prescrizioni del punto 7 e per la suddivisione in zone di studio ancora attenersi ai criteri esplicitati al punto 8. L'adozione di impianti con le caratteristiche variabili (variazione del flusso luminoso emesso) purché nel rispetto dei requisiti previsti dalla categoria illuminotecnica d'esercizio corrispondente, può rappresentare una soluzione per assicurare condizioni di risparmio energetico nell'esercizio e di contenimento del flusso luminoso emesso verso l'alto.

Nota

I valori dei parametri illuminotecnici specifici per ogni categoria sono intesi come minimi mantenibili durante tutto il periodo di vita utile dell'impianto di illuminazione.

In conseguenza, per la luminanza e l'illuminamento, i valori iniziali di progetto misurabili per un impianto di illuminazione dovranno essere più elevati di quelli specificati per tenere conto, per esempio del deperimento delle lampade, della tolleranza di fabbricazione e dell'incertezza sui valori di coefficiente di luminanza "r", della pavimentazione stradale e dell'incertezza di misura in fase di verifica e di collaudo.

Valori normativi di riferimento

Di seguito si riportano i principali prospetti della norma tecnica ai quali si farà riferimento ai fini del dimensionamento illuminotecnico.

1.3.3. Classificazione delle strade ed individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento

Prospetto 1

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità [km h-1]	Categoria illuminotecnica di riferimento
A ₁	Autostrade extraurbane	130 - 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade	70 - 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle autostrade principali	70 - 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 ¹⁾)	70 - 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento	70	M2
		50	
E	Strade urbane interquartiere	50	M2
	Strade urbane di quartiere	50	M3
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 ¹⁾)	70 - 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M3
		30	P2
	Strade locali urbane	50	M3
	Strade locali urbane: centri storici; isole ambientali; zone 30	30	C3
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/ P2
	Strade locali interzonali	50	
		30	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

- 1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n° 6792 del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
- 2) Per strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria compatibile a questa (prospetto 5)
- 3) Vedere le osservazioni al punto 6.3
- 4) Secondo la Legge 1° agosto 2003 numero 214

Prestazioni richieste in base alla categoria illuminotecnica di riferimento (Norme UNI EN 13201-2 integrata con prescrizioni Norme UNI 11248)

CLASSI M:

Classe	Luminanza della carreggiata	Uniformità		Contrasto di soglia	Illuminamento aree circostanti
	L [cd/m²]	U_o	U_L	TI%	SR
M1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
M2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
M3	1,0	0,4	0,6	15	0,5
M4	0,75	0,4	0,6	15	0,5
M5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
M6	0,3	0,35	0,4	15	N.R.

Dove:

L	:	Valore della luminanza del manto stradale ed espresso in cd/m ²
U_o	:	Rapporto tra la luminanza minima e luminanza media
U_L	:	Valore minimo dell'uniformità longitudinale delle corsie di marcia della carreggiata
TI%	:	Misura della perdita di visibilità causata dall'abbagliamento degli apparecchi di un impianto di illuminazione stradale
SR	:	Rapporto tra l'illuminamento medio sulla fascia appena fuori dei bordi della carreggiata e l'illuminamento medio sulle fasce appena all'interno dei bordi

CLASSI C:

Classe	Illuminazione orizzontale	Uniformità	Contrasto di soglia
	\bar{E} [lx]	U_0	$TI\%$
C0	50	0,4	10
C1	30	0,4	10
C2	20	0,4	10
C3	15	0,4	15
C4	10	0,4	15
C5	7,5	0,4	15

CLASSI P:

Classe	Illuminazione orizzontale		Contrasto di soglia
	\bar{E} [lx]	E_{min}	$TI\%$
P1	15	3	15
P2	10	2	15
P3	7,5	1,5	15
P4	5	1	20
P5	3	0,6	20
P6	2	0,4	20
P7	prestazioni non determinate		

