



WeProject s.r.l.

Management for urban development

Via Valtellina, 6
20159 Milano
tel +39 02 48002752
mobile +39 3666274380
i.bresciani@weproject.it
www.weproject.it

P. IVA 07077100969



COMMITTENTE

COMUNE DI CURNO
Provincia di Bergamo

DESCRIZIONE

**REALIZZAZIONE DI UN NUOVO BLOCCO
SPOGLIATOI A SERVIZIO DEL CENTRO
SPORTIVO "VIVERE INSIEME"**
Via 4 Novembre, 25/b - Curno (BG)
Progetto esecutivo

DATA

Maggio 2021

TAV. N.

IE.03

CONTENUTO TAVOLA

IMPIANTI ELETTRICI
Prescrizioni Tecniche

SCALA

RISERVATO AGLI UFFICI

IL COMMITTENTE

Comune di Curno (BG)

I PROGETTISTI

Ing. Ilaria Bresciani
Ing. Matteo Bertoni

Ing. Silvia Rossi
Ing. Zeudi Bergomi
Ing. Sergio Consolandi



Sommario

1.	Note per la Committenza.....	3
1.1.	Incarico ricevuto.....	3
1.2.	Protezione da Fulmini	3
1.3.	Zone a Rischio di Esplosione, EX	4
1.4.	Impianto del gas metano	4
1.5.	Denuncia impianto di messa a terra.....	4
1.6.	Compatibilità con impianti esistenti	5
1.7.	Personale Operativo sull'impianto elettrico	5
1.8.	Manutenzione	5
1.9.	Requisiti per la manutenzione.....	6
2.	Note per l'Installatore.....	7
3.	Oggetto.....	8
4.	Efficienza energetica	8
5.	Caratteristiche della fornitura.....	8
5.1.	Carichi Presunti	9
6.	Destinazioni d'uso e caratteristiche degli edifici	9
7.	Normativa di riferimento	10
8.	Caratteristiche dell'impianto	11
8.1.	Descrizione dell'impianto	11
8.1.1.	Linee Dorsali principali	11
8.1.2.	Quadri di zona	11
8.2.	Prescrizioni per la realizzazione dell'impianto.....	12
8.2.1.	Specifiche per linee di distribuzione.....	12
8.2.2.	Specifiche per locali da bagno e doccia.....	13
8.2.3.	Specifiche per luoghi a Maggior Rischio in Caso di Incendio	13
8.2.4.	Posa superfici combustibili / incombustibili.....	14
8.2.5.	Sistemi SELV	15
8.2.6.	Dimensionamento delle linee	15
8.2.7.	Rispetto distanze di sicurezza impianti gas metano.....	16
8.2.8.	Sezionamenti di macchine, apparati, apparecchiature	16
9.	Illuminazione interna.....	17
9.1.	Caratteristiche dell'illuminazione	17
9.2.	Illuminazione di emergenza	18
10.	Illuminazione di insegne, piazzali, aree scoperte.....	19
11.	Protezione	19
11.1.	Protezione contro i contatti diretti.....	19
11.2.	Protezione contro i contatti indiretti	19
11.3.	Protezione contro l'arco elettrico AFDD	23
12.	Caratteristiche dei componenti ordinari.....	23
12.1.	Caratteristiche dei quadri	23
12.1.1.	Compatibilità Elettromagnetica	28
12.1.2.	Forma di segregazione dei quadri	28
12.2.	Dispositivi di protezione	29
12.3.	Locali quadri	30
12.4.	Cavi	31
12.5.	Protezione Passiva al Fuoco dei Cavi.....	33
12.6.	Prese	34
12.7.	Apparecchi di illuminazione	35
12.7.1.	Specifiche per sorgenti LED.....	35
12.7.1.	Specifiche per trasformatori IT	36
12.8.	Tubazioni, canali, passerelle	36
12.8.1.	Posa e colore dei passacavi per sottotraccia	37
12.9.	Scatole derivazione	38
12.10.	Rifasamento.....	38
12.11.	UPS.....	38
12.12.	Componenti vari.....	38
12.13.	Altezza di installazione dei componenti	39
13.	Sospensione degli elementi	40
13.1.	Sospensione Canali portacavi	41
14.	Compartimentazioni e Aree a Rischio Esplosione.....	44
14.1.	Rilevatori di fughe di gas	44
15.	Collegamento SPD.....	44
16.	Impianto FotoVoltaico	45
16.1.	Riferimenti normativi.....	46
16.2.	Caratteristiche.....	48
16.3.	Moduli FV	48
16.4.	Conversione CC/CA.....	49
16.5.	Condutture lato continua	49
16.6.	Quadro elettrico C.C.	50
16.7.	Misure.....	50
16.8.	Quadro C.A.	50

16.9.	Parallelo con la rete	51
16.10.	Impianto di terra	52
16.11.	Dimensionamento Protezioni	53
16.12.	Protezione da effetti termici	56
16.13.	Protezione da sovracorrenti	56
16.14.	Protezione da sovratensioni	59
16.15.	Sezionamento e comando	60
16.16.	Componenti	60
17.	Varie	62

1. Note per la Committenza

Si fa presente al Committente che ai sensi del DM37/08 i lavori dovranno essere affidati ad impresa regolarmente abilitata ai sensi del DM37/08 all'esecuzione degli impianti elettrici. Questo è verificabile dall'estratto Camerale dell'impresa.

Per completezza si segnala l'obbligo per il committente di:

- Rispettare il programma di manutenzione e verifiche contenuto nel presente progetto.
- Vietare nel modo più assoluto ed esplicitamente la sospensione di elementi di arredo, oggetti, altri impianti sulle tubazioni, canale, elementi sospesi dell'impianto elettrico, sia al personale che agli appaltatori.
- Il rilascio di documentazione As-Built (come costruito di fine lavori) del presente progetto è subordinato a specifico incarico da aggiungersi quello di Direzione Lavori, senza cui non è possibile accertare la corretta esecuzione a regola d'arte dell'impianto e quindi la redazione degli elaborati As built.

Problematiche Carico di incendio nelle strutture. Si rappresentano al Committente le seguenti problematiche:

- **Gli ambienti sono stati considerati di tipo ordinario in virtù di un carico di incendio ipotizzato inferiore a $450 < q_{f,d}$ MJ/m² (circa 24 Kg legna / mq) secondo D.M.09.03.07. Nel caso tale limite sarà necessario ricalcolare la probabilità di fulminazione per elevato carico di incendio. Gli ambienti sono stati considerati MARCI.**

1.1. Incarico ricevuto

L'incarico ricevuto dal Committente è stato quello di redigere il progetto per il nuovo spogliatoio, così come evidenziato all'interno degli elaborati grafici progettuali allegati.

1.2. Protezione da Fulmini

Il presente progetto comprende la verifica di fulminazione delle strutture. **La struttura è da intendersi autoprotetta contro la fulminazione per il solo rischio di tipo 1 - perdita di vite umane.** È stato effettuato il calcolo per la convenienza in merito alla protezione per i danni economici. Ciò non significa che non possano esservi danni a cose, animali o persone, ma solamente che il rischio di danni alle persone è, dal punto di vista normativo, definito come accettabile.

L'allegata relazione tecnica di verifica del rischio di fulminazione ai sensi delle norme vigenti per la salvaguardia delle vite umane, ovvero per quanto attualmente obbligatorio per Legge, nonché la verifica facoltativa per convenienza economica. Essendo la verifica di tipo probabilistico sia che l'edificio risulti autoprotetto (non vi è la necessità di installare un sistema di protezione) sia che sia prescritto -e quindi presente- un sistema di protezione, il tutto non dà la certezza dell'assenza di danni alle persone dovuti al fulmine, ma garantisce unicamente che la probabilità del danno è inferiore a quanto previsto e ammesso dalla norma vigente.

La protezione da sovratensione è stata installata per continuità di servizio - convenienza economica vista la tipologia di edificio attivo in emergenza e soccorso.

1.3. Zone a Rischio di Esplosione, EX

In caso di presenza all'interno degli ambienti di pulviscoli o sostanze infiammabili dovrà essere realizzata la valutazione del rischio esplosione ai sensi del D.lvo81/08 TitoloXI con conseguente eventuale intervento sulla tipologia e cablaggi dell'impianto elettrico.

1.4. Impianto del gas metano

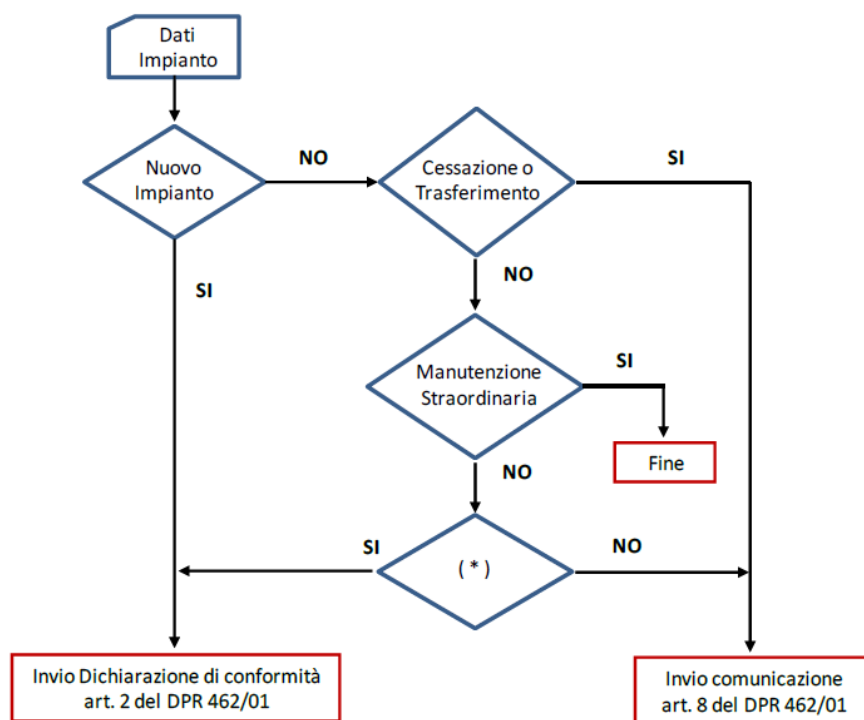
Non presenti.

1.5. Denuncia impianto di messa a terra

Ai sensi del D.P.R.462/01 è necessaria la denuncia di terra in mancanza dello sportello unico. La denuncia viene effettuata inviando la dichiarazione di conformità all'A.S.L., all'INAIL con il modello allegato). Ove presente lo "sportello unico" la denuncia di terra si effettua portando copia della dichiarazione di conformità alla regola d'arte dell'impianto presso lo sportello stesso. La denuncia deve essere effettuata entro 30gg dalla messa in funzione dello stesso, quale atto di omologazione.

Ai sensi della guida INAIL Aprile 2012 il titolare dell'attività è tenuto, oltre che alla trasmissione della denuncia dell'impianto di terra entro 30gg dalla messa in esercizio, a:

- Comunicare la cessazione dell'esercizio dell'impianto.
- Comunicare eventuali trasferimenti di intestazione dell'impianto.
- Comunicare le modifiche sostanziali e principali relative agli impianti (La trasformazione/ampliamento è riconducibile ad un rifacimento tale da poterlo considerare nuovo impianto: variazione della categoria dell'impianto, modifica della destinazione d'uso con applicazione di una diversa norma tecnica con aumento del livello di sicurezza dell'impianto).



Tutte le denunce e variazione devono essere realizzate sul sito INAIL, portale applicativo CIVA all'indirizzo: <https://www.inail.it/cs/internet/home.html>, sezione "servizi On Line".

1.6. Compatibilità con impianti esistenti

L'impianto in oggetto è interamente nuovo e quindi non raccordato ad impianti esistenti.

1.7. Personale Operativo sull'impianto elettrico

L'impianto elettrico è certamente tra quelli definibili come complessi.

Oltre quindi alla necessaria abilitazione D.M.37/08 è necessario ai sensi del D.lvo81/08 che la ditta formi e nomini un addetto responsabile alla gestione dell'impianto elettrico, ovvero un preposto per l'esecuzione di operazioni da realizzare sull'impianto elettrico. Tale addetto risulterà responsabile della gestione e del coordinamento dei lavori elettrici. Tale figura dovrà possedere i requisiti di PEI secondo CEI11-27, EN50110-1.

1.8. Manutenzione

È necessario controllare periodicamente ed annotare su apposito registro delle verifiche periodiche:

- **Dopo ogni evento atmosferico comportante scariche elettriche -fulmini:-**
 - I dispositivi scaricatori, secondo istruzioni fabbricante.
- **Settimanalmente:**
 - Verifica di funzionamento (presenza, integrità, funzionalità commutazione in emergenza) illuminazione di emergenza e sorgenti sussidiarie di alimentazione (gruppi elettrogeni, etc.), UNI11222.
- **Mensilmente:**
 - Funzionalità interruttori differenziali attraverso l'apposito tasto prova, secondo istruzioni fabbricante.
 - Funzionalità delle luci di emergenza autoalimentate con batteria e/o da U.P.S. centrale, UNI11222.
 - I dispositivi scaricatori, secondo istruzioni fabbricante.
- **Trimestralmente:**
 - Verifica dell'autonomia di funzionamento (autoalimentati e/o centralizzati) delle luci di emergenza e delle sorgenti a batteria (centraline, avviatori, etc.), UNI11222.
- **Semestralmente:**
 - Verifica generale semestrale dell'illuminazione di sicurezza (verifica efficienza apparecchi, pulizia superfici e schermi, verifica grado di illuminazione locali), UNI11222.
 - Il serraggio dei bulloni e delle viti delle derivazioni di qualsiasi sezione in caso le morsettiere siano situate a bordo di motori, pompe, ventilatori, vibratori, apparecchiature in genere soggette a forti sbalzi di temperatura o siano soggette a vibrazioni.
- **Annualmente:**
 - Verificare la funzionalità degli interruttori differenziali tramite apposito strumento.
 - Il serraggio dei connettori fili/cavi delle prese, l'usura e l'idoneità delle superfici di contatto delle prese a spina (alveoli) per le prese di amperaggio $\geq 16A$.

- Il serraggio dei bulloni e delle viti interruttori, delle derivazioni di sezione $\geq 16\text{mm}^2$ o con portata $\geq 40\text{A}$, da parte di personale qualificato.
- **Biennalmente:**
 - L'efficienza dell'impianto di terra, attraverso Organismo autorizzato, DPR462/01.
 - L'integrità e lo stato dell'impianto elettrico in luoghi MARCI da parte di personale esperto e qualificato.
 - Verificare tutte le staffe, i tiranti, le aste ed i tasselli di sospensione delle mensole, dei portatubi etc. allo scopo di prevenire incrinature, distacchi degli elementi o potenziali danni a persone e/o strutture.
 - Far eseguire verifica a vista dell'impianto elettrico da personale esperto e qualificato.
 - Revisione del sistema di illuminazione di emergenza.
 - Realizzare intervento di pulitura degli schermi e dei riflettori dei corpi illuminanti, finalizzata al mantenimento dei livelli di illuminamento previsti da progetto.
 - Il serraggio dei connettori fili/cavi delle prese, l'usura e l'idoneità delle superfici di contatto delle prese a spina (alveoli) per le prese di amperaggio $< 16\text{A}$ sottoposte a impegno non gravoso.
 - Il serraggio dei bulloni e delle viti interruttori, delle derivazioni di sezione $< 16\text{mm}^2$ o con portata $< 40\text{A}$, da parte di personale qualificato.
 - Linee con giunzioni, morsettiere scatole di derivazione/giunzione, morsettiere apparecchi finali di utenza, morsettiere motori elettrici, morsettiere quadri BT, morsetti interruttori quadri BT, quadri BT mediante termografia (a portelle quadro aperte).
- **Ogni cinque anni:**
 - Realizzare intervento sostituzione delle lampade in concomitanza all'intervento di pulitura degli schermi e dei riflettori dei corpi illuminanti, finalizzata al mantenimento dei livelli di illuminamento previsti da progetto (l'intervento è in alternativa previsto al raggiungimento di 20.000 ore di accensione delle lampade anche se non sono trascorsi i 5 anni dall'ultima sostituzione).

Le verifiche, gli interventi e tutte le opere di manutenzione dovranno essere realizzate a cura del titolare dell'attività, nel rispetto delle procedure della norma CEI 11-27, CEI EN 50110-1, del D.lvo 81/08.

Inoltre si rammenta che:

- Tutte le manutenzioni dovranno essere eseguite e certificate da soggetto abilitato, nel rispetto delle normative vigenti e della presente relazione tecnica. Ogni intervento dovrà essere annotato sul registro di cui sopra.
- Per manutenzioni straordinarie, ampliamenti o modifiche sostanziali all'impianto dovrà essere redatto apposito progetto e rilasciata dichiarazione di conformità.

N.B.: Tutte le verifiche e le manutenzioni devono essere eseguite secondo le istruzioni del manuale di uso e manutenzione delle varie apparecchiature installate. Nel caso i manuali riportassero periodicità più restrittive di quelle indicate è necessario rispettare le periodicità indicate nei manuali.

1.9. Requisiti per la manutenzione

Tutto il personale che verrà adibito alla manutenzione dell'impianto dovrà essere preventivamente informato, formato, addestrato secondo quanto previsto dal D.lvo 81/08 e s.m.i., nonché secondo linee guida applicative. Il

personale dovrà essere inoltre dotato di qualifica professionale PAV e di caposquadra con qualifica PES, responsabile con qualifica PEI. Le qualifiche dovranno essere assegnate secondo norme CEIEN50110, CEI11-27.

Internamente all'Azienda dovrà essere presente persona qualificata PES per la gestione dell'impianto e per interfacciarsi con il personale manutentore(procedure manutenzione, verifica interferenze, etc.) che assumerà l'incarico di Responsabile Impianto Elettrico. In mancanza di tale figura dovrà essere nominato un Responsabile Impianto Elettrico esterno.

2. Note per l'Installatore

L'installatore dovrà verificare l'impianto di terra prima della messa in esercizio e rilascio della dichiarazione di conformità, verificando il rispetto dei requisiti di progetto.

Alla fine lavori e prima della messa in servizio dell'impianto (entro 30gg), l'impiantista esecutore dell'impianto, dovrà rilasciare dichiarazione di conformità ai sensi del D.M.37/08, redatta su modello conforme e correttamente stesa; in particolare dovrà riportare:

- La crocetta sulla casella relativa all'obbligo di progetto in riferimento al presente progetto con numero di commessa, revisione e firmatario (ing.Consolandi Sergio, Ordine Ing.CR n°913).
- La crocetta sulla casella relativa alle norme applicabili, annotando nelle norme di riferimento le CEI64-8, CEI62305, UNI1835.
- La crocetta sulla casella relativa all'installazione di materiali e componenti adeguati.
- La crocetta sulla casella relativa al controllo dell'impianto ai fini della sicurezza e funzionalità.

La dichiarazione inoltre dovrà disporre dei seguenti allegati:

- Il presente progetto (barrare casella specifica).
- Elenco dei materiali posti in opera (barrare casella specifica).
- Riferimenti a dichiarazioni di conformità preesistenti (non barrare casella specifica).
- Iscrizione C.C.I.A.A..
- Manuale di uso e manutenzione dell'impianto -istruzioni di manutenzione-.
- Dichiarazione di corretta installazione delle tubazioni, canalizzazioni, plafoniere ed elementi sospesi in relazione al loro peso ed ai sistemi di ancoraggio utilizzati nonché ai materiali sui quali i sistemi di ancoraggio sono stati utilizzati (vedi allegato).
- Dichiarazione di conformità di ciascun quadro con verifica della sovratemperatura sia per quadri nuovi che per quadri modificati, per i quali in alternativa è accettata una dichiarazione di conformità per ampliamento in conformità alla struttura originaria del quadro.

Si rammenta all'installatore che il presente progetto dovrà essere integralmente rispettato, comprese le prescrizioni della presente relazione tecnica, anche quando generiche e non specificatamente descrittive della situazione specifica. Per chiarimenti il progettista può sempre essere contattato (vedi riferimenti).

Per l'esecuzione ed il cablaggio dell'impianto si rammentano inoltre il D.lvo81/08 e le norme CEIEN50110, CEI11-27 relativamente ai lavori elettrici sotto tensione o in prossimità di elementi sotto tensione e la necessità di utilizzare personale addetto qualificato, adeguatamente in/formato e addestrato.

3. Oggetto

Il presente progetto è redatto ai sensi del D.M.37/2008 per l'impianto elettrico, come descritto negli elaborati grafici allegati e nella presente relazione tecnica, in conformità alle vigenti norme CEI (Legge186/68).

L'impianto è progettato per nuovo spogliatoio in Curno, come meglio evidenziato all'interno degli allegati grafici.

L'intervento oggetto del presente progetto è da intendersi come progetto di nuovo impianto.

I locali serviti sono meglio descritti all'interno degli elaborati grafici allegati.

Il progetto dell'impianto elettrico conterrà sistemi di:

- Categoria 0: a tensione nominale $V_n \leq 50Vc.a.$, o $V_n \leq 120Vc.c.$.
- Categoria I^a: a tensione nominale superiore a 50V, con $V_n \leq 1000Vc.a.$, o superiore a 120V con $V_n \leq 1500Vc.c.$.

Sono esclusi dal presente progetto i locali, le linee, le utenze non identificate e citate esplicitamente all'interno della documentazione.

4. Efficienza energetica

Nella progettazione dell'impianto si ha cura di individuare le posizioni dei quadri elettrici principali e secondari, quando possibile rispetto a vincoli di sicurezza, in posizione quanto più possibili baricentriche rispetto ai rispettivi carichi, in modo da minimizzare le perdite di sistema. Vincoli strutturali relativi allo sfruttamento degli ed alla loro collocazione per ottimizzare l'efficienza di intervento e salvaguardia delle persone non hanno permesso un'organizzazione ottimale, ma esclusivamente subottimale per la distribuzione della trasformazione ed il posizionamento dei carichi.

Per le utenze presenti non è stato al momento ritenuto necessario rifasamento.

Le apparecchiature ad inverter, quando importanti, vengono filtrate in loco per minimizzare le armoniche conseguenti.

La scelta delle sezioni dei cavi è realizzata in primis seguendo le regole della protezione a sovraccarico e cortocircuito. Per linee con potenze impegnative, dopo tale verifica, si ha cura di ottimizzare quello che è il costo delle sezioni maggiorate rispetto alle cadute di tensione, ovvero alle perdite I^2Rt .

All'interno dei principali quadri di distribuzione e sulle utenze maggiormente significative, vengono previsti contatori di energia ed eventualmente analizzatori fissi dei parametri di rete per le future ottimizzazioni del sistema.

Quanto sopra nel principio determinato dalla CEI64-8/8-1.

5. Caratteristiche della fornitura

L'impianto partirà a valle del contatore dell'Ente Erogatore che sarà ubicato all'interno di nicchia presso il limite di proprietà.

La potenza complessivamente installata sarà di 50kW, con fornitura in corrente alternata trifase 400Vca con neutro.

Essendo l'impianto trifase con potenza oltre i 33kW il valore della corrente di corto circuito presunta al punto di consegna sarà pari a 15kA, restando 6kA la corrente di guasto fase-neutro, norma CEI0-21.

Le tensioni nominali saranno 400V e 230V ca 50Hz mentre la classificazione dell'impianto secondo il collegamento a terra sarà del tipo TT.

