



COMUNE DI MONTEPRANDONE PROVINCIA DI ASCOLI PICENO

FINANZIAMENTO PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)
MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA

COMPONENTE 1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle università
INVESTIMENTO 1.1: piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia



REALIZZAZIONE DEL NUOVO ASILO NIDO IN VIA SPIAGGE, FRAZIONE CENTOBUCHI

CUP: G55E25000130006

Progetto Esecutivo

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI

IMPIANTO DISTRIBUZIONE LUCE - FM E FV RELAZIONE PROGETTO

LOCALIZZAZIONE Via Spiagge, fraz. Centobuchi

PROPONENTE Comune di Monteprandone

RUP Geom. Pino Cori

PROGETTISTI arch. Alessio Marini

team di progettazione:
arch. Luigi Cameli
ing. Caterina Manfrini

DATA: LUGLIO 2025

SCALA:

ELABORATO

DISCIPLINA	TIPOL.	N. ELAB	REV
------------	--------	---------	-----

IE - R 01 _00

revisione	Data	Descrizione	redatto	verificato	approvato
00	Luglio 2025	1° Emissione	CM	AC	AC

PREMESSA

Oggetto

Oggetto della presente relazione è la descrizione dei criteri di progettazione esecutiva seguiti per **gli impianti elettrici e speciali** da installare presso il seguente complesso:

Asilo nido Comune di Monteprandone

Trattasi di una struttura ad un piano con destinazione asilo nido con presenza di persone >30 ma inferiore a 100. Sono presenti delle aree esterne con destinazione ingresso e/o gioco. In copertura è prevista la installazione di un impianto FV.

Il lavoro è una **nuova esecuzione** di impianto elettrico.

Si prevede la realizzazione dei seguenti impianti:

- distribuzione FM
- illuminazione principale
- illuminazione di emergenza
- impianto trasmissione dati (esclusi apparati attivi)
- impianto TV
- impianto di segnalazione e allarme incendi
- impianto di terra
- impianto FV

La presente relazione, di cui fanno parte integrante anche i seguenti documenti:

1. schemi dei quadri elettrici e delle linee di distribuzione
2. planimetria con disposizione dei componenti ed impianto di terra

illustra:

- i criteri seguiti per la progettazione
- le indicazioni per la scelta dei materiali e la esecuzione degli impianti
- le indicazioni per l'esercizio degli impianti

Criteri ambientali minimi (CAM)

Il progetto rispetta quanto previsto dal DM 23-06-2022 CAM e dai decreti vari in vigore e ad esso collegati.

- 2.4.3 Impianti illuminazione per interni
- 2.4.10 Inquinamento elettromagnetico
- 2.4.13 Piano di manutenzione

Punto 2.4.3 Illuminazione di interni

Premessa

Per gli **impianti di illuminazione interna**, il punto 2.4.3 del DM 23-06-2022 prevede la installazione di sistemi di gestione degli apparecchi in grado di effettuare accensione, spegnimento e dimmerizzazione in modo automatico su base oraria e sulla base di eventuali apporti luminosi naturali.

La regolazione di tali sistemi si basa su principi di: rilevazione dello stato di occupazione delle aree, livello di illuminamento medio esistente e fascia oraria.

Tali requisiti sono garantiti per edifici ad uso **non residenziale** e per quelli ad uso **residenziale** limitatamente alle **aree comuni**

E' previsto anche che le lampade led, per utilizzo in abitazione, scuole e uffici abbiano una durata minima di 50.000 ore

Sono esclusi dal rispetto di tali requisiti i locali che hanno particolari destinazioni d'uso e con utilizzo saltuario quali: locali tecnici o di servizio, magazzini, strutture ricettive a bassa frequentazione (<1h) per le quali non sono congruenti le specifiche relative alla qualità ambientale e alla prestazione energetica.

Rientrano tra questi anche i locali che non hanno apporto di illuminazione naturale.

Soluzioni adottate

*Tali requisiti sono stati rispettati per **tutti gli ambienti** le cui caratteristiche di utilizzo rientrano tra quelle citate dal decreto.*

Non sono stati applicati per:

- i bagni
- i locali tecnici
- i depositi
- locali di scarsa frequentazione o di transito
- ambienti con scarso apporto della illuminazione naturale

Punto 2.4.10 Esposizione ai c.e.m.

- il progetto prevede, per gli ambienti interni, una ridotta esposizione ai campi elettromagnetici a bassa frequenza (ELF) indotti da quadri elettrici, montanti e dorsali. Ciò è ottenuto adottando i seguenti criteri progettuali:
 - il quadro generale, i contatori e le colonne montanti sono collocati all'esterno e non in adiacenza ai locali
 - la posa degli impianti elettrici è effettuata secondo lo schema a "stella" o ad "albero" o "a lisca di pesce" mantenendo i conduttori di un circuito il più possibile l'uno vicino all'altro
 - la posa dei cavi elettrici è effettuata in modo che i conduttori di ritorno siano affiancati alle fasi di andata e alla minima distanza possibile

Tali requisiti sono stati tutti rispettati.

Punto 2.4.13 Piano di manutenzione

Alla documentazione di progetto viene associato un **Piano di Manutenzione** delle opere.

Aspetti particolari

- le strutture portanti sono in muratura e sono resistenti al fuoco
- il complesso edilizio è un asilo nido con presenza >30 persone ma <100.
- non è prevista la fornitura del gas (gli apparati sono tutti con alimentazione elettrica)
- è previsto un impianto fotovoltaico (vedere planimetrie allegate)
- sono presenti attività soggette al controllo dei VVF

FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA

Al fine di determinare la potenza necessaria per il funzionamento dell'impianto si elencano le principali utenze da alimentare:

Potenza installata

Utenza	Tipo di alimentazione	Potenza installata [kW]
Luce	F+N	3
FM monofase e/o trifase	F+N - 3F+N	7
Climatizzazione	3F+N	15
Totale potenza installata P_I		25

Ipotizzando un coefficiente di contemporaneità $K_C = 1$ (utilizzo al 100%), la potenza da richiedere al Distributore, per il funzionamento dell'impianto risulterà essere:

$$P_E \geq K_C \bullet P_I \geq 25 \text{ [kW]}$$

Pertanto ai fini della progettazione si assumono i seguenti dati di partenza:

<i>Tipo di alimentazione</i>	3F+N 50Hz dalla rete pubblica
<i>Potenza da richiedere al Distributore</i>	25 kW
<i>Corrente di c.c. al punto di consegna</i>	10kA (trifase <33kW)
<i>Valore del $\cos\phi$</i>	0.8
<i>Tipo impianto</i>	TT

ATTIVITA' SVOLTA – NORMATIVA APPLICABILE**Destinazione e/o attività svolte nei vari ambienti**

Ambiente o zona	Attività e/o destinazione dell'ambiente	Note
Tutto il complesso	Asilo nido (tipo A)	<p>Luogo a maggior rischio in caso di incendio tipo A in quanto l'attività rientra tra quelle elencate nel DPR 151/2011 (controllo dei VV.F) e richiamate dalla CEI 64.8/7</p> <p>Attività 67.B Asilo nido</p> <p>(Tipo A: elevata densità di affollamento o elevato tempo di sfollamento)</p>

Normativa applicabile**Normativa per materiali e apparecchi**

CEI UNEL	Serie 353XX per cavi CPR
Decreto 106/17	Cavi CPR
CEI 23.3	Interruttori automatici per uso domestico e similare
CEI 23.5	Prese per uso domestico e similare
CEI 23.16	Prese tipo Unel
CEI 12.15	Prese TV
CEI 23.80	Tubi protettivi - generalità
CEI 23.81	Tubi protettivi rigidi in PVC
CEI 23.82	Tubi protettivi flessibili in PVC
CEI 23.83	Tubi protettivi flessibili in PVC prescrizioni particolari
CEI 23.19	Canali in PVC
CEI 23.9	Apparecchi di comando non automatici
CEI 23.42 23.44	Interruttori differenziali

Normativa per quadri elettrici

CEI EN 61439-1	Regole generali
CEI EN 61439-2	Quadri di potenza
CEI EN 61439-3	Quadri in bassa tensione per persone comuni (DBO)
CEI 23.51	Quadri per uso domestico e similare
2006/95/CE	Direttiva bassa tensione
2004/108/CE	Direttiva compatibilità elettromagnetica

Normativa per questioni generali

CEI 64.8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione <1000Vca
----------	---

CEI 0-21	Regola tecnica per la connessione in BT
CEI 81.1	Protezione contro le scariche atmosferiche
CEI 64.12	Guida alla esecuzione degli impianti di terra
DM 37 22-01-08	Sicurezza impianti
D.Lvo 81 9-4-08	Testo unico sulla sicurezza e salute

Sono inoltre da rispettare tutti i decreti ministeriali inerenti la prevenzione incendi per le attività soggette al controllo dei VV.F. (DM 16-07-2014).

