

# PROGETTO PRELIMINARE

Impianto elettrico capannone  
Depositi Ghidini Rok S.r.l.  
Brescia (BS)

## DATI DEL PROGETTO

**Scopo del lavoro:** Nuovo impianto elettrico

**Committente:** Depositi Ghidini Rok S.r.l.  
Via Castagna, 2 – Brescia (BS)

**Cliente Finale:** Depositi Ghidini Rok S.r.l.  
Via Castagna, 2 – Brescia (BS)

**Progettista:** Per.Ind. Simone Gatti  
Iscrizione albo Collegio di Brescia n.1441

**Commessa:** PRG624.24

**Data emissione:** 20 settembre 2024

**Il Tecnico**



Per. Ind. Simone Gatti

## Sommario

DATI DEL PROGETTO.....	1
RELAZIONE ILLUSTRATIVA .....	3
Premessa .....	3
Destinazione d'uso .....	3
Parametri della rete elettrica .....	3
Classificazione ambienti .....	4
Descrizione schematica dell'impianto.....	4
RELAZIONE TECNICA.....	5
Riferimenti legislativi e normativi.....	5
Sistemi Elettrici .....	6
Protezione contro i contatti diretti ed indiretti (CEI 64-8/41).....	6
Protezione contro gli effetti termici (CEI 64-8/42).....	6
Protezione delle condutture contro le sovraccorrenti (CEI 64-8/43) .....	7
Protezione contro le sovratensioni (CEI 64-8/44) .....	8
Scelta dei componenti elettrici.....	9
Prescrizioni particolari per locali da bagno (CEI 64-8/701) .....	11
Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio (CEI 64-8/751).....	13
Impianto di illuminazione.....	14
Illuminazione di sicurezza (Uni EN 1838).....	15
Impianto di terra (CEI 64-8/54) .....	16
Caduta di tensione.....	18
Rifasamento.....	18
Impianto fotovoltaico .....	19
Verifiche in conformità alle norme (CEI 64-8/6) .....	21
Dichiarazione di conformità al DM37/08 .....	21

## RELAZIONE ILLUSTRATIVA

### Premessa

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

### Destinazione d'uso

L'unità produttiva è inserita in un contesto di capannoni industriali adiacenti di altre proprietà.  
L'unità è adibita a magazzino generico, non si conoscono attualmente i carichi di materiale.

### Parametri della rete elettrica

L'energia elettrica è fornita dall'Ente Distributore, il gruppo di misura è installato sul confine esterno.

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

Sistema di distribuzione: ..... TT

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

Frequenza: ..... 50 Hz

Potenza nominale dell'impianto: ..... 100KW

Tipo di fornitura	Corrente di cc 3F	Corrente di cc 1F
Monofase	-	6KA $\cos\phi_y_{cc} = 0,7$
Trifase $\leq 33KW$	10KA $\cos\phi_y_{cc} = 0,5$	6KA $\cos\phi_y_{cc} = 0,7$
Trifase $> 33KW$	15KA $\cos\phi_y_{cc} = 0,3$	6KA $\cos\phi_y_{cc} = 0,7$

## **Classificazione ambienti**

Per la classificazione degli ambienti si rimanda al documento unico di valutazione rischi (DVR).

### **Servizi igienici**

Nei locali contenenti vasche da bagno o piatti doccia sono applicate le prescrizioni particolari della CEI 64/8-701.

## **Descrizione schematica dell'impianto**

### **Origine**

L'impianto elettrico ha origine dalla nicchia contatore dal quale si deriva linea che alimenta il quadro sottocontatore (Q1), a protezione della linea di generale dell'impianto fino al quadro di distribuzione generale (Q2).

Il Q2 è posto a protezione di tutte le linee elettriche dello stabile e dei sottoquadri.

### **Terra**

L'impianto di terra è composto da dispersori a croce infissi direttamente nel terreno e collegati mediante un conduttore nudo in rame della sezione di 35mm<sup>2</sup>.