5.1. Carichi Presunti

Si elencano i carichi presunti delle utenze identificate:

Utenze	n°	kW	Cont	mq	W/mq	Cont	Tot	kW Tot
Forza Motrice Civile	25	1	0,4					10,0
Asciugacapelli	15	1,2	0,9					16,2
Pompa calore 1	1	5	1,0					5,0
Pompa calore 2	1	8	1,0					8,0
Pompa calore 3	1	6	1,0					6,0
Illuminazione				300	10	1,0		3,0
FM			1,0					26,2
Macchine			1,0					19,0
Luce						1,0		3,0
TOTALE, consegna presunta kW								48,2

6. Destinazioni d'uso e caratteristiche degli edifici

L'attività esercitata all'interno degli edifici è assimilabile ad uffici, caserma, autorimessa e piccolo deposito. Gli elementi portanti saranno costituiti da pilastri in cemento armato / muratura in parte cartongesso, chiusi con pareti in muratura. I rivestimenti interni saranno in materiale non combustibile. Le dimensioni di massima della struttura sono rilevabili dalla planimetria allegata. La destinazione d'uso dei vari locale è specificata all'interno dell'elaborato grafico; ove non specificata la stessa non è stata definita.

Gli ambienti sono da considerarsi di tipo a **Maggior Rischio** in **Caso di Incendio** in quanto:

- All'interno dei locali è presente per un tempo significativo elevata densità di affollamento e/o i percorsi di esodo sono tali da rendere il tempo evacuazione non breve o vi è probabilità di elevato danno ad animali o cose (Marci Tipo **A**). In caso di Marci Tipo **A** si vedano le prescrizioni specifiche per i cavi LSOH da posare per l'esecuzione dell'impianto, nell'apposito capitolo sui conduttori.

I locali da considerare MARCI saranno tutti.:

Si vedano le prescrizioni aggiuntive per i locali di cui sopra.

7. Normativa di riferimento

Il progetto è stato redatto nel rispetto della seguente normativa generale:

- D.lvo 81/08 e s.m.i..
- Legge n° 186 del 1.3.1968.
- Legge n° 791 del 18.10.1977.
- Legge n° 46/1990, D.P.R.462/2001, D.M.37/2008.
- Le prescrizioni dell'A.S.L. ed E.N.E.L. operanti sul territorio.
- Le norme CEI, UNI ed in particolare:
 - * CEI11-1 prEN50179 impianti elettrici con tensione superiore a 1kV, con particolare riferimento alle sezioni 7 (misure di sicurezza), 9 (impianti di terra).
 - * CEI 11-35 guida all'esecuzione alle cabine elettriche d'utente.
 - * CEI-UNEL35024/1, CEI-UNEL35026, CEI20-21: calcolo delle sezioni dei cavi elettrici da installare (EPR, PVC), in base alle portate degli stessi in regime permanente rispetto agli interruttori di protezione e potenze degli apparecchi utilizzatori dichiarate dalla committenza.
 - * CEI 20-40 per la scelta dei cavi in bassa tensione.
 - * CEI 20-27 cavi armonizzati.
 - * CEI UNEL 35011 cavi Nazionali.
 - * CEI UNEL 35016 Classe di Reazione al Fuoco cavi in relazione al Regolamento UE305/11 C.P.R..
 - * UNI EN 13501-6 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 6: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco su cavi elettrici.
 - * CEI EN 60079-10, CEI31-35 e guide applicative per il progetto e l'esecuzione degli impianti elettrici utilizzatori nei locali con pericolo di esplosione, in base ai prodotti e schede tecniche indicate dalla committenza..
 - * CEI EN 60079-10, CEI31-88 classificazione dei luoghi dove sono o possono essere presenti polveri combustibili.
 - * CEI64-8/1-2-3-4-5-6-7 ultima ed. progetto ed esecuzione degli impianti elettrici utilizzatori in tensione nominale inferiore a 1.000Vc.a. e 1.500Vc.c.. Si fa riferimento esplicito alle sezioni particolari della 64/8-7:
 - 701 locali contenenti bagni o docce.
 - 751 ambienti a maggior rischio in caso d'incendio.
 - * CEI64-8/8-1 impianti elettrici utilizzatori in tensione nominale non superiore a 1.000Vc.a. e 1.500Vc.c.: efficienza degli impianti elettrici.
 - * CEI64-11 progetto ed esecuzione degli impianti elettrici utilizzatori all'interno dei mobili.
 - * CEI64-12 per il progetto e l'esecuzione degli impianti di terra negli edifici ad uso residenziale e terziario, nonché CEI64-50, CEI64-53 guide per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.
 - * CEI64-57 Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati nella piccola distribuzione.

- * CEI306-3 requisiti di trasmissione per le linee dati per la categoria prevista dal progetto su impianti di trasmissione dati.
- * CEI306-7 collaudo per accertare requisiti di trasmissione per le linee dati per la categoria prevista dal progetto su impianti di trasmissione dati.
- * CEI79-2, CEI79-3, impianti antintrusione norme per apparecchiature ed impianti.
- * UNI-EN 12464-1 (10840) per il calcolo dei livelli di illuminamento degli interni con luce artificiale.
- * UNI-EN 12464-2 per il calcolo dei livelli di illuminamento degli esterni con luce artificiale.
- * UNI EN1838 per il dimensionamento dell'illuminazione di sicurezza, oltre alle Leggi Nazionali in materia di prevenzione degli incendi.
- * EN60529, CEI 70-1, IEC 529, IEC 144 grado di protezione delle apparecchiature elettriche e criteri di indicazione. EN 60034-5 per le macchine rotanti.
- * CEI EN 62305-1-2-3-4: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 1, 2, 3, 4,,"; CEI81-3 "Valori medi del numero dei fulmini a terra", per la protezione scariche atmosferiche.

Resta a carico del titolare l'attività la valutazione del rischio ex D.lvo 81/08, comprendente anche l'impianto elettrico, una volta completato il lay out produttivo, ed ogni qual volta esso venga modificato.

8. Caratteristiche dell'impianto

8.1. Descrizione dell'impianto

Secondo CEI0-21 sono ammesse al massimo 3 linee in partenza derivate in parallelo sotto l'interruttore del contatore di energia elettrica, adeguatamente protette da interruttori automatici.

Nel caso specifico verrà utilizzata una sola partenza, a favore della sicurezza e facilità di intercettazione dell'impianto intero.

8.1.1. Linee Dorsali principali

La linea a valle del contatore (lunghezza inferiore a 3m, cavo doppio isolamento) arriverà direttamente nel quadro principale Q1, immediatamente a valle, da cui partirà la dorsale principale di alimentazione dell'impianto, protetta da interruttore automatico differenziale di tipo selettivo. Detta linea si attesterà al quadro Q2 generale di protezione e sezionamento dell'attività, a cui faranno capo le linee di distribuzione finali di utenza.

Per dettagli Si vedano lo schema a blocchi e gli schemi elettrici unifilari.

8.1.2. Quadri di zona

Immediatamente a valle del contatore sarà installato un quadro Q1, da cui partirà la dorsale principale che si attesterà ad un quadro generale, individuabile nella planimetria come Q2. La I_{cc} presunta ai vari quadri, sottoquadri è riportata negli schemi unifilari allegati o in tabella.

La selettività è stata garantita per le protezioni differenziali (intervento selettivo in tempo e corrente dell' I_d a monte) in modo da non mandare in guasto tutto l'impianto, ma di mandare fuori servizio in caso di intervento

delle protezioni, solo una parte dello stesso, sia per esigenze funzionali, che di sicurezza, sia per facilitare la manutenzione.

La selettività è stata garantita per le protezioni magnetotermiche (intervento selettivo in corrente termica) in modo da non mandare in guasto tutto l'impianto, ma di mandare fuori servizio in caso di intervento delle protezioni, solo una parte dello stesso, sia per esigenze funzionali, che di sicurezza, sia per facilitare la manutenzione.

Dal quadro, Q2, si deriveranno le linee secondarie di distribuzione per l'alimentazione delle luci, delle prese di forza motrice e degli apparecchi utilizzatori, nonché le linee per i sotto-quadri dell'autorimessa e dell'area torre-depositi.

Dai quadri di reparto vengono alimentate, protette separatamente, le prese per alimentazione forza motrice.

8.2. Prescrizioni per la realizzazione dell'impianto

8.2.1. Specifiche per linee di distribuzione

Tutte le linee e le canalizzazioni sottotraccia dovranno seguire percorsi rettilinei e paralleli al pavimento-soffitto se orizzontali, alle pareti se verticali.

Le sezioni dei conduttori dovranno garantire una caduta di tensione totale massima del 4%. Le giunzioni e le derivazioni saranno effettuate solo ed esclusivamente all'interno dei quadri o di scatole di derivazione a mezzo di apposite morsettiere e/o morsetti isolati tali da garantire una superficie di contatto non inferiore quella della sezione nominale del conduttore. Dovrà essere rispettata la massima capacità di connessione dichiarata dal costruttore dei morsetti utilizzati.

Tutti i cavi fino ad un'altezza di 2,5m dal livello del pavimento dovranno essere protetti meccanicamente, mediante tubi o canali portacavi chiusi. Qualora la tubazione di discesa non venisse con fissaggio a muro, a pilastro, dovrà essere di tipo metallico, saldamente ancorata alla base ed in sommità al fine si sopportare eventuali stress di tipo meccanico. Dovrà inoltre essere collegata al conduttore di protezione, se priva di continuità con le apparecchiature.

Per quanto riguarda le derivazioni si prescrive l'effettuazione di giunzioni in apposite scatole mediante morsetti isolati solo per fili e cavi di sezione non superiore a 6mm². Per sezioni superiori sarà necessario effettuare la derivazione o la giunzione in cassette di giunzione su apposite barre fissate saldamente alla cassetta di derivazione. La sezione, le caratteristiche e la colorazione delle anime dei cavi o dei fili dovranno essere le medesime (salvo diversa indicazione specifica di progetto relativamente alla sezione e tipologia di cavo).

In ambienti chiusi consentito, anche se fortemente sconsigliato, effettuare collegamenti, giunzioni o derivazioni all'interno dei canali per cavi e fili non oltre 6mm², utilizzando morsetti con pari grado di isolamento dei cavi (0,6/1kV) e con grado di protezione IP20. All'aperto o sotto porticati le giunzioni dovranno comunque essere realizzate in scatole di derivazione con grado di protezione correlato al punto di installazione.

È ammesso l'"entra-esce" (anche per il PE) sui morsetti a patto che siano doppi o la loro capacità di connessione sia tale da poter ricevere entrambi i conduttori. È fortemente consigliato riservare l'"entra-esce" alle sole utenze finali, quali ad es. le prese.

All'interno dei pozzetti le giunte dovranno essere realizzate esclusivamente con ripristino totale dell'isolamento mediante giunti ad iniezione di resina; dovranno essere nel numero minimo necessario. È vietata

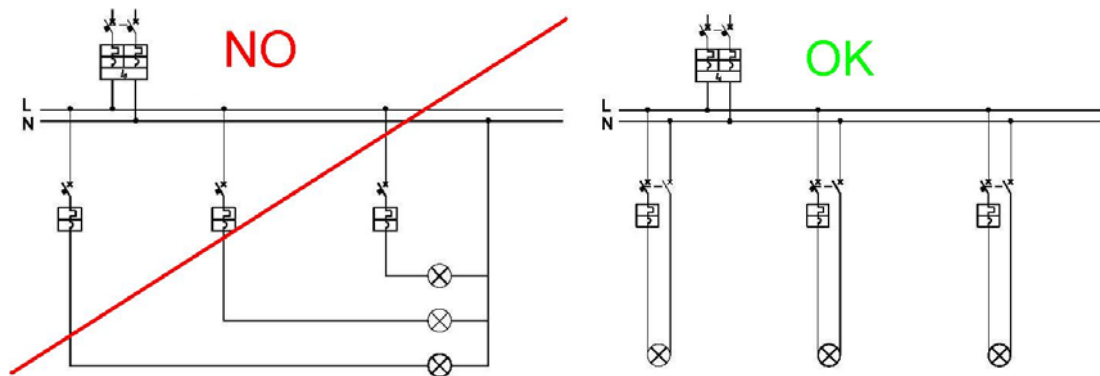
la giunzione interrata, anche in pozzetto mediante scatole di derivazione, anche stagne, nastro auto-agglomerante, etc..

E' fatto divieto di eseguire giunte o derivazioni volanti, esterne alle cassette o non mediante morsetti fissati, anche se di tipo temporaneo. È comunque vietato effettuare collegamenti, giunzioni o derivazioni all'interno di tubazioni.

E' fatto divieto di eseguire calate libere di qualsiasi tipo, da scatole di derivazione, tubi o canali, al fine di sospendere prese, interruttori, dispositivi di comando o altri apparecchi.

È vietata la posa di linee e condutture elettriche su materiale combustibile (es. legno). Possono essere installate linee elettriche su materiali combustibili, solo se in apposite condutture non propaganti la fiamma e con grado di protezione non inferiore IP40. È assolutamente vietato posare condutture elettriche, anche se in tubazione plastica o metallica, o canalizzazioni di qualsivoglia natura a contatto, in aderenza o annegati in materiali di isolamento combustibili interni a pareti, murature in generale. È consentito il solo fissaggio per brevi tratti con materiali schiumogeni combustibili.

È vietato utilizzare il neutro di ritorno comune a più circuiti. Ciascun circuito dovrà disporre di proprio neutro sezionato.



8.2.2. Specifiche per locali da bagno e doccia

Nei locali dei servizi igienici, di docce o bagni è vietata l'installazione di componenti di qualsivoglia natura, al disopra dei piatti doccia e delle vasche per un'altezza di 2,25m. L'installazione di apparecchi di illuminazione e di prese a spina sarà consentita, solo se in classe II di isolamento, ad una distanza minima di 0.6m, in quanto queste ultime saranno protette a monte da interruttore $I_d=30mA$. Tali componenti possederanno grado di protezione $\geq IP44$.

8.2.3. Specifiche per luoghi a Maggiore Rischio in Caso di Incendio

L'attività rientra nei luoghi M.A.R.C.I. secondo CEI64-8 751.03.

Non sono ammessi:

- Giunzioni delle linee di solo passaggio all'interno degli ambienti.
- L'omissione della protezione contro sovraccarichi, anche per brevi tratti di linea inferiore a 3m.
- L'installazione di dispositivi di protezione o interruzione unipolari.

Sono da applicare le seguenti prescrizioni aggiuntive:

- Tutti i dispositivi di protezione contro sovraccarico e/o cortocircuito dovranno proteggere tutti i conduttori attivi (fase e neutro). È comunque vietato il ritorno a neutro comune.
- È obbligatoria la protezione contro sovraccarico anche per cavi inferiori a 3m di lunghezza.
- Il grado minimo di protezione di apparecchi e componenti che possono dare origine a scintille nel loro funzionamento dovrà essere IP4X^(*) (interruttori, etc.).
- Tutte le linee di condutture di distribuzione, in cavi e/o corde, ad alimentazione delle utenze all'interno degli ambienti e/o semplicemente passanti, dovranno essere installate alternativamente:
 - Cavi unipolari/multipolari senza conduttore di protezione concentrico, contenuti in tubazioni/involucri (tubazioni, canale) protettivi in materiale isolante non propagante la fiamma, installati in vista e con grado di protezione non inferiore ad IP4X^(*).
 - In tubazioni incassate in materiale non combustibile.
 - Con cavo dotato di conduttore di protezione concentrico.
 - In tubazioni/involucri (tubazioni, canale) protettivi di tipo metallico con grado di protezione non inferiore IP4X^(*), con all'interno cavo/i in doppio isolamento (es. FG16(O)M16). La funzione di PE dovrà essere svolta dalle strutture stesse o da cavo o corda nuda contenute nelle tubazioni/involucri.
- I binari elettrificati e i condotti in sbarre dovranno avere grado di protezione minimo IP2X^(*).
- Tutti gli apparecchi illuminanti devono essere provvisti di schermo di sicurezza, con grado di protezione minimo IP2X (**). Per i locali Marci tipo C è prescritto IP4X per apparecchi di illuminazione (a meno che non siano a distanza verticale >3m oppure orizzontale superiore a 1,5m da materiale combustibile).
- Le linee di utenza finale dovranno essere TUTTE protette da dispositivo differenziale I_{Δn}0,3A o con sensibilità superiore; per le linee principali o in semplice transito è prescritta una protezione differenziale con sensibilità non inferiore a 1A.
- Le linee ed i cavidotti che attraversano pareti o elementi di compartimentazione, devono essere dotati di barriere tagliafiamma prima del termine dei lavori.

In relazione all'installazione di apparecchi illuminanti si prescrivono le seguenti distanze minime di sicurezza da materiali combustibili:

- 0,5m per apparecchi sino a 100W di potenza,
- 0,8m per apparecchi da 101W a 300W di potenza,
- 1m per apparecchi superiori a 300W di potenza.
- 2m per apparecchi superiori a 500W di potenza.

(*) Tenere il grado di protezione IP4X se non è richiesto un grado di protezione superiore per altri motivi.

N.B.: Per i luoghi MARCI di tipo C il grado minimo di protezione è pari ad IP4X, se non dovuto un grado di protezione maggiore per altri rischi specifici.

(**) se non è dovuto un grado di protezione maggiore per presenza di polveri o schizzi d'acqua.

8.2.4. Posa superfici combustibili / incombustibili

Su materiali combustibili è ammessa la posa di linee in tubazioni in vista aventi grado di protezione \geq IP4X (cassette e scatole di derivazione comprese) sia di tipo metallico (tipo a2) che isolante (tipo c3).

Per le scatole, tubazioni da incasso in materiale combustibile si dovrà garantire la conformità alla EN61386-1 (CEI23-80) ed un grado di protezione \geq IP4X (cassette e scatole di derivazione comprese). In caso di condutture

metalliche ($IP \geq IP2X$ cassette e scatole di derivazione comprese) le stesse dovranno essere utilizzate come PE o dovranno essere collegate al PE o con conduttore PE nudo posato all'interno. Tutti i materiali dovranno essere garantiti per la prova a filo incandescente $750^{\circ}C$.

I cavi potranno essere posati anche in vista su materiali combustibili (grado di combustibilità massimo ex classe 1 - è vietato posare da classe 2 compresa in giù) senza tubazione protettiva, solo se multipolari, TIPO FG16(O)M16, H07RN-F, FG16OR16 (solo per $H > 2,5m$ da terra). I supporti dovranno essere distanti non oltre 30cm e tali da non danneggiare il cavo, posato con minimo raggio di curvatura $4D$.

Per installazioni in pareti cave con materiali combustibili è previsto l'utilizzo di materiali EN61386-1 (CEI23-80) con temperatura filo incandescente $850^{\circ}C$. Tutti i materiali dovranno riportare la lettera H o specifica dicitura di adeguatezza all'incasso in pareti cave.

Quanto sopra è applicabile anche per gli involucri dei quadri per uso domestico e similare.

Se i muri sono termicamente isolati la portata delle linee deve essere abbatta almeno del 25% rispetto ad una normale posa ad incasso.

Valgono TUTTE le indicazioni previste nei luoghi Marci, se il luogo è Marci.

Scatole, Cassette, Quadretti, Placche, Coperchi	Temperatura Filo Incandescente	
	Luoghi Marci	Luoghi Ordinari
Componenti da incasso sotto intonaco (pareti muratura tradizionale e prefabbricata)	$650^{\circ}C$	$550^{\circ}C$
Componenti da incasso per pareti vuote (pareti in truciolo, tramezze in legno, etc.)	$850^{\circ}C$	$850^{\circ}C$
Componenti applicati alla parete	$650^{\circ}C$	$550^{\circ}C$
Parti dei componenti di cui sopra che tengono in posizione parti sotto tensione (escluse le parti relative alle condutture di protezione-es. quadri)	$850^{\circ}C$	$850^{\circ}C$

8.2.5. Sistemi SELV

I sistemi SEL BBT 12/24V dovranno essere dotati di trasformatore di isolamento CEI96-2.

L'impianto di distribuzione a valle del trasformatore dovrà essere realizzato o in tubazioni esclusivamente adibite o in passaggi cavi comuni al sistema 230/400V ma con cavo di pari tipologia ed isolamento del sistema 230/400V.

Nessuna parte dell'impianto SELV dovrà essere collegata a terra.

8.2.6. Dimensionamento delle linee

I_B : corrente di impiego del circuito, corrente massima prevista.

I_n : corrente nominale del dispositivo di protezione del cavo.

I_z : corrente di portata massima compatibile con il cavo impiegato.

I_f : corrente convenzionale di intervento dell'interruttore di protezione.

Le linee dorsali principale e di utenza finali sono state dimensionate in base: Ai carichi presunti, Ai coefficienti di contemporaneità presunti, Eventualità di possibili futuri ampliamenti, a valle della linea stessa. I dati sono stati forniti dalla committenza stessa. In base a questi dati si è calcolata la sezione idonea, individuata come la maggiore di quelle individuate tramite i tre criteri di calcolo.

1) Portata nominale. Questo criterio garantisce la protezione della linea dai sovraccarichi, e viene impiegato nota la I_B (desunta dal carico) o quella nominale I_n dell'interruttore magnetotermico installato a protezione

della linea stessa (a monte), sempre dipendente dalla I_B presunta e dal suo $\cos\phi$. In ogni caso, essendo I_z la max corrente ammissibile della linea, I_f la corrente convenzionale di funzionamento dell'interruttore, si verifica sempre la veridicità delle disuguaglianze (CEI64-8/4, CEI EN60947-2, CEI EN 60898):

$$I_B < I_n < I_z$$

$$I_f < 1,3 I_z, \text{ (o } I_f < 1,45 I_z, \text{ nel caso di interruttori ad uso domestico o similare).}$$

La portata I_z delle linee è così calcolata:

$$I_z = a S^{0,625}$$

con a portata relativa per unità di sezione del cavo, dipendente dal tipo di posa e di isolante, come specificato nelle tabelle CEI20-21, tabelle UNEL in vigore, ed S sezione del cavo posato. Nel caso di più linee per condotta o di linee con più di un conduttore per fase si utilizzano i coefficienti di riduzione delle portate, come da tabulati CEI. Nel caso di fusibili, si garantisce la condizioni aggiuntiva: $I_n < 0,9 I_B$.

- 2) **Massima caduta di tensione.** Questo criterio assicura che la sezione del cavo sia idonea a garantire la massima caduta di tensione ammissibile all'utenza finale, come da specifiche del progetto, secondo la relazione:

$$\Delta V\% = K I L (R \cos\phi + X \sin\phi) \quad K=1,73 \text{ se trifase; } K=2 \text{ se monofase}$$

In generale la caduta massima ammissibile a regime viene contenuta entro il 4% dal punto di trasformazione e/o consegna, al punto di utilizzazione finale. Per quanto riguarda i transitori di avviamento la caduta ritenuta tollerabile è in genere pari al 10-12%. Resta fermo che in casi particolari la caduta di tensione, sia all'avviamento, che a regime, potrà essere superiore agli standard indicati, in considerazione della tipologia e della criticità delle utenze finali.

- 3) **Integrale di Joule.** Questo criterio garantisce la protezione della linea in caso di cortocircuito sulla stessa. Esso richiede il rispetto della relazione:

$$(I^2 t) < (KS^2)$$

essendo:

$(I^2 t)$ l'energia specifica passante dall'interruttore di protezione che ne causa l'intervento;

(KS^2) la massima energia dissipata sopportabile dalla linea senza che questa subisca danno.