Ambienti e relativa normativa

Ambienti soggetti alla norma CEI 64.8/7 (sez. 751 Luoghi a maggior rischio in caso di incendio)

Premessa

Secondo la CEI 64.8 la valutazione del rischio di incendio costituisce un dato di progetto a disposizione del progettista. In base ad essa il progettista stabilisce se trattasi di un luogo ordinario oppure di luoghi MARCI (Maggior Rischio in Caso di Incendio).

Per fare ciò si è fatto riferimento alla tabella 51A (influenze esterne) della CEI 64.8

I luoghi MARCI sono suddivisi, dalla CEI 64.8, in:

A-Ambienti a maggior rischio in caso di incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose

B-Ambienti a maggior rischio in caso di incendio in quanto costruiti con materiali combustibili

C-Ambienti a maggior rischio in caso di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito di detti materiali

Nel nostro caso sono presenti:

Luoghi di tipo A

In generale (CEI 64.8 art. 751.03.2) sono considerati luoghi MARCI di tipo A:

- gli ambienti in cui si svolgono le seguenti attività soggette al controllo dei VV.F. elencate nel DPR 151/2011: 41, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 78
- i luoghi che hanno la classificazione BD2 BD3 BD4 (tab. 51A CEI 64.8)
- i luoghi classificati a rischio di **livello 3** (secondo DL 02-09-2021)

Tutto il complesso è da ritenere luogo di tipo A in quanto:

- attività VVF n° 67.B

CRITERI GENERALI DI PROGETTO

Al fine di determinare le sezioni dei cavi e le dimensioni delle condutture, nonché le caratteristiche dei dispositivi di comando e protezione, si assumono le seguenti specifiche:

Cavi elettrici

Il calcolo delle portate dei cavi è eseguito sulla base delle indicazioni contenute nelle tabelle CEI UNEL 35XXX.

Cavi NON interrati

Le **portate** dei cavi NON interrati sono state determinate con la seguente relazione:

$$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2$$

dove:

- I_z portata del cavo nelle condizioni di posa
- I_0 portata del cavo alla temperatura $T=30^\circ\text{C}$
- K_1 fattore di correzione per temperature diverse da 30°C
- K_2 fattore di correzione per i cavi installati in fascio o in strato

e tenendo conto delle condizioni di posa previste dalla CEI 64.8.

Cavi interrati

Le **portate** dei cavi interrati sono state determinate con la seguente relazione:

$$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

dove:

- I_z portata del cavo nelle condizioni di posa
- I_0 portata del cavo posato in tubo o cunicolo a 0.8m di profondità in un terreno avente $T=20^\circ\text{C}$ e resistività termica 2 K m/W
- K_1 fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C
- K_2 fattore di correzione per più circuiti affiancati
- K_3 fattore di correzione per profondità di posa diversa da 0.8m
- K_4 fattore di correzione per valori di resistività termica diversi da 2 K m/W

Si sono assunti i seguenti valori:

- Resistività termica del terreno 2 K m /W (come suggerito nelle tabelle CEI UNEL)
- Temperatura dl terreno (alla profondità di posa di 0.8m) pari a 20°C

I cavi **direttamente interrati** vanno posati ad una profondità di almeno 0.5m ed avere una protezione meccanica supplementare (lastra o tegolo). Tale protezione non risulta necessaria se il cavo è munito di armatura metallica di spessore $>0.8\text{mm}$; in tale caso occorre segnalare il cavo con un nastro monitor posto a 20cm sopra di esso.

I cavi **interrati in tubazioni o condotti** possono essere interrati a meno 0.5m di profondità se risultano installati entro:

- Cunicolo o condotto di calcestruzzo
- Tubo protettivo idoneo a sopportare le sollecitazioni del traffico veicolare (tubo metallico o tubo certificato idoneo dal costruttore)

I circuiti a bassissima tensione di sicurezza non hanno una profondità di posa da rispettare.

I **tubi per posa interrata** devono rispondere alla norma CEI 23-46 (EN 50086-2-4)

Le **distanze di rispetto da tubazioni** vicine devono risultare le seguenti (CEI 11-17):

Cavo direttamente interrato	0.5m dalla tubazione
Cavo interrato contenuto in manufatto di protezione o tubazione contenuta in manufatto di protezione	0.3m dalla tubazione
Incrocio tra cavo e tubazione con interposto un elemento di separazione non metallico	0.3m dalla tubazione
Cavo e tubazione che sono posati parallelamente tra loro	0.3m

Le distanze minime delle condutture elettriche interrate, dai **tubi del gas** sono stabilite dal DM 24-11-84.

Sezioni dei cavi di fase

I valori delle sezioni per i tipi di cavi previsti, sono riportati negli schemi dei quadri elettrici.

Tutte le sezioni sono state calcolate considerando un utilizzo del 30% superiore alle normali condizioni di esercizio e tenendo conto della concomitante presenza di più cavi nella stessa conduttura

Il tipo di cavo è stato scelto in conformità a quanto prescritto dalle norme per i vari ambienti e per i diversi tipi di posa.

Le **sezioni minime** dei cavi dovranno essere le seguenti:

0.5mm² per impianti di segnalazione

1.5mm² (rame) per impianti di energia

Sezione del neutro

Per i circuiti F+N e per quelli 3F+N con sezione della fase $\leq 16\text{mm}^2$ il neutro deve avere la stessa sezione della fase.

Per i circuiti 3F+N con sezione di fase maggiore di 16mm², il neutro può avere una sezione inferiore a quella delle fasi, con un minimo di 16mm², se la massima corrente

in servizio ordinario che fluire nel neutro non supera la sua portata tenuto conto delle eventuali armoniche.

Salvo diverse indicazioni, per il neutro si è scelta una sezione almeno metà di quella delle fasi.

Tipologia dei cavi

La scelta della tipologia dei cavi da utilizzare viene fatta dal progettista tenendo conto dei seguenti elementi:

- livello di rischio della attività dal punto di vista della prevenzione incendi (basso o non basso)
- classificazione dei luoghi dal punto di vista impiantistico (luogo ordinario o a maggior rischio in caso di incendio)
- modalità di posa prevista per i cavi

Valutazione del rischio

Attività soggette al controllo dei VVF

Alle **attività** che si svolgono nel complesso in oggetto si possono associare i seguenti **livelli di rischio** di incendio:

- **medio** (attività soggetta al controllo dei VVF con propria regola tecnica)

Gli **ambienti**, dal punto di vista degli impianti elettrici, sono classificati:

- luoghi MARCI di tipo A

Le **modalità di posa** previste per i cavi sono:

- in tubazione incassata
- su condotto metallico IP4X
- interrata

Risultano idonei, sulla base della **tipologia dei luoghi** (MARCIO), nel rispetto anche delle **modalità di posa** indicate nelle planimetrie e sulla base del livello di **rischio associato** i seguenti tipi di cavo:

Per posa all'esterno o interrata

Cavi CPR

Cavo	Descrizione	Norme di riferimento	Posa consentita
FS17	Limita la diffusione di fuoco e fumo	CEI EN 50525 Euro classe C _{ca} -s3, d1, a3	Posa in tubo o canale
FG16(O)R16	Limita la diffusione di fuoco e fumo	CEI 20-13 Euro classe C _{ca} -s3, d1, a3	Posa in tubo o canale Posa all'esterno Posa direttamente interrata

Per posa all'interno della struttura

Cavo	Descrizione	Norme di riferimento	Posa consentita
-------------	--------------------	-----------------------------	------------------------

FG17	Limita la diffusione di fuoco e fumo	CEI 20-38 CEI UNEL 35310 EN 50575 2014 EN 50575/A1 2016 Euro classe C _{ca} -s1b, d1, a1	Posa in tubo o canale
FG16(O)M16	Limita la diffusione di fuoco e fumo	CEI 20-13 CEI 20-38 IEC 60502-1 CEI UNEL 35322 -35328-35016 EN 50575 2014 EN 50575/A1 2016 Euro classe C _{ca} -s1b, d1, a1	Posa in tubo o canale Posa all'esterno Posa direttamente interrata

Canalizzazioni

Le canalizzazioni saranno scelte in base a:

- criteri di resistenza meccanica
- sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa che l'esercizio
- grado di protezione richiesto
- rispondenza a prove specifiche previste dalle norme interessate

Tubi in PVC

Quelli di tipo flessibile leggero possono essere posati sottotraccia a parete o soffitto oppure nei controsoffitti.