Sommario dei requisiti illuminotecnici secondo EN 13201-1

	<i>Classe illuminotecnica</i>	<i>Parametro di riferimento</i>	<i>Utilizzo prevalente</i>
•	M	Luminanza	Carreggiata stradale con prevalente traffico motorizzato a fondo prevalentemente asciutto
•	MW	Luminanza	Carreggiata stradale con prevalente traffico motorizzato a fondo prevalentemente bagnato
•	C	Illuminamento orizzontale	Aree di conflitto come strade commerciali, incroci, rotonde, sotto-passi, ecc.
•	P	Illuminamento orizzontale	Strade pedonali, piste ciclabili, campi scuola, parcheggi
•	SC	Illuminamento semicilindrico	Classe aggiuntiva per aumentare il senso di sicurezza e ridurre la propensione all'aggressione
•	EV	Illuminamento verticale	Classe aggiuntiva per facilitare la percezione di piani verticali come passaggi pedonali da utilizzare congiuntamente alle altre classi di base

1.3.4. Livelli di prestazione visiva

In linea esemplificativa si riporta la tabella comparativa dove si evince l'equilibrio tra i diversi requisiti dei parametri illuminotecnici:

COORDINAMENTO DEI LIVELLI DI PRESTAZIONE VISIVA						
1. Luminanza		M1	M2	M3	M4	M5
2. Luminanza		MW1	MW2	MW3	MW4	MW5
3. E. orizzontali	C0	C1	C2	C3	C4	C5
4. E. orizzontali				P1	P2	P3
5. E. semicilindrici	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6
6. E. verticali	EV1-2	EV3	EV4	EV5		

1.3.5. Definizione della categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio

La valutazione dei parametri di influenza per la definizione della categoria illuminotecnica di progetto viene effettuata mediante l'interpretazione del Prospetto 2, per quanto attinente all'applicazione dei parametri di riduzione, e del Prospetto 3; per quanto attinente all'applicazione di rimedi alle condizioni di complessità di esercizio dell'impianto, della norma UNI 11248 successivamente riportati:

Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica in relazione ai parametri di influenza

[Prospetto 3 estrapolato dalla Norma UNI 11248]

Parametro di influenza		Variazione categoria illuminotecnica	Non si applica a	
Compito visivo normale		-1	A ₁	
Condizioni non conflittuali				
Flusso di traffico <50% rispetto al massimo				
Flusso di traffico <25% rispetto al massimo		-2		
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali		-1		
Colore della luce	con indice di resa dei colori maggiore o uguale a 60 si può ridurre la categoria illuminotecnica	-1 ^{*)}	-	
	con indice di resa dei colori minore di 30 si deve incrementare la categoria illuminotecnica	1		
Pericolo di aggressione		1		
Presenza di svincoli e/o intersezioni a raso				
Prossimità di passaggi pedonali				
Prossimità di dispositivi rallentatori				
*) In relazione a esigenze di visione periferica verificate nell'analisi dei rischi.				

Tutte le terminologie e le definizioni, relative alla identificazione dei coefficienti e comunque dei valori necessari per i calcoli, sono esclusivamente quelli utilizzati dalle norme CEI EN 13201-2 e pubblicazioni CIE 17.4:1987 sopramenzionate.

In particolare, si intende per:

- Luminanza media mantenuta, indicata con il termine L_m, è il rapporto tra l'intensità luminosa di una sorgente nella direzione di un osservatore e la superficie emittente apparente così come viene vista dall'osservatore stesso, ed è espressa in cd/m²;
- Rapporto di uniformità U₀, il rapporto fra luminanza minima e luminanza media su tutta la strada;

- Rapporto di uniformità UI, il rapporto fra luminanza minima e massima lungo la mezzeria di ciascuna corsia;
- Illuminamento medio mantenuto, indicato con il termine E, è il rapporto tra il flusso luminoso emesso da una sorgente, e l'unità di superficie dell'oggetto illuminato, ed è espresso in lux;
- Illuminamento minimo mantenuto, indicato con il termine Emin, è il più basso valore di illuminamento mantenuto sulla superficie stradale, ed è espresso in lux;
- Indice dell'abbagliamento debilitante, indicato con il termine TI, è l'abbagliamento prodotto dai centri luminosi, che può compromettere la visione, senza necessariamente provocare una forte sensazione fastidiosa.