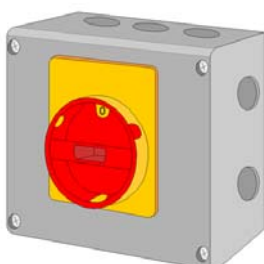
Per più cavi passanti all'interno di uno stesso canale o passerella sono stati utilizzati i coefficienti di riduzione previsti dalle relative tabelle di portata, in base a: Tipo di condotta elettrica, Numero di cavi presenti nella condotta, Numero di strati presenti nella condotta, Disposizione interna dei cavi. Altri coefficienti sono stati utilizzati per tenere conto di: Tipo di posa, Contemporaneità prevista.

Nel caso di cavi in parallelo, la portata di ciascun cavo viene ridotta del 10% rispetto ad una installazione non in parallelo, per tenere in debito conto una distribuzione non omogenea delle correnti.

8.2.7. Rispetto distanze di sicurezza impianti gas metano

Non pertinente.

8.2.8. Sezionamenti di macchine, apparati, apparecchiature.



La dove presenti alimentazioni dirette di macchine, apparati, apparecchiature, non alimentate mediante accoppiamento presa a spina, è necessario inserire lungo la linea di alimentazione e nell'immediata vicinanza all'apparecchiature un interruttore- sezionatore 1-0 di tipo lucchettabile in posizione prossima, chiaramente identificabile e

visibile dalla postazione di manovra, manutenzione della macchina intercettata. Tale interruttore-sezionatore è necessario per l'esecuzione in sicurezza delle operazioni di manutenzione.

Tutti i quadri generali bordo macchina di macchine CE dispongono di tale sezionatore blocco porta e per questo motivo non viene previsto sull'impianto elettrico, ma è prevista una semplice alimentazione ai morsetti di attestazione del quadro stesso.

9. Illuminazione interna

9.1. Caratteristiche dell'illuminazione

E_m = Illuminamento Medio

UGR_L = Abbagliamento molesto

R_a = indice resa colore

TCP = Temperatura di colore correlata

Locale	E_m (lux)	UGR_L	R_a	Note di Rilievo
ZONE DI CIRCOLAZIONE E SPAZI COMUNI ALL'INTERNO DEGLI EDIFICI				
1.1 Aree di Passaggio				
Zone di circolazione e corridoi	100	28	40	Illuminazione a livello del pavimento. R_a e UGR simili alle zone adiacenti. 150lx se ci sono veicoli sulla strada. L'illuminazione di uscite o entrate deve prevedere una zona di transizione per tener conto delle differenze di illuminamento tra dentro e fuori, durante il giorno e la notte. Si dovrebbe fare attenzione all'abbagliamento di mezzi e pedoni
Scale, tappeti, scale mobili, ascensori	150	25	40	---
Rampe, binari di carico di carico	150	25	40	---
1.5 Magazzini con scaffali				
Corridoi: senza personale	20	-	40	Illuminamento a livello del pavimento
Corridoi: con presenza di personale	150	22	60	Illuminamento a livello del pavimento
Stazione di controllo	150	22	60	---
LUOGHI PUBBLICI				
5.1 Spazi comuni				
Ingressi, saloni	100	22	80	UGR solo se applicabile
Guardaroba	200	25	80	---
Sale attesa	200	22	80	---
Biglietteria	300	22	80	---

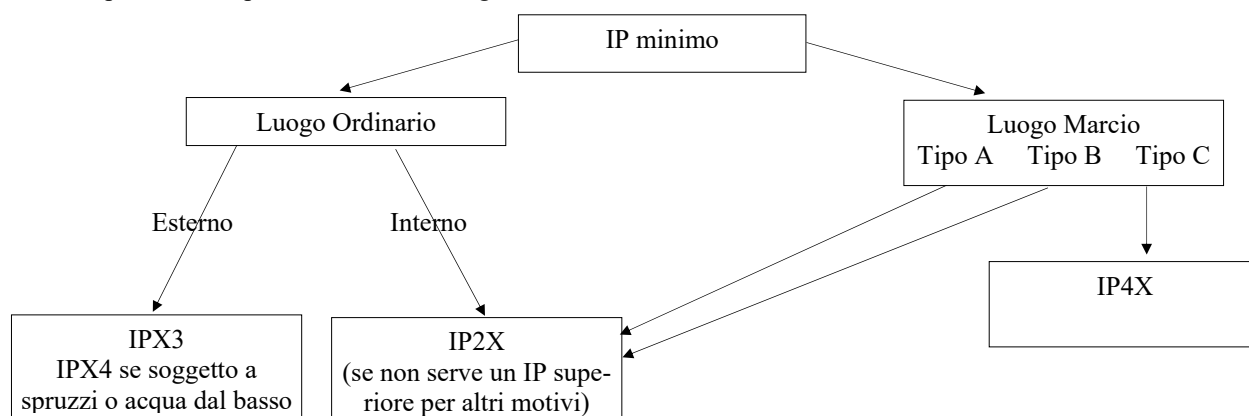
In riferimento alla UNI EN 12464-1 l'illuminazione è stata realizzata per garantire i valori di illuminamento riportati per le varie zone. Il calcolo della potenza da installare per ciascun locale è stato effettuato con il metodo a raggi con campionamento per punti, tenendo conto delle riflessioni ed ipotizzando dei coefficienti in base alle

tinteggiature standard (coefficienti di riflessione medi utilizzati: soffitto 0,9; pareti 0,7; pavimento 0,5). I valori espressi in lux sono da intendersi come media dei valori calcolati all'interno del locale o della zona, mediando i risultati ottenuti delle simulazioni eseguite sui punti del reticolo di riferimento. In genere si è scelta una distribuzione ed una tipologia di corpi illuminanti che potesse garantire il miglior compromesso tra la disuniformità di illuminazione, abbagliamento e la qualità di resa del colore associata agli apparecchi stessi ed alle tipologie di lampade utilizzabili. I calcoli sono stati effettuati con software specifici di case costruttrici di apparecchi di illuminazione, tenendo conto di un fattore di manutenzione 0,8. Gli stessi sono stati verificati per la congruità del risultato.

Resta sempre a carico del datore di lavoro l'onere di valutare il rischio illuminazione legato alla disposizione di apparecchi e attrezzature che possono creare zone di ombra ad illuminamento ridotto, oppure abbagliamenti e riflessi fastidiosi sulle postazione di lavoro.

Data la tipologia dell'installazione in alcuni casi si potranno verificare zone di ombra in conseguenza alla disposizione delle apparecchiature o dei macchinari presenti. In tali zone l'illuminazione dovrà essere integrata puntualmente, al fine di eliminare le suddette zone di ombra.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno avere grado di protezione non inferiore al minimo previsto per i locali specifici, compatibilmente con la seguente tabella.



9.2. Illuminazione di emergenza

Le lampade di emergenza, oltre a possedere le caratteristiche sopracitate, dovranno essere conformi EN60598-2-22, CEI34-21, CEI34-22, CEI34-31 ed avere batteria tampone della durata pari almeno ad 1h, se non altrimenti specificato. Non avranno requisiti sulle caratteristiche della luce emessa. Gli apparecchi, dove non specificato, andranno installati a soffitto, mentre le luci di emergenza in prossimità delle porte, andranno installate al di sopra delle stesse. Se coperte con adesivo trasparente di segnalazione della via o uscita di emergenza la potenza di progetto dovrà essere incrementata almeno del 40%.

Il sistema di illuminazione di emergenza dovrà essere periodicamente verificato da personale specializzato, come specificato all'interno delle raccomandazioni per la committenza, nel rispetto della norma UNI11222, da parte di personale specializzato.

Illuminazione di sicurezza per l'esodo: in prossimità delle uscite di sicurezza, sulle scale il livello di illuminazione sarà non inferiore a quanto previsto da UNI1838.

Il posizionamento dei corpi illuminanti in emergenza è realizzato secondo le indicazioni UNI1838.

Sono utilizzati corpi illuminanti in emergenza di tipo autoalimentato. Si prescrive l'utilizzo di corpi con elettronica di bordo che consente l'autodiagnosi dello stato della lampada, dello stato della batteria e della funzionalità del corpo illuminante. Lo stato verrà evidenziato da LED colorati posti sul corpo lampada.

10. Illuminazione di insegne, piazzali, aree scoperte.

Non contemplata.

11. Protezione

11.1. Protezione contro i contatti diretti

Tutti gli apparecchi e le linee di distribuzione avranno isolamento funzionale di protezione. Le parti attive all'interno del quadro, delle cassette di derivazione saranno adeguatamente protette contro i contatti diretti mediante barriere o involucri rimovibili solo mediante chiavi o attrezzi. Tale protezione dovrà essere non inferiore ad IP44 a involucri chiusi ed IP40 ad involucri aperti se non altrimenti specificato. E' consentito grado di protezione IP20 ad involucro aperto per parti apribili solo a mezzo di appositi attrezzature o chiavi. E' consentito che nei quadri apribili normalmente siano presenti parti in tensione solo a patto che l'apertura del quadro sia comandata da dispositivo elettromeccanico di interblocco che garantisca la messa fuori tensione di ogni parte attiva del quadro stesso. Tali quadri dovranno recare indicazioni di pericolo per presenza di tensione. I cavi non dovranno presentare parti in tensione o comunque scoperte, e saranno incanalati per garantirne la resistenza meccanica. Dove non specificato è consentita l'installazione libera oltre i 2,5m dal livello del pavimento.

11.2. Protezione contro i contatti indiretti

Essendo l'utenza alimentata in bassa tensione, l'impianto per la protezione contro i contatti indiretti, sarà classificato come sistema TT. Saranno installati interruttori per la protezione differenziale su tutti i circuiti, coordinati con l'impianto di messa a terra.

Ai sensi della CEI0-21 l'impedenza massima dell'impianto di terra ENEL è fissato in 170Ω . Di questa impedenza si terrà conto per il calcolo dei parametri di protezione contro i contatti indiretti.

Qualora al collaudo dell'impianto l'installatore riscontrasse valori di terra tali da non provocare lo scatto degli interruttori differenziali sarà necessaria sua verifica relativa alla resistenza di terra dell'impianto utente. Qualora tale verifica facesse emergere un difetto della resistenza di terra del distributore, l'installatore dovrà inviare al Distributore rapporto tecnico relativo al fatto specifico.

La rete sarà del tipo a corda di rame nuda interrata orizzontalmente, ed integrata con dispersori verticali di tipo a picchetto in acciaio zincato a croce 2000x50x5x5mm (interrati secondo le specifiche e ad almeno 20cm di profondità).

Quando l'utilizzo dei picchetti a croce sopra citati non desse risultati adeguati per la particolare natura del terreno si devono adottare puntazze in acciaio ramato di tipo tondo, della lunghezza pari a 200cm, con Diametro Nominale 25mm. Tali dispersori infatti consentono di essere giuntati gli uni agli altri mediante filettatura di testa

ed infissione via via sempre più in profondità. L'infissione in profondità è consigliata allo scopo di raggiungere, anche in spazi ristretti, valori della resistenza di terra desiderata.

Si prescrive comunque di collegare in equipotenzialità mediante corsa nuda in rame 35mm² i ferri principali di armatura delle platee di fondazione, delle fondazioni singole prima del loro getto di c.l.s.. Le connessioni devono essere realizzate mediante pressacorda in ottone, al fine di prevenire quanto più possibile la corrosione del metallo meno nobile per accoppiamento galvanico.

I dispersori verticali disteranno l'uno dall'altro almeno di 6m e verranno interconnessi con corda di rame nuda della sezione di 35-50-70mm² (rame Cu 99,9 elettrolitico, norma UNI5694, Φ_{\min} 1,8mm per il filo elementare), interrata ad una profondità maggiore di 60 cm, secondo lo schema indicato nella planimetria allegata. Almeno il primo picchetto sarà intercettabile e disposto in pozzetto ispezionabile con fondo a perdere. L'intero impianto di terra sarà così intercettabile per mezzo di morsetti bullonati. La posizione dei dispersori e di tutti i nodi di terra dovrà essere segnalata da cartellonistica apposita (i nodi anche da adesivi sulle scatole/quadri ove posizionati). Le giunzioni tra picchetti e corda, tra corda e corda, tra corda e PE dovranno essere tali da garantire una superficie di contatto non inferiore a 200mm²; saranno eseguite mediante appositi pressacorda di materiale che impedisca l'ossidazione dei contatti. L'impianto di messa a terra sarà unico per tutto l'impianto e l'intera attività. E' fatto divieto assoluto utilizzare come dispersori di terra tubazioni metalliche inadeguate, quali tubazioni del gas o altre usate per distribuire fluidi diversi compreso l'acquedotto. **È assolutamente auspicabile la legatura di tutte le messe a terra naturali quali reti elettrosaldate, armature/gabbie di piastre di fondazioni, plinti, sottoplinti, magroni, parti metalliche di strutture in generale interrate e/o a contatto con il terreno** La resistenza totale dell'impianto di terra dovrà essere tale da soddisfare la relazione:

$$R_E < 50/I_s \quad \text{che nel caso di posa di interruttori differenziali diviene:} \quad R_E < 50/I_{dn}$$

Dove:

- R_E è la resistenza totale di terra.
- I_s è la corrente d'intervento, in 5sec per le linee di distribuzione e 0,4sec per le utenze finali, dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti.
- I_{dn} è la corrente nominale di intervento del dispositivo differenziale (entro 5sec per i circuiti di distribuzione, ed entro 0,4sec per i circuiti finali).

Essendo presenti differenziali con I_{dn} più elevata riscontrabile sulle linee finali di utenza pari a $I_{dn}1A$, **la resistenza di terra dovrà essere misurata sul posto unitamente alla resistenza di terra del distributore, in quanto il limite di sicurezza e normativo è molto prossimo alla resistenza di terra limite ammessa per il distributore.** Infatti per ambienti ordinari il limite è 50Ω in ambienti ordinari ($V_{contatto}=50V$), ovvero già di molto inferiore a quanto ammesso per il distributore (170Ω è il limite previsto secondo CEI0-21 per l'impedenza di terra del distributore). La misura realizzata dovrà tenere conto che la R_E effettiva totale è suscettibile di variazioni in base ai punti di misura, all'umidità ed alle stagioni e si ritiene comunque necessario, per garantire la sicurezza, contenere la Tensione di contatto a 50V nei locali ordinari. Per questo la misura dovrà essere realizzata a terreno "secco". La R_E effettiva globale (Loop Test) dovrà risultare inferiore a 30Ω effettivi.

La R_E stimata in base allo schema progettuale sarà pari a circa $\approx 28,6\Omega$, considerato terreno tipo con resistività $\rho_E \approx 2'700\Omega m$, terreno particolarmente scadente, in assenza di informazioni precise.

Calcolo della Resistenza di Terra

Dati assunti:

Resistività del terreno di fondazione [Ohm/m]			
Tipo di terreno	ρ_E min	ρ_E max.	ρ_E
Ghiaietto	2.000	3.000	2.750 [Ωm]

Resistenza Terra dei vari dispersori:

Orizzontale radiale (1m): $R_T = \frac{2 \cdot \rho_E}{l}$ 5.500 [Ω] **Tipo 1**

Verticale tondo (1m): $R_T = \frac{\rho_E}{l}$ 2.750 [Ω] **Tipo 2**

Ad anello (1mq): $R_T = \frac{2 \cdot \rho_E}{3 \cdot d}$ 1.622 [Ω] **Tipo 3**
d= 1,13*radq(A)

A maglia (1mq): $R_T = \frac{\rho_E}{2 \cdot d}$ 1.217 [Ω] **Tipo 4**
d= 1,13*radq(A)

A piastra (1m): $R_T = \frac{\rho_E}{4,5 \cdot \sqrt{b \cdot c}}$ 611 [Ω] **Tipo 5**
b, c: lati in [m]

Di fondazione (mq): $R_T = \frac{\rho_E}{\pi \cdot D}$ 876 [Ω] **Tipo 6**
D= 1,57*rad3(V)

A = area racchiusa dall'anello

V = volume della fondazione

Disp	n° Disp	Tipo	l A V bc [m-mq-mc]	ρ_E [Ohm*m]	Re unit [Ohm]	Re tot [Ohm]	Re tot // [Ohm]
01	01	Tipo 1	30	2.750	30	183,3E+00Ohm	183,3E+00Ohm
02	10	Tipo 2	6	2.750	6	458,3E+00Ohm	45,8E+00Ohm
03	01	Tipo 3		2.750	1E-08	16,2E+6Ohm	16,2E+6Ohm
04	01	Tipo 4		2.750	1E-08	12,2E+6Ohm	12,2E+6Ohm
05	01	Tipo 5		2.750	1E-08	6,1E+6Ohm	6,1E+6Ohm
06	01	Tipo 6	80	2.750	80	129,5E+00Ohm	129,5E+00Ohm

Resistenza Totale stimata di Terra in Ohm:

28,60Ohm

Qualora l'impedenza dell'anello di terra dovesse essere non congrua si dovrà provvedere ad introdurre nuovi picchetti a distanza regolamentare, sempre interconnessi con corda di rame nuda. Per picchetti tondi sarà anche possibile effettuare giunte mediante filetto per aumentare la profondità di posa.

Le sezioni dei conduttori di protezione saranno S_p (sezione conduttore di protezione) con:

- $S_p = S$ per S sino a 16mm² compresi.
- $S_p = 16$ mm² per S sino a 35mm² compresi.

- $S_p = S/2$ per S oltre 35mm^2 . Qualora tale regola porti a sovradimensionamenti evidenti del conduttore di terra, lo stesso verrà dimensionato mediante la regola $I_g^2 t \leq K^2 S_{PE}^2$, essendo $I_g^2 t$ l'energia specifica passante dell'interruttore a monte cavo che interrompe la corrente I_g e $K^2 S_{PE}^2$ l'energia tollerata dal conduttore di protezione durante il guasto (sezione PE: $S_{PE} \geq (I_g * \text{radQ}(t)) / K$ con $K=143$ per PVC, 228 per rame nudo). I_g = corrente guasto a terra, t = tempo interruzione guasto.

Vanno mantenute le sezioni di progetto quando superiori ai minimi indicati.

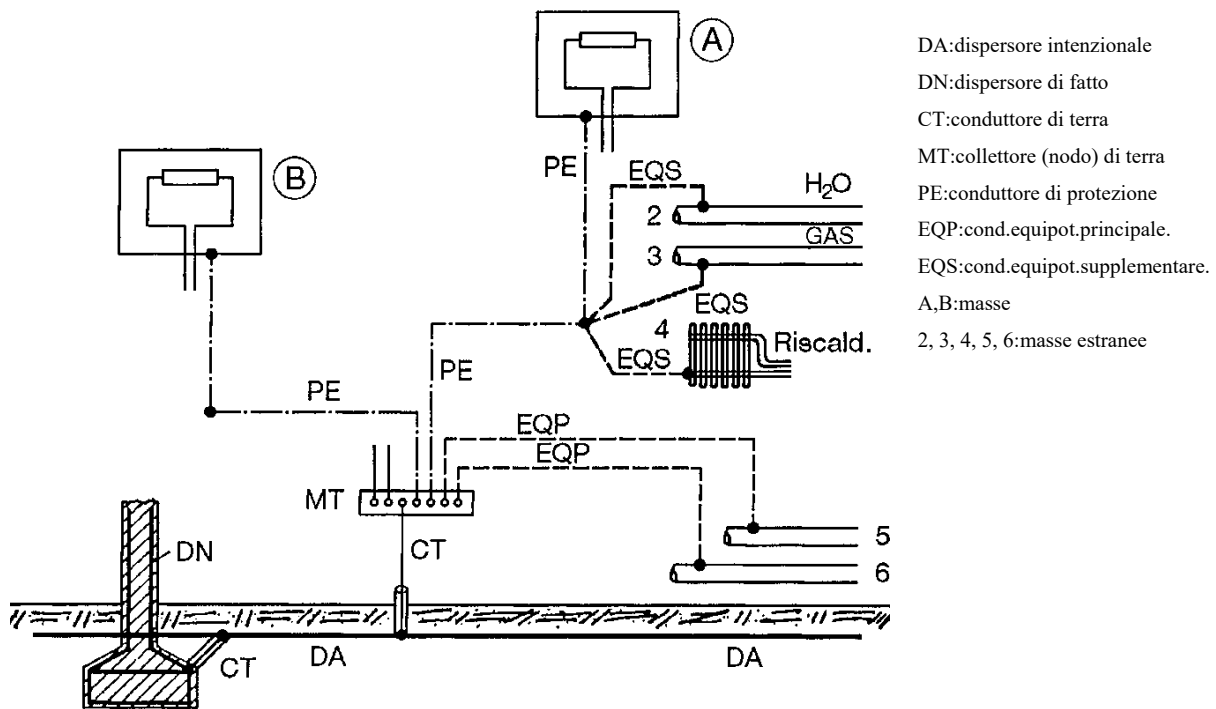
Quando un unico conduttore di protezione dovesse servire più circuiti, la sezione di riferimento sarà quella del conduttore di fase con sezione maggiore. Tale installazione dovrà essere evitata là dove possibile. I conduttori di protezione dovranno in ogni caso correre accanto a quelli della fase corrispondente. E' consentito l'utilizzo come conduttori di protezione di canali, passerelle, tubi corpi metallici purché siano soddisfatte le condizioni di equivalenza della conduttanza alle sezioni minime indicate sopra e gli elementi metallici siano sicuramente protetti meccanicamente e contro ogni forma di corrosione. I conduttori di protezione come gli equipotenziali saranno costituiti da corde giallo-verdi, in particolare con sezione pari almeno alla metà dei conduttori della maggiore delle fasi, con un minimo ammesso pari a 6mm^2 per i conduttori equipotenziali.

Tutti i conduttori di terra, non facenti parte di un circuito di alimentazione, riporteranno agli estremi etichetta o serigrafia con l'indicazione del nodo-quadro di partenza e arrivo per una facile ed univoca identificazione. Nel caso non si attestino a nodo di quadro (collegamenti EQP, EQS) riporteranno il nome del quadro e dell'oggetto collegato.

I conduttori equipotenziali supplementari (ad es. locale da bagno) avranno sezione almeno pari a quella del conduttore di protezione più piccolo collegato alle masse, con sezione minima pari a 2.5mm^2 se protetti meccanicamente e 4mm^2 se non protetti. Dove non espressamente richiesto tutti i conduttori di terra dovranno presentare continuità metallica e saranno privi di dispositivi di sezionamento. Dovranno essere realizzati collegamenti equipotenziali: Sulle tubazioni del gas e dell'acqua immediatamente a valle dei rispettivi contatori, Sulle tubazioni di distribuzione dell'acqua calda, Con le masse estranee presenti, Con lo schermo del cavo telefonico e di reti eventualmente presenti, in un solo punto, Con i ferri di armatura del cemento armato, in più punti, Con eventuali tubazioni e canalette metalliche portacavi utilizzate per l'impianto elettrico. I portelli metallici dei quadri andranno collegati a massa solo nel caso che su di essi siano montate apparecchiature elettriche. I conduttori per collegamenti equipotenziali avranno isolante giallo-verde. La barra per i collegamenti equipotenziali sarà posta all'interno del quadro principale. Da questa il conduttore di terra dovrà poter essere sezionabile a mezzo di morsetto bullonato. Le strutture e le parti metalliche, quando non specificato o indicato all'interno dell'elaborato grafico mediante apposito simbolo, dovranno essere collegate all'impianto di terra solo ed esclusivamente nel caso in cui la loro impedenza verso terra fosse inferiore a 1000Ω (massa estranea). È tollerato, ma sconsigliato collegare a terra le strutture con impedenza verso terra superiore al predetto valore.

I pali di illuminazione e i relativi apparecchi illuminanti sono previsti in classe II di isolamento, senza quindi necessità di collegamento all'impianto di terra; sarà anzi esplicitamente vistato il loro collegamento a terra.