Quelli di tipo flessibile medio possono essere posati a pavimento, sottotraccia a parete o soffitto oppure nei controsoffitti.

Quelli da annegare direttamente nel calcestruzzo sono del tipo pieghevole, autorinveniente, in materiale plastico. Quelli per posa interrata sono del tipo in PVC pesante.

Il diametro interno dei tubi è scelto 1.5 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16mm.

Protezione delle linee – Criteri generali

Sovraccarico

La protezione contro il **sovraccarico** viene ottenuta installando componenti che rispettano le seguenti relazioni:

1-Interruttori automatici

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

- I_b corrente di impiego del circuito (quella assorbita dal carico alimentato)
- I_n corrente nominale (o regolata) del dispositivo di protezione
- I_z portata del cavo nelle condizioni di posa
- I_f corrente di sicuro funzionamento del dispositivo di protezione

2-Fusibili

$$I_n \leq 0,9 I_z$$

dove:

- I_n corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_z portata del cavo nelle condizioni di posa

La protezione dal sovraccarico **è sempre prevista.**

Corto circuito

Condizioni generali

La protezione dal corto circuito è ottenuta rispettando, per il dispositivo di protezione utilizzato, le seguenti **condizioni generali**:

- dispositivo di protezione posto all'inizio della condotta (con tolleranza di 3m se non vi è pericolo di incendio)
- corrente nominale superiore alla corrente di impiego ($I_b \leq I_n$)
- potere di interruzione maggiore della corrente di corto circuito presunta nel punto ove esso è installato
- capacità di intervenire per un corto circuito che si verifichi in qualunque punto della linea protetta

Valutazioni particolari

Il rispetto delle condizioni generali può richiedere, a seconda dei casi, delle **valutazioni particolari** per la corrente in caso di corto circuito all'inizio e/o alla fine della condotta.

All'inizio della condotta (dove è previsto il valore della corrente di corto circuito I_{CCmax}) la protezione è ottenuta rispettando la seguente relazione:

$$[I^2t] \leq [K^2S^2]$$

dove:

- $[I^2t]$ integrale di Joule lasciato passare, dal **dispositivo di protezione**, per la durata del cortocircuito
- $[K^2S^2]$ energia sopportabile dal **cavo**
- S sezione del conduttore
- K=115 per i cavi in PVC
- K=143 per i cavi in EPR

Alla fine della condotta (dove è previsto il valore della corrente di corto circuito I_{CCmin}) la protezione è ottenuta rispettando la seguente relazione:

$$I_{CCmin} \geq I_m$$

dove:

- I_{CCmin} valore della corrente di c.c. in fondo alla linea

- I_m corrente di intervento della protezione magnetica

Scelta dei dispositivi di protezione per sovraccarico e corto circuito

Corrente nominale

La scelta del valore della corrente nominale I_n dei dispositivi di protezione viene fatta nel rispetto delle regole generali illustrate in precedenza per il **sovraccarico** e il **corto circuito**.

Il valore di I_n dei vari dispositivi di protezione è riportato negli schemi unifilari.

Interruttori nel punto di consegna

Nel punto di consegna dell'energia il valore della **corrente di corto circuito** I_{CC} vale 10kA (fornitura trifase <30kW).

L'interruttore generale dell'impianto dovrà avere un **potere di corto circuito nominale** $I_{CN} \geq 10kA$.

Interruttori nei sotto-quadri

Gli interruttori magnetotermici posti sui quadri derivati dal QSC possono avere un **potere di cortocircuito nominale** $I_{CN}=6kA$ in quanto il valore calcolato della I_{CC} nel punto del loro inserimento è inferiore ad esso.

Protezione delle derivazioni che partono da dorsali

Nei **luoghi ordinari**, per le derivazioni che **non risultano già protette** per sovraccarico e corto circuito dal dispositivo posto a monte della dorsale, occorre procedere come segue:

Protezione contro il cortocircuito: non occorre proteggere la derivazione contro il corto-circuito se la sua lunghezza è inferiore a 3m ed è ridotto al minimo il rischio di cortocircuito oppure non si è in vicinanza di materiale combustibile. Se la lunghezza è maggiore di 3m occorre inserire, all'inizio della derivazione, un dispositivo di protezione (es. interruttore magnetotermico o un fusibile) o valutare la protezione dell'interr. principale sul cavo della derivazione.

Protezione contro il sovraccarico: se necessaria, essa può essere posta o all'inizio o alla fine della derivazione. Oppure può essere inserita nel quadretto di arrivo della derivazione stessa o essere costituita dagli interruttori di protezione delle utenze.

Per i **luoghi a maggior rischio in caso di incendio** si procede come per i luoghi ordinari solo che le eventuali protezioni aggiuntive vanno sempre poste all'inizio della condotta.

Protezione contro i contatti diretti

Si seguono i criteri previsti dalle norme CEI 64.8 o dalla normativa applicabile al caso in esame. In particolare si adottano misure di protezione come l'isolamento, gli involucri e le barriere.

Una **protezione aggiuntiva** per i contatti diretti viene realizzata nei **luoghi a maggiore rischio elettrico** (norma CEI 64.8), con interruttori differenziali aventi $I_{DN} \leq 30\text{mA}$.

Ricorrono i seguenti casi:

- **luoghi a maggior rischio in caso di incendio** (per le condutture di tipo c1 (cavi multipolari con PE) e c2 (cavi unipolari o multipolari senza PE posti in tubi o involucri metallici con $IP \leq 4X$) che in caso di guasto possono innescare un incendio

Protezione contro i contatti indiretti

Nel caso di contatto indiretto, si prevede la interruzione automatica della alimentazione (deve essere realizzata la messa a terra delle masse in modo da avere la circolazione della corrente di guasto che serve per fare scattare la protezione in automatico).

Sistema TT

Nei sistemi TT si utilizzano **interruttori differenziali** coordinati con il valore della resistenza di terra.

Per una corretta progettazione, il valore della resistenza di terra **deve risultare minore** del valore di R_A dato dalla relazione:

$$R_A = 50/I_d$$

Vedere capitolo relativo alla resistenza di terra.

Selettività

Interruttori magnetotermici

Per gli apparecchi automatici di **tipo rapido**, aventi la stessa grandezza, la selettività tra due interruttori in cascata, sarà ottenuta scegliendo l'apparecchio a monte con una corrente di intervento magnetico I_{m1} maggiore della corrente I_{cc2} di corto-circuito nel punto ove è posto l'interruttore a valle

$$I_{cc2} < I_{m1} \quad (I_{m1} = 5I_n)$$

Per la selettività tra apparecchi **limitatori e rapidi** si opera su tabelle fornite dalle case costruttrici.

Interruttori differenziali

La selettività sarà di tipo amperometrica, cioè l'interruttore a valle ha una sensibilità maggiore di quello a monte ed anche cronometrica tramite l'utilizzo di interruttori selettivi.

Massima caduta di tensione per le linee

Per i vari circuiti le sezioni dei cavi sono scelte in modo tale che la caduta di tensione massima, dal punto di consegna dell'energia fino all'utilizzatore, non superi il valore del **4%** della tensione nominale dell'impianto.

IMPIANTO DI TERRA

Premessa

Un impianto di terra è, in genere, costituito dalle seguenti parti:

- **dispersore**
- **conduttore di terra** (CT) che collega i dispersori tra loro ed al nodo di terra principale
- **nodo di terra principale**
- **conduttori di protezione** (PE) per collegare le masse ai vari sotto-nodi di terra
- **collegamenti equipotenziali principali** (EQP) per collegare le **masse estranee** al nodo di terra principale
- **collegamenti equipotenziali supplementari** (EQS) per collegare le **masse estranee** ad un sotto-nodo di terra (*solo per gli eventuali ambienti a maggior rischio elettrico*)

Dispersore

Il terreno interessato dal dispersore è di tipo **argilloso** con resistività $\rho = 20\Omega\text{m}$

Il dispersore verrà realizzato con due picchetti di lunghezza $L = 1.5\text{m}$ del tipo a croce, in acciaio zincato, posti esternamente e distanziati $d > L$.