Il coefficiente di manutenzione utilizzato nei calcoli tiene conto della riduzione del rendimento luminoso degli apparecchi di illuminazione per effetto dell'insudiciamento delle ottiche e del deperimento dei riflettori.

Nei calcoli è stato utilizzato un coefficiente di manutenzione maggiormente restrittivo, a favore della sicurezza, pari a 0,90.

1.4. CALCOLI ILLUMINOTECNICI

I calcoli illuminotecnici sono allegati in calce alla presente relazione, qui di seguito vengono riportati i risultati.

Rif.to	Emedio	Emin.	Emax	U ₀
Pista pedonale	41,1 lx	26,9 lx	56,1 lx	0,65
Passerella	172 lx	48 lx	224 lx	0,279

2. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI

Oggetto della presente specifica è l'esposizione delle norme di carattere generale e particolare per il calcolo dei cavi di alimentazione relativo agli impianti di illuminazione e sollevamento in oggetto. Il calcolo è stato realizzato sulla condizione di posa peggiorativa che risulta essere cavidotto interrato in bauletto di calcestruzzo. Ovviamente tale valore è cautelativo laddove ci sono tratti di progetto di cavidotto direttamente interrato.

La sezione dei cavi previsti a progetto è riportata sugli schemi allegati al progetto.

Le condizioni di impiego essenzialmente saranno per una posa interrata od entro tubazioni in polietilene e saranno del tipo unipolare o multipolare destinati entro tubi protettivi circolari con le seguenti condizioni ambientali:

- Temperatura massima: + 20°C;
- Temperatura minima: - 5°C

2.1. Dimensionamento dei conduttori

Il dimensionamento dei conduttori è eseguito per assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio.

Le altre considerazioni che hanno influenzato la sezione del conduttore, coordinate con l'organo di protezione sono:

Protezione contro i sovraccarichi verificando:

$$I_z \geq I_n \geq I_b$$

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

Dove:

- I_b = è la corrente di regime
- I_n = è la corrente nominale degli organi di protezione
- I_z = è la portata del conduttore nelle condizioni di posa previste
- I_f = è la corrente di sicurezza di funzionamento della protezione

protezione contro i corto-circuiti verificando:

- tutti gli apparecchi di protezione sono stati scelti in modo che l'energia specifica lasciata passare (I_2t) sia inferiore a quella della linea e delle apparecchiature da proteggere;
- la caduta di tensione non sia superiore a quella prevista del 5%;

- la lunghezza massima protetta non è riportata nei documenti allegati, ma è ugualmente verificata dal calcolo computerizzato effettuato, anche se non richiesto dalle normative, in quanto i conduttori sono tutti verificati per la protezione contro i sovraccarichi.

2.2. Corrente massima (portata) nelle condizioni di posa previste così ricalcolata

Dalle tabelle CEI-UNEL 35026 si avrà:

$$I_z = I_o \times K1 \times K7$$

Dove:

- I_o : portata con temperatura del terreno a 20°C relativo al metodo di installazione previsto, ricavato dalla tabella 1
- $K1$: è il fattore di correzione per temperatura ambiente diversa da 20°C (tabella II)
- $K7$: è il fattore di correzione per più circuiti installati in fascio o strato (tabella IV CEI UNEL 35024/1)

2.3. Livello di isolamento

La resistenza di isolamento dell'impianto predisposto per il normale funzionamento con l'interruttore generale aperto, ma con tutti gli apparecchi illuminanti inseriti dovrà soddisfare la seguente relazione:

$$R_{iso} < \frac{2}{(L+N)} \text{ M}\Omega$$

dove

- L = è la lunghezza massima della linea in chilometri (con un minimo di 1km)
- N = è il numero degli apparecchi illuminanti connessi

2.4. Caduta di tensione

La tensione di alimentazione influisce direttamente sull'emissione luminosa degli apparecchi di illuminazione

Le Norme CEI 64.8 Sez. 714 Art. 525 prescrivono che la caduta di tensione lungo la linea di alimentazione, calcolata a pieno carico e trascurando il transitorio di accensione, non sia superiore

del valore nominale della tensione di alimentazione, salvo più severe limitazioni in relazione al tipo di lampada.

