



**Azienda Sanitaria Locale  
AVELLINO  
U.O.C. Tecnico Patrimoniale**



ingegneria | architettura | geologia

Sede legale: Via Gramsci 10, 81057 Teano (CE)  
Sede Operativa: piazza Aldo Moro snc, Teano (CE)  
Partita IVA: 04498670613  
tel/fax: 0823875704  
mobile: 3408268240 3807194974 3496692960  
e-mail: diastilosrl@gmail.com;  
Posta certificata: diastilosrl@pec.it

**R.U.P.**  
**ing. Antonino SIRIGNANO**

committente

**ing. Francesco D' ORTA**

direttore tecnico

**arch. ANTONIO DIANA**

direttore tecnico

**ing. Antonio STRUFFOLINO**

direttore tecnico

progetto definitivo ☐ progetto esecutivo ☒

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE  
DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE PER L'INTERVENTO "PNRR MISSIONE 6 COMPONENTE 1  
SEZIONE 1.2.2 IMPLEMENTAZIONE DELLE CENTRALI OPERATIVE TERRITORIALI" - (COT DI MONTEFORTE)**

**RELAZIONE TECNICA  
IMPIANTI ELETTRICO  
E DI ILLUMINAZIONE**

elaborato

**IE.01**

data

**GENNAIO  
2023**

scala

redatto **AD**

verificato **AS**

validato **FD**

revisione **REV.**

**Comune di Monteforte Irpino (AV)**

# **PROGETTAZIONE E DIMENSIONAMENTO DI UN IMPIANTO ELETTRICO E DI ILLUMINAZIONE**

**Impianto:** Impianto Elettrico "C.O.T."

**Committente:** A.S.L. di Avellino – Ufficio Tecnico

**Indirizzo:** C.so Vittorio Emanuele, snc – Ariano Irpino (AV)

Teano, 27/12/2022

**Il Tecnico**  
(DIASTILO SRL)

---

## NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

### Norme

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>D.Lgs. 9/4/08 n.81</b>    | TESTO UNICO sulla salute e sicurezza sul lavoro e succ. mod. e int.  |
| <b>D.Lgs. 3/8/09 n.106</b>   | Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro   |
| <b>Legge 186/68</b>          | Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.   |
| <b>DPR 151 01/08/11</b>      | Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.   |
| <b>D.Lgs. 22/01/08 n. 37</b> | Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11 – quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n° 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.   |
| <b>CEI 64-8</b>              | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.  |
| <b>CEI 64-8/1</b>            | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 1: oggetto, scopo e principi fondamentali.   |
| <b>CEI 64-8/2</b>            | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 2: definizioni.  |
| <b>CEI 64-8/3</b>            | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 3: caratteristiche generali.   |
| <b>CEI 64-8/4</b>            | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 4: prescrizioni per la sicurezza.  |
| <b>CEI 64-8/5</b>            | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 5: scelta ed installazione dei componenti elettrici.   |
| <b>CEI 64-8/6</b>            | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 6: verifiche.  |
| <b>CEI 64-8/7</b>            | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 7: ambienti ed applicazioni particolari.   |
| <b>CEI 64-8; V1</b>          | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Contiene modifiche ad alcuni articoli nonché correzioni di inesattezze riscontrate in alcune Parti della Norma CEI 64-8.   |
| <b>CEI 64-8; V2</b>          | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. La Variante si è resa necessaria in seguito alla pubblicazione di nuovi documenti CENELEC della serie HD 60364.  |
| <b>CEI 64-8; V3</b>          | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Contiene il nuovo Allegato A della Parte 3: "Ambienti residenziali - Prestazioni dell'impianto" e modifiche ad alcuni articoli della Norma CEI 64-8 in seguito al contenuto dell'Allegato A. |
| <b>CEI 64-50</b>             | Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.  |
| <b>CEI 64-12</b>             | Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale.  |
| <b>CEI 11-17</b>             | Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.   |
| <b>CEI 0-2</b>               | Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.  |
| <b>CEI 17-113</b>            | Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)<br>Parte 1: Regole generali.   |
| <b>CEI 17-114</b>            | Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)<br>Parte 2: Quadri di potenza.   |
| <b>CEI 23-48</b>             | Involucro per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 1: prescrizioni generali   |
| <b>CEI 23-49</b>             | Involucro per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 2: prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed   |