Esempio di collegamenti dell'impianto di terra ed EQP.



11.3. Protezione contro l'arco elettrico AFDD

Non sono stati installati interruttori AFDD in quanto i locali non sorveglianza di tipo continuo e non hanno carico di incendio particolarmente alto.

12. Caratteristiche dei componenti ordinari

Tutti i materiali, le apparecchiature in genere, i punti luce e quanto altro utilizzato per l'esecuzione degli impianti, dove non espressamente specificato, avranno un grado di protezione minimo $\geq IP40$, mentre i componenti che durante il loro funzionamento possono causare scintille o archi di corrente dovranno avere grado di protezione almeno pari ad IP44. Tutti i componenti dell'impianto, dove non espressamente specificato, dovranno essere costruiti conformemente alle normative CEI, dotati obbligatoriamente di marcatura CE, e preferibilmente di marchio IMQ, installati secondo le specifiche della presente relazione, delle rispettive istruzioni di montaggio, con modalità ed in condizioni tali da non compromettere la loro sicurezza.

Per i componenti e le scatole di giunzione posati all'aperto o al coperto (zone coperte ma senza pareti) il grado minimo di protezione dovrà essere IP44. Il grado di protezione minimo per gli apparecchi e le scatole di giunzione esposti agli agenti atmosferici dovrà essere IP55.

12.1. Caratteristiche dei quadri

Va premesso che tutti gli i quadri elettrici sono da intendersi come un componente dell'impianto elettrico e, come tali, devono essere singolarmente certificati e marcati CE dal costruttore (quadrista) in relazione alle specifiche del presente progetto. In particolare le specifiche necessarie al quadrista saranno date da :

- Schema Elettrico Unifilare di progetto, con indicazione della tipologia e caratteristiche degli interruttori.

- Corrente di cortocircuito nel punto di installazione del quadro.
- Percentuale di scorta che deve possedere l'armatura.
- Eventuali dimensioni minime dell'armatura (previa verifica da parte del produttore del quadro della sovratemperatura ammissibile nella configurazione richiesta, motivo per cui l'armatura potrà avere dimensioni maggiori da quelle minime richieste).
- Tipologia di installazione (a basamento, sospeso, incassato).
- Posizione morsettiera, Risalita cavi, Forma del quadro.
- Grado di protezione, Tipo di isolamento, Tipo portelle.

Tutte le apparecchiature assiemate dovranno certificati in relazione e rispettare le seguenti norme:

- * EN61439-0-1-2-3-4-5: apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), guida di applicazione e supporto alla specificazione dei quadri. Attualmente le norme della serie EN61439 devono essere lette unitamente alla EN60439-1.
- * EN61439-1 Parte 1 - Regole generali.
- * EN61439-2 Parte 2 - Quadri di potenza (ex EN60439-1).
- * EN61439-3 - Parte 3 - Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione ASD (ex EN60439-3).
- * EN61439-4 - Parte 4 - Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di cantiere ASC (ex EN60439-4).
- * EN61439-5 - Parte 5 - Prescrizioni particolari per apparecchiature di distribuzione in reti pubbliche (ex EN60439-5).
- * EN61439-6 - Parte 6 - Condotti sbarre (ex EN60439-2).
- * EN62208: Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione.
- * EN50274: apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - protezione contro le scosse elettriche. Protezione dal contatto diretto accidentale con parti attive pericolose.
- * CEI17-43: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- * CEI23-49: (unitamente a CEI 23-48) involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari.
- * CEI23-51: prescrizioni per realizzare le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni per uso domestico e similare.
- * La guida CEI17-70: guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione.
- * La guida CEI17-52: Metodo per la determinazione della tenuta delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS). Guida alla EN 608651-1.
- * La guida CEI17-86: apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT). Guida per la prova in condizioni d'arco dovuto a un guasto interno.
- * La guida CEI17-97/1: apparecchiature a bassa tensione - dispositivi di protezione contro le sovracorrenti
- Parte 1: applicazione delle caratteristiche nominali di cortocircuito.

- * La guida CEI UNI EN 45510-2-7: guida per l'approvvisionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione dell'energia elettrica. Parte 2-7: apparecchiature elettriche. Apparecchiature di protezione e manovra.

A valle del punto di consegna dovrà partire linea in cavo con guaina, meccanicamente protetto, che si attesterà al quadro Generale Sottocontatore. L'ingresso nel quadro dovrà essere realizzato con cavo ancora dotato di guaina. Solo all'interno dell'armatura del quadro sarà possibile, sino alla prima giunzione in morsettiera, rimuovere la guaina del cavo.

Non saranno presenti quadri con corrente nominale I_n superiore a 125A.

Le portelle metalliche dei quadri non dovranno essere ponticellate con conduttore di terra all'armatura principale, salvo nei casi in cui: vi siano installate apparecchiature elettriche, il quadro aperto abbia $IP < IP20$.

Sui portelli e le armature metalliche dei quadri in classe II di isolamento è vietato il collegamento equipotenziale. In tutti i quadri in materiale termoplastico e in generale in tutti quelli con caratteristica a doppio isolamento, collegamenti del conduttore di protezione dovranno essere effettuati come se si trattasse di conduttore di fase, nessuna parte dell'involucro andrà collegata a tale conduttore.

I collegamenti in serie ed in parallelo tra gli interruttori, nei quadri, dovranno essere realizzati con cavi di sezione tale da supportare almeno la corrente di corto circuito I_{cc} di breve durata dell'interruttore magnetotermico a monte, con le sezioni minime interne (ipotesi di dispositivi curva "C", cavo FG16(O)R16, dispositivi di protezione modulare e $I_{cc} < 16kA$):

- * $I_n=6A, 10A, 16A, 20A$ Sezione filo $1,5mm^2$.
- * $I_n=25A, 32A$, Sezione filo $2,5mm^2$.
- * $I_n=40A$, Sezione filo $4mm^2$.
- * $I_n=50A, 63A$, Sezione filo $6mm^2$.
- * $I_n=80A, 100A, 125A$ Sezione filo $10mm^2$.

Eventuali collegamenti tra conduttori dovranno essere eseguiti a mezzo di morsettiera fissa.

Sui portelli dei quadri che, una volta aperti a mezzo di utensile, presentano parti in tensione, saranno apposti adesivi segnalanti il rischio di folgorazione e il divieto di manovra alle persone non addette. All'interno di ogni quadro sarà previsto lo spazio per il cablaggio della barra equipotenziale. L'installatore dovrà apporre targhetta di riconoscimento in posizione ben visibile del quadro. Tutti i quadri installati saranno di tipo AS. Per il cablaggio dei quadri si dovrà fare riferimento alle norme:

- CEI EN60439-1-3, ex CEI 17-13, per quadri aventi $I_{cc}>10kA$ o corrente nominale $I_n>125A$, o entrambi i requisiti contemporaneamente, o di "bordo macchina" (ovvero facenti parte di una macchina CE). Sarà necessario per ciascun quadro rilasciare apposita dichiarazione di conformità, corredata di tipologie dei materiali e calcolo della sovratemperatura.
- CEI 23-51 per quadri che contemporaneamente possiedono $I_{cc}\leq 10kA$ ed $I_n\leq 125A$, Infatti ove la corrente di guasto presunta in corto circuito I_{cc} sia inferiore a 10kA, qualora la corrente nominale sia non superiore a 125A, sarà possibile installare involucri dei quadri di tipo domestico o similare, conformi alla CEI23-51. Per questi centralini sarà necessario effettuare la verifica della sovratemperatura esclusivamente per quelli alimentati con circuiti di tipo monofase con I_n superiore a 32A o di tipo trifase. Le verifiche eseguite saranno allegate alla dichiarazione di conformità, unitamente alle tipologie dei materiali.

I quadri di distribuzione con protezione di bordo a servizio delle prese interbloccate, dovranno essere conformi alle rispettive norme EN50022 per la parte modulare, IEC 309 per le prese, ed in generale rispettare la CEI EN 60439-3.

Tutti gli interruttori eventualmente posati in orizzontale dovranno chiudersi (messa in esercizio) verso destra, ed aprirsi (messa fuori tensione) spostando la leva verso sinistra.

In relazione alle correnti di corto circuito si fa riferimento alla I_{cn} definita dalla CEIEN60898 per le applicazioni civili e assimilate (modulari DIN e similari), mentre si fa riferimento alla I_{cu} definita dalla CEI EN60947-2 per le applicazioni industriali (scatolati e similari). Ove l'apparecchi riportasse entrambe le certificazioni il riferimento è alla I_{cu} CEI EN60947-2, salvo diversa indicazione.

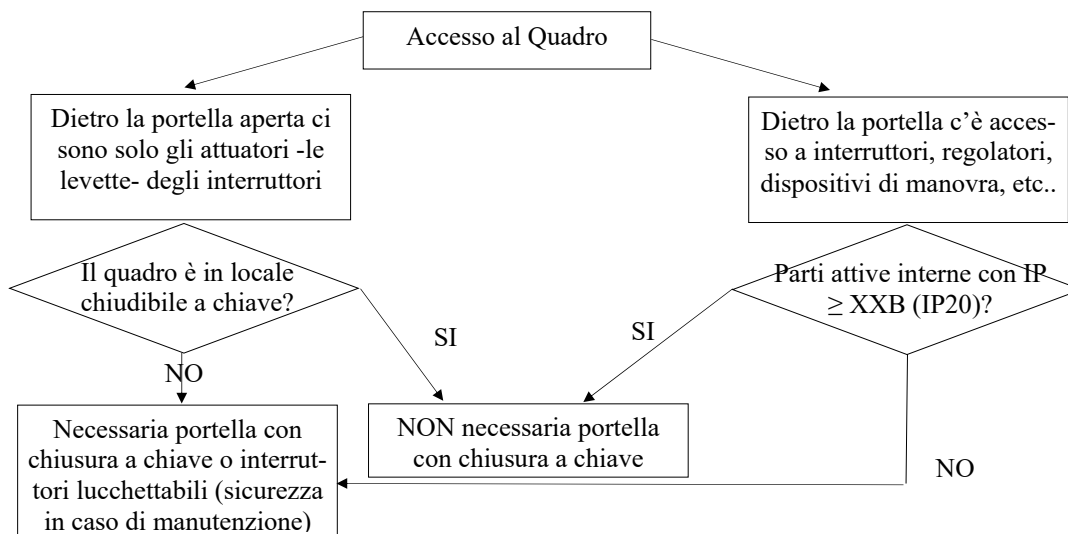
Le armadiature dovranno essere conformi CEI EN60439-1-3, EN62208. Le morsettiere volanti unipolari, scomponibili, per fissaggio a pressione, multipolari passanti, equipotenziali unipolari componibili, ripartitrici modulari dovranno rispettare le seguenti norme di prodotto CEI23-30 CEI23-21, CEI23-41, EN60998-1, EN60998-2-1, EN60999. La dimensione dei quadri è stata calcolata prevedendo lo spazio per riserve e per eventuali ampliamenti dell'impianto, in rapporto alla necessità funzionale. Inoltre si è previsto anche spazio per eventuali riserve in vista di futuri ampliamenti dell'impianto. Tutti i quadri avranno le seguenti caratteristiche:

- Tensione d'impiego: 230/400Vca.
- Tensione d'isolamento: 1000Vca.
- Frequenza nominale: 50/60Hz.
- Grado d'isolamento involucro: $\geq IP20$ o più restrittivo secondo specifiche schemi (grado d'isolamento a quadro e portelle chiuse).
- Grado d'isolamento involucro aperto: $\geq IPXXB$ o più restrittivo secondo specifiche schemi (grado d'isolamento con prima portella aperta) .
- Grado di protezione meccanica IK: $\geq IK04$ o secondo specifiche schemi per quadri incassati.
 $\geq IK08$ o secondo specifiche schemi per quadri esterni.

I quadri dovranno essere installati in posizione tale che i dispositivi di protezione comando siano compresi tra 0,4 e 2m di altezza dal suolo. Gli apparecchi di protezione e comando dovranno inoltre essere distribuiti uniformemente e non dovranno occupare oltre il 60% dello spazio disponibile, inclusi dispositivi speciali e spazio per morsettiere. In tutti i quadri gli interruttori automatici, quelli di servizio, i moduli trasformatori, crepuscolari, i relè, i comandi manuali e tutti i dispositivi in genere, dovranno avere indicato chiaramente con targhetta il circuito o l'utenza finale di competenza. Tutti i cavi utilizzati per cablaggi all'interno dei quadri saranno del tipo non propagante l'incendio e della stessa qualità di quelli utilizzati per le altre installazioni.

Ciascuna derivazione dovrà essere protetta da cortocircuito mediante apposita scatola di derivazione portafusibili, coordinati con il cavo a valle secondo quanto avanti indicato in "Dispositivi di Protezione".

Relativamente al grado di protezione dei quadri a portella aperta, in funzione del tipo di chiusura della portella, è necessario rispettare le seguenti indicazioni:



Tutti i quadri saranno comunque dotati di:

- prima portella incernierata su un lato, non trasparente a protezione dell'interno quadro (parte interna) che garantisca IP20 e impedisca l'accesso ai cablaggi del quadro, amovibile solo con attrezzatura speciale.
- seconda portella trasparente opaca per la chiusura del quadro, che impedisca l'accesso ai dispositivi di manovra, chiudibile con chiave speciale non universale o chiave a serratura (uguale per tutti i quadri). La portella sarà in plastica per i quadri a parete e in metallo con vetro di sicurezza interno per i quadri a basamento.
- Cartelli monitori, di divieto e attenzione: Attenzione corrente elettrica 400V (giallo con scritta nera), Divieto di spegnere incendi con acqua (rosso/nero su sfondo bianco), Divieto di Aprire il quadro a persone non autorizzate (rosso/nero su sfondo bianco). I cartelli saranno metallici per i quadri a basamento e adesivi per i quadri a incasso parete. In caso di manutenzione utilizzare cartelli appositi per segnalare il divieto di effettuare manovre.



In caso di presenza condensatori all'interno dei quadri, il costruttore dovrà provvedere all'installazione di adeguate resistenze di scarica (tempo scarica <5sec con V residua <60V); qualora ciò non fosse possibile, dovranno essere apposti cartelli di attenzione e pericolo folgorazione.

All'interno dei quadri i dispositivi interruttori devono essere posizionati verticalmente (chiusura verso l'alto e apertura verso il basso) oppure orizzontalmente (chiusura verso destra e apertura verso sinistra); i dispositivi di comando con marcia in alto e arresto in basso oppure marcia a sinistra e arresto a destra.

Quadri di Potenza

I quadri di potenza EN61439-1 sono destinati ad essere installati in luoghi con accesso riservato a PEI, PES, PAV.

Quadri ASD

I quadri ASD EN60439-1, con specifiche EN60439-3, sono destinati ad essere installati in luoghi ove non vi è accesso riservato di persone e sono quindi accessibili a PEC. Il grado di protezione dovrà essere \geq IP2X. La

corrente nominale non potrà essere superiore a 250A, con singola utenza non superiore a 125A. La tensione massima ammissibile verso terra è di 300V (max riscontrato 230V).

12.1.1. Compatibilità Elettromagnetica

I quadri elettrici dovranno avere rispetto relativamente all'inquinamento elettromagnetico dell'ambiente di installazione, direttiva 2004/108/CE.

Tale requisito si riterrà raggiunto con la sussistenza di entrambi i requisiti (immunità, emissione):

- Il quadro elettrico e tutti i suoi componenti funzionano senza raccogliere interferenze esterne.
- Il quadro elettrico non provoca disturbi ad apparecchiature limitrofe durante il suo funzionamento.

Il costruttore del quadro dovrà valutare la scelta e l'ubicazione dei componenti, nonché la loro eventuale schermatura allo scopo di garantire i risultati richiesti.

Gli ambienti di installazione dei quadri sono classificati come:

- Ambienti A: impianti alimentati da trasformatore dedicato di alta o media tensione, che alimentano industrie manifatturiere o impianti simili, dove ci sono frequenti commutazioni di carichi induttivi o capacitivi e le correnti sono alte, così come gli associati campi magnetici; si parla in questo caso di "ambiente industriale pesante".
- Ambienti B: reti di distribuzione di bassa tensione pubbliche o non pubbliche, alimentati anche tramite UPS e sistemi locali alimentati a batteria. Installazioni residenziali, commerciali di industria leggera; singole abitazioni, negozi, supermercati, magazzini banche, terziario in genere, officine, laboratori.

All'interno degli schemi unifilari è dichiarato il gruppo di ambiente in cui ciascun quadro è installato.

12.1.2. Forma di segregazione dei quadri

La forma di segregazione dei quadri è determinante per la sicurezza e la gestione della manutenzione.

In generale per quadri piccoli $I_n < 125A$ e che non sono dotati di distribuzione a sbarre non sono richieste particolari forme di segregazione, quindi si utilizza la **Forma 1**, essendo il quadro di ridotte dimensioni e cablato interamente con elementi isolati -fili-, interruttori con morsetti IPXXB privi di sbarre di collegamento. Tali quadri sono in genere accessibili alle persone non comuni, ma per loro vige divieto di effettuare operazioni al loro interno. L'accesso a quadro aperto è riservato a PES o PAV sotto direzione PES.

Per quadri alloggi e uffici o similari non sono richieste forme di segregazione.

Per quadri di amperaggio superiore dotati di distribuzione a sbarre, vengono valutate forme di segregazioni non inferiori a 2A-2B, in particolare la **Forma 2B** quando gli interventi di manutenzione sono ragionevolmente prevedibili a livello periodico, internamente al quadro, a valle dei vari interruttori (cambio posizione macchine, sostituzione linee dorsali, etc.), ma non è necessario mantenere in esercizio tutto l'impianto durante le operazioni di manutenzione. L'accesso a quadro aperto è riservato a PES o PAV sotto direzione PES.

Per i quadri dotati di distribuzione a sbarre all'interno e per i quali sia necessaria una manutenzione molto frequente, a valle dei vari interruttori (cambio posizione macchine, sostituzione linee dorsali, etc.) con necessità di mantenere in esercizio il resto dell'impianto durante le operazioni di manutenzione, si valutano le forme 3A-3B in particolare la **Forma 3B**. L'accesso a quadro aperto è riservato a PES o PAV sotto direzione PES.

La 4, in particolare la **Forma 4B** è quella tipica dei Motor Control Center, ovvero quei quadri ove è necessario mantenere una elevata continuità di servizio sulle utenze pur in caso di manutenzione di linee specifiche; do-

ve l'impianto deve restare in esercizio, essendo possibile disconnettere una o più unità terminali. L'accesso a quadro aperto è riservato a PES o PAV.

Per l'accesso ai quadri e le operazioni di lavoro da eseguirsi sui quadri sono necessarie le procedure CEI 11-27, come dettagliato nel programma di verifica dell'impianto, ovvero permesso specifico di lavoro.

Il personale che accede a lavori elettrici deve essere in possesso di adeguati DPI per lo svolgimento dei lavori, come indicato dal Responsabile Impianto Elettrico / P.E.I. prima dell'inizio dei lavori stessi.

All'interno degli schemi elettrici dei quadri sono indicate le forme di segregazione richieste per ciascun quadro elettrico.

12.2. Dispositivi di protezione

I dispositivi di protezione, manovra, comando, sezionamento installati all'interno dei quadri, dovranno essere costruiti secondo indicazioni delle norme CEI di appartenenza. In generale tutti i dispositivi dovranno essere conformi a EN60947-1 e nel dettaglio

- EN60947-2: interruttori automatici.
- EN60947-3: interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori, unità combinate con fusibili.
- EN60947-4 sez.1: contattori e avviatori elettromeccanici.
- EN60947-4 sez.2-3: contattori e avviatori a semiconduttore.
- EN60947-5 sez.1: dispositivi elettromeccanici per circuiti di comando.
- EN60947-5 sez.2-3: interruttori di prossimità.
- EN60947-5 sez.4: contatti a bassa energia.
- EN60947-5 sez.5: dispositivi elettrici di arresto di emergenza, con blocco meccanico.
- EN60947-5 sez.6: interfaccia in corrente continua per sensori di prossimità.
- EN60947-5 sez.7: dispositivi di prossimità con uscita analogica.
- EN60947-5 sez.8: interruttori ausiliari a tre posizioni.
- EN60947-5 sez.9: sensori di portata.
- EN60947-6 sez.1: apparecchiature di commutazione.
- EN60947-6 sez.2: apparecchi integrati di manovra e protezione.
- EN60947-7 sez.1-2: morsetti per conduttori in rame.
- EN60947-7 sez.3: morsetti componibili a fusibili.
- EN60947-8: comandi per protezione termica in macchine rotanti.
- Interruttori modulari per usi domestici o simili con tensione sino a 440V, amperaggio non superiore a 125A, potere di interruzione non superiore a 25kA, CEI-EN IEC 60898, CEI23-3. Interruttori differenziali in genere con o senza sganciatore di sovracorrente, CEI23-42 CEI-EN 61008-1, CEI23-44 CEI-EN 61009-1, compresi i dispositivi miniaturizzati conformi inoltre CEI-EN 61543.
- Interruttori scatolati e aperti automatici destinati al settore industriali per usi industriali, con tensione non superiore a 1000Vca, 1500Vcc, CEI17-5 (IEC947-2).
- Interruttori rotativi, sezionatori EN60364.
- Pulsanti, segnalatori, selettori CEI17-45, EN609745-5-1.

- Contattori, relè termici, salvamotori: CEI17-3, 17-38.
- Fusibili EN60269, per uso persone addestrate e non.
- I relè passo - passo e monostabili dovranno rispettare le CEI23-9 EN60669-1, CEI23-62 EN60669-2-2.
- Altri dispositivi di comando dovranno essere installati solo se di tipo rispondente alle normative di pertinenza e con marcatura di qualità riconosciuta.

Ogni interruttore avrà le caratteristiche adeguate alla potenza da servire, in base alle specifiche del presente progetto. Tali caratteristiche sono specificate negli schemi allegati.

E' consentita l'installazione di interruttori differenziali puri solo a patto di mantenere a valle il cavo la sezione identica a quella della linea a monte e che tale linea sia già protetta contro sovraccarichi e cortocircuiti. La corrente nominale di tali interruttori dovrà essere non inferiore a quella della corrispondente protezione magnetotermica.

I dispositivi differenziali da utilizzarsi sulle linee finali di utenza, ove non altrimenti specificato, saranno del tipo ad intervento istantaneo di tipo "AC". È consigliata l'installazione di differenziali tipo "A" sulle linee finali di utenza solo dove sia presumibile l'installazione di utenze di tipo elettronico, schede apparati con correnti di tipo "raddrizzato". È consigliata l'installazione di differenziali tipo "B" sulle linee finali di utenza o parti alimentate con in correnti pulsanti unidirezionali o continue.

La selettività in caso di apparecchi differenziali in cascata dovrà essere garantita sia in campo temporale che amperometrico, tramite sensibilità dell'interruttore a valle almeno tripla rispetto a quello a monte. Per dettagli si vedano gli schemi elettrici unifilari.

Quando non specificatamente indicato la curva magnetotermica sarà di tipo "C".