2.5. Lettura tabelle di verifica

Dati della linea	Icc a monte (kA)	Corrente di corto circuito trifase massima a monte del quadro
	Da	Quadro di origine
	a	Denominazione circuito
	Protezione In (A)	Valore nominale della corrente del dispositivo di protezione
	Curva / Ir	Curva di intervento / Taratura sganciatore termico
	Tipo di Posa	Tipologia di posa prevalente dei conduttori
	Tipo di Cavo	Sigla identificativa della tipologia di cavo
	Sezione e Formazione	Numero e sezione dei conduttori
	Lung. (m)	Lunghezza della linea
	n° circuiti adiacenti	Numero di circuiti adiacenti ai fini della dissipazione termica
	Potenza Pn (kW)	Valore della potenza nominale del carico
	Fattore di potenza Cos f	Fattore di potenza del carico
	Coeff. Contemp. Kc	Coefficiente di contemporaneità
	Coeff. Utilizz. Ku	Coefficiente di utilizzazione
	Tensione Vn (V)	Valore della tensione nominale a monte della linea
Calcolo Portata	Corrente d'impiego Ib (A)	Valore della corrente di impiego
	Protezione In (A)	Valore nominale della corrente del dispositivo di protezione
	Portata Iz (A)	Valore della portata del cavo
	Verifica $I_b \leq I_n \leq I_z$	Risultato della verifica della portata

Calcolo Caduta di Tensione	Temp. di lavoro (°C)	Temperatura di lavoro del cavo
	Perdite di linea (kW)	Valore delle perdite di linea
	DV (V)	Valore della caduta di tensione
	DV%	Caduta di tensione percentuale
	Tensione al carico (V)	Valore della tensione al carico
	Verifica DV%	Risultato della verifica della caduta di tensione
Calcolo Correnti di c.to c.to	Icc max 3F inizio linea (kA)	Valore della corrente di corto circuito trifase a inizio linea
	Icc min 3F fine linea (kA)	Valore calcolato della corrente di corto circuito trifase a fine linea
	Icc min FN fine linea (kA)	Valore calcolato della corrente di corto circuito monofase a fine linea
	Verifica Icc	Risultato della verifica della corrente di corto circuito

Icc a monte (kA)	Da	a	Protezione In (A)	Curva / Ir	Tipo di Posa	Tipo di Cavo	Sezione e Formazione	Lung. (m)
10	Q.C - QUADRO CONTATORE							
	Q.C - Sez. UNICA	ARRIVO DAL CONTATORE			tubo in aria	FG16R16	4(1x16°)	12
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO ILL.NE PUBBLICA	4x25 A	D	tubo in aria	FG16OR16	5x6°	8
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO FORZA MOTRICE	4x40 A	D	tubo in aria	FG16R16	5(1x10°)	10
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO TVCC	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4°	4
5,55	Q.FM - QUADRO FORZA MOTRICE							
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. ASCENSORE "A"	4x25 A	C	tubo interrato	FG16OR16	5x6°	28
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. ILL.NE ASCENSORE "A"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5°	24
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. ASCENSORE "B"	4x25 A	C	tubo interrato	FG16OR16	5x6°	60
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. ILL.NE ASCENSORE "B"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5°	54
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. POMPA VANO CORSA ASC. "A"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5°	22
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. POMPA VANO CORSA ASC. "B"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5°	58
4,65	Q.IP - QUADRO ILL.NE PUBBLICA							
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE ESTERNI CIRC. 1	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6°)	212
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE SCALE CIRC. 2	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6°)	82
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE DI SICUREZ. CIRC. 2	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	3(1x2,5°)	82
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE PASSERELLA CIRC. 3	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6°)	68
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE DI SICUREZ. CIRC. 3	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	3(1x2,5°)	68
3,90	Q.TVCC - QUADRO IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA							
	Q.TVCC - Sez. UNICA	ALIM. A UPS CONTINUITA'	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4°	4
	Q.TVCC - Sez. UNICA	ALIM. DA UPS CONTINUITA'	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4°	4