|                         |   |
|-------------------------|---|
|                         | apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.   |
| <b>CEI 23-51</b>        | Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazione fisse per uso domestico e similare.  |
| <b>CEI 31-30</b>        | Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 10: classificazione dei luoghi pericolosi  |
| <b>CEI 31-33</b>        | Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 14: impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere).   |
| <b>CEI 31-35</b>        | Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30). Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas, vapori o nebbie infiammabili.                            |
| <b>CEI 0-10</b>         | Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.   |
| <b>CEI 81-10/1</b>      | Protezione contro i fulmini. Principi generali.   |
| <b>CEI 81-10/2</b>      | Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio.   |
| <b>CEI 81-10/3</b>      | Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.   |
| <b>CEI 81-10/4</b>      | Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture.  |
| <b>CEI-UNEL 35026</b>   | Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.   |
| <b>CEI-UNEL 35024/1</b> | Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.  |
| <b>CEI-UNEL 35023</b>   | Cavi per energia isolati in gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4. Cadute di tensione.   |
| <b>CEI 3-50</b>         | Segni grafici da utilizzare sulle apparecchiature. Parte 2: Segni originali.  |
| <b>CEI 0-10</b>         | Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.   |
| <b>CEI 0-11</b>         | Guida alla gestione in qualità delle misure per la verifica degli impianti elettrici ai fini della sicurezza  |
| <b>CEI 64-100/1</b>     | Edilizia residenziale. Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni. Parte 1: Montanti degli edifici.   |
| <b>CEI 64-100/2</b>     | Edilizia residenziale. Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni. Parte 2: Unità immobiliari (appartamenti).   |
| <b>CEI 64-14</b>        | Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.   |
| <b>CEI 64-17</b>        | Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri.   |
| <b>CEI 64-51</b>        | Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri particolari per centri commerciali.                         |
| <b>CEI 64-53</b>        | Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per edifici ad uso prevalentemente residenziale.                  |
| <b>CEI 64-54</b>        | Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per i locali di pubblico spettacolo.                               |
| <b>CEI 64-55</b>        | Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per le strutture alberghiere.                                      |
| <b>CEI 64-56</b>        | Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri particolari per locali ad uso medico.   |
| <b>CEI 64-57</b>        | Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri particolari per impianti di piccola produzione distribuita. |
| <b>CEI 34-22</b>        | Apparecchi di illuminazione. Parte 2: prescrizioni particolari. Apparecchi di illuminazione di emergenza.   |
| <b>CEI 34-111</b>       | Sistemi di illuminazione di emergenza.  |
| <b>CEI 23-50</b>        | Spine e prese per usi domestici e similari. Parte 1: prescrizioni generali.   |
| <b>CEI 11-25</b>        | Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata. Parte 0: calcolo delle correnti.   |

Inoltre dovranno essere rispettate tutte le leggi e le norme vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate e le prescrizioni di Autorità Locali, VV.F., Ente distributore di energia elettrica, Impresa telefonica, ISPESL, ASL, ecc.

## PREMESSA

### Contesto di riferimento

---

L'edificio denominato ""C.O.T."" ha la seguente destinazione d'uso: Uffici.

Gli impianti all'interno sono installati in ambienti totalmente protetti dalle intemperie, nei quali si esclude totalmente l'uso di sostanze corrosive che possano modificare le caratteristiche dei componenti installati.

### Criteri utilizzati per le scelte progettuali

---

Per soddisfare i requisiti dell'impianto elettrico, si sono fissati questi due fondamentali obiettivi:

- la flessibilità nel tempo: la facilità d'adeguamento dell'installazione alle mutevoli esigenze abitative ed organizzative;
- la sicurezza ambientale: intesa come protezione delle persone e delle cose, che in qualche modo debbano interagire con l'ambiente in piena coerenza con la norma CEI 64-8.

### Qualità e caratteristiche dei materiali utilizzati

---

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati sono adatti all'ambiente in cui sono installati e hanno caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi sono rispondenti alle norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano. Inoltre tutti i materiali ed apparecchi per i quali è prevista la concessione del marchio di qualità sono muniti del contrassegno IMQ.

## METODI DI CALCOLO

Di seguito riportiamo i parametri e la modalità di calcolo dei circuiti e di scelta delle protezioni, in accordo a quanto previsto dalle norme CEI.