### **Distribuzione**

La distribuzione principale è eseguita mediante canalizzazione in acciaio zincato e cavi a doppio isolamento. Gli stacchi dal canale sono eseguiti mediante tubazione in PVC pesante o in metallo zincato.

### **Circuito Forza Motrice (FM)**

Il circuito forza motrice è composto da batterie di prese CEE.

### **Circuito Illuminazione**

L'impianto d'illuminazione ordinario è composto da lampade con tecnologia a LED.

### **Illuminazione di sicurezza**

L'Illuminazione di sicurezza è garantita da lampade fa LED autonome.

### **Circuito Ausiliario**

Gli impianti TV, telefonici, audio, d'allarme e di segnale saranno realizzati o predisposti con tubazione sottotraccia e derivazioni autonome.

### **Trasmissione Dati**

Tutte le prese dati convergono al armadio Rack di permutazione, nel quale è possibile installare i componenti attivi (Router, Switch) oppure la centrale telefonica.

### **Fotovoltaico**

Come si evince dall'esame della tavola, l'impianto è composto da 1020 pannelli fotovoltaici monocristallini da 500W per una potenza complessiva di 510 KWp.

I moduli sono protetti contro le sovraccorrenti dal quadro di sottocampo integrati negli inverter (Quadro DC).

L'inverter di conversione è collegato al gruppo di misura (P2).

L'interruzione ed il sezionamento dell'alimentazione è possibile sia lato AC sia lato CC.

## 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  
DM 37/08 Regolamento concernente l'attuazione (...) dell'attività di installazione all'interno degli edifici.  
Dgls 81/08 Attuazione delle legge n.123 – Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

#### 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 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.  
CEI 17-113 (EN 61439-1) Apparecchiature assieme di protezione e manovra per bassa tensione (Quadri BT) – Parte 1: Regole generali.  
CEI 17-114 (EN 61439-2) Apparecchiature assieme di protezione e manovra per bassa tensione (Quadri BT) – Parte 2: Quadri di potenza.  
CEI20-107 Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U).  
CEI 20-22 Cavi resistenti non propaganti l'incendio.  
CEI 20-36 Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio.  
CEI 20-45 Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogenzi (LSOH) con tensione nominale U0/U di 0,6/1 kV.  
CEI 34-21 Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove.  
CEI 70-1 Grado di protezione involucri.

## 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 addizionale.

### 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 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 condutture contro le sovraccorrenti (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)

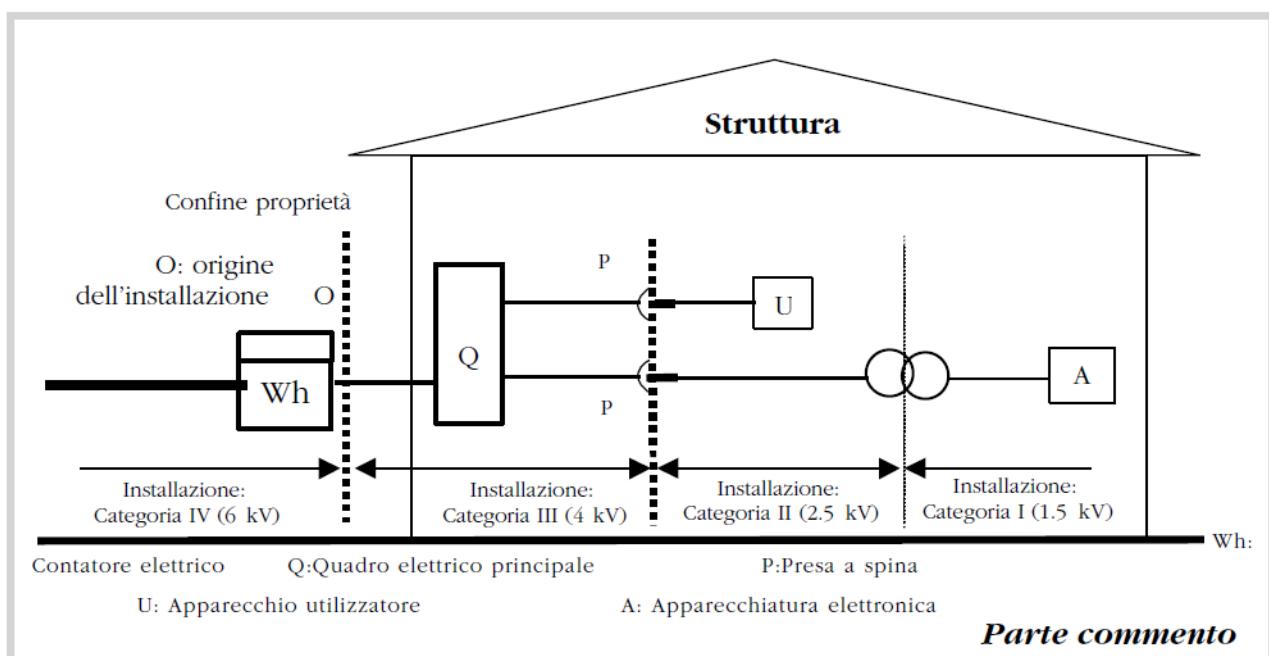
### Sovratensioni di origine atmosferica o dovute a manovre

