

# COMUNE DI CAVENAGO DI BRIANZA

## PROGETTO DEFINITIVO

<p>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:</p>	<p><b>ARCH. MICHELE GIOVANNI BATTEL</b></p> <p>COMUNE DI CAVENAGO DI BRIANZA          PIAZZA LIBERTA' N.18 - 20873          TEL: 02 95241461          E-MAIL: TECNICO@COMUNE.CAVENAGOBRIANZA.MB.IT</p>
<p>PROGETTISTA E D.L.:</p>	<p><b>ARCH. GABRIELE CORTESI</b></p> <p>COVO (BG) - VIA GIACOMO GREGIS N.30          CELL: 338 1063157          E-MAIL: GABRIELCORTESIARCHITETTO@GMAIL.COM          C.F. CRTGRL80R01H509Z          P.IVA. 04073590160</p>

<p>TITOLO:</p>	<p><b>Progetto definitivo del percorso ciclo - pedonale tra Via Besana in Cavenago e Via Cavenago in Ornago</b></p>	
<p>RELAZIONE:</p> <p><b>7A</b></p>	<p>OGGETTO:  <b>IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE REL. ILLUSTRATIVA e TECNICA</b></p>	<p>LOCALITA':  <b>Via Besana in Cavenago e Via Cavenago in Ornago</b></p>
	<p>SCALA:          -</p>	<p>DATA:          22.04.2022</p>

## Sommario

DATI DEL PROGETTO.....	1
RELAZIONE ILLUSTRATIVA .....	3
Premessa .....	3
Destinazione d'uso .....	3
Classificazione.....	3
Parametri della rete elettrica .....	3
Descrizione schematica dell'impianto.....	4
RELAZIONE TECNICA.....	5
Riferimenti legislativi e normativi.....	5
Categorie illuminotecniche.....	6
Sistemi Elettrici.....	8
Protezione contro i contatti diretti ed indiretti (CEI 64-8/41).....	8
Protezione contro gli effetti termici (CEI 64-8/42).....	9
Protezione delle conduttore contro le sovracorrenti (CEI 64-8/43) .....	9
Protezione contro le sovratensioni (CEI 64-8/44) .....	9
Scelta dei componenti elettrici.....	10
Impianto di terra (CEI 64-8/54) .....	12
Caduta di tensione.....	14
Rifasamento.....	14
Verifiche in conformità alle norme (CEI 64-8/6) .....	15

## RELAZIONE ILLUSTRATIVA

### Premessa

La progettazione dell'impianto elettrico mira ad assicurare la protezione delle persone e dei beni ed il corretto funzionamento.

Per "illuminazione esterna" si intendono gli impianti che si sviluppano prevalentemente all'aperto, o comunque all'esterno degli edifici.

Nell'ambito dell'illuminazione esterna è dunque compresa l'illuminazione stradale o illuminazione pubblica.

### Destinazione d'uso

Il presente progetto si riferisce al nuovo tratto di pista ciclo-pedonale tra Via Besena in Cavenago e Via Cavenago in OrnagoLa, la pista ciclopedonale ha una lunghezza di circa 700 metri, sarà illuminata da n.24 corpi lampada di potenza pari a 17W, 2650lm, tali apparecchi non presentano rischio fitobiologico ai fini della norma EN62471. Il punto di fornitura dell'energia è esistente, le nuove linee elettriche saranno collegate alle linee esistenti. Ogni palo sarà dotato di apposita portella in doppio isolamento completa di portafusibili.

### Classificazione

Categoria S

Riferimento piste ciclabili, marciapiedi o aree di parcheggio	Descrizione	Categoria assegnata	Emedio min. mantenuto [lx]	Emin mantenuto [lx]
Pista Ciclabile	Via Besena-Cavenago	P3	9	4.99

L = Luminanza;

E = Illuminamento;

$U_0$  = Rapporto tra  $E_{min}/E_{med}$ ;

### Parametri della rete elettrica

L'energia elettrica è fornita dall'Ente Distributore, il gruppo di misura è esistente.

Tipo di alimentazione : ..... Bassa tensione 3F+N

Sistema di distribuzione : ..... TT

Tensione (F-F) : ..... 400V

Frequenza : ..... 50 Hz

## Descrizione schematica dell'impianto

L'impianto elettrico ha origine dall'ultimo palo della pista ciclabile.

La distribuzione principale è eseguita mediante tubazione corrugata in PVC adatta alla posa interrata e cavi a doppio isolamento.