### Corrente di impiego $I_b$

Il valore efficace della corrente di impiego, per i circuiti terminali, può essere così calcolato:

$$(1.1) \quad I_b = (K_u \cdot P) / (k \cdot V_n \cdot \cos \varphi) \quad [A]$$

dove:

- $k$  è pari a 1 per circuiti monofase o a  $\sqrt{3}$  per circuiti trifase
- $K_u$  è il coefficiente di utilizzazione moltiplicativo della potenza nominale di ciascun carico e assume valori compresi tra [0..1]
- $P$  è la potenza totale dei carichi [W]
- $V_n$  è il valore efficace della tensione nominale del sistema [V]
- $\cos \varphi$  è il fattore di potenza.

Nel caso di circuiti di distribuzione che alimentano più circuiti derivati che potrebbero essere non tutti di tipo terminale:

$$I_b = K_c \cdot (I_{d,1} + \dots + I_{d,n}) \quad [A] \quad (1.2)$$

dove:

- $K_c$  è il coefficiente di contemporaneità moltiplicativo dei circuiti derivati simultaneamente utilizzati
- $I_{d,j}$  è il fasore della corrente del  $j$ -mo circuito derivato.

### Caduta di tensione

La caduta di tensione in un cavo può essere così calcolata:

$$(1.3) \quad \Delta V_c = k (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) \cdot L \cdot I_b \quad [V]$$

$$\Delta V_c \% = \Delta V_c / V_n \quad [V] \quad (1.4)$$

dove:

- $\Delta V_c$  = caduta di tensione del cavo [V]
- $V_n$  = tensione nominale [V]
- $k = 2$  per circuiti monofase,  $\sqrt{3}$  per circuiti trifase
- $R$  è la resistenza specifica del cavo [ $\Omega/m$ ]
- $X$  è la reattanza specifica del cavo [ $\Omega/m$ ]
- $L$  è la lunghezza del cavo [m]
- $I_b$  è la corrente di impiego [A].

### Correnti di corto circuito

Il valore efficace della corrente di corto circuito  $I_{cc}$  nel punto di guasto può essere calcolato come:

$$I_{cc} = V_n / (k Z_{cc}) \quad [A] \quad (1.5)$$

dove  $Z_{cc}$  è l'impedenza complessiva della rete a monte del punto considerato.

### Sistema TT

Nel caso di un sistema di distribuzione TT, per caratterizzare la rete a monte del punto di consegna si richiedono i valori presunti della corrente di corto circuito trifase ( $I_{cc,tr}$ ) e della corrente di corto circuito

fase-neutro ( $I_{cc,f-n}$ ) forniti dall'ente erogatore di energia elettrica.

Dal valore  $I_{cc,tr}$ , si ricava l'impedenza totale della rete a monte del punto di consegna:

$$Z_{of} = V_n / \sqrt{3} \cdot I_{cc,tr} \quad [\Omega] \quad (1.6)$$

dove:

-  $V_n$  è il valore della tensione nominale del sistema [V]

La resistenza e la reattanza si ottengono per mezzo del fattore di potenza in corto circuito  $\cos \varphi_{cc}$ :

$$R_{of} = Z_{of} \cos \varphi_{cc} \quad [\Omega] \quad (1.7)$$

$$X_{of} = Z_{of} \sin \varphi_{cc} = \sqrt{(Z_{of}^2 - R_{of}^2)} \quad [\Omega] \quad (1.8)$$

Di seguito è riportata la tabella in cui sono presenti i valori di  $\cos \varphi_{cc}$  in funzione del valore di  $I_{cc}$ :

| $I_{cc}$ (kA)         | $\cos \varphi_{cc}$ |
|-----------------------|---------------------|
| $I_{cc} \leq 1.5$     | 0.95                |
| $1.5 < I_{cc} \leq 3$ | 0.9                 |
| $3 < I_{cc} \leq 4.5$ | 0.8                 |
| $4.5 < I_{cc} \leq 6$ | 0.7                 |
| $6 < I_{cc} \leq 10$  | 0.5                 |
| $10 < I_{cc} \leq 20$ | 0.3                 |
| $20 < I_{cc} \leq 50$ | 0.25                |
| $50 < I_{cc}$         | 0.2                 |