Con tale scelta progettuale, il valore della **resistenza di terra ottenibile** sarà:

$$R_E = 5\Omega$$

Per una corretta progettazione, tale valore della resistenza di terra **deve risultare minore** del valore di R_A dato dalla relazione (per sistemi TT):

$$R_A = 50/I_d$$

Prevedendo un interruttore generale con $I_d = 0.3\text{A}$ risulterà $R_A = 166\Omega$ per cui la scelta progettuale è corretta.

Nodo di terra

E' posto sul quadro generale.

Conduttore di terra CT

Il conduttore di terra CT deve, in generale, avere una sezione S_{CT} uguale o maggiore a quella più elevata dei vari conduttori di protezione PE presenti nell'impianto.

$$S_{CT} = S_{PE \max}$$

Valgono le seguenti ulteriori prescrizioni per i **valori minimi** delle sezioni:

Valori minimi della sezione S_{CT} del conduttore di terra per sistemi TT

Posa <i>NON</i> interrata	
• cavo non protetto meccanicamente	$S_{CT} = S_{PE \max}$ (con minimo di 16mmq)
• cavo protetto meccanicamente	$S_{CT} = S_{PE \max}$
• conduttore nudo	$S_{CT} = S_{PE \max}$ (con minimo di 25mmq)
Posa <i>interrata</i>	
• posa isolato	$S_{CT} = S_{PE \max}$
• conduttore nudo	$S_{CT} = S_{PE \max}$ (con minimo di 25mmq e diametro fili 1,8mm)

Nel nostro caso risulta idoneo un cavo in rame, posto entro tubazione PVC, tipo FS17 avente $S_{CT} = 16\text{mm}^2$.

Conduttori di protezione PE

Collegamenti di *protezione PE* saranno effettuati per tutte le masse. Le sezioni dei vari PE potranno essere dimensionate in uno dei seguenti modi:

1-metodo tabellare

Valori della sezione S_{PE} del conduttore di protezione

Sez. del conduttore di fase S_F	Sez. del conduttore di protezione S_{PE}	Note
$S_F \leq 16\text{mmq}$	$S_{PE} = S_F$	minimo 2,5mmq se protetto meccanicamente e 4mmq se non protetto meccanicamente
$16\text{mmq} \leq S_F \leq 35\text{mmq}$	$S_{PE} = 16\text{mmq}$	
$S_F \geq 35\text{mmq}$	$S_{PE} = S_F/2$	con un massimo di 25mmq nei sistemi TT

2-calcoli

Utilizzando la relazione $[I^2t] \leq [K^2S^2]$ quando i valori delle sezioni dei PE, calcolati con il metodo tabellare, risultano esageratamente sovradimensionati.

Collegamenti equipotenziali

Collegamenti equipotenziali principali EQP

Collegamenti *equipotenziali principali* EQP saranno realizzati per le masse estranee, tramite conduttori che si collegano **direttamente al nodo** di terra.

*I collegamenti EQP dovranno avere una **sezione di 6mm²** a prescindere della sezione dei conduttori di fase e del fatto che esso siano effettuati con conduttori isolati o nudi.*

Si considerano **masse estranee** da collegare all'impianto EQP le seguenti:

- le *tubazioni metalliche (o con anima metallica)* che alimentano i servizi del complesso edilizio (es: gas, acqua) anche se la parte delle tubazioni che proviene dall'esterno fosse del tipo isolante
- le *tubazioni metalliche (o con anima metallica)* dell' eventuale impianto centralizzato del riscaldamento e/o raffrescamento
- la eventuale struttura metallica del complesso edilizio
- le armature principali del cemento armato (solo se il collegamento è praticamente possibile)

Le parti metalliche, interessanti la struttura, che presentano una resistenza verso terra inferiore a 1000Ω in condizioni ordinarie e inferiore a 200Ω per impianti particolari, sono anche esse **masse estranee** ma *la normativa non prevede che siano collegate all'impianto EQP.*

Se una massa estranea *attraversa un edificio*, il collegamento EQP andrà realizzato sia in ingresso che in uscita.

Il collegamento EQP NON si prevede solo nei seguenti casi:

- tubazione del gas, acqua, ecc. di tipo NON metallico (e prive di anima metallica) sia all'esterno che all'interno dell'edificio
- armature di cemento armato non raggiungibili

PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER L'IMPIANTO **DISPOSIZIONI RIGUARDANTI LA POSA E IL TIPO DEI** **MATERIALI**

Comandi ed arresti di emergenza

Sono previsti i seguenti comandi ed arresti:

- un pulsante (a lancio di corrente) per lo **sgancio di emergenza**, posto all'esterno del complesso edilizio, che attiva l'**interruttore generale** dell'impianto
- uno **sgancio di emergenza** per l'impianto fotovoltaico

Locali per portatori di handicap

Nei locali di servizio destinati ai portatori di handicap, i comandi saranno posizionati nel seguente modo:

- interruttori a $75 < h < 140$ cm dal pavimento e del tipo a lampada spia
- pulsanti $60 < h < 140$ cm
- prese $60 < h < 110$ cm

All'interno dei servizi igienici è previsto un tirante, in prossimità della tazza e della vasca, per la attivazione dell'allarme, e una lampada di emergenza (UNI EN1838). All'esterno verrà installato un segnalatore acustico associato ad uno luminoso di colore rosso.

Impianti speciali

Per gli eventuali impianti speciali (allarmi, sonoro, dati, ecc.) sono previste canalizzazioni separate da quelle dell'impianto elettrico principale.

Illuminazione di emergenza

Normativa di riferimento

- CEI EN 50172 (CEI 34-111) Sistemi di illuminazione di emergenza
- UNI EN 1838 Illuminazione di emergenza
- UNI 11222 Impianti di illuminazione per la sicurezza - Procedure per la verifica, manutenzione, revisione e collaudo
- CEI EN 60598-2-22 (CEI 34-22) Apparecchi per illuminazione di emergenza
- Regole tecniche dei VVF applicabili al caso

La illuminazione di **emergenza** si divide in:

- illuminazione di **sicurezza** (per la sicurezza delle persone)
- illuminazione di **riserva** (per continuare l'attività).

Sono stati presi in considerazione i seguenti casi:

1-Illuminazione di sicurezza

Per quanto attiene l'illuminazione di sicurezza si rispetterà la norma **EN 1838** che prevede l'utilizzo di apparecchi di illuminazione per garantire l'abbandono dei locali, da parte delle persone, in sicurezza, o garantire di terminare un processo in corso, potenzialmente pericoloso.

Inoltre verranno rispettate le norme che prevedono l'illuminazione per le vie di uscita ed i percorsi esterni fino alle vie di fuga.

Tenendo conto del fatto che la normativa prevede, per la illuminazione di **sicurezza**, la valutazione dei seguenti sotto-casi:

- *illuminazione delle vie e delle uscite di emergenza*
- *illuminazione antipánico*
- *illuminazione delle aree ad alto rischio.*

nella presente relazione si sono considerati solo i primi due. -

Indicazioni generali da rispettare per la illuminazione di sicurezza

Per i casi presi in considerazione devono essere rispettate le seguenti indicazioni.

1-Illuminazione delle **vie e delle uscite di emergenza**

- l'illuminamento non dovrà essere inferiore a **5lux** ad 1m dal piano di calpestio ed in qualsiasi punto delle vie di fuga
- le lampade andranno inserite in corrispondenza:
 - delle uscite di emergenza
 - delle vie di fuga
 - dei locali per disabili

2-Illuminazione **antipanico**

E' l'illuminazione prevista per evitare l'insorgere del panico in zone particolarmente ampie ed in quelle attraversate dalle vie di esodo. L'illuminamento non dovrà essere inferiore a **2lux** ad 1m dal piano di calpestio in ogni punto dell'ambiente

2-Illuminazione di riserva

Volendo garantire comunque, al venir meno dell'illuminazione ordinaria, un minimo di visibilità nei vari ambienti, per continuare l'attività svolta, sarà prevista una illuminazione di **riserva** con valore di illuminamento **5lux** ad 1m dal piano di calpestio, con autonomia 30' e tempo di intervento di 0.5sec.