Per ogni interruttore il potere minimo di interruzione sarà $\geq 6\text{kA}$ dove non altrimenti specificato. La corrente nominale del dispositivo di protezione sarà pari o inferiore alla portata del conduttore da proteggere, ove non altrimenti specificato, vengono suggeriti i seguenti valori:

- * Sezione filo $1,5\text{mm}^2$ $I_n=6\text{A}$.
- * Sezione filo $2,5\text{mm}^2$ $I_n=10\text{A}$.
- * Sezione filo 4mm^2 $I_n=16\div 20\text{A}$.
- * Sezione filo 6mm^2 $I_n=25\text{A}$.
- * Sezione filo 10mm^2 $I_n=32\text{A}$.
- * Sezione filo 16mm^2 $I_n=40\text{A}$.
- * Sezione filo 25mm^2 $I_n=63\text{A}$.

Le sezioni minime dei conduttori, saranno:

- * Cavi per citofono, collegamento bobina di sgancio, servizi ausiliari in genere $1,0\text{mm}^2$.
- * Punti luce, luce emergenza, circuiti di illuminazione in generale $1,5\text{mm}^2$.
- * Prese per usi civili 2P+T 10/16A, prese CEE 2P+T 16A, prese CEE 3P+T 16A, prese in genere con corrente nominale non superiore a 16A, $2,5\text{mm}^2$.

12.3. Locali quadri

I locali quadri devono essere tali da non arrecare danno agli armadi; deve essere minimizzato il rischio che acqua piovana o di infiltrazione cada sugli stessi sia collocandoli adeguatamente nel locale, sia prescrivendo alla

direzione lavori architettonica di prendere adeguati provvedimenti ad evitare infiltrazioni / ingressi indesiderati di acqua.

La distanza minima reciproca tra quadri, tra quadro e parete non potrà essere inferiore a 70cm.

La distanza minima tra elementi sporgenti dei quadri (interruttori estraibili, leve in posizione di sezionamento, cassetto e similari) e quadro prossimo o parete non potrà essere inferiore a 60cm.

La distanza minima tra le portelle aperte dei quadri, i cassettei tutti estratti e la parete o il quadro prossimo non potrà essere inferiore a 50cm.

Tutte le portelle dei quadri dovranno chiudersi nel verso dell'esodo per facilitare la fuga, in modo che in caso di necessità l'operatore possa chiudere semplicemente a spinta le portelle stesse e non essere impedito durante la fuga.

Le porte di accesso ai locali quadri avranno dimensione minima di L=80cm x H=200cm; tali misure devono essere verificate con la D.L. architettonica e civile.

Non sono presenti locali quadri con dimensioni superiori a 10m.

12.4. Cavi

Tutti i cavi devono riportare la marcatura CPR CEI UNEL 35016. I cavi sono classificati per reazione al fuoco secondo UNI EN 13501-6.

Le classi di reazione al fuoco previste dal regolamento CPE sono le seguenti.

LIVELLO RISCHIO EUROCLASSE CPR CEI-UNEL 35016 LUOGHI DI IMPIEGO CEI 64-8 NUOVI CAVI CPR				
EUROCLASSE CPR CEI-UNEL 35016	LIVELLO RISCHIO	LUOGHI DI IMPIEGO CEI 64-8	NUOVI CAVI CPR	Cavi non CPR non più conformi dopo entrata in vigore variante CEI 64-8
B2ca - s1a, d1, a1	ALTO	Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane in tutto o in parte sotterranee. Gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 m e ferroviarie superiori a 1000 m.	FG18OM18 - 0,6/1 kV FG18OM16 - 0,6/1 kV	FG100M2 - 0,6/1 kV FG100M1 - 0,6/1 kV
Cca - s1b, d1, a1	MEDIO	Strutture sanitarie che erogano prestazioni in regime di ricovero ospedaliero e/o residenziale a ciclo continuativo e/o diurno, case di riposo per anziani con oltre 25 posti letto; strutture sanitarie che erogano prestazioni di assistenza specialistica in regime ambulatoriale, ivi comprese quelle riabilitative, di diagnostica strumentale e di laboratorio. Locali di spettacolo e di trattenimento in genere, impianti e centri sportivi, palestre, sia a carattere pubblico che privato. Alberghi, pensioni, motel, villaggi albergo, residenze turistico-alberghiere, villaggi turistici, alloggi agrituristici, ostelli per la gioventù, rifugi alpini, bed & breakfast, dormitori, case per ferie, con oltre 25 posti letto; strutture turistico-ricettive nell'aria aperta (campeggi, villaggi-turistici, ecc.) con capacità ricettiva superiore a 400 persone. Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti; asili nido con oltre 30 persone presenti. Locali adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio, fiere e quartieri fieristici. Aziende ed uffici con oltre 300 persone presenti; biblioteche ed archivi, musei, gallerie, esposizioni e mostre. Edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio superiore a 24 m	FG16OM16 - 0,6/1 kV FG17 - 450/750 V H07Z1-K type 2 - 450/750 V	FG70M1 - 0,6/1 kV N07G9-K H07Z1-K type 2 - 450/750 V Non marcato Eca(CE)
Cca - s3, d1, a3	BASSO (posa a fascio)	Altre attività: edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio inferiore a 24 m, sala d'attesa, bar, ristorante, studio medico.	FG16OR16 - 0,6/1 kV FS17 - 450/750 V	FG70R - 0,6/1 kV N07V-K
Eca	BASSO (posa singola)	Altre attività: installazioni non previste negli edifici di cui sopra e dove non esiste rischio di incendio e pericolo per persone e/o cose.	H07RN-F H07V-K	Non marcati Eca(CE)

Nel caso specifico il livello di rischio della struttura è stato considerato **MEDIO** in relazione al tipo di servizio svolto.

In relazione al regolamento CPR i cavi dovranno garantire reazione al fuoco pari o migliorativa rispetto alla tabella sopra esposta.

Si rammenta che la lettera A o il numero 1 rappresentano la prestazione migliore, mentre la lettera F o il numero 3 rappresentano la prestazione peggiore.

Reazione al fuoco:

Aca B1ca B2ca Cca Dca Eca Fca

Migliore

Peggior

La tensione di isolamento minima utilizzata per i cavi, ove non diversamente specificato sarà pari a U_o/U 450/750V, per le linee interrate sarà U_o/U 0,6/1kV. Non è ammessa la presenza di corde FS17/FS17/FS18OR18 in posa interrata, in canalizzazioni metalliche, in posa a vista, su passerelle, in tubazioni chiuse a vista in esterno (anche all'aperto e al coperto se in ambienti non chiusi), anche se plastiche. Non è ammessa la posa di cavo FS18OR18 in posa interrata o in esterno, anche se in tubazione, in tubazioni chiuse a vista in esterno, anche se plastiche. L'utilizzo di tali conduttori è ammessa unicamente all'interno in tubazioni protettive, in passerelle/canali per i cavi.

In esterno ed in posa interrata è ammesso il cavo FG16(O)R16.

I cavi isolati in gomma saranno conformi alle norme CEI 20-22, di tipo flessibile con classe rigidità 5, FG16OR16 multipolari, FG16R16 unipolari in gomma HEPR, esercizio $T_{max}=90^{\circ}C$, sovraccarico $T_{max}=150^{\circ}C$, corto circuito $T_{max}=250^{\circ}C$. Se di tipo semirigido multipolare RG16OR16 o unipolare RG16R16.

I luoghi non rientrano in luoghi marci di Tipo A. Tuttavia è preferibile l'installazione di cavi LSOH isolati in gomma a bassissima emissione fumi e gas tossici e corrosivi, di tipo flessibile FG16OM16 multipolari, FG16M16 unipolari, corde FG17.

Le caratteristiche dei cavi dovranno in ogni modo essere conformi alle specifiche degli allegati alla relazione. Non sarà consentita l'installazione di cavi privi di guaina: In tubi e canali metallici, Su passerelle, mensole ed in cunicoli, Con filo o corda di supporto, Con fissaggio diretto a parete.

Per questi tipi d'installazione i conduttori dovranno essere di tipo con guaina protettiva o provvisti d'armatura. Nel caso di tubi metallici tutti i conduttori attivi, compreso il neutro, di uno stesso circuito dovranno essere inseriti nella stessa tubazione. I cavi installati a parete, su supporti distanziati o sospesi ad organo portante, dovranno essere del tipo con guaina protettiva. I supporti saranno posti alla distanza massima pari a 20ϕ (venti volte la misura del diametro esterno)

I cavi se direttamente interrati dovranno essere del tipo con armatura ed interrati a profondità almeno pari a 0,6m dalla superficie, valore che sale a 0,8m se interrati in suolo pubblico, protetti meccanicamente nella parte superiore o segnalati da nastro posto superiormente di almeno 30cm. Il colore dei conduttori di fase sarà nero, marrone, grigio, mentre il neutro avrà colore azzurro – blu chiaro. Il conduttore di protezione sarà unicamente di colore giallo-verde. Il rosso deve essere riservato alle segnalazioni. Durante l'installazione non dovranno essere eseguite trazioni che sollecitino i cavi a sforzi superiori a 60N (1N è la forza esercitata dal peso di 100gr appesi) moltiplicati per la somma delle sezioni dei conduttori. I raggi di curvatura minimi da rispettare saranno pari a 12ϕ (dodici volte la misura del diametro esterno) per cavi privi di armatura. Nei tratti ove vi sia possibilità di formazione di umidità sarà necessario installare esclusivamente cavi con guaina. È vietata la posa di conduttore di protezione e di linee in genere all'interno di tubazioni metalliche, se non espressamente previsto.

Per i cavi installati mediante supporti discontinui si raccomanda di utilizzare una interdistanza non superiore a 20D (D diametro esterno del cavo) e comunque di non superare mai assolutamente i 2m. Tale distanza potrà essere aumentata sino a 30D con un massimo di 3m per i percorsi verticali.

La posa dei cavi dovrà avvenire a temperature superiori a $+5^{\circ}\text{C}$ per cavi in PVC e superiore a -5°C per cavi in EPR, HEPR.

Tutti i cavi e i conduttori di distribuzione generale (quadro-quadro) dovranno riportare ad entrambi gli estremi etichetta o serigrafia con codice alfanumerico identificativo o nome del quadro di partenza e del quadro di arrivo. Tutti i cavi e i conduttori di distribuzione finale (quadro-utenza, presa-presa, quadro-luce etc.) dovranno riportare ad entrambi gli estremi etichetta o serigrafia con codice alfanumerico identificativo o nome del quadro e del relativo circuito di partenza.

Le etichette saranno posizionate all'interno dei quadri o in caso di utenza finale nella scatola di installazione della presa, all'uscita dei punti luce (quando non possibile all'interno dell'ultima scatola di derivazione prima dell'utenza finale). L'etichettatura avrà lo scopo di rendere facile e immediata a tutti l'individuazione sicura delle linee. In caso di corde unipolari l'etichetta dovrà avvolgere tutti i conduttori.

Il fascio di cavi dovrà essere tale da non superare i limiti di cui alla CEI20-22/2, in particolare 2kg/m ; in caso contrario si dovrà provvedere a raggruppare i cavi in due fasci distinti all'interno del canale. Questo garantirà il requisito di non propagazione della fiamma. Qualora tale requisito non potesse essere garantito neppure separando i fasci, si dovrà provvedere al massimo ogni 10m all'inserimento di barriere tagliafiamma all'interno della canalizzazione verticale. La barriera è costituita da materiale in elementi resistenti al fuoco e da sacchetti certificati REI a costipazione dello spazio vuoto restante per il passaggio dei cavi e del canale attraverso la barriera.

12.5. Protezione Passiva al Fuoco dei Cavi

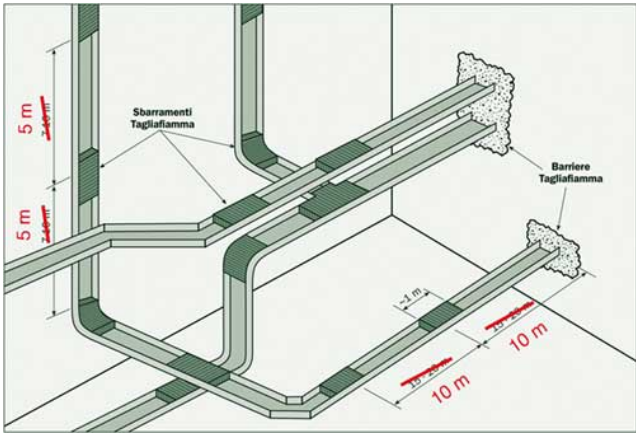
I cavi installati CEI20-22 hanno caratteristiche di autoestinguenza, quindi di prevenzione passiva alla propagazione dell'incendio. Tale requisito però è assicurato per un fascio di cavi la cui dimensione non è infinita, ma risulta avere il limite indicato nella tabella seguente:

Tabella E - Numero di cavi che possono essere posati in fascio senza superare le dimensioni del fascio di prova (CEI 20-22). (1)

Cavo		Sezione del cavo (mm²)																Numero massimo di cavi del fascio	
		1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240			
Tipo	Formazione																		
N07V-K CEI 20-22 II	1x	1075	751	617	526	330	270	185	169	119	101	78	71	55	44	35			
	1x	442	349	274	238	159	131	89	80	57	49	38	-	-	-	-			
FM9 450/750 V CEI 20-22 III	1x	291	205	169	142	80	65	42	36	26	22	17	14	11	10	7			
	1x	291	205	169	142	80	65	42	36	26	22	17	14	11	10	7			
H07Z1-Type 2 CEI 20-22 III	1x	414	194	174	158	130	112	84	74	58	48	40	34	29	25	21			
	2x	89	77	66	57	40	32	21	18	17	15	14	12	10	9	9			
FG7(O)R 0,6/1 kV CEI 20-22 II	3x	83	71	62	50	39	30	20	17	14	10	9	7	6	5	5			
	4x	58	47	42	36	28	22	16	14 ⁽²⁾	10 ⁽²⁾	9 ⁽²⁾	7 ⁽²⁾	6 ⁽²⁾	5 ⁽²⁾	3 ⁽²⁾	3 ⁽²⁾			
	5x	46	40	35	33	22	18	12	-	-	-	-	-	-	-	-			
	1x	46	43	38	35	29	25	18	16	13	10	9	7	6	5	4			
FG7(O)M1 0,6/1 kV CEI 20-22 III	2x	20	17	14	12	9	7	4	4	3	3	3	2	2	1	1			
	3x	18	16	13	11	8	6	4	3	3	2	2	1	1	1	1			
	4x	12	10	9	8	6	5	4	3 ⁽²⁾	2 ⁽²⁾	2 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾			
	5x	10	9	8	7	6	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-			
	1x	-	-	-	-	27	23	17	15	12	9	7	7	6	5	4			
	2x	16	14	12	10	8	6	4	4	3	2	2	1	-	-	-			
FTG10(O)M1 0,6/1 kV CEI 20-22 III	3x	14	12	10	8	7	5	4	3	2	2	1	1	1	1	-			
	4x	12	10	9	8	6	5	4	3 ⁽²⁾	2 ⁽²⁾	2 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾	-	-			
	5x	10	9	8	7	6	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-			
	1x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

(1) In funzione del tipo di cavo e della prova eseguita, varia la quantità minima di materiale non metallico che il fascio di cavi deve contenere per unità di lunghezza e, conseguentemente, il numero di cavi del fascio stesso. Per i cavi CEI 20-22 III (provati secondo la norma CEI 20-22/3), è prevista una quantità minima di materiale non metallico nel fascio minore che per i cavi CEI 20-22 II (provati secondo la norma CEI 20-22/2).

(2) Neutro con sezione pari a metà di quella di fase.



Nei luoghi a Maggior Rischio in Caso di Incendio laddove all'interno delle canalizzazioni di rilevanti dimensioni si superasse la dimensione del fascio sopra specificato indicato dalla CEI11-17/V1, è necessario:

- Inserire barriere tagliafiamma all'interno delle canalizzazioni ogni 10m su tratti in orizzontale.
- Inserire barriere tagliafiamma all'interno delle canalizzazioni ogni 5m su tratti in verticale.

12.6. Prese

Le prese a spina CEE per uso industriale, ove non specificato, dovranno essere del tipo conforme alle norme EN60309-1-2, contenitore CEI23-48, CEI23-49, con grado di protezione specificato in progetto e comunque non inferiore IP44, se non altrimenti specificato. Se non altrimenti specificato quando protette da interruttore automa-

tico con I_n superiore 16A, dovranno essere dotate di fusibili di protezione. Tutte le prese CEE dovranno essere di tipo interbloccato ove il carico previsto a valle dovesse superare il valore di 1kW. L'interruttore di blocco dovrà essere conforme alla EN60947-3. I fusibili montati dovranno essere di tipo gG. Se posate su materiale in legno o combustibile, dovranno avere grado di protezione non inferiore a IP4X verso la parte in legno, quando $I_{cc} < 3kA$.



Le prese di tipo domestico e similare, saranno installate solo se rispondenti alla norma CEI 23-50 EN60884-1 e del tipo a sicurezza contro il contatto accidentale (CEI 23-16) ed in materiale autoestinguente.

Nel caso di installazione di prese tripolari e quadripolari, nel loro collegamento si raccomanda di mantenere la medesima sequenza delle fasi.

12.7. Apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi di illuminazione e le relative lampade saranno certificati **CEI EN 60598** (-2-1: apparecchi fissi, -2-5: proiettori, -2-2: apparecchi da incasso).

Gli apparecchi a scarica dovranno possedere certificazione relativa alla soppressione dei disturbi radio.

Se installati su superfici combustibili dovranno essere dotati del marchio , di contro è vietata .

Per gli apparecchi contraddistinti con il pittogramma:



È fatto divieto di installazione direttamente su materiali combustibili.





È fatto divieto di installazione ad incasso su materiali combustibili.



È fatto divieto di installazione con ricopertura di materiale isolante.

È vietata la posa di apparecchi di illuminazione su materiali di legno con spessore $\leq 2mm$.

È vietato "l'entra-esci" nelle plafoniere non appositamente predisposte a tale tipo di cablaggio. Nel caso i cavi utilizzati dovranno essere normali se l'apparecchio riporta la marcatura di temperatura, viceversa di tipo resistenti al calore nel rispetto della marcatura dell'apparecchio . Tutti corpi illuminanti dovranno essere installati nel rispetto della distanza di sicurezza indicati rispetto agli oggetti illuminati .

Gli apparecchi a scarica dovranno possedere certificazione relativa alla soppressione dei disturbi radio. . Le lampade, dove non specificato, dovranno avere tonalità di colore "W" oppure "I" (cioè inferiore a 5.300 K, luce bianco-calda o bianco-neutra), gruppo di resa del colore "3".

All'interno degli uffici dovranno essere installate plafoniere fluorescenti lineari con ottica tipo dark light, a seconda dei compiti visivi presenti:

- Con utilizzo saltuario del videoterminale: ottica satinata rigata.
- Con utilizzo del videoterminale inferiore 3-4 ore: ottica satinata bassa luminanza dark 60°.
- Con utilizzo del videoterminale 4-6 ore: ottica speculare bassissima luminanza dark 60°.

12.7.1. Specifiche per sorgenti LED

Nel rispetto delle vigenti norme a tutela della salute e sicurezza dei lavoratori e non, le sorgenti LED dovranno essere di qualità adeguata e con rischio fotobiologico basso/trascurabile secondo vigenti specifiche tecniche in tema.

In particolare si richiama l'attenzione sul fatto che le sorgenti LED dal punto di vista fotobiologico debbano appartenere alla categoria "Rischio Esente" **RG0** secondo IEC EN 62471.

La resa cromatica dovrà essere $Ra > 80$.

La durata dei LED dovrà inoltre essere certificata (L80/B10) a 50'000h. Saranno tollerate durate non inferiori a 40'000h.

Il fattore di potenza dichiarato dei corpi illuminanti dovrà essere $\geq 0,9$.

Gli alimentatori delle luci LED dovranno essere conformi EN61347-1-2-3, EN61000-3-2, EN55015, EN61547.

12.7.1. Specifiche per trasformatori IT

I trasformatori ad alimentazione di circuiti IT o apparecchi elettronici in genere devono essere conformi EN60950-1, EN61000-3-2.

12.8. Tubazioni, canali, passerelle

I sistemi di tubi e accessori (tubo rigido e flessibile medio, pressacavi raccordi tubo cassetta, passacavi, raccordi per canaline, accessori vari per la realizzazione del tubo finito) dovranno essere conformi alla norma CEI EN50086, EN61386-1; in particolare: 50086-1, 50086-2-1, 61386-21 tubi rigidi, 50086-2-2, 61386-22 tubi pieghevoli, 50086-2-3, 61386-23 tubi flessibili, 50086-2-4 tubi interrati. Le tubazioni annegate in muratura dovranno essere conformi alla norma EN50086-1-2. I canali in materiale plastico e loro accessori ad uso battiscopa dovranno essere conformi alla norma CEI 23-19 fascicolo 639 ed.1983 e variante V1 1986. I sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e parete dovranno essere conformi a CEI 23-32 fascicolo 1287 ed. 1990 e variante V1 1992. Le tubazioni in PVC avranno un diametro interno minimo di 12mm.

I sistemi di canale e accessori (portacavi e separazione) dovranno essere conformi alla norma CEI EN 50085; in particolare: sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche CEI EN 50085-1. L'installazione delle canalizzazioni portacavi dovrà essere realizzato in modo da tenere almeno 2-3cm di distanza da pareti, pilastri e almeno 10-15cm di distanza da solette e travi, per consentire da un lato il raffreddamento dei cavi, dall'altro la manutenzione..

I sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi dovranno essere conformi alle norme CEI 23-31 I ed. gennaio 1990 e variante V1 1992.

I tubi metallici a protezione meccanica delle caverie dovranno essere installati esclusivamente del tipo a norma CEI23-26, CEI23-28, CEI23-29. Il diametro minimo interno sarà pari a 12mm.

I sistemi di passerelle portacavi dovranno essere conformi alla norma CEI EN 61 357.

I condotti passacavi per posa interrata dovranno essere rispondenti alla norma EN50086-2-4. Per tubi di tipo 450/750 è consentita la posa anche a profondità minore di 70cm senza protezione meccanica addizionale. I tubi di tipo 250 invece se posati a quota inferiore a 70cm, dovranno essere dotati di protezione meccanica aggiuntiva, cordolo in cemento.

Le scatole di derivazione per esterno e da incasso dovranno essere conformi alle rispettive norme di prodotto, CEI23-48, CEI23-49, IEC60670, i tappi e i dispositivi di fissaggio EN60439-1. Tubazioni e canali non dovranno correre in prossimità di fonti di calore, diretto o per irraggiamento. I centralini da incasso o da esterno per emer-

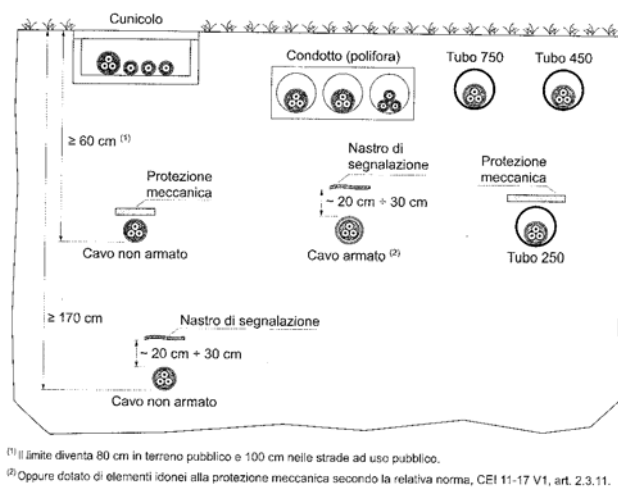
genza dovranno rispettare, oltre che le norme sopra citate, le CEI23-40, CEI17-44, CEI17-45, EN60947-1, EN60947-5-1. E' vietato eseguire derivazioni, giunte con qualsiasi mezzo e per qualsiasi scopo all'interno dei canali, delle tubazioni e dei cunicoli. Le giunzioni ed i collegamenti saranno effettuati esclusivamente nei quadri e nelle cassette di derivazione con apposite morsettiere isolate.