Le derivazioni sono eseguite in apposite portelle a palo a doppio isolamento.

L'impianto d'illuminazione è composto da 24 armature stradali con lampade a LED, installati su pali rastremati da 6m fuori terra.

L'impianto è dunque realizzato totalmente con materiali di classe II, quindi non necessitano di collegamenti di messa a terra.

Gli apparecchi di illuminazione utilizzati sono adatti per l'installazione in zona 1, limitano dunque la dispersione del flusso verso l'alto e soddisfano i requisiti richiesti dalla norma UNI 10819.

N.3 apparecchi saranno dotati di sensore PIR per la gestione del flusso luminoso in relazione agli utenti presenti sulla pista ciclo-pedonale.

## RELAZIONE TECNICA

### Riferimenti legislativi e normativi

Gli impianti in oggetto dovranno essere realizzati a regola d'arte in conformità con quanto previsto dalle vigenti leggi in materia e dalle norme o guide, in versione aggiornata al momento della redazione del presente documento, con particolare riferimento alle seguenti:

#### Leggi e decreti:

- Legge 186/68 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici
- Dgls 81/08 Attuazione delle legge n.123 – Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- L.R. 17/00 Inquinamento luminoso.

#### Norme e guide tecniche

- CEI 64- 8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- CEI 81-10 Protezione contro i fulmini.
- CEI 0- 2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi a alle reti AT ed MT delle Imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11- 1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata. (Cabine MT)
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
- CEI 17-13 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (Quadri BT)
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV.
- CEI 20-20 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 20-22 Cavi resistenti non propaganti l'incendio.
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- CEI 31-30 Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas/vapori/nebbie.
- CEI 31-52 Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di polveri combustibili.
- CEI 34-21 Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove.
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
- CEI 70-1 Grado di protezione involucri.
- UNI EN 13201 Illuminazione stradale.
- UNI 11248 Illuminazione stradale, sicurezza, risparmio energetico e compatibilità ambientale.
- UNI EN 12464-2 Norme per l'illuminazione nei luoghi di lavoro all'esterno.
- UNI EN 12193 Impianti sportivi.
- UNI 10819 Luce e illuminazione - Imp. ill. esterna - Requisiti per la limitazione della luminanza del cielo da luce artificiale.

## Categorie illuminotecniche

La norma UNI EN 135201-2 individua diverse categorie illuminotecniche per ogni tratto di strada, sottopasso, rotonda ecc., le principali categorie sono:

- *ME – Basata sulla luminanza ( $cd/m^2$ ) della superficie della strada. Applicabile per le strade con velocità medio/alte  $\geq 30Km/h$ .*
- *CE – Basata sull'illuminamento ( $lx$ ) delle superfici stradali. Applicabile Strade urbane, rotatorie e incroci (zone di conflitto).*
- *S – Basata sull'illuminamento ( $lx$ ) delle superfici stradali. Applicabile a piste ciclabili, marciapiedi, aree di parcheggio e corsie di emergenza.*

Per stabilire la relativa categoria illuminotecnica fare riferimento alle seguenti tabelle.

### Tabella A

Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento

Tipo	Descrizione	Limiti di velocità km/h	Categoria illuminotecnica di riferimento
<b>A1</b>	Autostrade extraurbane	130-150	ME1
<b>A1</b>	Autostrade urbane	130	ME1
<b>A2</b>	Strade di servizio alle autostrade	70-90	ME3a
<b>A2</b>	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	ME3a
<b>B</b>	Strade extraurbane principali	110	ME3a
<b>B</b>	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	ME4a
<b>C</b>	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	70-90	ME3a
<b>C</b>	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b
<b>C</b>	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	ME3a
<b>D</b>	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a
<b>D</b>	Strade urbane di scorrimento veloce	50	ME3a
<b>E</b>	Strade urbane interquartiere	50	ME3a
<b>E</b>	Strade urbane di quartiere	50	ME3c
<b>F</b>	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70-90	ME3c
<b>F</b>	Strade locali extraurbane	50	ME3a
<b>F</b>	Strade locali extraurbane	30	ME4b
<b>F</b>	Strade locali urbane (tipi F1 e F2)	50	S3
<b>F</b>	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	ME4b
<b>F</b>	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE4
<b>F</b>	Strade locali urbane: aree pedonali	5	CE5/S3
<b>F</b>	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3
<b>F</b>	Strade locali interzonali	50	-
<b>F</b>	Strade locali interzonali	30	-
-	Piste ciclabili	non dichiarato	S3
-	Strade a destinazione particolare	30	-