Tipo di lampade di emergenza e loro alimentazione

L'illuminazione di sicurezza e riserva è ottenuta tramite lampade di emergenza con alimentazione autonoma (SE) aventi le seguenti **caratteristiche**:

Autonomia minima della alimentazione di sicurezza	1 ora
Tempo di ricarica delle batterie	12 ore

Per i **livelli di illuminamento** si devono ottenere i seguenti valori minimi:

Livello di illuminazione ad 1m di altezza del piano di calpestio (**)	5 lux
--	-------

(**) Calcolato considerando come valore del **flusso luminoso delle lampade** quello valutato secondo CEI EN 60598-2-22.

Ambienti soggetti alla 64.8/7

Luoghi a maggior rischio in caso di incendio (MARCI)

Prescrizioni, comuni a tutti i casi, relative ai componenti elettrici, escluse le condutture

- negli ambienti con presenza di pubblico, i dispositivi di manovra, controllo e protezione, devono essere posti in luogo a disposizione esclusiva del personale addetto o in involucri apribili con chiave o attrezzo
- i componenti elettrici devono rispondere alle prescrizioni contenute nella CEI 64.8/4 (Protezione contro gli incendi)
- i componenti elettrici applicati in vista (a parete o soffitto) per i quali non esistono norme CEI specifiche, devono rispondere ai limiti della CEI 64.8/4 assumendo, per la prova del filo incandescente, 650°C anziché 550°C

- gli **apparecchi di illuminazione** devono essere opportunamente distanziati da oggetti combustibili. Per i faretto ed i piccoli proiettori occorre rispettare le seguenti distanze:
 - 0.5m fino a 100W
 - 0.8m da 100 a 300W
 - 1m da 300 a 500W
- gli apparecchi di illuminazione con lampade che, in caso di rottura, possono proiettare materiale incandescente, quali ad esempio le lampada ad alogeni e ad alogenuri, devono essere del tipo con schermo di sicurezza per la lampada ed installati secondo le istruzioni del costruttore

Prescrizioni, comuni a tutti i casi, per le condutture

- le condutture che attraversano i luoghi MARCI, senza essere destinate all'alimentazione di apparati posti internamente ad essi, non devono avere connessioni nei luoghi in esame a meno che non siano poste in involucri che soddisfino la prova contro il fuoco (es. IEC 60670 per le scatole da parete)
- è vietato l'uso di conduttori PEN (sistema TN-C) (tale prescrizione non si applica alle condutture che transitano solamente)
- sono ammessi i seguenti **tipi di condutture**:

a-condutture che non possono né innescare né propagare l'incendio

a1-condutture di qualsiasi tipo incassate in strutture non combustibili

a2-condutture realizzate con cavi in tubi protettivi metallici o involucri metallici entrambi con gradi di protezione almeno IP4X (es. condutture in tubo o canale metallico IP4X)

a3-condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione sprovvisti all'esterno di guaina non metallica (es. cavo ad isolamento minerale senza guaina protettiva)

b-condutture che non possono innescare ma che possono propagare l'incendio

b1-condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico, o di una guaina metallica o di armatura, aventi caratteristiche tali da poter svolgere la funzione di conduttore di protezione (es. cavo multipolari con conduttore di protezione (calza di metallo) che contiene i singoli conduttori e guaina protettiva)

b2- condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione provvisti all'esterno di guaina non metallica (es. cavo ad isolamento minerale con guaina protettiva)

b3-condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime o sull'insieme delle anime con caratteristiche tali da poter svolgere la funzione di conduttore di protezione

c-condutture che possono innescare e propagare l'incendio

c1-condutture diverse da quelle in a) e b) con *cavi multipolari* **provvisti di conduttore di protezione**

c2-condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari **sprovvisi** di conduttore di protezione, *contenuti in tubi o involucri metallici* (anche passerelle a traversini) senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi o involucri stessi o da un conduttore nudo o isolato contenuto in ciascuno di essi

c3-condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari **sprovvisi** di conduttore di protezione contenuti in tubi o involucri aventi tutte le seguenti specifiche:

- costruiti con materiali isolanti
- installati in vista (non incassati)
- con grado di protezione almeno IP4X

Se non esistono norme di prodotto si assume la prova del filo incandescente a 850°C anziché a 650°C.

All'interno di strutture combustibili (es. pannelli in legno con coibente) è possibile installare cavi come indicato nei punti c) utilizzando tubi in PVC solo se IP4X. Inoltre occorre prevedere un conduttore di protezione nudo entro la tubazione.

c4-binari elettrificati e condotti sbarre con grado di protezione almeno IP4X

c5-condutture impiegata in strutture combustibili (classe di reazione al fuoco diverse da A1 o 0) cave o coibentate. tale conduttura è realizzata con:

- tubi e/o canali metallici o isolanti non propaganti la fiamma con grado IP $\geq 4X$
- cavi unipolari o multipolari (diversi da b1) compreso il PE (nudo o isolato)

Per la conduttura c5 non si richiede la protezione differenziale ai fini antincendio. All'interno delle strutture combustibili (cave o coibentate) sono ammesse anche le condutture di tipo a2, a3, b, c1, c2 (per c1 e c2 si richiede un isolamento equivalente alla classe II)

Protezione, relative a tutti i casi, delle condutture elettriche

I dispositivi di protezione contro le sovracorrenti devono essere installati *all'origine* dei circuiti, sia quelli che attraversano i luoghi MARCI che quelli che si originano nei luoghi stessi.

Per le condutture di **tipo c)** i circuiti devono essere anche protetti in uno dei seguenti modi:

a-nei sistemi TT e TN con *interruttori differenziali aventi $I_d \leq 300mA$*

b-nei sistemi IT con dispositivo di controllo delle correnti di dispersione

Sono escluse dalle prescrizioni a) e b) le condutture che:

- fanno parte di circuiti di sicurezza
- racchiuse in involucri almeno IP4X (ad eccezione del tratto finale necessario per il collegamento dell'apparecchiatura)

Requisiti necessari, per tutti i casi, per evitare la propagazione degli incendi

Per le **condutture di tipo b) e c)**, la propagazione dell'incendio deve essere evitata in uno dei seguenti modi:

a-utilizzando *cavi non propaganti la fiamma* (CEI 20-35) nei seguenti casi:

-quando sono installati individualmente o sono distanziati tra loro non meno di 25cm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso oppure i cavi sono installati individualmente in tubi protettivi involucri con grado di protezione almeno IP4X

b-utilizzando *cavi non propaganti l'incendio* installati in fascio conformemente alla CEI 20-22 cat. II e/o III

c-adottando sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti nel rispetto della CEI 11-17. Inoltre vanno previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio.

Prescrizioni aggiuntive

Se un luogo ha le caratteristiche di più di uno dei luoghi A,B,C, l'impianto elettrico di tale luogo deve avere i requisiti per ciascuno dei tipi di luogo applicabili.

Per le condutture di tipo b1 b2 b3 e c1 c2 c3 si è valutato il rischio nei riguardi dei fumi, gas tossici e corrosivi, in relazione alla particolarità del tipo di installazione e dell'entità del danno probabile nei confronti delle persone e/o cose al fine di adottare opportuni provvedimenti.

Manutenzione programmata

Per i luoghi MARCI occorre programmare una manutenzione periodica (secondo norme CEI 64.14 e CIE 0-10) per ridurre la probabilità di un **guasto serie (cattivi contatti)**. In alternativa si possono installare elementi AFDD.

ILLUMINAZIONE AMBIENTI

Illuminazione edifici scolastici

I valori illuminotecnici da rispettare sono quelli indicati nella norma UNI 10640 che rimanda alla UNI 12464.

Destinazione	Illuminamento E_m (lux)	UGR	Ra	Uniformità (E_{min}/E_m)
Aule	300	19	80	0.6
Laboratori	500	19	80	
Uffici	300	19	90	
Corridoi	100	25	60	0.4
WC	200	22	80	
Ingressi	200	22	80	
Sala insegnanti	300	19	80	
Magazzini	100	25	80	
Mensa	200	22	80	

IMPIANTI SPECIALI

Impianto di rivelazione ed allarme incendi - IRAI

Vedere "Relazione di progetto impianto rilevazione ed allarme incendi"

RETE DATI

La rete dati è prevista in **categoria 6** con cavi UTP.