Per le linee dove non sia specificata la dimensione del tubo da utilizzare, la sezione interna dei tubi portacavi dovrà essere almeno pari a 1,4 volte quella del diametro del fascio di fili contenuti, mentre per i canali di sezione rettangolare il rapporto tra le sezioni dovrà essere almeno pari a 2. Canale e passerelle posate in parallelo dovranno mantenere una distanza non inferiore a 20cm.

All'interno di canali e tubazioni plastiche è ammessa l'installazione di fili unipolari senza guaina.

All'interno di canali e tubazioni metalliche o comunque non isolanti NON è ammessa l'installazione di fili unipolari senza guaina.

N.B.: i requisiti in merito al grado di protezione IP sono specificati in altro punto della relazione.



Tipologia di pose ammesse
Per cavi interrati

I pozzetti dovranno essere conformi per tipologia e posa alla UNI EN124, classe B125 quando in area non carrabile e classe D400 in area carrabile. La dimensione minima, se non specificata nell'elaborato grafico, è da intendersi 50x50cm con profondità 0,8m e fondo a perdere.

12.8.1. Posa e colore dei passacavi per sottotraccia

Secondo CEI64-100/2 sono previste le seguenti colorazioni per passacavi da sottotraccia:

NERO: per cavi, corde di forza motrice, automazione domestica.

VERDE: per cavi telefonici, TV, Trasmissione Dati, Cablaggio Strutturato.

BLU: per cavi Citofono, Videocitofono, Audio, Video, HiFi.

MARRONE: per cavi Antintrusione, Soccorso, Allarmi tecnici, Antincendio.

Nella posa sottotraccia i passacavi dovranno sovra-passare e non sotto-passare negli incroci tubazioni di liquido di varia natura.

Potranno essere posati al massimo n.3 tubi in parallelo accostati; in caso di più tubazioni dovrà essere lasciato uno spazio tra le batterie di tubazioni allo scopo di non indebolire il massetto e il getto sovrastante. Quando ciò non sia possibile sarà necessario posare nel massetto sopra le tubazioni una rete elettrosaldata maglia 5x5cm fi6.

Per la posa delle tubazioni sottotraccia non potranno essere demolite parti portanti, strutture, pignatte di solai, solette. In particolare la posa di passacavi è premessa all'interno dei solai se non comporta la demolizione di parti di laterizio quali pignatte, tavelle. La demolizione di elementi in laterizio è ammessa SOLO ed unicamente se tali elementi non sono collaboranti, ovvero se non contribuiscono alla statica del solaio.

Tutti i tubi sottotraccia nelle pareti dovranno viaggiare solo in verticale; è assolutamente vietata la posa sottotraccia obliqua nella pareti, sia in salita dal pavimento che in discesa dal plafone.

All'interno delle pareti è vietata la posa di tubazioni e scatole di derivazione nella parte esterna dell'isolante termico, all'interno dello stesso. È inoltre vietata la posa di tubazioni sottotraccia e scatole di derivazione a diretto contatto con elementi di isolamento combustibili quali sugheri, materiali in fibre/spaccati di legno, poliuretano, poliestere, polistirolo, polistirene e similari.

12.9. Scatole derivazione

Le scatole di derivazione saranno di tipo plastico in tecnopolimero autoestinguente EN50289, EN60529. Il grado di protezione sarà non inferiore ad IP66. In particolare tali costruzioni dovranno essere idonee ad ospitare guide modulari DIN per l'ancoraggio delle basi portafusibili e degli scaricatori, nonché delle morsettiere necessarie per l'entra-escei dei cavi e dei connettori.

Le scatole di derivazione sono riservate ai cavi ed alle loro giunzioni o dispositivi di connessione. È comunque ammessa la posa all'interno delle scatole di derivazione di elementi che nell'uso ordinario dissipano una potenza trascurabile (es. relè e similari).

(art.526.4) Viene ammessa la posa anche di dispositivi che dissipano potenza non trascurabile (es. alimentatori, trasformatori, suonerie, etc.) a condizione che:

- La scatola di derivazione sia conforme a CEI 23-49 con potenza dissipabile dichiarata.
- Le apparecchiature installate all'interno abbiano specifiche tecniche relative alla potenza dissipata dichiarata nel data sheet.
- La potenza dissipabile dalla scatola di derivazione nelle condizioni di installazione sia almeno 20% maggiore delle somme delle potenze dissipate dagli elementi inseriti all'interno della scatola di giunzione.

12.10.Rifasamento

Al momento non previsto.

12.11.UPS


Non presenti.

12.12.Componenti vari

Per quanto concerne i materiali vari da utilizzare per gli impianti elettrici dovrà essere assicurato il rispetto delle seguenti norme ed indicazioni:

- Le morsettiere utilizzate per le giunzioni in cassette di derivazione dovranno essere esclusivamente del tipo a norma CEI 23-20, 23-21.

- Gli involucri delle apparecchiature ad uso domestico e similare conformi alle norme CEI23-48.
- Le placche delle scatole a incasso di alloggiamento dei comandi saranno conformi a CEI23-48 EN60670-1 EN61140 per il doppio isolamento e dovranno essere unicamente in doppio isolamento. Se destinate a pareti leggere saranno di tipo H secondo medesima norma.
- I dispositivi di comando, non automatici, dovranno essere conformi alla norma CEI23-9, CEI EN 60669-1.
- Tutte le scatole che siano destinate a contenere componenti elettrici dovranno essere testate e classificate secondo EN50102 per determinare il grado di protezione contro gli impatti di natura meccanica.
- Scatole e contenitori per esterno EN50022, CEI23-48, IEC60670.

Gli apparecchi dotati del marchio  (classe doppio isolamento), non necessiteranno del conduttore di protezione; è anzi vietato il loro collegamento a terra.

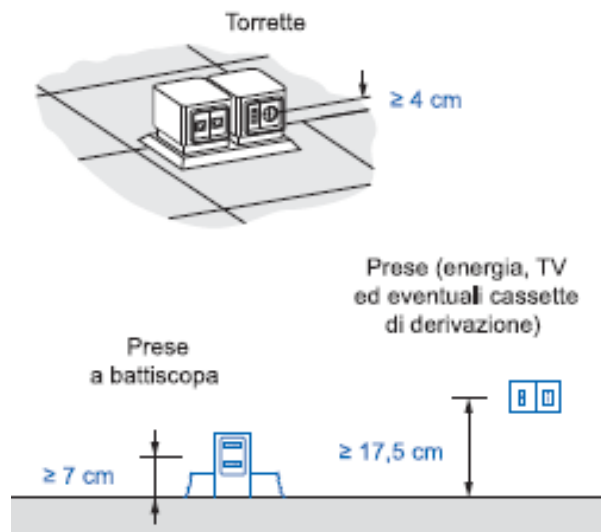
I sensori di movimento ad infrarossi dovranno essere conformi alle EN60669-1, EN60669-2-1.

12.13. Altezza di installazione dei componenti

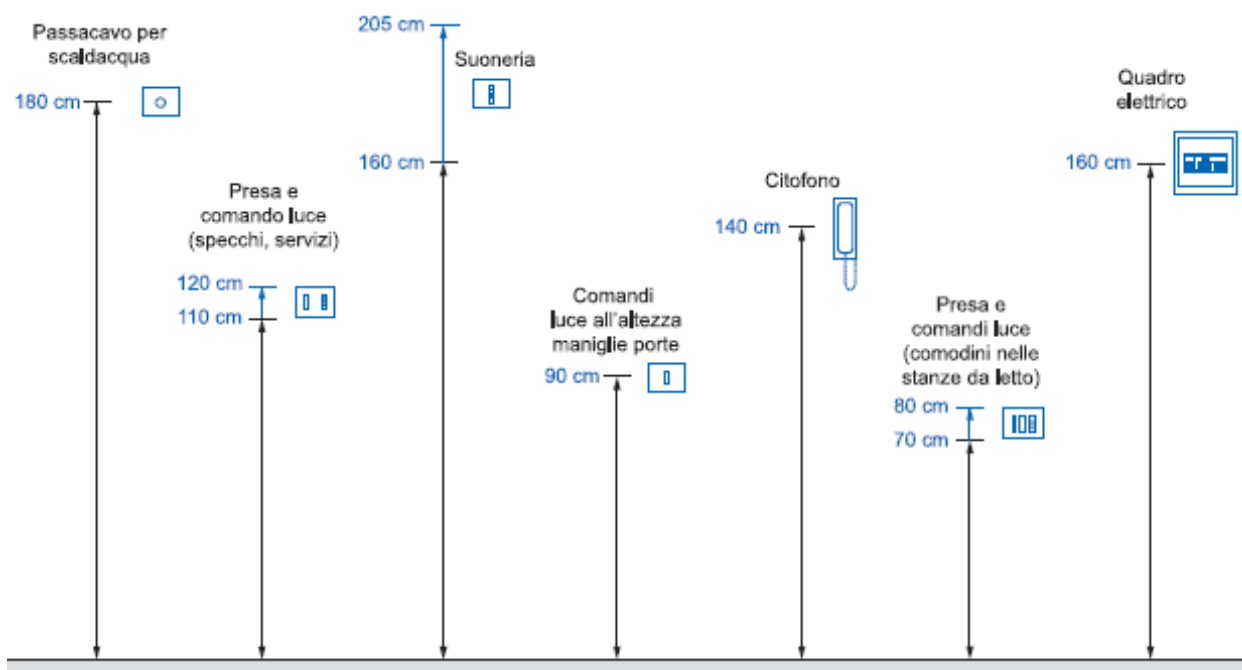
Per quanto concerne gli ambienti non specificatamente formati si danno le seguenti indicazioni.

Prese tipo civile:

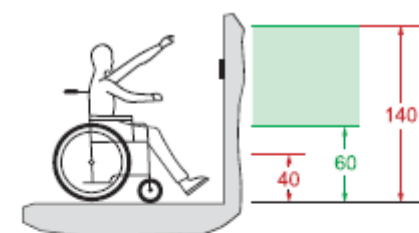
- Prese ordinarie centro scatola non inferiore 17,5cm dal pavimento.
- Prese a battiscopa centro scatola non inferiore a 7cm dal pavimento.
- Torrette a pavimento centro scatola non inferiore a 4cm dal pavimento.



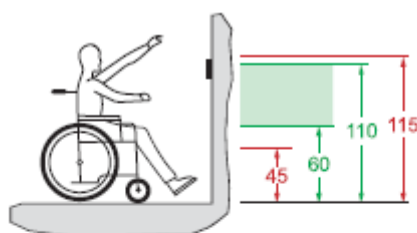
Di seguito le altezze di installazione consigliate da guida CEI64-50, relativa agli edifici civili ed assimilabili.



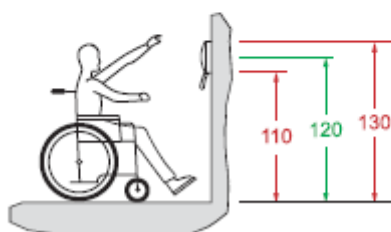
In caso di ambienti con presenza di portatori di handicap o locali con necessità di adattabilità successiva, sono indicate le seguenti altezze di installazione in verde. In rosso gli estremi di Legge rispetto al D.M.236/89 in merito alle barriere architettoniche



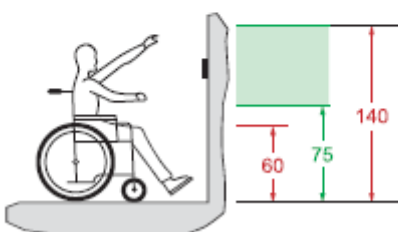
Altezza campanelli e pulsanti di comando



Altezza prese energia, TV e telefono



Altezza citofono



Altezza interruttori, quadri elettrici

LEGENDA:

Zona consigliata

↑ Limiti estremi

13. Sospensione degli elementi

Tutti gli elementi sospesi quali ad esempio le plafoniere, i corpi illuminanti, le tubazioni metalliche e plastiche, le passerelle metalliche, le mensole portacavi, etc. dovranno essere sospesi con tasselli e/o sistemi di fissaggio che ne garantiscano la corretta sospensione e durata nel tempo.

Per sistema di fissaggio si intendo sia l'elemento ancorante a muro/soffitto (tassello), sia le barre filettate di sospensione e/o le mensole di sostegno delle canalette.

In particolare i sistemi di fissaggio dovranno garantire una tenuta almeno pari al peso dell'elemento sospeso con un **coefficiente di sicurezza non inferiore a 3** (se l'elemento da sospendere pesa 100kg, i tasselli e le staffe di sostegno dovranno essere in grado di sorreggere 300kg); tale portata dovrà risultare da certificato dei tasselli / sistema di ancoraggio e dalle staffe eventualmente in opera utilizzati in relazione alla muratura nel quale lo stesso viene infisso.

Per elementi singoli il peso cui fare riferimento è il peso il peso dell'elemento stesso (es. plafoniera) aumentato del 100% per tenere conto di eventuali appendimenti che potrebbero essere realizzati anche se la circostanza dovrebbe essere assolutamente vietata, come previsto.

13.1. Sospensione Canali portacavi

I canali portacavi devono essere al massimo stipati al 50% del loro volume.

Relativamente alle sospensioni dei canali deve essere previsto un interasse massimo per gli elementi di sospensione non superiore a quanto indicato, con un peso a metro lineare non superiore a quanto in tabella. Sono inoltre specificati i dettagli relativi alla portata delle singole mensole, tenuto conto che i dati hanno già in se un coefficiente di sicurezza pari a 2,5. Le portate sono calcolate per canale tipicamente a grado di protezione IP20:

Interasse di posa sospensioni/appoggi 1500mm:

Dimensione Canale	Tipo Canale	Massimo peso al metro [Kg/m]	Carico sul singolo Supporto [Kg]
150l x 80h mm	Canale forato	120kg/m	180kg a taglio se parete 180kg a trazione se solaio
200l x 80h mm	Canale forato	130kg/m	200kg a taglio se parete 200kg a trazione se solaio
300l x 80h mm	Canale forato	140kg/m	210kg a taglio se parete 210kg a trazione se solaio

Interasse di posa sospensioni/appoggi 2500mm:

Dimensione Canale	Tipo Canale	Massimo peso al metro [Kg/m]	Carico sul singolo Supporto [Kg]
150l x 80h mm	Canale forato	80kg/m	200kg a taglio se parete 200kg a trazione se solaio
200l x 80h mm	Canale forato	80kg/m	200kg a taglio se parete 200kg a trazione se solaio
300l x 80h mm	Canale forato	90kg/m	230kg a taglio se parete 230kg a trazione se solaio

Non sono ammesse sospensioni con luce di sospensione superiori a 2,5m, salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori, con presentazione di calcoli da parte dell'impresa esecutrice.

È vietato l'utilizzo di elementi di sospensione con meno di quattro tasselli di tenuta.

È vietato l'utilizzo di elementi di sospensione che lavorano a solo taglio per canali superiori a 200mm di larghezza. Da 300mm in su (o per pesi superiori a 150kg per ciascuna sospensione) la sospensione dovrà lavorare a taglio sull'ancoraggio nel muro, ed a trazione all'estremo opposto con ancoraggio a soffitto

Relativamente all'ancoraggio si propone uno schema per la verifica di tasselli da parte di specifico produttore. Sono riportati i pesi massimi a trazione che, cautelativamente, possono essere utilizzati anche a taglio.

I valori limite hanno un coefficiente di sicurezza pari a 5 e sono utilizzabili su varie tipologie di materiali.

In caso di necessità contattare la Direzione Lavori in fase di esecuzione, con congruo anticipo, per variazioni di tipologia che dovranno essere comunque autorizzate per iscritto, corredata di calcoli da parte dell'impresa esecutrice.

Da considerare che ciascun tassello M6 profondità 50mm foratura 60mm ad espansione con vite ha le seguenti proprietà:

Tenuta a strappo in solaio laterizio: 20kg - 4 fori 80kg

Tenuta a strappo in solaio cemento (Rck20-25): 70kg - 4 fori 280kg

Tenuta a taglio in parete laterizio: 20kg - 4 fori 80kg



FISSAGGI LEGGERI UNIVERSALI

T6

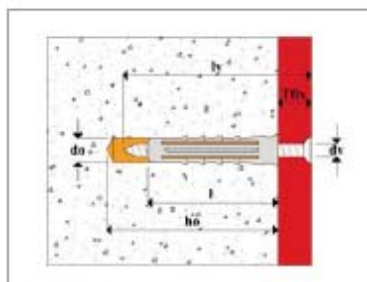


Materiale: Poliammide 6.

Colore: Grigio RAL 7035.

Temperatura di esercizio: -20°C +60°C.

Versione: Solo tassello.



		Diametro Foratura	Lunghezza Tassello	Profondità Foratura	Diametro Vite	Lunghezza Minima Vite	Confezione
Tipo	Codice	d ₀ /mm	l/mm	h ₀ /mm	d _v /mm	l _v /mm	pz.
T6 5x25	565385	5	25	35	3,0-4,0	30	100
T6 6x30	565386	6	30	40	4,0-5,0	35	100
T6 6x45	565757	6	45	55	4,0-5,0	50	100
T6 8x40	565387	8	40	50	4,5-6,0	45	100
T6 8x50	565758	8	50	60	4,5-6,0	55	100
T6 10x50	565388	10	50	65	6,0-8,0	55	50
T6 10x60	565759	10	60	75	6,0-8,0	65	25
T6 12x60	565281	12	60	75	8,0-12,0	65	25
T6 14x70	565282	14	70	90	10,0-12,0	75	20

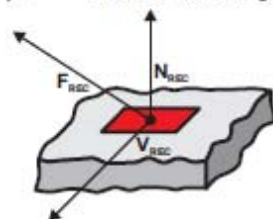
$$N_{Sk} \leq N_{rec} = N_{Ru,m} / \gamma$$

N_{Sk}: Forza agente a trazione.

N_{rec}: Carico raccomandato a trazione.

N_{Ru,m}: Carico ultimo medio a trazione.

γ: Fattore di sicurezza globale=5.



ANCORAGGIO SINGOLO: RESISTENZE RACCOMANDATE N_{rec} E RESISTENZE ULTIME MEDIE $N_{Ru,m}$

Descrizione		T6 5x25		T6 6x30		T6 6x45		T6 8x40		T6 8x50		T6 10x50		T6 10x60		T6 12x60		T6 14x70	
Diametro foro	d ₀ /mm	5		6		6		8		8		10		10		12		14	
Profondità foratura	h ₀ /mm	35		40		55		50		60		65		75		75		90	
Diametro vite	d/mm	4,0		5,0		5,0		6,0		6,0		8,0		8,0		10,0		12,0	
		N _{rec}	N _{Ru,m}	N _{rec}	N _{Ru,m}	N _{rec}	N _{Ru,m}	N _{rec}	N _{Ru,m}	N _{rec}	N _{Ru,m}	N _{rec}	N _{Ru,m}	N _{rec}	N _{Ru,m}	N _{rec}	N _{Ru,m}	N _{rec}	N _{Ru,m}
Calcestruzzo C20/25	daN	60	300	66	330	74	370	104	520	160	800	150	750	180	900	220	1100	320	1600
Mattoni pieni	daN	52	260	60	300	52	260	90	450	64	320	104	520	80	400	-	-	-	-
Blocco calcestruzzo forato	daN	48	240	50	250	62	310	64	320	100	500	80	400	112	560	103	515	108	540
Mattoni forati	daN	28	140	42	210	42	210	50	250	50	250	50	250	50	250	-	-	-	-
Laterizio forato	daN	20	98	20	100	20	100	22	110	22	110	23	116	23	116	-	-	-	-
Calcestruzzo cellulare	daN	8	40	8	40	8	40	15	150	15	150	30	150	30	150	35	175	40	200
Cartongesso [13 mm]	daN	-	-	-	-	-	-	-	-	15	75	-	-	15	75	-	-	-	-
Cartongesso [13+13 mm]	daN	-	-	-	-	18	90	-	-	28	140	-	-	29	145	-	-	-	-

¹ C20/25 = 250 kg/cm² • 1 daN = 1 kg • 1 kN = 100 kg.

14. Compartimentazioni e Aree a Rischio Esplosione

Tutti gli attraversamenti orizzontali e verticali di comparto antincendio (indicati con specifici colori all'interno dell'elaborato grafico) dovranno essere ripristinati dal punto di vista della compartimentazione con materiali idonei (combinazione di siliconi, schiume, sacchetti a costipazione con adeguato certificato ETA/rapporto di prova in relazione alla specifica applicazione) in funzione dello spessore parete e dimensione del foro.

La certificazione da fornire sarà per la medesima resistenza al fuoco del comparto attraversato. La stessa si compone di certificato ETA riportante le caratteristiche di posa, dichiarazione di conformità del materiale a firma del fornitore (modello VV.F. "mod. DICH.CONF.-2004") e bolla di accompagnamento, corretta posa a firma dell'installatore (modello VV.F. "mod. DICH. POSA OPERA-2004"), certificazione dell'adeguata ricompartimentazione a firma della Direzione Lavori o di tecnico antincendio iscritto elenco D.lgs139/06 su modulistica VV.F. "2014 - Mod Pin 2-3 2014 DichProd".

In caso di attraversamento pareti divisorie che fungano da barriera all'estensione delle aree a rischio di esplosione dovrà essere sigillato il passaggio da un lato all'altro mediante materiale impermeabile idoneo e con caratteristiche di resistenza al fuoco richiesta per la ricompartimentazione. Certificazione dovrà essere fornita a fine lavori.

Le certificazioni dovranno essere allegate alla dichiarazione di conformità.

In relazione al punto 527.2.4 CEI64/8 non è necessario costipare completamente le canalizzazioni o le tubazioni se di sezione netta inferiore a 710mm^2 (max tubo DN15mm), con grado protezione \geq IP44.

14.1. Rilevatori di fughe di gas

Non pertinente.

15. Collegamento SPD

Tutti i dispositivi scaricatori di sovratensione o SPD dovranno essere conformi alla EN6164-3 (CEI37-8).

Gli scaricatori di sovratensione dovranno essere installati nel rispetto delle specifiche contenute negli elaborati grafici allegati e di quanto precisato.

Le cartucce degli scaricatori e la terna di fusibili a loro protezione dovranno essere installati all'interno del quadro elettrico a distanza non inferiore a 10cm da altre apparecchiature interne ed esterne. A tale scopo dovrà essere lasciata libera la porzione di guida DIN inferiore all'installazione e un adeguato numero di moduli a lato della stessa. Tale precauzione si rende necessaria per minimizzare i danni alle apparecchiature in caso di intervento/danneggiamento degli stessi.

Il collegamento in uscita verso terra dovrà essere diretto, lineare di adeguate dimensioni. In particolare dovrà essere realizzato un collegamento diretto alla barra di terra interna al quadro, con connessione prossima alla dorsale di terra che colletta il nodo stesso. La tratta di collegamento deve passare ad adeguata distanza dalle apparecchiature interne al quadro (almeno 5cm) per evitare danneggiamento alle stesse in caso di intervento. La di-

scesa del cavo in uscita dallo scaricatore dovrà essere vicina al cavo di ingresso al quadro per minimizzare i fenomeni induttivi, come da esempi allegati.

Le sezioni del cavo previste per il collegamento sono SPD Classe 1: 6mm² o superiore con cavo colore Marrone-Nero.