### Tabella B

Comparazione di categorie illuminotecniche

-	ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6	-	-
<b>CE0</b>	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	-	-	-
-	-	-	S1	S2	S3	S4	S5	S6

### Tabella C

Categorie illuminotecniche aggiuntive

Categoria illuminotecnica di riferimento	CE0	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	-	-	-
Categoria illuminotecnica di riferimento	-	-	-	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Categoria illuminotecnica aggiuntiva	-	EV3	EV4	EV5	-	-	-	-	-

## Tabella E

Categorie illuminotecniche serie ME: strade a traffico motorizzato dove e' applicabile il calcolo della luminanza, per condizioni atmosferiche prevalentemente asciutte

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	L min. mantenuta [cd/m <sup>2</sup> ]	U <sub>0</sub> min.	U <sub>l</sub> min.	TI% max (+5% per sorgenti a bassa luminanza)	SR 2 min. (in assenza di aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata)
<b>ME1</b>	2,0	0,4	0,7	10	0,5
<b>ME2</b>	1,5	0,4	0,7	10	0,5
<b>ME3a</b>	1,0	0,4	0,7	15	0,5
<b>ME3b</b>	1,0	0,4	0,6	15	0,5
<b>ME3c</b>	1,0	0,4	0,5	15	0,5
<b>ME4a</b>	0,75	0,4	0,6	15	0,5
<b>ME4b</b>	0,75	0,4	0,5	15	0,5
<b>ME5</b>	0,5	0,35	0,4	15	0,5
<b>ME6</b>	0,3	0,35	0,4	15	Nessun requisito

## Tabella G

Categorie illuminotecniche serie CE: aree a traffico motorizzato in cui non e' possibile ricorrere al calcolo della luminanza (es. zone di conflitto, incroci, strade commerciali e rotonde, ciclopedonale quando le categorie S o A non sono ritenute adeguate)

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	Emedio min. mantenuto [lx]	U <sub>0</sub> minima
<b>CE0</b>	50	0,4
<b>CE1</b>	30	0,4
<b>CE2</b>	20	0,4
<b>CE3</b>	15	0,4
<b>CE4</b>	10	0,4
<b>CE5</b>	7,5	0,4

## Tabella H

Categorie illuminotecniche serie S: ambienti a carattere ciclopedonale (marciapiedi, piste ciclabili, corsie di emergenza ed altre separate o lungo la carreggiata, strade urbane, strade pedonali, aree di parcheggio, strade interne a complessi scolastici, ...)

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	Emedio* min. mantenuto [lx]	E <sub>min</sub> mantenuto [lx]
<b>S1</b>	15	5
<b>S2</b>	10	3
<b>S3</b>	7,5	1,5
<b>S4</b>	5	1
<b>S5</b>	3	0,6
<b>S6</b>	2	0,6
<b>S7</b>	prestazione non determinata	prestazione non determinate

\* per ottenere l'uniformità' Emedio < 1,5 EMedio<sub>min</sub> indicato per la categoria

## Ulteriori indicazioni:

- Tra zone adiacenti deve essere evitata una differenza maggiore di due categorie illuminotecniche "comparabili"
- Per le zone di conflitto adottare un livello luminoso maggiore del 50% rispetto a quello delle zone adiacenti (es. rotonda);
- Si è ritenuto che dopo le ore 23 e fino alle ore 7 il flusso del traffico è al di sotto del 50% di quello ordinario, è quindi possibile ridurre il flusso degli apparecchi illuminanti durante il periodo indicato.

## Sistemi Elettrici

### Classificazione dei sistemi elettrici

I sistemi elettrici vengono distinti secondo il loro modo di collegamento a terra, vengono classificati con due lettere, con il seguente significato:

**Prima lettera:** situazione del sistema rispetto a terra

T - collegamento diretto a terra di un punto (in genere il neutro)

I - isolamento da terra, oppure collegamento di un punto (in genere il neutro) a terra tramite un'impedenza

**Seconda lettera:** situazione delle masse rispetto a terra

T - collegamento a terra

N - collegamento al punto del sistema elettrico collegato a terra

### Protezione contro i contatti diretti ed indiretti (CEI 64-8/41)

#### Contatti diretti

Per la protezione contro i contatti diretti, tutte le parti sotto tensione sono poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IP2X od IPXX, comunque idoneo al luogo di installazione.