Il progetto prevede la installazione dei seguenti apparati e componenti:

- prese RJ45 posate incassate e/o a vista
- cavi UTP

IMPIANTO FOTOVOLTAICO

PREMESSA

Oggetto

La progettazione riguarda un sistema fotovoltaico avente le seguenti caratteristiche:

- di tipo "**grid connect**" cioè connesso alla rete di distribuzione

Definizioni

P_N Potenza nominale impianto

Impianto FV

Per le norme CEI (0-21 e 0-16) è il valore minore tra la **potenza nominale** dell'inverter e la **potenza di picco** (STC Standard Test Condition) complessiva di tutti i moduli.

In presenza di più inverter occorre sommare le rispettive potenze nominali.

NORMATIVA

Normativa di riferimento per il progetto

La normativa di riferimento per il progetto dell'impianto fotovoltaico e per la gestione degli allacci è la seguente:

CEI norme della serie 82 applicabili al presente impianto FV

CEI 82-4 Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici

CEI 82-25 Guida alla realizzazione di impianti fotovoltaici

CEI 0-21 Connessioni in BT

CEI 64-8 sez. 712 Sistemi fotovoltaici

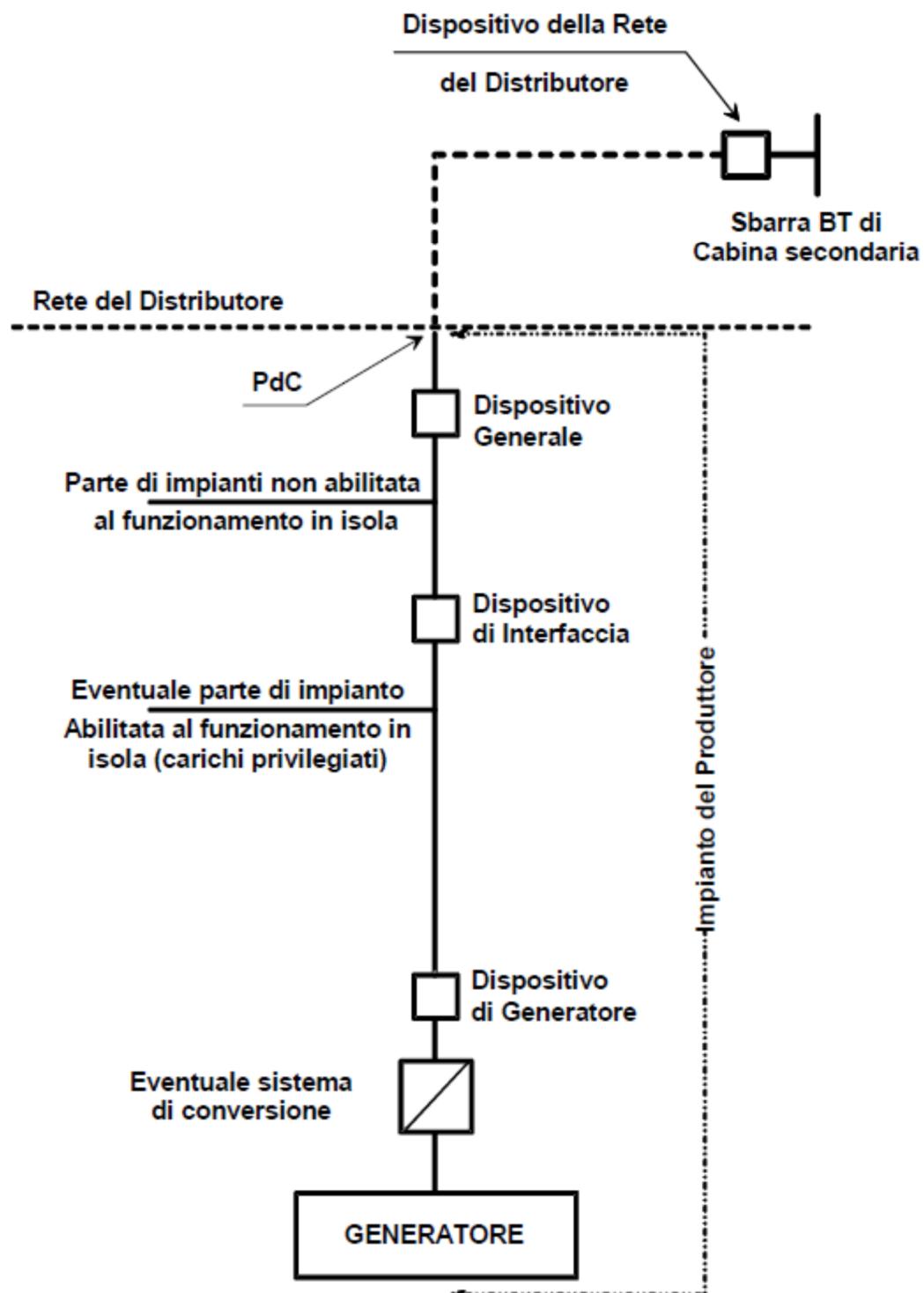
CEI 20-91 Cavi elettrici per sistemi fotovoltaici

Delibere AEEG

Normativa per materiali e apparecchi

CEI 17.13 23.51	Quadri in bassa tensione
CEI 20.22 II	Cavi non propaganti l'incendio
CEI 20.35	Cavi non propaganti la fiamma
CEI 23.3	Interruttori automatici per uso domestico e similare
CEI 23.39	Tubi protettivi (22 leggeri) (33 medio)
CEI 23.54	Tubi protettivi rigidi in PVC
CEI 23.55	Tubi protettivi flessibili in PVC
CEI 23.19	Canali in PVC
CEI 23.9	Apparecchi di comando non automatici
CEI 23.42 23.44	Interruttori differenziali
CEI 64.12	Guida alla esecuzione degli impianti di terra

IMPIANTO FV COLLEGATO IN BT



Schema di principio dell'impianto FV (CEI 0-21)

SPECIFICHE TECNICHE

Potenza impianto fotovoltaico da installare

Sulla base delle prescrizioni del DM 199 del 08-11-2021, l'impianto FV dovrà avere una potenza minima calcolata come segue:

$$P_{imp} = S \cdot K = 407 \cdot 0,05 = \mathbf{20.35kW}$$

S = superficie in pianta, a livello del terreno, del complesso (mq)

K = coefficiente da DM 199-2021 (0,025 per edifici esistenti e 0,05 per nuovi edifici)

Trattandosi di **edificio pubblico** tale valore va incrementato del 10%; pertanto se deve realizzare un impianto FV di potenza $\geq \mathbf{22,385kW}$.

Numero dei pannelli fotovoltaici

Si prevede l'utilizzo di moduli FV in silicio monocristallino da **455W_p**, classificati, dal punto di vista elettrico, in **classe II**.

Il numero dei pannelli FV necessari è dato dalla relazione:

$$N = P_{imp} / P_{mod} = 22385/455 = \mathbf{50}$$

P_{imp} potenza calcolata per dell'impianto FV (W)

P_{mod} potenza del modulo FV utilizzato (W)

Potenza P_{STC} (Standard Test Condition)

*Avendo deciso di installare un numero di moduli pari a **N**, la **potenza dell'impianto FV (quello effettivamente installato)** sarà uguale a*

$$50 \times 455W = \mathbf{22,75kW} = P_{STC}$$

Stringhe

I pannelli vengono raggruppati in stringe. Ciò al fine di rispettare i valori di tensione e corrente accettabili in ingresso da ogni inverter.

Quadri di stringa

Per ogni stringa si prevede, se non già installato entro l'inverter che la gestisce, la installazione di un quadro di stringa dotato di:

- scaricatori lato CC
- protezione con fusibili su entrambe le linee (+) e (-)

Ubicazione e fissaggio dei moduli

I moduli FV saranno posizionati sul tetto dell'edificio in **aderenza ad esso**, utilizzando un sistema di ancoraggio composto da profilati e ganci regolabili. Gli inverter saranno ubicati in apposito locale.

Inverter

E' prevista la installazione di **1** inverter di potenza **25kW** cad.

Sistema di protezione di interfaccia (SPI)

Il SPI è esterno e completo di buffer di carica che garantisce la funzionalità del SPI in caso di mancanza della tensione di rete. In alternativa si potrà utilizzare un UPS.