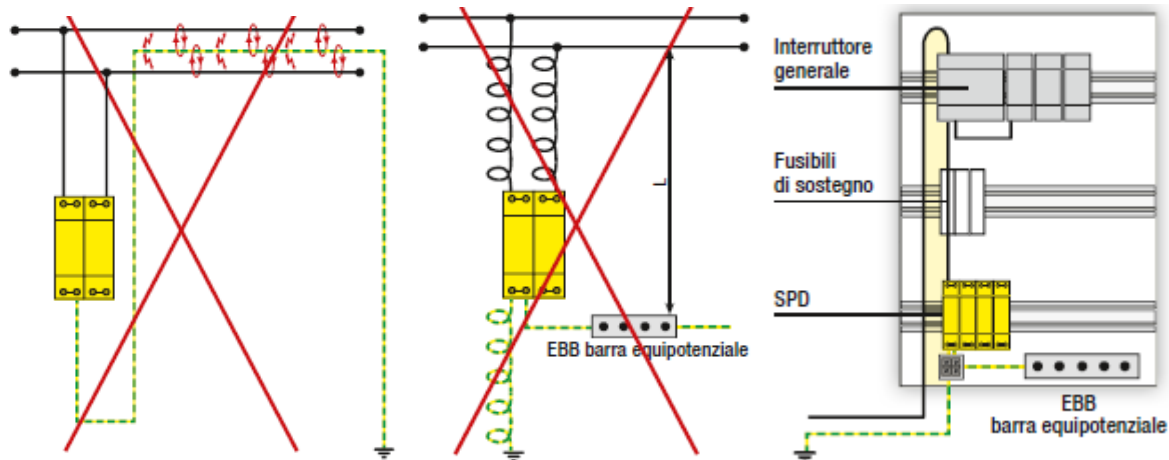
La taratura dei fusibili dovrà essere effettuata in relazione alle istruzioni del fabbricante del dispositivo specifico installato.

La spira formata dai cavi di ingresso nel quadro + cavi uscita dallo scaricatore verso il nodo di terra dovrà essere minimizzata, per esempio come in immagine allegata.

Relativamente all'installazione dei fusibili di protezione è necessario considerare:

- Installazione al contatore a monte interruttore: protezione fusibile solo sulle fasi fusibili 22x58 125A tipo gG.
- Installazione in quadro elettrico derivato: è necessario verificare le istruzioni di installazione del dispositivo. In generale se interruttore a monte $I_n > 125A$ (63A in alcuni casi) è necessario installare fusibili solo sulle fasi 22x58 125A tipo gG. Di contro se $I_n \leq 125A$ (63A in alcuni casi) non è necessario installare fusibili di protezione.

È in ogni caso verificare per ogni installazione e soprattutto per ciascun differente dispositivo le istruzioni di montaggio del fabbricante, quando all'interno degli schemi elettrici non sia esplicitamente prevista marca modello dello scaricatore o quando si opti per l'inserimento di uno scaricatore di pari prestazioni ma di marca e modello differente da quanto indicato all'interno degli schemi elettrici unifilari.



16. Impianto FotoVoltaico

La struttura è di nuova realizzazione, e quindi anche l'impianto fotovoltaico risulta essere un impianto di nuova realizzazione, perciò l'intervento è classificato come NUOVA INSTALLAZIONE.

L'impianto sarà costituito dai seguenti componenti:

- CAMPO FOTOVOLTAICO: parte di impianto costituito dalla schiera di moduli fotovoltaici.
- STRUTTURA DI SOSTEGNO DEI MODULI: Struttura appositamente realizzata per l'installazione dei moduli su lamiera grecata in modo complanare alla falda.

- CONDUTTURE CORRENTE CONTINUA: Condutture per il collegamento delle apparecchiature lato Corrente Continua ovvero, dai moduli fotovoltaici fino all'ingresso del gruppo di conversione.
- PROTEZIONI LATO CORRENTE CONTINUA: apparecchiature di protezione e sezionamento del lato corrente continua.
- DISPOSITIVO DI CONVERSIONE: Apparecchiatura destinata alla conversione della corrente continua proveniente dal campo fotovoltaico in corrente alternata per l'alimentazione dell'utenza e la connessione in rete.
- CONDUTTURE CORRENTE ALTERNATA: Condutture per il collegamento dell'impianto fotovoltaico dall'uscita del dispositivo di conversione al punto di connessione all'impianto elettrico esistente.
- PROTEZIONI LATO CORRENTE ALTERNATA: apparecchiature di protezione e sezionamento del lato corrente alternata.
- SISTEMA DI MISURA E MONITORAGGIO: insieme delle apparecchiature per la misurazione e la visualizzazione delle grandezze elettriche.

L' impianto fotovoltaico è suddiviso in due sistemi elettrici; il sistema elettrico in corrente continua, riguarda la parte di generazione a monte del gruppo di conversione (seguendo il verso dell'energia generata) ed ha le seguenti caratteristiche:

Tensione nominale: 486,15V (CC)

Tipo di sistema: 1° Categoria "IT"

Per sistema IT, si intende un sistema che non ha nessun polo collegato a terra e che ha le masse dei componenti collegate all'impianto di terra. Tutti i componenti dell'impianto sono di classe II, perciò non vi è presenza di masse. Nonostante questo, anche in conformità a quanto prescritto della norma CEI 82-25, le strutture metalliche andranno collegate all'impianto equipotenziale.

Il sistema elettrico in corrente alternata invece, riguarda la parte di impianto a valle del gruppo di conversione ed ha le caratteristiche della fornitura dell'energia elettrica, in quanto l'uscita del gruppo di conversione viene messa in parallelo alla rete del distributore tramite l'impianto utente. Il sistema elettrico in corrente alternata ha le seguenti caratteristiche:

Tensione nominale: 400-230V (AC)

Frequenza nominale: 50Hz

Tipo di sistema: 1° Categoria monofase "TT"

Potenza Impegnata: 50 kW

Corrente di cto-cto 16 kA

16.1. Riferimenti normativi

- CEI 64-8 (fasc. 1916/22) Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e a 1500V in c.c.;
- CEI 64-50 (fasc. 1282 G) Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici;

- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
- 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 20-22 Cavi isolati in PVC non propaganti la fiamma per tensioni fino a 1000V.
- CEI 23-9 Apparecchi di comando non automatici per installazione fissa per uso domestico e similare.
- CEI 23-18 Norme per interruttori differenziali per usi domestici e similari.
- CEI EN 60904-6 Dispositivi fotovoltaici- Requisiti dei moduli solari di riferimento
- CEI EN 61215 Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo
- CEI EN 61727 Sistemi fotovoltaici. Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete
- CEI EN 61725 Espressione analitica dell'andamento giornaliero dell'irraggiamento solare
- CEI EN 61829 Schiere di moduli FV in silicio cristallino-Misura sul campo della caratteristica I-V
- CEI EN 60146 Convertitori a semiconduttori-Prescrizioni generali e convertitori commutati da linea
- CEI EN 50081 Compatibilità elettromagnetica. Norma generica sull'emissione. Parte 1
- CEI ENV 61000 Compatibilità elettromagnetica. Parte 3
- CEI EN 60555 Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici
- CEI EN 60445 Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico
- CEI EN 60529 Grado di protezione degli involucri (codice IP)
- CEI EN 60719 Calcolo dei valori minimi e massimi delle dimensioni medie esterne dei conduttori e dei cavi con conduttori rotondi in rame e con tensione nominale inferiore a 450/750V
- CEI EN 61724 Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici.
- IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems - Terms and symbols
- CEI EN 50380 Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici
- CEI EN 60891 Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino –Procedure di rapporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento
- CEI EN 60904-1 Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione
- CEI EN 60904-2 Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per le celle solari di riferimento
- CEI EN 60904-3 Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento
- CEI EN 61173 Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida

Inoltre dovranno essere osservate tutte le altre norme inerenti a materiali e apparecchiature elettriche (norme di prodotto).

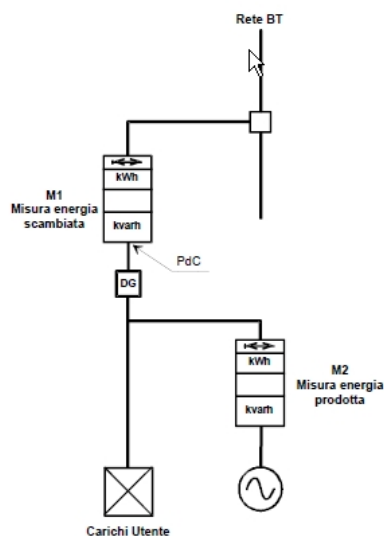
Nella scelta dei materiali, dovranno essere privilegiati quelli dotati di marchi di qualità.

Dovranno inoltre essere rispettate, ove richiesto, le prescrizioni particolari degli enti di controllo (ISPESL, ASL, VV.F.) e degli enti erogatori (ENEL, TELECOM).

16.2. Caratteristiche

L'impianto fotovoltaico, verrà connesso alla rete di distribuzione, effettuando un parallelo sull'impianto elettrico esistente, utilizzando lo schema tipo riportato nelle disposizioni di allacciamento "norma CEI 0-21" sotto riportato.

L'energia proveniente dall'impianto fotovoltaico, alimenta i carichi collegati al gruppo di consegna ENEL, ovvero quelli a servizio dell'utenza. Nel caso in cui non vi sia richiesta di energia dai carichi dell'utenza, l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico fluisce in rete.



a) Impianti fotovoltaici

16.3. Moduli FV

Come già esposto i moduli fotovoltaici verranno installati sulla copertura, sulla falda orientata verso sud.

I moduli scelti sono composti da celle in silicio monocristallino ad alta efficienza, incapsulate in EVA, e disposte su un laminato di Tedlar, che costituisce la parete inferiore del modulo ed una lastra di vetro temperato come faccia superiore. Il modulo è dotato di una cornice in alluminio che garantisce allo stesso buone caratteristiche meccaniche. La cassetta delle terminazioni è posta sul retro del modulo ed ha al suo interno i diodi di protezione by-pass e la connessione dei terminali del modulo con due spezzoni di cavo a cui sono già applicati connettori MC tipo 4. La cassetta delle terminazioni ha un grado di protezione IP65 e non deve essere aperta durante le fasi di collegamento.

Elettricamente il singolo modulo è un componente di Classe II.

I moduli dovranno essere posati in modo conforme alle prescrizioni del produttore.

16.4. Conversione CC/CA

Le grandezze elettriche che compongono l'energia proveniente dal campo fotovoltaico, sono in corrente continua (C.C.). Per la conversione delle grandezze elettriche in alternata (C.A.) alla tensione trifase a 400V a 50 Hz, con le caratteristiche idonee alla connessione in rete, verrà installata una macchina di conversione (INVERTER); la macchina deve essere conforme alle norme EMC, alla Direttiva Bassa Tensione, essere certificata con marchi di qualità e marcatura CE ed essere conforme ai dettami delle norme specifiche CEI e delle disposizioni di legge a livello nazionale.

Il principio di commutazione è a commutazione forzata con tecnica PWM e deve essere in grado di operare in modo completamente automatico con inseguimento del punto di massima potenza (MPPT).

La macchina non è dotata di trasformatore di isolamento galvanico fra continua e alternata, ma è presente una protezione di intervento se la componente continua complessiva supera lo 0,5% del valore efficace della componente fondamentale complessiva del convertitore, in conformità a quanto prescritto nella Delibera 99/08 "TICA".

Il dispositivo di conversione verrà posizionato in un ambiente chiuso con ventilazione naturale posto al piano primo.

La macchina è dotata di un doppio inseguitore MPPT, per poter gestire separatamente le due stringhe installate sulla copertura.

E' importante applicare all'INVERTER un cartello monitore di colore giallo, con riportata la dicitura:

! ATTENZIONE ! I connettori possono essere disinseriti solamente con sezionatore DC in posizione di aperto e con INVERTER disalimentato.

16.5. Condutture lato continua

Il collegamento fra i moduli per la formazione delle stringhe, è realizzato utilizzando i cavi in uscita dalle cassette di terminazione di ogni singolo modulo, con i relativi connettori MC tipo 4 e grado di protezione IP67.

Ogni stringa verrà poi collegata al quadro generale lato C.C. (QEDC_FV) posto nel locale tecnico (inverter) al piano terra, con conduttori tipo Solar Cable FG21M21 0,6/1kV di sezione minima indicata negli elaborati grafici.

Sulla copertura i cavi dovranno essere posati in modo da essere protetti dai raggi U.V., e quindi o nascosti sotto i moduli fotovoltaici, fissandoli alla struttura o posati in guaina protettiva ferro gomma o tubo Fe-Zn.

La conduttura per raggiungere il Quadro Elettrico Generale Lato C.C. -QEDCFV sarà costituita da una tubazione parete d= 32mm; la lunghezza totale della conduttura è di circa 17 mt.

La disposizione delle apparecchiature che compongono il campo fotovoltaico e le relative caratteristiche sono meglio rilevabili negli elaborati grafici allegati.

Di seguito sono riportate le caratteristiche dei conduttori:

Produttore: Berica Cavi Tipologia: Solar Cabel FG21M21 0,6/1 kVac 0,9/1,5 kVdc

Conduttore: rame rosso ricotto

Isolante: elastomero reticolato atossico Guaina : elastomero reticolato atossico

Marcatura: BERICA CAVI S.P.A. (VI) SOLAR CABEL CEI 20-22 II CE 1x Sezione – Metrica progressiva

16.6. Quadro elettrico C.C.

Il quadro elettrico deve essere cablato ed installato in conformità alla norma CEI 17/13-1. Il quadro, dovrà essere dotato di apposita targhetta di identificazione e marcatura CE, inoltre il costruttore del quadro è tenuto a redigere l'apposita documentazione tecnica, in conformità alle suddette norme, ed a lasciarne una copia all'interno dell'apparecchiatura.

L'apparecchiatura, installata immediatamente a monte del dispositivo di conversione, è costituita da 1 contenitore in materiale isolante di dimensioni 426x288x148 mm ognuno, con oblò trasparente.

Il quadro è dotato di guida normalizzata DIN 35, ha una capacità modulare di 18 u.m. ed ha un grado di protezione IP65.

All'interno del contenitore sono installate le seguenti apparecchiature:

N°2 sezionatore avente la funzione di sezionamento sotto carico generale dell'impianto di generazione;

In questo impianto la funzione delle apparecchiature sopraindicate è quella di sezionamento di ogni stringa in quanto come verrà riportato in seguito non sono necessari dispositivi di protezione dalle sovracorrenti.

16.7. Misure

per l'installazione del gruppo di misura dell'energia prodotta. In questo impianto il gruppo di misura dell'energia prodotta, verrà installato nelle immediate vicinanze dei gruppi di conversione, e quindi in locale tecnico vicino all'inverter.

In conformità alle disposizioni normative antifrode, il cavo di collegamento fra i gruppi di conversione ed il gruppo di misura dell'energia prodotta, è con guaina ovvero è stato utilizzato un cavo tipo FG16OR16 4x2,5mmq multipolare con guaina posato in canale in PVC apribile di lunghezza circa 3 mt. La competenza del suddetto gruppo di misura è dell'Ente Distributore.

16.8. Quadro C.A.

Il quadro elettrico deve essere cablato ed installato in conformità alla norma CEI 17/13-1. Il quadro, dovrà essere dotato di apposita targhetta di identificazione e marcatura CE, inoltre il costruttore del quadro è tenuto a redigere l'apposita documentazione tecnica, in conformità alle suddette norme, ed a lasciarne una copia all'interno dell'apparecchiatura.

L'apparecchiatura, situata immediatamente a valle del dispositivo di conversione, è costituita da un contenitore in materiale isolante di, con porta con oblò trasparente. Il quadro è dotato di guida normalizzata DIN 35, ha una capacità modulare di 18 u.m. ed ha un grado di protezione IP65.

Questa apparecchiatura ha anche la funzione di quadro generale dell'abitazione.

All'interno dell'apparecchiatura è installato un interruttore magnetotermico, che svolge la funzione di sezionamento e protezione dalle sovracorrenti sul lato corrente alternata dell'impianto fotovoltaico. In conformità alla norma CEI 0-21 questo interruttore è identificato come DISPOSITIVI DI GENERATORE.

N.B. il quadro ha una doppia alimentazione, ovvero dalla rete ENEL e dal dispositivo di conversione, dovrà perciò riportare una targa leggibile con la scritta:

! - ATTENZIONE! QUADRO CON DOPPIA ALIMENTAZIONE -

16.9. Parallelo con la rete

Come si evince dalla figura riportata nel paragrafo 3.2, in conformità a quanto prescritto nella norma CEI 0-21, per realizzare il parallelo con la rete pubblica, sono necessari tre dispositivi:

- **DISPOSITIVO DI GENERATORE:** posto immediatamente a valle del dispositivo di conversione, interviene per un guasto interno al sistema fotovoltaico o del gruppo di conversione e garantisce il sezionamento dell'impianto fotovoltaico dalla rete in alternata.
- **DISPOSITIVO E PROTEZIONE DI INTERFACCIA:** sistema di monitoraggio delle grandezze elettriche della rete, deve essere in grado, agendo sulla protezione di interfaccia, di sezionare automaticamente ed in sicurezza l'impianto fotovoltaico dalla rete elettrica, nel caso in cui le grandezze monitorate escano dai valori prefissati.
- **DISPOSITIVO GENERALE:** è posto nelle immediate vicinanze del punto di connessione, e svolge la funzione di sezionamento dell'impianto fotovoltaico e di protezione della linea di collegamento all'impianto utilizzatore.

Il dispositivo generale e quello di generatore è sono già stati trattati nei paragrafi precedenti.

Per quanto riguarda invece il dispositivo e la protezione di interfaccia, vista la presenza di un gruppo di conversione e visto che la potenza dell'impianto è inferiore a 11,08 kW, in conformità a quanto prescritto dalla norma CEI 0-21 Ed. 07-16, sono stati utilizzati i dispositivi di conversione interni ai gruppi di conversione.

Le grandezze monitorate e le tarature sono le seguenti:

Protezione	Soglia prescritta	Soglia impostata	Tempo di intervento ⁴	Tempo di intervento rilevato ⁵	Esecuzione
(59.S1) ¹	440,0 V	440 V	Variabile in funzione del valore iniziale e finale di tensione, al massimo 603 s		
(59.S2)	460,0 V	460 V	0,2 s		
(27.S1) ²	340,0 V	340 V	0,4 s		
(27.S2) ³	160,0 V	160 V	0,2 s		
(81>.S1)	50,5 Hz	50,5 Hz	0,1 s		
(81<.S1)	49,5 Hz	49,5 Hz	0,1 s		
(81>.S2)	51,5 Hz	51,5 Hz	0,1 s		
(81<.S2)	47,5 Hz	47,5 Hz	0,1 s		
Comando locale ⁶	0	0			
Segnale esterno	1	1			

NP = non previsto

¹: Misurata a media mobile su dieci minuti secondo CEI 61000-4-30

²: Nel caso di generatori tradizionali il valore indicato per il tempo di intervento deve essere adottato quando la potenza complessiva è superiore a 11,08 kW; per potenze inferiori può essere facoltativamente utilizzato un tempo di intervento senza ritardo intenzionale.

³: Soglia obbligatoria per i soli generatori statici con potenza installata superiore a 11,08 kW.

⁴: Tempo intercorrente tra l'istante di inizio della condizione anomala rilevata dalla protezione e l'emissione del comando di scatto.

⁵: I tempi di intervento devono essere rilevati da opportuno file non modificabile dall'utente prodotto dalla cassetta prova relè o dall'inverter (ammissibile solo in caso di SPI integrato) oppure dal display dell'inverter. La stampa del file e l'eventuale supporto informatico del file stesso deve essere allegato alla presente relazione. In caso di rilievo dei dati dal display dell'inverter devono essere allegate le foto del display con i dati chiaramente leggibili per ciascuna delle prove da effettuare

⁶: Modalità di funzionamento del sistema di protezione di interfaccia (stand alone, impiego del SPI sulla base di sole informazioni locali). Si ottiene il funzionamento permanente in soglie permissive.

16.10.Impianto di terra

Per impianto di terra si intende l'insieme dell'impianto di dispersione e dell'impianto equipotenziale.

Lo scopo dell'impianto di terra è quello di garantire l'equipotenzialità fra le masse e masse estranee e fissare un riferimento alla tensione dell'impianto. L'impianto di terra può avere quindi congiuntamente o separatamente scopo di protezione o di funzionamento.

La struttura è di nuova realizzazione e quindi verrà realizzato un impianto di dispersione. L'impianto di terra nel suo complesso deve essere conforme alla normativa vigente e non è oggetto della presente progettazione.

Si provvederà in ogni caso a verificare tramite misura lo stato dell'impianto di terra.

Misura effettuata con metodo "LOOP TEST": valore misurato:

Di seguito vengono descritte le caratteristiche del conduttore di protezione per la messa a terra della struttura di sostegno dei moduli:

Conduttore di protezione: il conduttore di protezione garantisce l'equipotenzialità di tutte le masse e masse estranee e oltre a collegarle fra di loro, le collega al collettore principale di terra. Come conduttori di protezione, possono essere usati: anime di cavi multipolari, conduttori unipolare, facenti parte o no con i conduttori attivi della conduttura, schermi e guaine metalliche di cavi, tubi o canali metallici.

I conduttori di protezione devono essere protetti contro il danneggiamento meccanico e chimico e le connessioni devono essere ispezionabili. Sui conduttori di protezione non devono essere inseriti apparecchi di interruzione, ameno ch  non siano apribili mediante attrezzo.

La sezione dei conduttori di protezione pu  essere calcolata in base all'energia specifica passante o scelta in base alla seguente tabella:

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto $S \text{ (mm}^2\text{)}$	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione $S_p \text{ (mm}^2\text{)}$
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S_p = S / 2$

La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura non deve essere in ogni caso inferiore a:

- 2,5 mm² se   prevista una protezione meccanica
- 4 mm² se non   prevista una protezione meccanica.

In questo impianto come conduttori di protezione sono stati utilizzati:

- conduttori unipolari colore giallo-verde, facenti parte della stessa conduttura dei conduttori attivi.

La sezione   stata scelta in base alla suddetta tabella.

16.11.Dimensionamento Protezioni

In questo paragrafo verranno analizzati i tipi di protezione da effettuare e le verifiche delle caratteristiche elettriche dei componenti scelti.

Come gi  esposto il sistema elettrico si divide in: SISTEMA IT (lato corrente continua); SISTEMA TT (lato corrente alternata).

Di seguito verranno analizzate le verifiche delle protezioni, separatamente per il lato C.C. ed lato C.A.

Protezione contatti diretti

- Lato C.C.

La protezione dai contatti diretti viene garantita mediante:

isolamento delle parti attive, utilizzando apparecchiature con questa caratteristica, costruite in fabbrica in accordo con le relative norme;

Involucri o barriere, tali da assicurare almeno il grado di protezione IPXXB. Le barriere e gli involucri devono avere una struttura solida e non modificabile nel tempo, in grado di garantire il grado di protezione iniziale, in conformit  alle sollecitazioni per cui   stato testato. Gli involucri e le barriere devono poter essere rimossi solo con attrezzo e riportare possibilmente un cartello monitore con i rischi che pu  comportare la rimozione degli stessi.

- Lato C.A.

La protezione dai contatti diretti viene garantita mediante:

isolamento delle parti attive, utilizzando apparecchiature con questa caratteristica, costruite in fabbrica in accordo con le relative norme;

Involucri o barriere, tali da assicurare almeno il grado di protezione IPXXB. Le barriere e gli involucri devono avere una struttura solida e non modificabile nel tempo, in grado di garantire il grado di protezione iniziale, in conformità alle sollecitazioni per cui è stato testato. Gli involucri e le barriere devono poter essere rimossi solo con attrezzo e riportare possibilmente un cartello monitore con i rischi che può comportare la rimozione degli stessi.