La norma CEI 81-10/2 impone la valutazione del rischio per tutte le strutture, devono essere individuate le misure di protezione necessarie a ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma stessa.

Il Dlgs 81/08 prevede che il datore di lavoro provvede affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature siano protetti dagli effetti dei fulmini con sistemi di protezione realizzati secondo le norme di buona tecnica.

La sezione 443 della 64-8 tratta la protezione degli impianti elettrici contro le sovratensioni e descrive i mezzi per limitarle.

La protezione può essere garantita sole se i componenti elettrici soddisfano i seguenti valori:



## Scelta dei componenti elettrici

Tutti i componenti elettrici utilizzati nell'impianto devono essere a regola d'arte e 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 potenza, rispondenti alla norma EN 61439-1/2;*
- *Quadri per cantiere, rispondenti alla norma EN 61439-4;*
- *Quadri per uso domestico o similari, rispondenti alla norma CEI 23-51;*

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 61439-1 o dalla CEI 23-51.

### 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;*
- *delle sollecitazioni 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 condutture 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;*
- *delle sollecitazioni 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.

#### FS17 450/750V CPR Cca-s3,d1,a3

Cavo unipolare isolato in PVC, adatto per la posa interna e per cablaggi, temperatura di funzionamento 70°, non propagante l'incendio, conforme alle norme CEI 20-14, CEI UNEL 35716-35016, CEI EN 50525, EN 50575:2014 + e EN 50575/A1:2016.

Conformi al Regolamento Europeo(CPR) UE 305/11.

## **Condotti a sbarre**

L'impiego di condotti a sbarre (blindo sbarre) consente di razionalizzare al massimo la distribuzione e rendere flessibile la manutenzione in caso di modifiche, di rifacimenti o di spostamento degli utilizzatori.

La norma assimila i condotti a sbarre ai quadri elettrici, perciò devono essere conformi alla CEI 17-118.

L'involucro esterno metallico è una massa quindi deve esserne garantita la continuità elettrica tra i vari elementi. Per poter essere utilizzato come conduttore, la funzione deve essere dichiarata dal costruttore.

L'alimentazione del condotto a sbarre avviene mediante apposita "testata" ma può anche essere installata in un punto intermedio.

Esistono due tipo di condotto:

- *Condotti a sbarra con dispositivi di innesto (Cassette o spine);*
- *Condotti a sbarre con carrello collettore (trolley).*

Per definire la scelta della portata, la protezione dal sovraccarico e dal cortocircuito si utilizza lo stesso criterio delle condutture in cavo.

## **Protezione delle derivazione**

La derivazione dal condotto a sbarre è in genere costituita da cavi posati in tubo.

La protezione al CTO CTO non è necessaria se la lunghezza è inferiore a 3m e se il rischio di CTO CTO è ridotto al minimo e non vi è vicinanza di materiale combustibile.