Potenza nominale dell'impianto FV

L'impianto fotovoltaico ha:

- potenza complessiva dei moduli FV = **22,75 kW_p**
- potenza complessiva degli inverter = **25 kW**

La potenza nominale dell'impianto sarà $P_N = 2,75 \text{ kW}_p$

La *alimentazione normale del complesso* avviene tramite rete pubblica in **BT con sistema 3F+N**.

Caratteristiche di reazione al fuoco degli impianti

Essendo l'impianto installato su una attività soggetta al controllo dei VVF occorre rispettare le indicazioni della seguente normativa.

Normativa VVF

- Circolare dei VVF n°1324 del 07-02-2012 (Guida per la installazione degli impianti FV)
- Nota esplicativa n°6334 del 04-05-2012
- Regola tecnica applicabile alla attività e/o codice di prevenzione incendi

Nel nostro caso occorre che la **reazione al fuoco** dei moduli FV sia in **classe 1** (Materiali combustibili non infiammabili) (DM 20-06-1984) (UNI 9177).

IMPIANTI ELETTRICI

CRITERI GENERALI DI PROGETTO

Prescrizioni derivanti dalle CEI 64.8 sez.712

Sulla base della CEI 64.8 sez. 712 e delle delibere relative al posizionamento dei contatori di misura, si hanno le seguenti indicazioni di progetto:

- la parte c.c. dell'impianto deve essere considerata sempre sotto tensione
- i componenti della parte in c.c. dell'impianto, devono essere in classe II e comunque senza masse
- la protezione per sovracorrente (lato c.c.) può essere omessa usando cavi di portata 1.25 volte il valore della corrente di corto circuito
- i cavi che collegano il gruppo di misura dell'energia fotovoltaica prodotta dal generatore FV devono essere di tipo schermato

- l'inverter deve essere sezionabile sia sul lato c.c. che c.a.
- tutte le scatole di giunzione dell'inverter devono essere provviste di un avviso per segnalare la presenza di tensione anche dopo aver sezionato l'inverter

Cavi elettrici

Cavi lato DC

I cavi utilizzati per l'impianto fotovoltaico (**lato DC**) saranno del tipo H1Z2Z2-K PV3 (isolante tipo Z2, guaina elastomerica tipo Z2). Tensione nominale in c.a. $U_0/U = 0,6/1\text{kV}$ tensione nominale in c.c. $V_0/V = 1/1\text{kV}$ in c.a. $1,5/1,5\text{kV}$, tensione di prova $6,5\text{kVac}$ 15kVcc .

Essi devono essere posati in modo da non poggiare direttamente sul tetto.

Cavi lato AC

Cavi NON interrati

Le **portate** dei cavi NON interrati sono state determinate con la seguente relazione:

$$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2$$

dove:

- I_0 portata del cavo alla temperatura $T=30^\circ\text{C}$
- K_1 fattore di correzione per temperature diverse da 30°C
- K_2 fattore di correzione per i cavi installati in fascio o in strato

e tenendo conto delle condizioni di posa previste dalla CEI 64.8.

Risultano idonei i seguenti tipi di cavo:

Cavi CPR per rischio BASSO

Cavo	Descrizione	Norme di riferimento
FS17	Limita la diffusione di fuoco e fumo Posa in tubo o canale	CEI EN 50525 Euro classe C_{ca-s3} , d1, a3
FG16(O)R16	Limita la diffusione di fuoco e fumo Posa in tubo o canale Posa all'esterno Posa direttamente interrata	CEI 20-13 Euro classe C_{ca-s3} , d1, a3

Considerazioni di carattere generale

Tutte le sezioni sono state calcolate considerando un utilizzo del 30% superiore alle normali condizioni di esercizio e tenendo conto della concomitante presenza di più cavi nella stessa condotta.

Il tipo di cavo è stato scelto in conformità a quanto prescritto dalle norme per i vari ambienti e per i diversi tipi di posa.

Le **sezioni minime** dei cavi dovranno essere le seguenti:

$0,5\text{mm}^2$ per impianti di segnalazione

$1,5\text{mm}^2$ (rame) per impianti di energia

Impianto di terra

I **pannelli FV** sono in **classe II** e quindi non vanno collegati all'impianto di terra. I **sostegni** di acciaio non vanno anche essi messi a terra in quanto presentano una resistenza verso terra $> 1k\Omega$.

Le eventuali masse presenti sul lato AC vanno collegate all'impianto di terra esistente nel complesso edilizio.

Protezione contro le fulminazioni e sovratensioni

Per le **fulminazioni dirette** della struttura si rimanda alla valutazione della probabilità di fulminazione esistente. La installazione dell'impianto FV non comporta nessun aggravio di rischio oltre a quelli già li indicati.

Per le **fulminazioni indirette** (sovratensioni) si prevede l'utilizzo di scaricatori SPD sia sul lato CC che su quello AC (essi possono essere contenuti nell'inverter).

VERIFICHE

VERIFICHE PROGETTUALI

Si illustrano le principali verifiche che devono essere effettuate al fine di determinare la consistenza delle stringhe da collegare agli inverter nel rispetto delle caratteristiche dei moduli FV e degli inverter scelti.

Esse vanno svolte per la stringa che presenta il maggior numero di moduli FV. I risultati si estendono poi a tutte le altre.

1-La $V_{oc\ max}$ (**massima** tensione DC a vuoto ai capi di una singola stringa) deve risultare **minore** della $V_{max-abs}$ dell'inverter.

2-La $V_{mpp\ min}$ (**minima** tensione MPP ai capi di una singola stringa) deve risultare **maggiore** della minima tensione $V_{mppt\ min}$ dell'MPPT.

3-La $V_{mpp\ max}$ (**massima** tensione MPP ai capi di una singola stringa) deve risultare **inferiore** alla massima tensione $V_{mppt\ max}$ dell'MPPT.

4-La I_{sc} (**massima** corrente di corto circuito complessiva delle stringhe collegate in parallelo per ogni MPPT) deve risultare **inferiore** a quella massima sopportabile in ingresso dall'MPPT stesso ($I_{DC\ max}$).

Dimensionamento in potenza compreso tra 80% e 120%.

VERIFICHE FINALI PER L'IMPIANTO

Dopo aver realizzato l'impianto occorre verificare le seguenti cose:

1 - verifica sulla P_{CC} (potenza lato CC)

Deve risultare:

$$P_{CC} > (0,85 \bullet P_{FV} \bullet I) / ISTC$$

dove:

P_{CC} potenza lato CC misurata all'uscita del campo FV

P_{FV} potenza nominale del campo FV

I irraggiamento in W/m^2

ISTC irraggiamento in condizioni di prova standard ($1000 W/m^2$)

La verifica va fatta per un valore di $I > 600 W/m^2$

2 - verifica sulla P_{AC} (potenza lato AC)

Deve risultare:

$$P_{AC} > 0,9 \bullet P_{CC}$$

dove:

P_{CC} potenza lato CC misurata all'uscita del campo FV

P_{AC} potenza lato AC misurata all'uscita dell'inverter

PRESTAZIONI**PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO****Calcolo dell'energia prodotta dal generatore FV***Dati del posizionamento*

Elemento	Valore
Località	Monteprandone (AP)
Posizione geografica della località	Centro Italia
Irraggiamento medio annuo [kWh/m^2 anno]	1470
Angolo di appoggio della superficie inclinata (TILT)	0°
Perdite per ombreggiatura	0

Dati del modulo FV

Materiale	Silicio monocristallino
Potenza di picco STC [W_p]	445
Dimensioni (base x altezza) [cm]	180x113,4
Area di un modulo [m^2]	2,04
Massima tensione del sistema [V]	1000
NOCT [$^{\circ}C$]	46 ($\pm 1^{\circ}C$)
Efficienza	22,8%

La **potenza** dell'impianto (in condizioni standard STC) vale:

$$P_{STC} = 22,75 \text{ [kW}_p\text{]}$$

Avendo scelto moduli fotovoltaici con potenza massima di 455W cad., per avere tale potenza necessita il seguente **numero di pannelli**:

$$N = P_{STC}/500 = 50$$

Poichè ogni modulo occupa una superficie di circa 2,04, dovrà essere disponibile una **superficie utile** A_{fv} , per il posizionamento dei pannelli, pari a:

$$A_{fv} = 50 \times 2,04 = 102 \text{ [m}^2\text{]}$$

La **potenza sul lato AC**, tenendo conto delle perdite di sistema, che nel nostro caso possono essere stimate pari al 15% con un BOS (Balance of System) pari a $100-15 = 85\%$, vale:

$$P_{AC} = P_{STC} \bullet BOS = 19,34 \text{ [kW}_p\text{]}$$

La **energia producibile** dall'impianto fotovoltaico sarà:

$$E = I \bullet A_{fv} \bullet R \bullet K \bullet BOS = 29.058,00 \text{ [kWh/anno]}$$

I = irraggiamento medio annuo nella località pari a 1470 kWh/m² anno

A_{fv} = area totale occupata dai moduli pari a 102 m²

R = rendimento di conversione dei moduli (22,8%)

K = riduzione per ombreggiamento (nullo)

BOS = Balance of System (da 75 a 90% - tipico 85%)

I valori sopra indicati possono subire variazioni sulla base delle effettive caratteristiche dei moduli FV installati e del loro orientamento.