Tabella CEI EN 60947-2 Class. 17-5

Dal valore di  $I_{cc,f-n}$  si ricava la somma delle impedenze di fase e di neutro a monte del punto di consegna. Tale valore è necessario per effettuare il calcolo della corrente di corto circuito in caso di guasto fase-neutro in un punto qualunque del sistema TT:

$$Z_{ofn} = V_n / \sqrt{3} \cdot I_{cc,f-n} \quad [\Omega] \quad (1.9)$$

Quindi si ricavano le componenti resistive e reattive:

$$R_{ofn} = Z_{ofn} \cos \varphi_{cc} \quad [\Omega] \quad (1.10)$$

$$X_{ofn} = Z_{ofn} \sin \varphi_{cc} = \sqrt{(Z_{ofn}^2 - R_{ofn}^2)} \quad [\Omega] \quad (1.11)$$

Utilizzando la formula 1.5, le correnti di corto circuito  $I_{cc}$  nel punto di guasto possono essere calcolate usando le seguenti formule:

$$\text{- } I_{cc} \text{ trifase} \quad I_{cc,tr} = V_n / \sqrt{3} \cdot \sqrt{((R_{of} + R_l)^2 + (X_{of} + X_l)^2)} \quad [A] \quad (1.12)$$

$$\text{- } I_{cc} \text{ fase-fase} \quad I_{cc,f-f} = V_n / 2 \cdot \sqrt{((R_{of} + R_l)^2 + (X_{of} + X_l)^2)} \quad [A] \quad (1.13)$$

$$\text{- } I_{cc} \text{ fase-neutro} \quad I_{cc,f-n} = V_n / \sqrt{3} \cdot \sqrt{((R_{ofn} + R_l + R_n)^2 + (X_{ofn} + X_l + X_n)^2)} \quad [A] \quad (1.14)$$

dove

-  $R_l$  e  $X_l$  sono la resistenza e la reattanza totale del conduttore di fase fino al punto di guasto [ $\Omega$ ]

-  $R_n$  e  $X_n$  sono la resistenza e la reattanza totale del conduttore di neutro fino al punto di guasto [ $\Omega$ ]

### Corrente di corto circuito massima

La corrente massima si calcola nelle condizioni che originano i valori più elevati:

- all'inizio della linea, quando l'impedenza a monte è minima;

- considerando il guasto di tutti i conduttori quando la linea è costituita da più cavi in parallelo;

La massima corrente di c.to c.to si ha per guasto trifase simmetrico  $I_{cc, tr}$ .

### Corrente di corto circuito minima

La corrente minima si calcola nelle condizioni che originano i valori più bassi:

- in fondo alla linea quando l'impedenza a monte è massima;
- considerando guasti che riguardano un solo conduttore per più cavi in parallelo;

La corrente di c.to c.to minima si ha per guasto monofase  $I_{cc, f-n}$  o bifase  $I_{cc, f-f}$ .



## Dimensionamento

### Dimensionamento del cavo

L'art. 25.5 della Norma CEI 64-8 definisce portata di un cavo "il massimo valore della corrente che può fluire in una conduttura, in regime permanente ed in determinate condizioni, senza che la sua temperatura superi un valore specificato". In base a questa definizione, si può affermare che la portata di un cavo, indicata convenzionalmente con  $I_z$ , deriva:

- dalla capacità dell'isolante a tollerare una certa temperatura;
- dai parametri che influiscono sulla produzione del calore, quali ad esempio resistività e la sezione del conduttore;
- dagli elementi che condizionano lo scambio termico tra il cavo e l'ambiente circostante.

Quindi, per un corretto dimensionamento del cavo, si devono verificare:

$$I_z \geq I_b \quad (1.24)$$

$$\Delta V_c \leq \Delta V_M \quad (1.25)$$

dove:

- $I_b$  è la corrente di impiego
- $I_z$  la portata del cavo, cioè il valore efficace della massima corrente che vi può fluire in regime permanente
- $\Delta V_M$  è la caduta di tensione massima ammissibile per il cavo (la regola tecnica consiglia entro il 4% della tensione di alimentazione).

### Dimensionamento del conduttore di neutro

Il conduttore di neutro deve avere almeno la stessa sezione dei conduttori di fase:

- nei circuiti monofase a due fili, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti trifase quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm<sup>2</sup> se in rame od a 25 mm<sup>2</sup> se in alluminio.