L'uso di interruttori differenziali con corrente differenziale nominale di intervento non superiore a 30mA, è riconosciuta come protezione aggiuntiva.

#### Contatti indiretti

La protezione è attuata con il collegamento di tutte le parti metalliche al conduttore di protezione (PE) e con l'impiego di idonei interruttori differenziali posti a monte delle parti da proteggere.

Il dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione al circuito o al componente elettrico in modo che in caso di guasto tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione non possa persistere, per una durata sufficiente a causare un rischio di effetti fisiologici dannosi in una persona in contatto con parti simultaneamente accessibili, una tensione di contatto presunta superiore a 50V o in alcuni casi a 25V.

Le protezioni dovranno essere coordinate in modo tale da soddisfare la condizione prescritta dalle norme.

### Protezione con componenti di classe II

Gli impianti di illuminazione esterna possono essere costruiti utilizzando apparecchi con isolamento doppio o rinforzato (apparecchi di classe II) e cavi di classe II.

L'impianto dovrà essere realizzato con materiali di classe II (doppio isolamento o isolamento rinforzato).

Gli apparecchi di classe II non richiedono la messa a terra, anzi la loro messa a terra è proibita.

La protezione con componenti di classe II permette di evitare la denuncia dell'impianto di terra e le relative verifiche periodiche.

## Protezione contro gli effetti termici (CEI 64-8/42)

L'impianto elettrico deve essere realizzato in modo che non ci sia il pericolo di innesco di materiali infiammabili a causa di temperature elevate o di archi elettrici.

Le persone, i componenti elettrici fissi ed i materiali, non facenti parte dell'impianto elettrico sono protetti contro gli effetti dannosi dell'irraggiamento termico in particolare per quanto riguarda gli effetti di combustione o deterioramento di materiali, il rischio di ustioni e la riduzione della sicurezza nel funzionamento dei componenti elettrici installati.

## Protezione delle conduttore contro le sovracorrenti (CEI 64-8/43)

I conduttori attivi sono protetti da uno o più dispositivi che interrompano automaticamente l'alimentazione quando si produce un sovraccarico o un cortocircuito, fatta eccezione limitata per alcuni casi ammessi dalla norma.

### Sovraccarico

Per garantire la protezione al sovraccarico sono rispettate le seguenti relazioni per il dimensionamento dei dispositivi di protezione.

$$\begin{aligned} I_B &\leq I_n \leq I_Z \\ I_f &\leq 1,45 \cdot I_Z \end{aligned}$$

Dove:

$I_B$  = Corrente di impiego del circuito;

$I_n$  = Corrente nominale del dispositivo di protezione;

$I_Z$  = Portata del conduttore in relazione al tipo di posa;

$I_f$  = Corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite

### Cortocircuito

Per garantire la protezione al cortocircuito (CTO CTO) sono previsti dispositivi di protezione in grado di interrompere le correnti di CTO CTO prima che possano diventare pericolose.

Il valore della corrente di CTO CTO è determinato in ogni punto significativo dell'impianto.

Il dispositivo di protezione deve rispondere alle seguenti relazioni:

$$\begin{aligned} I_{cn} &\geq I_{ccmax} \\ \int_0^{t_i} i^2 dt &\leq K^2 \cdot S^2 \quad \rightarrow \quad I^2 t \leq K^2 \cdot S^2 \end{aligned}$$

Dove:

$I_{cn}$  = Poteri d'interruzione del dispositivo di protezione;

$I_{ccmax}$  = Corrente di CTO CTO massima nel punto considerato;  $I^2 t$

$I^2 t$  = Integrale di Joule, (energia specifica passante dal dispositivo di protezione);

$K^2 \cdot S^2$  = Energia specifica per i cavi utilizzati.

## Protezione contro le sovratensioni (CEI 64-8/44)

### Sovratensioni di origine atmosferica

Nel progetto dell'impianto di illuminazione pubblica non si è tenuto conto del rischio relativo al fulmine, poiché di fatto, non è mai necessario proteggere un palo di illuminazione contro i fulmini (CEI 64-8/7 714.35)

## Scelta dei componenti elettrici

Tutti i componenti elettrici utilizzati negli impianti devono essere conformi alle prescrizioni di sicurezza delle Norme CEI ad essi applicabili e preferibilmente muniti delle marcature IMQ o CE.