															Calcolo Portata			
Icc a monte (kA)	Da	a	Protezione In (A)	Curva / Ir	Tipo di Posa	Tipo di Cavo	Sezione e Formazione	Lung. (m)	n° circuiti adiacenti	Potenza Pn (kW)	Fattore di potenza Cos φ	Coeff. Contemp. Kc	Coeff. Utilizz. Ku	Tensione Vn (V)	Corrente d'impiego Ib (A)	Protezione In (A)	Portata Iz (A)	Verifica Ib ≤ In ≤ Iz
10	Q.C - QUADRO CONTATORE															Potenza contemporanea nel quadro: 5,5 kW		
	Q.C - Sez. UNICA	ARRIVO DAL CONTATORE			tubo in aria	FG16R16	4(1x16")	12	1								88	
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO ILL.NE PUBBLICA	4x25 A	D	tubo in aria	FG16OR16	5x6"	8	1	1,10	0,95	1	1	400	1,7	25	51	✓
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO FORZA MOTRICE	4x40 A	D	tubo in aria	FG16R16	5(1x10")	10	1	3,40	0,85	1	1	400	5,8	40	66	✓
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO TVCC	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	1,00	0,95	1	1	230	4,6	16	40	✓
5,55	Q.FM - QUADRO FORZA MOTRICE															Potenza contemporanea nel quadro: 3,4 kW		
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. ASCENSORE "A"	4x25 A	C	tubo interrato	FG16OR16	5x6"	28	1	5,70	0,8	0,25	1	400	10,3	25	49	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. ILL.NE ASCENSORE "A"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	24	1	0,15	0,95	1	1	230	0,7	10	23	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. ASCENSORE "B"	4x25 A	C	tubo interrato	FG16OR16	5x6"	60	1	5,70	0,8	0,25	1	400	10,3	25	49	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. ILL.NE ASCENSORE "B"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	54	1	0,15	0,95	1	1	230	0,7	10	23	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. POMPA VANO CORSA ASC. "A"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	22	1	0,50	0,8	0,25	1	230	2,7	10	23	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. POMPA VANO CORSA ASC. "B"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	58	1	0,50	0,8	0,25	1	230	2,7	10	23	✓
4,65	Q.IP - QUADRO ILL.NE PUBBLICA															Potenza contemporanea nel quadro: 1,1 kW		
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE ESTERNI CIRC. 1	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	212	1	0,25	0,95	1	1	230	1,1	16	44	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE SCALE CIRC. 2	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	82	2	0,40	0,95	1	1	230	1,8	16	35	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE DI SICUREZ. CIRC. 2	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	3(1x2,5")	82	2	0,20	0,95	1	1	230	0,9	16	22	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE PASSERELLA CIRC. 3	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	68	2	0,20	0,95	1	1	230	0,9	16	35	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE DI SICUREZ. CIRC. 3	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	3(1x2,5")	68	2	0,05	0,95	1	1	230	0,2	16	22	✓
3,90	Q.TVCC - QUADRO IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA															Potenza contemporanea nel quadro: 1 kW		
	Q.TVCC - Sez. UNICA	ALIM. A UPS CONTINUITA'	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	2,00	0,95	0,5	0,5	230	4,6	16	40	✓
	Q.TVCC - Sez. UNICA	ALIM. DA UPS CONTINUITA'	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	2,00	0,95	0,5	0,5	230	4,6	16	40	✓