La protezione al sovraccarico è necessaria visto che genericamente la portata della derivazione è inferiore a quella del condotto a sbarre. Il dispositivo di protezione può essere posto all'inizio della derivazione all'interno della spina / cassetta, oppure al termine della derivazione sul quadretto di arrivo.

## **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.

## **Prese a spina**

Esistono due tipologie di prese: le prese per uso domestico e similare, rispondenti alla norma CEI 23-50 e le prese per usi industriali (prese CEE), rispondenti alla norma EN 60309 (CEI 23-12). Non c'è vincolo di utilizzo delle prese domestiche in ambito industriale purché non sia previsto in servizio gravoso con forti urti o vibrazioni.

Il tipo industriale è comunque necessario per le prese a spina con corrente nominale superiore a 16A e per le prese a spina trifase.

Le prese con corrente nominale superiore a 16A devono essere abbinate ad un interruttore non necessariamente auto-bloccato con la presa.

## Prescrizioni particolari per locali da bagno (CEI 64-8/701)

Le prescrizioni particolari si applicano alle vasche da bagno (VB), piatti doccia (PD) e alle loro zone circostanti dove il rischio relativo ai contatti elettrici è aumentato dalla riduzione della resistenza del corpo e dal contatto del corpo con il potenziale di terra.

### Classificazione delle zone:

- **Zona 0:** Volume interno alla VB o PD.
- **Zona 1:** Volume delimitato dalla superficie verticale circoscritta alla VB o al PD o dalla superficie verticale posta a 0,6m dal soffione della doccia (in assenza di PD);  
dal pavimento e dal piano orizzontale situato a 2,25m al di sopra del pavimento; se, tuttavia, il fondo della VB o del PD si trova a più di 0,15m al di sopra del pavimento, il piano orizzontale viene situato a 2,25m al di sopra di questo fondo.
- **Zona 2:** Volume delimitato dalla superficie verticale della Zona 1; dalla superficie verticale situata a 0,6m della superficie precedente e parallela ad essa;  
dal pavimento; e dal piano situato a 2,25m sopra il pavimento.
- **Zona 3:** Volume delimitato dalla superficie verticale esterna della Zona 2; dalla superficie verticale situata a 2,4m della superficie precedente e parallela ad essa;  
dal pavimento; e dal piano situato a 2,25m sopra il pavimento.