### Quadri Elettrici

I quadri elettrici sono componenti dell'impianto elettrico a tutti gli effetti, devono rispondere alle relative norme di prodotto e devono essere certificate dal costruttore del quadro.

I quadri elettrici si dividono in tre categorie:

- *Quadri di distribuzione, rispondenti alla norma EN 60439-2 (CEI 17-13/3);*
- *Quadri per uso domestico o similari, rispondenti alla norma CEI 23-51;*
- *Quadri per cantiere, rispondenti alla norma EN 60439-4 (CEI 17-13/4).*

Il quadro deve avere una targa sulla quale devono essere riportate le caratteristiche principali tra cui il nome del costruttore e la matricola, dati necessari per recuperare tutte le informazioni.

Tutti i quadri devono essere collaudati e testati secondo le prove definite dalla EN 60439-1 (CEI 17-13/1).

### Lampade ed apparecchi di illuminazioni

Le lampade per illuminazione esterna devono garantire bassi oneri di esercizio e prestazioni visive ottimali. Vengono spesso privilegiate le lampade con tecnologia LED, che migliora sensibilmente sia la resa luminosa che la durata.

Gli apparecchi per l'illuminazione esterna sono fondamentalmente composti da tre parti: la carenatura, il gruppo elettrico e il gruppo ottico.

La carenatura in metallo o in materiale termoplastico, ha il compito di proteggere i componenti dagli agenti atmosferici.

Il gruppo elettrico è la parte funzionale, è composto da lampada, portalampada, da eventuali reattore o accenditore, dal condensatore, dalla morsettiera e dal fusibile.

Il gruppo ottico ha la funzione di indirizzare il flusso luminoso sulla superficie da illuminare.

### Pali

I pali di illuminazione devono rispettare le prescrizioni delle norme UNI EN 40, la norma propone le dimensioni standardizzate dei pali in acciaio, alluminio e vetroresina.

I pali in acciaio, usati nella maggior parte delle applicazioni, sono oggetto della norma UNI EN 40-5 e sono disponibili in varie forme e tipologie.

I pali e i bracci devono essere contrassegnati in modo duraturo e riportare i seguenti dati:

- *Nome del costruttore e anno di produzione;*
- *Riferimento alla norma UNI EN 40-5;*
- *Codice di identificazione del prodotto.*

La protezione in genere utilizzata contro la corrosione è la zincatura a caldo applicata al palo. La parte esterna (non interrata Zona A) deve avere una protezione supplementare, es. verniciatura. Mentre la zona interrata (zona B) deve avere una bitumatura aggiuntiva.

## Cavi e conduttori

La sezione dei conduttori è stata determinata in funzione:

- della massima temperatura di servizio in relazione alla corrente d'impiego;
- della caduta di tensione ammissibile
- della sollecitazione elettromeccanica e termiche in caso di c.to c.to o altre sollecitazioni;
- dal valore massimo dell'impedenza in funzione della protezione contro il c.to c.to;

La scelta del tipo di conduttura e del relativo modo di posa dipende:

- dalla natura del luogo di installazione
- dalla natura delle parti dell'edificio che sostengono le condutture;
- dalla possibilità che le condutture siano accessibili a persone o animali
- dalla tensione
- della sollecitazione elettromeccanica e termiche in caso di c.to c.to o altre sollecitazioni;

Altre prescrizioni

- Le condutture elettriche devono essere contrassegnate in modo tale da poter essere identificate;
- I conduttori di neutro e di protezione devono essere in accordo con la CEI 16-4 e distinti con colorazione diversa dai conduttori di fase.

## Tipo di cavi per energia

Per la realizzazione degli impianti sono stati scelti i seguenti tipi di cavi:

### **FG16(O)R16 0,6/1 kV - CPR Cca-s3,d1,a3**

Cavi per energia e segnalazioni flessibili per posa fissa, isolati in HEPR di qualità G16, non propaganti l'incendio a ridotta emissione di gas corrosivi. Conformi al Regolamento Europeo(CPR) UE 305/11.

## Tubi protettivi e canali

I tubi flessibili o rigidi, in materiale isolante per posa sotto pavimento devono essere del tipo pesante, il tipo leggero può essere utilizzato nelle pose a parete o a soffitto. (CEI 23-8 e 23-14)

Il diametro interno dei tubi deve essere sovradimensionato del 30% rispetto alla sezione occupata dai conduttori.