Nei circuiti trifase i cui conduttori di fase abbiano una sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup> se in rame oppure a 25 mm<sup>2</sup> se in alluminio, il conduttore di neutro può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro; [NOTA: la corrente che fluisce nel circuito nelle condizioni di servizio ordinario deve essere praticamente equilibrata tra le fasi]
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup> se in rame oppure a 25 mm<sup>2</sup> se in alluminio.

In ogni caso, il conduttore di neutro deve essere protetto contro le sovracorrenti in accordo con le prescrizioni dell'articolo 473.3.2 della norma CEI 64-8 riportate di seguito:

- a) quando la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale o equivalente a quella dei conduttori di fase, non è necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro né un dispositivo di interruzione sullo stesso conduttore.
- b) quando la sezione del conduttore di neutro sia inferiore a quella dei conduttori di fase, è necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro, adatta alla sezione di questo conduttore: questa rilevazione deve provocare l'interruzione dei conduttori di fase, ma non necessariamente quella del conduttore di neutro.

c) non è necessario tuttavia prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro se sono contemporaneamente soddisfatte le due seguenti condizioni:

- il conduttore di neutro è protetto contro i cortocircuiti dal dispositivo di protezione dei conduttori di fase del circuito;
- la massima corrente che può attraversare il conduttore di neutro in servizio ordinario è chiaramente inferiore al valore della portata di questo conduttore.

### Dimensionamento del conduttore di protezione

Le sezioni minime dei conduttori di protezione non devono essere inferiori ai valori in tabella; se risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

| Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio<br>$S_F$ [mm <sup>2</sup> ] | Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase<br>$S_{PE}$ [mm <sup>2</sup> ] | Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase<br>$S_{PE}$ [mm <sup>2</sup> ] |
|---|---|---|
| $S_F \leq 16$   | $S_{PE} = S_F$  | 2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente  |
| $16 < S_F \leq 35$  | $S_{PE} = 16$   | $S_{PE} = 16$   |
| $35 < S_F$  | $S_{PE} = S_F/2$<br>nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme  | $S_{PE} = S_F/2$<br>nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme  |

$S_F$ : sezione dei conduttori di fase dell'impianto

$S_{PE}$ : sezione minima del corrispondente conduttore di protezione

### Protezione dal sovraccarico (Norma CEI 64-8/4 - 433.2)

Per la protezione dalla correnti di sovraccarico, la norma CEI 64-8 sez.4 par. 433.2, "Coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione" prevede che il dispositivo di protezione selezionato soddisfi le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1.26)$$

$$I_f \leq 1.45 I_z \quad (1.27)$$

dove:

- $I_b$  è la corrente di impiego
- $I_n$  la corrente nominale o portata del dispositivo di protezione
- $I_z$  la corrente sopportabile in regime permanente da un determinato cavo senza superare un determinato valore di temperatura
- $I_f$  la corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione che provoca il suo intervento entro un tempo convenzionale.

### Protezione dalle correnti di corto circuito (Norma CEI 64-8/4 - 434.3)

Per la protezione dalle correnti di corto circuito, il dispositivo di protezione selezionato deve essere in grado di interrompere le correnti di corto circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose. In particolare devono essere verificate le seguenti condizioni:

$$I_{ccMax} \leq P.d.i. \quad (1.28)$$

dove:

$I_{ccMax}$  = Corrente di corto circuito massima

P.d.i. = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione ( $I_k$ )

$$(I^2t) \leq K^2 S^2 \quad (1.29)$$

dove:

- $(I^2t)$  è l'integrale di joule per la durata del corto circuito
- $K$  è un parametro che dipende dal tipo di conduttore e isolamento (dipende dal calore specifico medio del materiale conduttore, dalla resistività del materiale conduttore, dalla temperatura iniziale e finale del conduttore)
- $S$  è la sezione del conduttore
- $t$  è il tempo di intervento del dispositivo di protezione.

La relazione (1.28) assicura che il dispositivo effettivamente interrompa la corrente di c.to c.to evitando conseguenze (incendio, ecc.). La condizione (1.29) assicura l'integrità del cavo oggetto del c.to c.to.