Calcolo Caduta di Tensione															DV	DV%	Tensione al carico	Verifica DV%
Icc a monte (kA)	Da	a	Protezione In (A)	Curva / Ir	Tipo di Posa	Tipo di Cavo	Sezione e Formazione	Lung. (m)	n° circuiti adiacenti	Potenza Pn (kW)	Fattore di potenza Cos φ	Coeff. Contemp. Kc	Coeff. Utilizz. Ku	Tensione Vn (V)	(V)		(V)	
10	Q.C - QUADRO CONTATORE																	
	Q.C - Sez. UNICA	ARRIVO DAL CONTATORE			tubo in aria	FG16R16	4(1x16")	12	1							0,000		
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO ILL.NE PUBBLICA	4x25 A	D	tubo in aria	FG16OR16	5x6"	8	1	1,10	0,95	1	1	400	0,068	0,02	400	✓
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO FORZA MOTRICE	4x40 A	D	tubo in aria	FG16R16	5(1x10")	10	1	3,40	0,85	1	1	400	0,160	0,04	400	✓
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO TVCC	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	1,00	0,95	1	1	230	0,083	0,04	230	✓
5,55	Q.FM - QUADRO FORZA MOTRICE																	
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. ASCENSORE "A"	4x25 A	C	tubo interrato	FG16OR16	5x6"	28	1	5,70	0,8	0,25	1	400	1,334	0,33	399	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. ILL.NE ASCENSORE "A"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	24	1	0,15	0,95	1	1	230	0,194	0,08	230	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. ASCENSORE "B"	4x25 A	C	tubo interrato	FG16OR16	5x6"	60	1	5,70	0,8	0,25	1	400	2,859	0,71	397	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. ILL.NE ASCENSORE "B"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	54	1	0,15	0,95	1	1	230	0,438	0,19	230	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. POMPA VANO CORSA ASC. "A"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	22	1	0,50	0,8	0,25	1	230	0,816	0,27	229	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. POMPA VANO CORSA ASC. "B"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	58	1	0,50	0,8	0,25	1	230	1,624	0,71	228	✓
4,65	Q.IP - QUADRO ILL.NE PUBBLICA																	
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE ESTERNI CIRC. 1	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	212	1	0,25	0,95	1	1	230	0,715	0,31	229	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE SCALE CIRC. 2	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	82	2	0,40	0,95	1	1	230	0,447	0,19	230	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE DI SICUREZ. CIRC. 2	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	3(1x2,5")	82	2	0,20	0,95	1	1	230	0,536	0,23	229	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE PASSERELLA CIRC. 3	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	68	2	0,20	0,95	1	1	230	0,184	0,08	230	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE DI SICUREZ. CIRC. 3	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	3(1x2,5")	68	2	0,05	0,95	1	1	230	0,110	0,05	230	✓
3,90	Q.TVCC - QUADRO IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA																	
	Q.TVCC - Sez. UNICA	ALIM. A UPS CONTINUITA'	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	2,00	0,95	0,5	0,5	230	0,083	0,04	230	✓
	Q.TVCC - Sez. UNICA	ALIM. DA UPS CONTINUITA'	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	2,00	0,95	0,5	0,5	230	0,083	0,04	230	✓