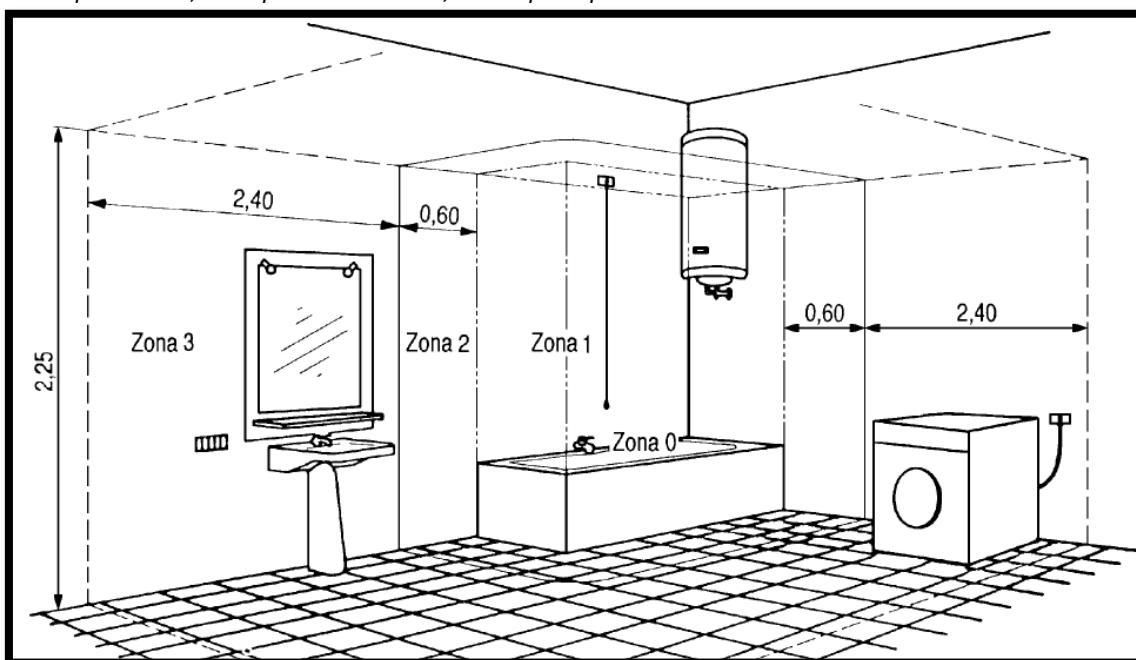


Fig.1 – Zone di rispetto locale servizi con vasca da bagno (VB).

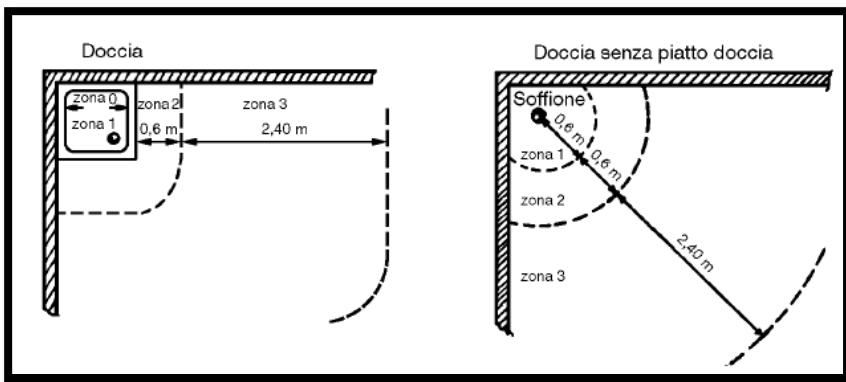


Fig.2 – Zone di rispetto locale con doccia (PD).

### Prescrizione per la sicurezza

Dove si utilizzano circuiti SELV si devono prevedere la protezione contro i contatti diretti a mezzo di barriere od involucri con grado IPXXV oppure isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500V per 1 min.

### Collegamenti equipotenziali supplementari

Prevedere collegamenti equipotenziali supplementari per tutte le masse estranee delle Zone 1, 2 e 3.

### Scelta dei componenti

I componenti elettrici devono avere almeno grado di protezione **IPX4** nelle Zone 1 e 2, mentre **IPX1** per la zona 3.

Nei casi in cui, nei bagni pubblici o destinati a comunità, per pulizia sia previsto l'uso di getti d'acqua, il grado di protezione deve essere IPX5;

### Condutture elettriche

Le prescrizioni si applicano alle condutture a vista oppure incassate ad una profondità inferiore a 5 cm.

Nella zona 0 non sono ammesse condutture, nelle zone 1 e 2 devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione dei carichi situati in tali zone.

Le condutture devono avere isolamento in classe II e senza tubazioni metalliche.

Non sono ammesse cassette di derivazione o giunzione nelle zone 0,1 e 2.

### Apparecchi ammessi

	Zona 0	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Dispositivi di protezione, sezionamento o comando.	Vietati	Vietati	Vietati	Ammessi se protetti da differenziale $\leq 30\text{mA}$
Dispositivi protezione... o comando alimentati da circuiti SELV	Vietati	Ammessi	Ammessi	Ammessi
Apparecchi utilizzatori	Vietati	Ammessi apparecchi Fissi SELV; Scaldacqua	Ammessi apparecchi Fissi SELV; Scaldacqua	Nessuna limitazione
App. Illuminazione, di riscaldamento e unità idromassaggio	Vietati	Vietati	Ammessi se di classe II o I e con differenziale Idn $\leq 30\text{mA}$	Nessuna limitazione
Prese a spina	Vietate	Vietate	Prese per rasoi con trasformatore in cl. II.	Ammesse se protetti da differenziale $\leq 30\text{mA}$

## Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio (CEI 64-8/751)

Il rischio relativo all'incendio dipende dalla probabilità che esso si verifichi e dell'entità del danno conseguente per le persone, per gli animali e per le cose.