### Protezione contro i contatti indiretti

---

#### Sistema TT (Norma CEI 64-8/4 - 413.1.4)

Nel caso di sistema TT, la protezione dai contatti indiretti è assicurata mediante l'uso di dispositivi di interruzione differenziale e la realizzazione di un impianto di terra che soddisfino la seguente condizione:

$$I_{dn} \leq U_I / R_E \quad (1.30)$$

dove:

- $R_E$  è pari alla resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse
- $U_I$  è pari a 25 V per i contatti in condizioni particolari, 50 V per i contatti in condizioni ordinarie
- $I_{dn}$  è la corrente differenziale nominale d'intervento del dispositivo di protezione.

# IMPIANTO DI TERRA

Di seguito riportiamo la tabella dei cavi di collegamento tra i componenti dell'impianto di terra, quindi la tabella dei componenti e i collettori.

## Conduttori PE

| Denom. | Elementi connessi | Descrizione               | Lunghezza |
|--------|-------------------|---------------------------|-----------|
| FC1145 | Quadro - CT1      | Unipolare PVC 1x16 N07V-K | 1.71 m    |

## Conduttori di terra

| Denom. | Elementi connessi | Descrizione                 | Lunghezza |
|--------|-------------------|-----------------------------|-----------|
| FC1147 | DS1 - DS7         | Unipolare Nudo 1x25 N07V-K  | 7.65 m    |
| FC1148 | DS7 - DS6         | Unipolare Nudo 1x25 H07RN-F | 13.25 m   |
| FC1149 | DS6 - DS5         | Unipolare Nudo 1x25 N07V-K  | 19.25 m   |
| FC1150 | DS5 - DS4         | Unipolare Nudo 1x25 N07V-K  | 10.70 m   |
| FC1151 | DS4 - DS3         | Unipolare Nudo 1x25 N07V-K  | 13.25 m   |
| FC1152 | DS3 - DS2         | Unipolare Nudo 1x25 N07V-K  | 23.75 m   |
| FC1154 | CT1 - DS1         | Unipolare PVC 1x16 N07V-K   | 5.00 m    |
| FC1155 | DS2 - DS1         | Unipolare Nudo 1x25 N07V-K  | 24.85 m   |

## Dispersori

| Denominazione | Codice  | Tipo                   | Pozzetto | Resistenza |
|---------------|---------|------------------------|----------|------------|
| DS1           | DSP.001 | Dispersore a picchetto | Presente | 33 Ω       |
| DS2           | DSP.001 | Dispersore a picchetto | Presente | 33 Ω       |
| DS3           | DSP.001 | Dispersore a picchetto | Presente | 33 Ω       |
| DS4           | DSP.001 | Dispersore a picchetto | Presente | 33 Ω       |
| DS5           | DSP.001 | Dispersore a picchetto | Presente | 33 Ω       |
| DS6           | DSP.001 | Dispersore a picchetto | Presente | 33 Ω       |
| DS7           | DSP.001 | Dispersore a picchetto | Presente | 33 Ω       |

## Dispersore "DS1"

La resistenza di terra di 33 Ω è ottenuta da calcolo usando la formula "Picchetto verticale":

$$R_E = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$$



dove:

**Resistività del terreno ρ:** 50 Ω m - Argilla malleabile (CEI 64-8)

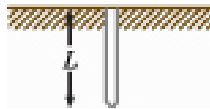
**Lunghezza L:** 150 cm

**Raggio a:** 0.4 cm

## Dispersore "DS2"

La resistenza di terra di 33 Ω è ottenuta da calcolo usando la formula "Picchetto verticale":

$$R_E = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$$



dove:

**Resistività del terreno  $\rho$ :** 50  $\Omega$  m - Argilla malleabile (CEI 64-8)

**Lunghezza  $L$ :** 150 cm

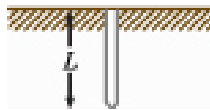
**Raggio  $a$ :** 0.4 cm

Dispersore "DS3"

---

La resistenza di terra di 33  $\Omega$  è ottenuta da calcolo usando la formula "Picchetto verticale":

$$R_E = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$$



dove:

**Resistività del terreno  $\rho$ :** 50  $\Omega$  m - Argilla malleabile (CEI 64-8)

**Lunghezza  $L$ :** 150 cm

**Raggio  $a$ :** 0.4 cm

Dispersore "DS4"

---

La resistenza di terra di 33  $\Omega$  è ottenuta da calcolo usando la formula "Picchetto verticale":

$$R_E = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$$



dove:

**Resistività del terreno  $\rho$ :** 50  $\Omega$  m - Argilla malleabile (CEI 64-8)

**Lunghezza  $L$ :** 150 cm

**Raggio  $a$ :** 0.4 cm

Dispersore "DS5"

---

La resistenza di terra di 33  $\Omega$  è ottenuta da calcolo usando la formula "Picchetto verticale":

$$R_E = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$$



dove:

**Resistività del terreno  $\rho$ :** 50  $\Omega$  m - Argilla malleabile (CEI 64-8)

**Lunghezza  $L$ :** 150 cm

**Raggio  $a$ :** 0.4 cm

#### Dispersore "DS6"

---

La resistenza di terra di 33  $\Omega$  è ottenuta da calcolo usando la formula "Picchetto verticale":

$$R_E = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$$



dove:

**Resistività del terreno  $\rho$ :** 50  $\Omega$  m - Argilla malleabile (CEI 64-8)

**Lunghezza  $L$ :** 150 cm

**Raggio  $a$ :** 0.4 cm

#### Dispersore "DS7"

---

La resistenza di terra di 33  $\Omega$  è ottenuta da calcolo usando la formula "Picchetto verticale":

$$R_E = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$$



dove:

**Resistività del terreno  $\rho$ :** 50  $\Omega$  m - Argilla malleabile (CEI 64-8)

**Lunghezza  $L$ :** 150 cm

**Raggio  $a$ :** 0.4 cm

#### Collettore di terra "CT1"

---

La resistenza di terra di 1  $\Omega$  è ottenuta considerando il parallelo dei dispersori collegati al collettore, riportati in tabella:

| Codice | Tipo                   | Valore resistenza |
|--------|------------------------|-------------------|
| DS1    | Dispersore a picchetto | 33 $\Omega$       |
| FC1155 | Corda nuda             | 2 $\Omega$        |
| DS2    | Dispersore a picchetto | 33 $\Omega$       |
| DS3    | Dispersore a picchetto | 33 $\Omega$       |
| DS4    | Dispersore a picchetto | 33 $\Omega$       |
| DS5    | Dispersore a picchetto | 33 $\Omega$       |
| DS6    | Dispersore a picchetto | 33 $\Omega$       |

| Codice | Tipo                   | Valore resistenza |
|--------|------------------------|-------------------|
| DS7    | Dispersore a picchetto | 33 $\Omega$       |

---

## **RELAZIONE ILLUMINOTECNICA**



## NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Norme

**D.Lgs. 9/4/08 n.81** TESTO UNICO sulla salute e sicurezza sul lavoro e succ. mod. e int.

**D.Lgs. 3/8/09 n.106** Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

**Legge 186/68** Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.

**DPR 151 01/08/11** Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.

**D.Lgs. 22/01/08 n. 37** Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11 – quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n° 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

**Legge 9/01/91, n. 10** Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso nazionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

**UNI EN 12464-1** Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni.

**UNI 10840** Luce e illuminazione - Locali scolastici - Criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale.

**UNI EN 12665** Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici.

**UNI EN 13032-1** Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 1: Misurazione e formato di file.

**UNI EN 13032-2** Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 2: Presentazione dei dati per posti di lavoro in interno e in esterno.

**UNI EN 13032-3** Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 3: Presentazione dei dati per l'illuminazione di emergenza dei luoghi di lavoro.

**UNI 11356** Luce e illuminazione - Caratterizzazione fotometrica degli apparecchi di illuminazione a LED.

**UNI EN 1838** Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza.

**UNI EN 15193** Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione.

**UNI 10380** Illuminotecnica. Illuminazione di interni con luce artificiale.

Inoltre dovranno essere rispettate tutte le leggi e le norme vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate e le prescrizioni di Autorità Locali, VV.F., Ente distributore di energia elettrica, Telefonia, ISPESL, ASL, ecc.

## PREMESSA

### Contesto di riferimento

Di seguito è descritta la destinazione d'uso: Uffici.

Gli impianti all'interno sono installati in ambienti totalmente protetti dalle intemperie, nei quali si esclude totalmente l'uso di sostanze corrosive che possano modificare le caratteristiche dei componenti installati.