I tubi metallici si utilizzano quando è necessario proteggere le condutture da urti violenti.

Nei canali la sezione dei cavi non deve superare il 50% della sezione del canale stesso (CEI 23-31).

## Cassette e connessioni

I coperchi delle cassette devono essere "saldamente fissati". Sono preferibili le cassette con coperchio fissato con viti. E' buona norma che i cavi e le giunzioni posti all'interno della cassetta non occupino più del 50% del volume interno della cassetta stessa.

Le connessioni vanno eseguite con appositi morsetti, senza ridurre la sezione dei conduttori e senza lasciare parti conduttrici scoperte.

Le connessioni sono vietate entro i tubi, le giunzioni devono unire cavi delle stesse caratteristiche e dello stesso colore.

Si raccomanda di non eseguire giunzioni nelle scatole porta-frutto.

## Impianto di terra (CEI 64-8/54)

### L'impianto di terra è costituito da:

- **Dispersore (DA-DN)**

I dispersori sono di due tipi, intenzionali o naturali.

I primi sono costituiti da tubi, profilati, tondini ecc., per i quali le norme fissano dimensioni minime, allo scopo di garantire la resistenza necessaria e l'impedimento della corrosione del dispersore stesso.

I secondi, invece, sono costituiti dai ferri delle fondazioni in cemento armato (plinti, travi, ecc.) che formano una grande superficie disperdente con bassi valori di resistenza. Non sono caratterizzati da norme.

- **Conduttore di terra (CT)**

È il conduttore che collega il nodo di terra al sistema disperdente e i dispersori tra loro.

Deve essere in grado di resistere alla corrosione e di sopportare eventuali sforzi meccanici.

La sezione deve essere almeno uguale a quella del conduttore di protezione.

	Protetti meccanicamente	Non protetti meccanicamente
Protetti contro la corrosione	Come il PE	16mm <sup>2</sup> in rame 16mm <sup>2</sup> in ferro zincato
Non protetti contro la corrosione	25mm <sup>2</sup> rame 50mm <sup>2</sup> ferro zincato	

- **Il nodo (o collettore) principale di terra (MT)**

È costituito da una barra in rame alla quale fanno capo i conduttori che collegano a terra le masse e il conduttore che proviene dai dispersori.

- **Conduttori di protezione (PE)**

Può far parte della stessa conduttura di alimentazione o essere separato. La sezione minima è in relazione a quella del conduttore di fase e deve soddisfare una delle seguenti relazioni:

Sezione dei conduttori di fase S (mm <sup>2</sup> )	Sezione minima del conduttore di protezione Sp (mm <sup>2</sup> )
S ≤ 16	Sp = S
16 < S ≤ 35	Sp = 16
S > 35	Sp = S/2

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

- **Conduttori equipotenziali principali (EQP)**

Sono i conduttori che collegano il nodo di terra alle masse estranee. Devono avere una sezione non inferiore a metà di quella del PE più elevata dell'impianto con un minimo di 6mm<sup>2</sup> e un massimo di 25mm<sup>2</sup>.

La massa estranea è una parte metallica, non facente parte dell'impianto elettrico, ad esempio la tubazione idrica, la struttura metallica deve essere collegata al nodo solo se la resistenza verso terra è minore di 200 Ω.

- **Conduttori equipotenziali supplementari (EQS)**

Sono i conduttori che connettono una massa ad una massa estranea (es. il tubo dell'acqua nel locale bagno collegato al PE della presa più vicina). La sezione deve essere uguale a quella del più piccolo conduttore di protezione collegato a queste masse.

## Resistenza di terra

Il valore di tensione che può permanere sulle masse a seguito di un guasto d'isolamento è di 50V, prescritto negli ambienti ordinari.

Per la protezione contro i contatti indiretti con interruzione automatica dell'alimentazione, deve essere pertanto soddisfatta la condizione:

$$\text{Per ambienti ordinari: } RT \leq \frac{50}{I_{dn}}$$

Nei Cantieri ad esempio, poiché il rischio elettrico è particolarmente elevato la norma riduce il valore di tensione che può permanere sulle masse a seguito di un guasto d'isolamento dal valore di 50V, prescritto negli ambienti ordinari, a 25V.