L'individuazione degli ambienti a maggior rischi in caso di incendio (MA.R.CI) non rientra nello scopo del presente progetto ma dipende da molteplici parametri quali:

- *Densità di affollamento;*
- *Massimo affollamento ipotizzabile;*
- *Capacità di deflusso o di sfollamento;*
- *Entità del danno ad animali e/o cose;*
- *Comportamento al fuoco della struttura;*
- *Presenza dei materiali combustibili;*
- *Tipo di utilizzazione dell'ambiente;*
- *Situazione organizzativa per la protezione incendio*

Al fine di definire le caratteristiche dell'impianto elettrico detti ambienti sono raggruppati in tre tipologie di seguito elencate.

### Tipi di luoghi MA.R.CI

Tipo A – Elevata densità di affollamento e/o dall'elevato tempo di sfollamento in caso d'incendio, o per l'elevato danno ad animali o cose.

Tipo B – Strutture portanti combustibili (travi portanti escluse se edificio in muratura)

Tipo C – Lavorazione, Convogliamento, manipolazione o deposito di materiali infiammabili o combustibili.

Il luogo tipo C corrisponde alla classe  $\geq 30$  in riferimento al carico d'incendio.

### Prescrizioni comuni

- *I componenti elettrici devono essere limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture;*
- *Nel sistema di vie d'uscita non devono essere installati componenti contenenti fluidi infiammabili;*
- *Negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i dispositivo di manovra, controllo e protezione, fatta eccezione per quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione esclusiva del personale addetto o posto entro involucri apribili con chiave o attrezzo;*
- *Gli apparecchi di illuminazione devono essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti combustibili illuminati.*
- *E' vietato l'uso di conduttori PEN;*
- *I circuiti che entrano o attraversano gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio devono essere protetti contro i sovraccarichi e i cortocircuiti con dispositivi di protezione posti a monte di questi ambienti;*
- *I cavi utilizzati non devono propagare la fiamma a Norme CEI 20-35 o l'incendio a norme CEI20-22 in dipendenza della modalità di installazione.*

### Prescrizioni aggiuntive per l'impianto elettrico nei luoghi MA-R-CI tipo A

Quando i cavi delle condutture sono raggruppati in quantità significative, la norma impone di valutare il rischio nei riguardi dei fumi, gas tossici e corrosivi.

Quando il danno sociale può essere elevato, oppure il danno economico non è accettabile, diventa necessario il ricorso a cavi a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi (LSOH)

Il problema non si pone se i cavi sono posati in tubi incassati nella muratura, oppure in tubi o canali, metallici in vista con grado di protezione almeno IP4X.

## **Impianto di illuminazione.**

I principali documenti normativi a cui far riferimento per il progetto dell'impianto di illuminazione sono le norme UNI 12464-1: "Illuminazione d'interni nei luoghi di lavoro con luce artificiale" in cui vengono prescritte le esigenze qualitative e quantitative dell'illuminazione per la maggior parte degli ambienti e la norma CEI 34-21 "Apparecchi di illuminazione – Parte I: prescrizioni generali e prove".

La Norma UNI 12464-1 raccomanda per quasi tutti i tipi di attività il valore di illuminamento medio di esercizio, la tonalità di colore, il gruppo di resa del colore e la classe di controllo dell'abbagliamento G.