VERIFICHE E MANUTENZIONI DELL'IMPIANTO ELETTRICO

Le verifiche agli impianti sono:

- iniziali
- periodiche

*I **controlli** vanno effettuati da personale specializzato, su richiesta del datore di lavoro.*

Verifiche iniziali previste dalla CEI 64.8/6

Occorre verificare **a vista**:

- la selettività ed il coordinamento dei dispositivi di protezione
- la scelta, la posizione ed installazione degli eventuali SPD
- le misure di protezione contro i disturbi elettromagnetici
- la scelta e messa in opera del sistema di cablaggio

Tali verifiche vanno fatte **dall'installatore** prima della consegna dell'impianto.

Verifiche periodiche

L'obbligo di effettuare le **verifiche periodiche e la manutenzione** degli impianti elettrici discende dalla seguente normativa:

- **DL.vo 81/08** Sicurezza nei luoghi di lavoro (art. 86)
- **DPR 462/01** per impianti di terra (per i luoghi con presenza di lavoratori dipendenti)

La **CEI 64.8/6** riporta le modalità di effettuazione delle verifiche periodiche e indica che esse devono assicurare:

- la sicurezza di persone e animali domestici contro i contatti diretti ed indiretti
- la protezione di persone e cose contro i danni da incendio dovuti a guasti dell'impianto
- la corretta scelta e regolazione dei dispositivi di protezione
- l'assenza di difetti, non conformità, danni o componenti deteriorati sull'impianto che possano comprometterne la sicurezza e funzionalità

Frequenza delle verifiche

L'intervallo di tempo tra due verifiche deve essere **non superiore a 5 anni**.

Per i seguenti casi, l'intervallo di tempo diventa **2 anni**:

- luoghi a maggior rischio in caso di incendio

Le date della verifica sono scelte dal **responsabile dell'impianto**. Esso stabilisce la cadenza delle verifiche nei limiti sopra indicati e sceglie il verificatore. I **controlli** dell'impianto vanno effettuati da personale qualificato.

Si suggerisce di fare le verifiche a metà tra le verifiche degli impianti di terra (DPR 462/01).

Vengono qui citate solo alcune delle verifiche periodiche più ricorrenti.

Prove e verifiche del funzionamento dei differenziali

Il conduttore dell'impianto elettrico è tenuto ad effettuare delle verifiche periodiche di funzionalità degli interruttori differenziali secondo le indicazioni del costruttore. In mancanza di istruzioni la verifica va fatta ogni **6 mesi** (CEI 23-98 allegato D).

Le verifiche si effettuano con le seguenti modalità:

- premere il tasto TEST ed accertarsi che il differenziale scatti
- riarmare il differenziale
- tenere un registro dei controlli con annotata la data della verifica, il suo esito e la persona che l'ha effettuata

Per **particolari tipologie di impianti elettrici** che, in base a normativa specifica, dovessero essere sottoposti a controlli periodici, il responsabile dell'impianto deve effettuare delle prove di funzionamento (misura del tempo di intervento (**facoltativa**) e della corrente di intervento) dei differenziali con la stessa periodicità indicata nella norma per gli impianti.

Controlli per l'impianto di terra (in presenza di lavoratori dipendenti)

DPR 462/01

Secondo il DPR 462/01 il **datore di lavoro** è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni dell'impianto nonché a far sottoporre lo stesso a controllo ogni **cinque ---due** anni.

*I **controlli** dell'impianto di terra vanno effettuati dalla ASL o dall'ARPA o da organismi notificati, su richiesta del datore di lavoro.*

CEI 64.8/6

Secondo la CEI 68.8/6 il **datore di lavoro** è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni dell'impianto nonché a controllarlo ogni **due** anni (ciò oltre i controlli previsti dal DPR 462/01).

Si suggerisce di fare le verifiche a metà tra le verifiche degli impianti di terra (DPR 462/01).

Non occorre misurare la resistenza di terra, si può anche solo calcolarla.

Verifiche per l'illuminazione di sicurezza

L'impianto di illuminazione di sicurezza va controllato unicamente da **personale esperto**, rispettando quanto prescritto dalle seguenti norme:

- CEI EN 50172 (periodicità e tipo di verifica)
- UNI 11222 (2006) (cosa controllare e modalità di effettuazione delle verifiche)

Va tenuto un registro dei controlli con annotata la data della verifica, il suo esito e la persona che l'ha effettuata

Controlli per SPI (imp. FV)

Il **SPI** Sistema Protezione Interfaccia (per utenti attivi) va testato periodicamente (test report) secondo le scadenze di legge. In pratica ogni 5 anni.

MESSA IN ESERCIZIO ED OMOLOGAZIONE DELL'IMPIANTO

(solo in presenza di lavoratori dipendenti)

Impianto elettrico in ambienti senza pericolo di esplosione

La messa in esercizio dell'impianto non può essere effettuata prima della verifica eseguita dall'installatore che rilascia la dichiarazione di conformità. Questa equivale a tutti gli effetti alla **omologazione** dell'impianto stesso.

Impianto di terra in ambienti senza pericolo di esplosione

Entro 30 giorni dalla messa in esercizio dell'impianto di terra e di protezione per le scariche atmosferiche (se presente), il datore di lavoro invia la dichiarazione di conformità all'INAIL (tramite portale) ed alla ASL o all'ARPA.

Il datore di lavoro è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni dell'impianto e a far sottoporre lo stesso a verifiche periodiche ogni **due** anni.

Allegati

- schemi elettrici unifilari
- planimetrie con disposizione dei componenti
- relazione di progetto impianto rilevazione ed allarme incendi
- planimetria con schema impianto FV
- schede di calcolo delle sezioni dei cavi delle dorsali principali

Progetto

Risultati del dimensionamento

Nome impianto:	Linea QSC - QG
Tipo di circuito:	Trifase in ca
Tensione di esercizio:	400 V
Frequenza di rete:	50 Hz
Fattore di potenza:	0,8
Stato del neutro:	Distribuito
Massima caduta di tensione:	4%
Tipo di conduttore:	Multipolare
Tipo di cavo selezionato:	General Cavi - FG16OM16 - 0.6/1 KV
Lunghezza cavo:	30 m
Temperatura ambiente:	30°C
Tipo di posa:	Cavi multipolari in tubo interrato
Resistività termica del terreno:	1
Numero conduttori in parallelo:	1
Numero di circuiti per strato:	1
Numero di strati:	1
Tempo di intervento delle protezioni:	0,1 s
Sezione conduttore (S):	16 mm ²
Portata conduttore (*):	66 A
Fattore di correzione k1:	0,930
Fattore di correzione k2:	1,000
Fattore di correzione kf:	1

Strato 1:

Profondità della posa:	0,5
Fattore di correzione K3:	1,02
Fattore di correzione K4:	1,16
Fattore di correzione totale:	1,100
Portata conduttore/i (Iz):	72,625 A
Temperatura di funzionamento:	75,150°C
Caduta di tensione perc. T=Tf:	0,889%

Corrente di impiego (Ib):	63,000 A
Potenza attiva (P):	34,918 KW
Potenza reattiva (Q):	26,189 KVAR
Potenza apparente (A):	43,648 KVA
Temperatura Max di funzionamento:	90,0°C
Temperatura Max di cortocircuito:	250,0°C
Resistenza di fase a 20 °C:	31,875 mOhm
Reattanza di fase a 20 °C:	2,451 mOhm
Energia specifica passante (I ² t):	5,235 (KA) ² s
Corrente massima di cc:	7,235 KA

(*) Riferimento Tabella UNEL 35024 o costruttore