Per la protezione contro i contatti indiretti con interruzione automatica dell'alimentazione, deve essere pertanto soddisfatta la condizione:

$$\text{Per ambienti speciali: } RT \leq \frac{25}{I_{dn}}$$

dove:

RT= Resistenza di terra in  $\Omega$  (Ohm)

I<sub>dn</sub> = Corrente differenziale nominale d'intervento dell'interruttore differenziale generale.

## Caduta di tensione

La CEI 64-8 raccomanda (non impone) che la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto e un qualsiasi punto dell'impianto sia inferiore al 4% della tensione nominale dell'impianti.

La norma ammette valori di c.d.t. più elevati nei momenti di avviamento dei motori o per altri componenti che richiedano assorbimenti più elevati.

Il dimensionamento delle condutture assicura il rispetto del valore raccomandato dalla norma.

I valori massimi di caduta di tensione sono riportati per ogni singolo circuito nello schema elettrico allegato

La caduta di tensione in un conduttore percorso da corrente può essere determinata con la formula:

$$\Delta V = I_b \cdot L \cdot K (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

dove:

$\Delta V$  = caduta di tensione in volt

$I_b$  = corrente di impiego della linea

$R$  = resistenza del cavo

$X$  = reattanza del cavo

$L$  = lunghezza della conduttura

$K$  = coefficiente che tiene conto del tipo di linea ( $K = 3$  per trifasi,  $2$  per monofasi)

$\cos \varphi$  = fattore di potenza del carico

## Rifasamento

Gli apparecchi di illuminazione sono rifasati singolarmente, non ci sono carichi fissi da rifasare quindi al momento il sistema di rifasamento non è previsto.

Il rifasamento è una tecnica di uso razionale dell'energia: migliorando il fattore di potenza delle macchine e degli impianti, consente di ottenere sensibili risparmi economici, con vantaggio sia dell'utente che del produttore e distributore. I risparmi sono tanto più consistenti quanto più elevato è il fabbisogno di energia elettrica: per questo motivo le Aziende industriali medie e grandi dovrebbero esservi particolarmente interessate, qualunque sia lo specifico settore di attività.

Metodo di rifasamento

$$Q_c = P_n (tg \gamma_{attuale} - tg \gamma_{0,9})$$

$$C = \frac{Q_c}{\omega \cdot V^2}$$

## Svantaggi di un basso fattore di potenza

Un basso fattore di potenza causa nell'impianto diversi inconvenienti che si riflettono, oltre che sul rendimento, anche sui costi d'esercizio.

Un basso  $\cos \varphi$  comporta infatti:

- *Diminuzione della potenza disponibile sugli impianti di alimentazione o sovradimensionamento degli impianti a parità di potenza attiva;*
- *Aumento delle cadute di tensione, con conseguenze negative sul funzionamento degli apparecchi utilizzatori;*
- *Aumento delle perdite di energia nei conduttori a causa della maggiore intensità di corrente in circolazione a parità di potenza;*
- *Maggior costo dell'energia a causa delle maggiorazioni tariffarie previste in relazione all'energia reattiva fornita.*

## Verifiche in conformità alle norme (CEI 64-8/6)

Il capitolo 6 della norma CEI 64-8 regola le verifiche per gli impianti utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.

### Verifiche iniziali

Durante la realizzazione e/o alla fine della stessa prima di essere messo in servizio, ogni impianto elettrico deve essere esaminato a vista e provato per verificare, quanto praticamente possibile, che le prescrizioni della presente Norma siano state rispettate.

### Verifiche a seguito di modifiche o di ampliamenti

L'installatore incaricato dell'ampliamento o della modifica è responsabile per l'esecuzione ed il funzionamento in conformità alle norme di quella parte di impianto da lui installata. Questa nuova parte di impianto può funzionare in conformità alle norme solo se anche la parte dell'impianto elettrico esistente di uso comune all'alimentazione funziona alle nuove condizioni. Se in seguito a tali modifiche si verificano conseguenze inammissibili cioè condizioni di non conformità anche all'impianto già esistente sarà responsabile l'installatore che ha modificato o ampliato l'impianto.

### Documentazioni

L'utente deve fornire al momento delle verifiche gli schemi, le tabelle o i diagrammi che indichino il tipo e la composizione dei circuiti e le caratteristiche necessarie all'identificazione dei dispositivi che svolgono la funzione di protezione, di sezionamento e di comando e la loro dislocazione. Per gli impianti non soggetti ad obblighi di progettazione le informazioni sopracitate possono essere date sotto forma di elenco dei relativi componenti elettrici.