Per dimensionare l'impianto di illuminazione è stato utilizzato il metodo del flusso totale, utilizzando la seguente formula per determinare il numero degli apparecchi (N).

$$N = \frac{E \cdot a \cdot b}{\Phi \cdot U \cdot M}$$

Dove:

N = numero apparecchi;

E = illuminamento medio in esercizio [lx];

a = lunghezza del locale [m];

b = larghezza del locale [m];

$\Phi$  = flusso luminoso emesso dalle lampade di ciascun apparecchio di illuminazione [lm];

U = fattore di utilizzo;

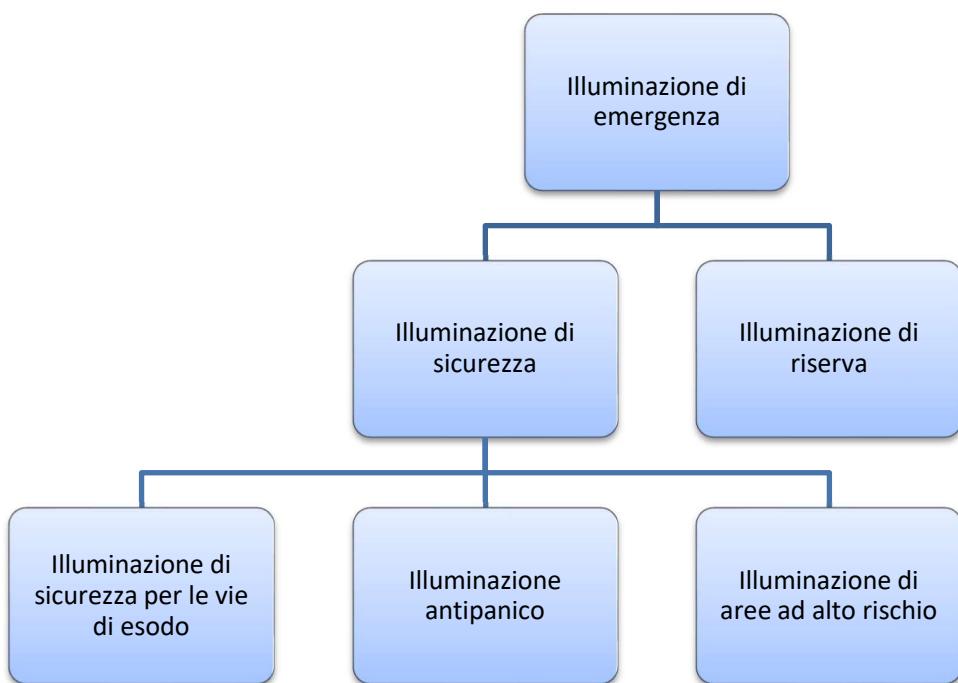
M = fattore di manutenzione.

## Illuminazione di sicurezza (Uni EN 1838)

L'obiettivo dell'illuminazione di sicurezza è consentire l'esodo sicuro da un luogo in caso di mancanza della normale alimentazione.

L'obbligatorietà dell'illuminazione di emergenza nei luoghi di lavoro è sancita dal testo unico sulla sicurezza Dlgs81/08 riguardante il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro, secondo cui le vie di uscita e di emergenza che richiedono un'illuminazione devono essere dotate di un'illuminazione di sicurezza in caso di guasto dell'impianto elettrico. Inoltre i luoghi di lavoro nei quali i lavoratori sono particolarmente esposti in caso di guasto dell'illuminazione artificiale, devono disporre di un'illuminazione di sicurezza di sufficiente intensità.

### Forme specifiche di illuminazione d'emergenza



Nella progettazione di un edificio o di un particolare locale, l'integrazione dell'illuminazione di emergenza con quella ordinaria deve essere assolutamente rispondente alle norme relative agli impianti elettrici. Il rispetto delle normative e delle leggi costituisce una condizione necessaria per realizzare un impianto a regola d'arte.

I principali obiettivi dell'illuminazione di emergenza quando quella ordinaria viene a mancare sono i seguenti:

- Indicare chiaramente le vie di uscita, mediante appropriate segnalazioni.
- Prevedere l'illuminazione di emergenza lungo i percorsi, in modo tale da consentire il deflusso sicuro verso le uscite.
- Assicurare che gli allarmi e le attrezzature antincendio previsti lungo le vie di uscita siano prontamente identificati.