### Criteri utilizzati per le scelte progettuali

Lo scopo di un progetto illuminotecnico è quello di riuscire a soddisfare dei requisiti che garantiscano condizioni di confort visivo, ossia di individuare, per ogni locale, un flusso luminoso adeguato alle attività che vi si devono svolgere:

- assicurare un illuminamento adeguato delle postazioni di lavoro in relazione all'attività svolta;
- garantire una sufficiente uniformità dell'illuminazione delle zone dove vengono svolti i compiti visivi;
- realizzare un equilibrio delle luminanze all'interno del campo visivo delle persone in modo da evitare lo sforzo visivo che affatica gli operatori coinvolti.

A tale scopo, nel presente progetto, si è intervenuti sui seguenti parametri:

- Geometria e dimensioni dell'ambiente.
- Tipo e potenza delle sorgenti luminose.
- Quantità.
- Posizione e puntamento degli apparecchi.
- Coefficienti di riflessione delle superfici che delimitano l'ambiente.

Oltre al flusso luminoso intervengono altre variabili non trascurabili quali controllo dell'abbagliamento e sfarfallamento, tonalità cromatica e resa cromatica, variabilità della luce e dosaggio delle ombre, fattore di contrasto.

L'attenzione a questi fattori, infatti, può migliorare le prestazioni visive senza ricorrere a livelli di illuminamento maggiori.

Inoltre, nel progetto si tiene conto di ulteriori fondamentali fattori:

- flessibilità nel tempo: la facilità d'adeguamento dell'installazione alle mutevoli esigenze organizzative;
- sicurezza ambientale: intesa come protezione delle persone e delle cose;
- considerazioni di tipo elettrico (consumo ed assorbimento di energia elettrica).

### Livelli di illuminamento

L'illuminamento medio di esercizio è il valore medio di illuminamento sul piano di lavoro dell'ambiente considerato, riferito ad uno stato medio di invecchiamento e sporcamento dell'impianto di illuminazione.

Il piano di lavoro è la superficie ideale posta a 0.8 m dal pavimento negli ambienti di lavoro e a 0.2 m dal pavimento nelle zone di transito.

È opportuno scegliere:

- il valore centrale dell'illuminamento raccomandato in condizioni normali;
- il valore più elevato quando il compito visivo richiede grande attenzione o si hanno bassi contrasti di luminanza;
- il valore più basso quando il compito visivo deve essere eseguito solo occasionalmente o si hanno elevati contrasti di luminanza.

### Uniformità dell'illuminazione

Per garantire una certa uniformità dell'illuminazione in ambienti di lavoro, la normativa CIE

raccomanda il calcolo del fattore di uniformità,  $U_0$ , definito come il rapporto tra l'illuminamento minimo e l'illuminamento medio sul piano di lavoro, definito per diverse tipologie di attività.

Illuminazione generale: le sorgenti luminose sono distribuite in modo regolare nell'ambiente:

- illuminazione uniforme sul piano di lavoro;
- elevato costo per garantire un adeguato illuminamento sul piano di lavoro in corrispondenza delle singole postazioni di lavoro.

Illuminazione localizzata: le sorgenti luminose sono sistemate unicamente in corrispondenza delle singole postazioni di lavoro:

- illuminazione non uniforme sul piano di lavoro;
- costo contenuto per garantire un adeguato illuminamento sul piano di lavoro in corrispondenza delle singole postazioni di lavoro.

La soluzione più corretta è di tipo misto:

- illuminazione generale per garantire un livello minimo di illuminamento uniforme sul piano di lavoro;
- illuminazione supplementare localizzata in corrispondenza delle postazioni di lavoro con compiti visivi delicati.

## METODO DI CALCOLO

Di seguito riportiamo i parametri e la modalità di calcolo dell'illuminamento previsto.

Metodo punto-punto

Il metodo punto-punto consiste nel calcolo dell'illuminamento prodotto in una serie di punti all'interno dell'ambiente dalle varie sorgenti luminose, considerate singolarmente.

L'illuminamento puntuale  $E_p$  è così calcolato:

$$E_p = \sum_{L=1}^N \frac{I_{\alpha,L} * \cos^3 \varphi_{p,L}}{H_u^2}$$

dove:

$I_{\alpha}$  è l'intensità luminosa emessa dall'apparecchio illuminante, fornita dal costruttore al variare dell'angolo  $\alpha$

$H_u$  è l'altezza utile di installazione degli apparecchi

$\varphi_p$  è l'angolo di visuale del punto rispetto all'apparecchio.

Tale formula "base" è corretta in base alle riflessioni calcolate su pareti e soffitto e al coefficiente di manutenzione.