Calcolo Corr. di c.to c.to																		
Icc a monte (kA)	Da	a	Protezione In (A)	Curva / Ir	Tipo di Posa	Tipo di Cavo	Sezione e Formazione	Lung. (m)	n° circuiti adiacenti	Potenza Pn (kW)	Fattore di potenza Cos φ	Coeff. Contemp. Kc	Coeff. Utilizz. Ku	Tensione Vn (V)	Icc max 3F inizio linea (kA)	Icc min 3F fine linea (kA)	Icc min FN fine linea (kA)	Verifica Icc
10	Q.C - QUADRO CONTATORE															Potenza contemporanea nel quadro: 5,5 kW		
	Q.C - Sez. UNICA	ARRIVO DAL CONTATORE			tubo in aria	FG16R16	4(1x16")	12	1						10,00			
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO ILL.NE PUBBLICA	4x25 A	D	tubo in aria	FG16OR16	5x6"	8	1	1,10	0,95	1	1	400	10,00	4,65	2,83	✓
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO FORZA MOTRICE	4x40 A	D	tubo in aria	FG16R16	5(1x10")	10	1	3,40	0,85	1	1	400	10,00	5,55	3,60	✓
	Q.C - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. QUADRO TVCC	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	1,00	0,95	1	1	230	10,00	3,90	2,27	✓
5,55	Q.FM - QUADRO FORZA MOTRICE															Potenza contemporanea nel quadro: 3,4 kW		
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. ASCENSORE "A"	4x25 A	C	tubo interrato	FG16OR16	5x6"	28	1	5,70	0,8	0,25	1	400	5,55	1,54	0,87	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. ILL.NE ASCENSORE "A"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	24	1	0,15	0,95	1	1	230	5,55	0,31	0,16	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. ASCENSORE "B"	4x25 A	C	tubo interrato	FG16OR16	5x6"	60	1	5,70	0,8	0,25	1	400	5,55	0,82	0,43	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIMENTAZ. ILL.NE ASCENSORE "B"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	54	1	0,15	0,95	1	1	230	5,55	0,14	0,07	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. POMPA VANO CORSA ASC. "A"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	22	1	0,50	0,8	0,25	1	230	5,55	0,34	0,17	✓
	Q.FM - Sez. UNICA	ALIM. POMPA VANO CORSA ASC. "B"	1Nx10 A	C	tubo interrato	FG16OR16	3x1,5"	58	1	0,50	0,8	0,25	1	230	5,55	0,13	0,07	✓
4,65	Q.IP - QUADRO ILL.NE PUBBLICA															Potenza contemporanea nel quadro: 1,1 kW		
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE ESTERNI CIRC. 1	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	212	1	0,25	0,95	1	1	230	4,65	0,15	0,07	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE SCALE CIRC. 2	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	82	2	0,40	0,95	1	1	230	4,65	0,36	0,19	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE DI SICUREZ. CIRC. 2	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	3(1x2,5")	82	2	0,20	0,95	1	1	230	4,65	0,16	0,08	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE PASSERELLA CIRC. 3	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	2(1x6")	68	2	0,20	0,95	1	1	230	4,65	0,43	0,22	✓
	Q.IP - Sez. UNICA	ALIM. ILL.NE DI SICUREZ. CIRC. 3	1Nx16 A	C	tubo interrato	FG16R16	3(1x2,5")	68	2	0,05	0,95	1	1	230	4,65	0,19	0,09	✓
3,90	Q.TVCC - QUADRO IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA															Potenza contemporanea nel quadro: 1 kW		
	Q.TVCC - Sez. UNICA	ALIM. A UPS CONTINUITA'	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	2,00	0,95	0,5	0,5	230	3,90	2,42	1,69	✓
	Q.TVCC - Sez. UNICA	ALIM. DA UPS CONTINUITA'	2x16 A	C	tubo in aria	FG16OR16	3x4"	4	1	2,00	0,95	0,5	0,5	230	3,90	2,42	1,69	✓

CALCOLO APPROSSIMATO RESISTENZA DI TERRA

Dati

ρE	50	Ωm	Resistività del terreno (stimata)
<u>Dispensori a picchetto:</u>			
L	2	m	Lunghezza picchetto
n	3		Numero dispersori
<u>Corda nuda:</u>			
L	18	m	Lunghezza corda nuda

Calcoli

R_p	25,00	Ω	Resistenza di terra per singolo dispersore a picchetto
REp	8,33	Ω	Restenza di terra totale per n picchetti in parallelo
Rcu	5,56	Ω	Resistenza di terra per corda nuda
$REtot$	3,33	Ω	Resistenza di terra totale

Formule utilizzate

$R_p = \frac{\rho E}{L}$	$REp = \frac{R_p}{n}$
$Rcu = \frac{2\rho E}{L}$	$REtot = \frac{1}{\frac{1}{REp} + \frac{1}{Rcu}}$