La Norma UNI 11222, stabilisce le procedure per le verifiche periodiche, la manutenzione, la revisione e il collaudo dei sistemi di illuminazione d'emergenza.

## 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'impeditimento 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 massa e il conduttore che proviene dai dispersori.

- **Conduttori di protezione (PE)**

Può far parte della stessa conduttrice 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)

Idn = 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

$L$  = lunghezza della condutture

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

$R$  = resistenza del cavo

$X$  = reattanza del cavo

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

## Rifasamento

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

$$Qc = Pn (\operatorname{tg} \gamma_{attuale} - \operatorname{tg} \gamma_{0,9})$$

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

## 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 funzionamenti 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.

## Impianto fotovoltaico

### Premessa

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico mira a conseguire un significativo risparmio energetico, utilizzando una fonte d'energia rinnovabile: il Sole.

La potenza del campo magnetico incidente sulla superficie, emessa dal sole, prende il nome di irraggiamento solare [W/m<sup>2</sup>], la radiazione invece è l'integrale dell'irraggiamento per un periodo di tempo specifico [W/m<sup>2</sup>].

I semiconduttori delle celle fotovoltaiche, combinati in una giunzione P-N, sottoposti all'effetto di tale radiazione, diventando generatori elettrici.

Il ricorso al tecnologia fotovoltaica nasce dall'esigenza di coniugare:

- *L'assenza di emissioni di sostanza inquinanti;*
- *Il risparmio di combustibile fossile;*
- *La compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela dell'ambiente;*
- *L'assenza di inquinamento acustico.*

### Procedura di calcolo

#### Criterio generale di progetto

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud e evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione e dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

## Criterio di stima dell'energia prodotta

L'energia generata dipende:

- *dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettenza della superficie antistante i moduli);*
- *dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);*
- *da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;*
- *dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;*
- *dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).*

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching .
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

## Criterio di verifica elettrica

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

### TENSIONI MPPT

Tensione nel punto di massima potenza, V<sub>m</sub> a 70 °C maggiore della Tensione MPPT minima.

Tensione nel punto di massima potenza, V<sub>m</sub> a -10 °C minore della Tensione MPPT massima.

Nelle quali i valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

### TENSIONE MASSIMA

Tensione di circuito aperto, V<sub>oc</sub> a -10 °C inferiore alla tensione massima dell'inverter.

### TENSIONE MASSIMA MODULO

Tensione di circuito aperto, V<sub>oc</sub> a -10 °C inferiore alla tensione massima di sistema del modulo.

### CORRENTE MASSIMA

Corrente massima (corto circuito) generata, I<sub>sc</sub> inferiore alla corrente massima dell'inverter.

### DIMENSIONAMENTO

Dimensionamento compreso tra il 70% e 120%.

Per dimensionamento si intende il rapporto di potenze tra l'inverter e il sottocampo fotovoltaico ad esso collegato.

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

### 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 verifichino 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 tavole 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.

### DPR 462/01

Il D.P.R.462 del 2001 ha come oggetto "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, il dispositivo di messa a terra di impianti elettrici e di impianti pericolosi".

Detto regolamento è obbligatorio per tutti gli utenti con dipendenti a carico ha introdotto concetti come il sistema delle "competenze", degli "adempimenti" e dei "soggetti abilitati" riguardo alla messa in esercizio, alle omologazioni ed alle verifiche periodiche, quest'ultime sono previste con una diversa frequenza, in funzione al tipo d'impianto:

- ogni 5 anni per impianti elettrici classificati "ordinari" (anche se di grosse dimensioni)
- ogni 2 anni per impianti classificati "a rischio" ossia per gli impianti nei luoghi con pericolo di esplosione e per gli impianti di terra e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche installati nei cantieri, locali medici e luoghi a maggior rischi in caso d'incendio.

Per i nuovi impianti il Certificato di conformità proroga la prima di soli 2 anni.

## Dichiarazione di conformità al DM37/08

Al termine dei lavori verrà fornita dalla impresa installatrice, la conformità dell'impianto redatta ai sensi del DM37/08.