L'uso di interruttori differenziali, con corrente differenziale d'intervento non superiore a 30 mA, è riconosciuto come protezione addizionale in caso di insuccesso delle altre misure di protezione o di incuria da parte degli utilizzatori.

Protezione contatti indiretti

- Lato C.C.

La protezione dai contatti indiretti è garantita con il seguente metodo:

Utilizzo di componenti di classe II o con isolamento equivalente: lo scopo di questo metodo è quello di evitare che si verifichi il guasto a terra e per questo sarà necessario:

utilizzare componenti elettrici con isolamento doppio o rinforzato; isolamento supplementare applicato durante l'installazione a componenti aventi solo l'isolamento principale, con grado di sicurezza equivalente ai componenti in doppio isolamento;

I componenti intermedi (ovvero con solo l'isolamento principale), devono essere posti in involucri di materiale isolante con grado di protezione almeno IPXXB e che impedisca in ogni modo che il potenziale si trasferisca all'esterno di esso.

Tutti i componenti dell'impianto fotovoltaico lato C.C. (condutture e moduli) sono di classe II. Il dispositivo di conversione è inoltre dotato di un dispositivo di controllo dell'isolamento, in grado di controllare durante il funzionamento dell'impianto che non vi sia una dispersione verso terra di uno dei due conduttori attivi.

N.B. nonostante nell'impianto non ci siano masse, ovvero parti metalliche che possano andare in tensione per il cedimento dell'isolamento principale, si ritiene opportuno collegare a terra tramite conduttore di protezione PE la struttura metallica sottostante i moduli fotovoltaici; lo scopo di questo collegamento è per permettere al dispositivo di controllo di isolamento, di rilevare un eventuale cedimento dell'isolamento delle condutture che potrebbe verificarsi durante la lunga vita dell'impianto fotovoltaico.

Si ritiene che la possibilità che sull'impianto di terra e quindi sulla struttura metallica possa instaurarsi una tensione pericolosa a causa di un malfunzionamento dei dispositivi di protezione sugli impianti utente, sia remota, calcolando inoltre l'assenza di persone in contatto con il campo fotovoltaico per la maggior parte della vita dell'impianto stesso.

- Lato C.A.

La protezione dai contatti indiretti è garantita con i seguenti metodi:

Interruzione automatica dell'alimentazione nel sistema TT: lo scopo di questo metodo, è quello di far sì che in caso di guasto in un circuito o in un componente elettrico, tra una parte attiva e una massa o un conduttore di

protezione, non possa persistere una tensione di contatto presunta superiore a U_L (tensione limite), per un tempo sufficiente a causare danni fisiologici alla persona.

Per garantire un intervento dei dispositivi in caso di guasto verso terra, l'impianto di terra dovrà essere realizzato a regola d'arte e in particolare tutte le masse e le masse estranee, dovranno essere collegate fra di loro e all'impianto di dispersione da conduttori di idonea sezione.

Per garantire la protezione è necessario soddisfare la seguente condizione:

$$R_A * I_a \leq U_L$$

dove:

U_L è la tensione limite, che normalmente è di 50 V (in alternata) e di 120 V (in continua), ma che diventa di 25 V (in alternata) e di 60 V (in continua), per i cantieri di costruzione e demolizione e per le strutture adibite ad uso agricolo e zootecnico.

R_A è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse in ohm

Quando l'interruzione avviene tramite interruttori a intervento differenziale:

I_a è la corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione in ampere. Per ragioni di selettività si possono utilizzare dispositivi di tipo selettivo in serie ad altri dispositivi con un tempo di intervento fino a 1 secondo nei circuiti di distribuzione. Nel caso in cui la protezione avviene tramite interruttori di protezione contro le sovracorrenti:

I_a è la corrente che provoca l'intervento in 5s se il dispositivo ha una caratteristica di intervento a tempo inverso (relè termico)

I_a è la corrente che provoca l'intervento istantaneo se il dispositivo ha una caratteristica di intervento istantanea (relè magnetico).

Utilizzo di componenti di classe II o con isolamento equivalente: lo scopo di questo metodo è quello di evitare che si verifichi il guasto a terra e per questo sarà necessario:

utilizzare componenti elettrici con isolamento doppio o rinforzato; quadri prefabbricati aventi un isolamento completo; isolamento supplementare applicato durante l'installazione a componenti aventi solo l'isolamento principale, con grado di sicurezza equivalente ai componenti in doppio isolamento;

I componenti intermedi (ovvero con solo l'isolamento principale), devono essere posti in involucri di materiale isolante con grado di protezione almeno IPXXB e che impedisca in ogni modo che il potenziale si trasferisca all'esterno di esso.

La protezione dai contatti indiretti è effettuata tramite interruzione automatica dell'alimentazione con il dispositivo ad intervento differenziale denominato -Q0FV installato nel Quadro Elettrico Generale Fotovoltaico lato CA; il valore di tensione U_L è di 50 V.

Vista la presenza del gruppo di conversione che può dar luogo a correnti verso terra unidirezionali pulsanti, l'interruttore differenziale è di tipo "A".

Per garantire la protezione dai contatti indiretti, dovrà essere verificata la seguente condizione:

$$R_A * I_a \leq U_L \quad U_L = 50 \text{ V}$$

16.12. Protezione da effetti termici

Le persone, i materiali non elettrici e gli stessi componenti elettrici, devono essere protetti contro gli effetti dannosi del calore sviluppato dai componenti elettrici o contro gli effetti di irraggiamento termico. In particolare:

- la temperatura superficiale dei componenti elettrici non deve essere causa di pericolo per i materiali adiacenti e non deve innescare incendi.
- I componenti che durante il normale funzionamento, provocano archi o scintille, devono essere racchiusi in appositi involucri o posizionati a distanze di sicurezza per evitare di provocare danni o innescare incendi.
- È necessario verificare la presenza nei locali in cui va installato l'impianto elettrico di sostanze combustibili e infiammabili e se la loro quantità comporta una classificazione particolare dell'ambiente.
- I materiali utilizzati per costruire i componenti elettrici non devono essere né infiammabili né combustibili e avere una bassa conducibilità termica.
- Le parti accessibili dei componenti elettrici a portata di mano non devono raggiungere temperature tali che possano provocare ustioni alle persone.

In questo impianto non vi sono apparecchiature elettriche che possono raggiungere temperature pericolose, all'infuori dei moduli fotovoltaici. Il campo fotovoltaico può infatti raggiungere temperature elevate in particolari condizioni di irraggiamento. Per come sono installati i moduli è garantito un ottimo ricambio d'aria, per permettere un'aerazione dei moduli. Non è possibile però garantire una temperatura limite e perciò dovranno essere prese delle precauzioni in caso di intervento e di contatto sul campo fotovoltaico.

Sarà inoltre necessario garantire un'adeguata aerazione al dispositivo di conversione, installandolo ad una distanza opportuna (min 10cm) dalle apparecchiature adiacenti.

16.13. Protezione da sovracorrenti

La protezione contro le sovracorrenti ha lo scopo di proteggere le parti dell'impianto (soprattutto le condutture) e se possibile anche gli utilizzatori da correnti aventi valore maggiore del valore nominale, dovute spesso a guasti.

- Lato C.C.

Per loro costruzione i moduli fotovoltaici non danno origine ad alti valori di correnti in caso di guasto; in caso di corto circuito ad esempio la corrente che si instaura sulle condutture è soltanto il 8% più alta di quella nominale. Non è possibile perciò garantire una protezione delle condutture e dei moduli fotovoltaici utilizzando dispositivi di interruzione automatica ad intervento automatico.

E' possibile che su una conduttura si instauri una corrente molto maggiore della corrente nominale del circuito in caso di guasto o di ombreggiamento di una singola stringa. In questo caso le altre stringhe in parallelo mandano una corrente inversa sulla linea guasta o ombreggiata, creando una sovracorrente sulla stessa.

Questo impianto è realizzato soltanto con due stringhe, gestite in modo indipendente dall'inverter, perciò anche in caso di guasto o di ombreggiamento di una delle due, sulla linea non potrà mai esserci una corrente maggiore di quella nominale.

- Lato C.A.

La lunghezza della linea che collega il dispositivo generale ed il punto di connessione è molto breve, in ogni caso dovranno essere verificate le seguenti prescrizioni.

La protezione contro le sovracorrenti ha lo scopo di proteggere le parti dell'impianto (soprattutto le condutture) e se possibile anche gli utilizzatori da correnti aventi valore maggiore del valore nominale, dovute spesso a guasti.

La protezione dalle sovracorrenti è garantita dall'installazione di dispositivi ad intervento automatico che interrompono l'alimentazione in caso di guasto.

Per garantire la protezione dai sovraccarichi è necessario soddisfare le seguenti condizioni:

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad I_f \leq 1,4 * I_z$$

Dove:

I_B = Corrente di impiego del circuito

I_z = Portata in regime permanente della conduttura

I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione

I_f = Corrente di sicuro intervento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite

Per garantire la protezione dai cortocircuiti è necessario soddisfare le seguenti condizioni:

- il potere di interruzione del dispositivo di protezione (I_{cs}/I_{cs}) (in linea generale verrà utilizzato il potere di interruzione di servizio I_{cs}) deve essere maggiore della corrente di corto circuito massima (I_{cc}) presunta nel suo punto di installazione.

$$I_{cs} > I_{cc}$$

- L'energia specifica lasciata passare dall'interruttore dal momento di inizio del corto-circuito, al momento dell'interruzione dello stesso, deve essere sopportata dal cavo.

L'energia specifica sopportata dal cavo, viene calcolata con la seguente espressione:

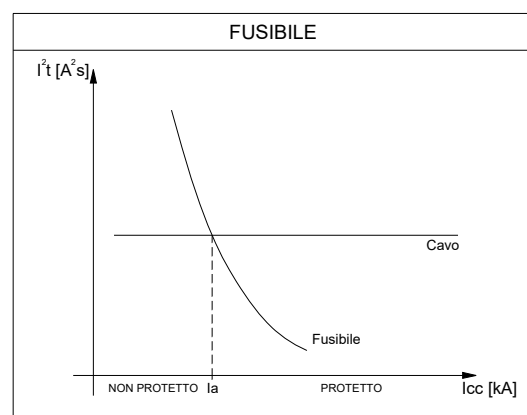
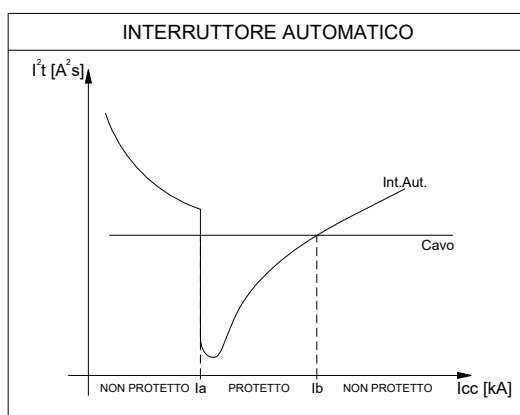
$$E_{cavo} = K^2 * S^2 [A^2s]$$

Dove:

K = costante del cavo che dipende dal tipo di isolamento e dal materiale del conduttore

S = sezione del cavo

Per verificare questa condizione, è necessario sovrapporre la curva di energia specifica passante del dispositivo di interruzione, con l'energia specifica passante sopportata dal cavo. Come si può vedere dai grafici sotto riportati, l'intersezione delle due curve identifica dei punti limite: I_a e I_b .



I valori di correnti di corto circuito nell'impianto, devono essere nella zona in cui il cavo risulta protetto e più in particolare:

- La corrente di corto circuito minima ($I_{cc \min}$) e cioè che si produce per un guasto monofase o fase-fase per circuiti senza neutro, nel punto più lontano della linea protetta, deve essere maggiore del valore I_a .

$$I_a < I_{cc \min}$$

- la corrente di corto-circuito massima ($I_{cc \max}$) nel punto di installazione, deve essere minore del valore I_b

$$I_{cc \max} < I_b$$

Spesso capita come nel caso dei fusibili che la curva del cavo non intersechi la curva del dispositivo nel punto I_b , perciò l'equazione $I_{cc \max} < I_b$ è sempre verificata.

La norma permette di non verificare queste equazioni di protezione dai cortocircuiti se la linea è protetta dai sovraccarichi e dai cortocircuiti con un unico dispositivo. In questo caso è sufficiente verificare la protezione dai sovraccarichi.

La protezione dai sovraccarichi della conduttura, è effettuata dall'interruttore denominato Q0FV, in grado di interrompere sovracorrenti che superino il suo valore nominale, che ha un valore di potere di interruzione maggiore di quello presunto nel punto in cui è installato.

Il valore della corrente di corto circuito nel punto di consegna da parte dell'Ente distributore è di 16 kA. Il contributo alla corrente di corto circuito del dispositivo di conversione è di 14,5 A; nel calcolo delle correnti di corto circuito, si ritiene trascurabile il valore dell'apporto della corrente di corto circuito da parte dell'impianto di produzione.

La scelta della sezione dei cavi, è stata effettuata col metodo della portata, con successiva verifica della caduta di tensione.

La portata dei cavi viene scelta in base alle norme CEI-UNEL 35024/1 per la posa in aria e CEI-UNEL 35026 per la posa interrata. applicando la seguenti formule:

$$I_z = I_0 k_1 k_2 \text{ (CEI UNEL 35024/1) dove:}$$

I_0 = portata in aria a 30°C relativa al tipo di posa previsto

K_1 = fattore di correzione per temperature ambiente diverse da 30°C

K_2 = fattore di correzione per più circuiti installati in fascio o strato

$$I_z = I_0 k_1 k_2 k_3 k_4 \text{ (CEI UNEL 35026) dove:}$$

I_0 = portata a 20°C in tubo o cunicolo a 0,8 m con resistività del terreno 2 Km /W

K_1 = fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C

K_2 = fattore di correzione per più circuiti affiancati sullo stesso piano o installati in fascio o strato

K_3 = fattore di correzione per profondità di posa diverse da 0,8 m

K_4 = fattore di correzione per resistività del terreno diverse da 2 Km /W

I tipi di posa delle condutture, sono normalizzati ed elencati nella tabella 52C della norma CEI 64-8 sez.521.

E' importante fare alcune considerazioni sul tipo di posa:

- cavi unipolari o multipolari, in tubi protettivi, posati entro muri termicamente isolanti (1-2-51): per termicamente isolanti si intendono pareti o strutture che presentano un coefficiente di trasmissione termica di almeno 10 W/m²K, quali per esempio muri coibentati con lastre isolanti, stipiti di porte o finestre in legno.

- I conduttori posati in tubo incassato sotto normale intonaco, sono da considerare come conduttori posati in tubi fissati a parete. (3-3A).
- La norma CEI-UNEL 35026, si applica solo per i seguenti tipi di posa: 61-cavi unipolari con guaina e multipolari, in tubi protettivi o cunicoli interrati; 62-63-interrati con o senza protezione meccanica addizionale.

Sono da considerare posati in aria, i conduttori in canali incassati a pavimento (33-33A), tipici degli uffici o posati in cunicoli aperti o ventilati (42-43), tipici delle cabine di trasformazione.

Una volta scelta la sezione, è necessario verificare che la caduta di tensione rientri nei limiti stabiliti dalle scelte di progettazione e dalla norma e in particolare la caduta di tensione dovrà essere:

per tutti gli utilizzatori nelle normali condizioni di funzionamento, non superiore al 4%.

per i motori in fase di avviamento è ammessa una caduta di tensione del 12%

La caduta di tensione del 4%, va distribuita sui vari tratti dei circuiti ed in particolare si cercherà di tenere i seguenti valori:

caduta di tensione sul tratto dal Quadro Sottocontatore al Quadro Elettrico Generale 0,5%

caduta di tensione sul tratto dal Quadro Elettrico Generale ai sottoquadri 0,5%

il restante valore di caduta di tensione per non superare il 4% verrà presa come limite per i circuiti terminali.

Per quanto riguarda la caduta di tensione sul lato C.C., questa non riveste particolare importanza in quanto il dispositivo di conversione stabilizza la tensione in uscita indipendentemente da quella in ingresso. Sarà comunque necessario verificare che la perdita di potenza per dissipazione termica rimanga contenuta.

Per il calcolo della caduta di tensione è stata applicata la seguente formula:

$$\Delta V = K I_b l (r \cos \varphi + x \sin \varphi)$$

Dove:

$K = 2$ per circuiti monofase; $\sqrt{3}$ per circuiti trifase

I_b = corrente di impiego

l = lunghezza del circuito in km

r = resistenza specifica del conduttore in ohm/kilometro

x = reattanza specifica del conduttore in ohm/kilometro

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

Per il dimensionamento dei conduttori lato c.c., si assume prudenzialmente il valore $I_b = 1,25 I_{sc}$. E' inoltre opportuno tenere conto del coefficiente riduttivo per il funzionamento dei cavi a tensione maggiore della nominale.

Per quanto riguarda le tensioni di isolamento, dei conduttori lato c.c., è necessario verificare che la tensione nominale dei cavi, sia inferiore a 1,5 volte la tensione nominale del sistema.

Come tensione nominale del sistema si assume prudenzialmente il valore 1,2 Voc

16.14. Protezione da sovratensioni

Le sovratensioni possono essere di vario genere: di manovra, per guasto e di origine atmosferica. Da una valutazione tecnico economica, si è deciso di non attuare misure per proteggere gli impianti dalle sovratensioni do-

vute alle prime due cause, vista la scarsa probabilità che si verifichino sovratensioni di questo genere e la bassa sensibilità degli impianti e degli utilizzatori a questo tipo di evento. Per quanto riguarda le sovratensioni di origine atmosferica invece, deve essere fatta una valutazione dei rischi dovuti a fulminazione.

Essendo la struttura esistente, e visto che l'impianto fotovoltaico non altera i valori di rischio, la valutazione è esclusa dalla presente progettazione.

In ogni caso, per quanto riguarda invece il rischio per perdite economiche (RISCHIO 4) si è deciso di installare degli scaricatori di sovratensione di tipo 2 sia in ingresso che in uscita al gruppo di conversione.

16.15.Sezionamento e comando

Il sezionamento deve essere previsto per tutti i circuiti dall'alimentazione e devono essere sezionati tutti i conduttori attivi, fatta eccezione per il conduttore PEN nei sistemi TN-C; è possibile inoltre utilizzare uno stesso dispositivo per sezionare più circuiti. Si dovranno prendere precauzioni, per evitare che qualsiasi componente venga alimentato intempestivamente. Nel caso in cui un componente elettrico venga alimentato da più parti, è necessario prendere provvedimenti per avvertire che è necessario sezionare tutte le sorgenti di alimentazione prima di accedere alle parti attive. (es. cartelli monitori o interblocchi).

In questo impianto è necessario un sezionamento sia monte che a valle del dispositivo di conversione. Sul lato corrente continua, questa funzione è svolta dai sezionatori sotto carico (uno per stringa) denominati QS1 e QS2 installati nel Quadro Elettrico a monte del dispositivo di conversione QEDC_FV Quadro Elettrico Sezionamento DC.

Sul lato corrente alternata invece, il dispositivo che svolge questa funzione è identificato con la sigla -Q0FV ed è installato nel Quadro Elettrico Fotovoltaico lato CA (QBT_FV)

E' importante riportare che i moduli fotovoltaici non sono dotati di dispositivi di sezionamento; l'unico modo per sezionare i moduli fotovoltaici è quello di agire sui connettori installati sui conduttori in uscita dal singolo modulo.

In caso di intervento sull'impianto fotovoltaico, è necessario tenere conto che vi è presenza di tensione nel campo fotovoltaico anche a sezionatore generale Corrente Continua aperto.

Nel caso in cui, perciò, sia necessario intervenire sulle parti attive ovvero quando si accede a meno di 15 cm da una di esse, si configura un lavoro sotto tensione che può essere svolto soltanto da persona idonea, utilizzando gli accorgimenti e le prescrizioni riportati nelle normative CEI 11-27, CEI 11-48 e 547/55.

16.16.Componenti

Tutti i componenti elettrici, devono essere conformi alle relative norme di prodotto e deve essere preferita la scelta di componenti dotati di marchio di qualità, in caso contrario, il componente deve essere dotato di marcatura CE e certificazione di conformità alle suddette norme. I componenti devono essere installati da personale qualificato, abilitato a svolgere l'attività di installazione ai sensi della legge 37/08 e dell'art.5 del DPR 392/94.

Tutti i componenti elettrici, devono avere grado di protezione idoneo all'ambiente in cui verranno installati e mantenuti in buono stato con manutenzioni periodiche.

Di seguito verranno elencate le caratteristiche principali che devono avere i componenti ed eventuali specifiche per l'installazione.

Quadri Elettrici

I Quadri elettrici devono essere conformi a quanto prescritto nelle norme CEI 17-13 e 23-51 e quindi dotati di targhetta identificativa e marcatura CE. Devono essere apposte sul fronte del quadro, targhettes per l'identificazione degli interruttori, e cartelli monitori per avvertire dei pericoli che può comportare l'utilizzo improprio dell'apparecchiatura. È necessario inoltre assicurarsi che il grado di protezione del quadro elettrico, sia conforme a quello richiesto nel luogo di installazione. Il quadro elettrico v' installato in posizione accessibile, protetto da eventuali urti e al riparo da agenti naturali o chimici, che possono alterarne l'integrità. I cavi in partenza e in arrivo, devono essere dotati di capicorda o puntali isolati e collegati ai morsetti dell'apparecchiatura con un' idonea coppia di serraggio.

L'accessibilità al quadro deve essere limitata alle persone autorizzate.

Canali e tubazioni a vista

I canali e tubazioni possono essere in materiale plastico (PVC autoestinguente) o di metallo (ferro zincato). Nel caso di canali e tubazioni metalliche, bisogna evitare durante l'installazione, la formazione di spigoli o bordi taglienti che potrebbero danneggiare i cavi durante la posa. Tutti i componenti (curve derivazioni, mensole, supporti) devono essere di serie e perfettamente accoppiabili. I Canali vengono fissati alla parete o al soffitto, tramite mensole, la cui distanza dipende dal peso da sopportare ed è riportata sui cataloghi del materiale scelto. Anche i tubi devono essere fissati tramite appositi supporti. Bisogna porre particolare attenzione al serraggio di tutte le parti assemblate tramite viti.

La sezione del canale, deve essere almeno il doppio della superficie occupata dal fascio di cavi posati al suo interno. I tubi invece devono avere un diametro interno pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi, con un minimo di 10mm. Nel caso in cui vengano posati all'interno di essi conduttori unipolari senza guaina (con il solo isolamento principale), i tubi e canali metallici, devono essere considerati masse e perciò devono essere collegati all'impianto di terra.

Cassette di derivazione

Le cassette di derivazione in materiale plastico devono essere del tipo autoestinguente. Per le connessioni effettuate all'interno delle cassette di derivazione devono essere usati appositi morsetti certificati, con tensione di isolamento adeguata ed è preferibile che non occupino più del 50% del volume interno. Nell'esecuzione delle connessioni non si deve ridurre la sezione dei cavi e lasciare parti attive non isolate. E' vietato eseguire giunzioni soltanto con la nastratura ed effettuarle all'interno delle tubazioni o canali. E' sconsigliato effettuare giunzioni all'interno delle scatole portafrutti. Il serraggio delle viti dei morsetti deve essere sicuro ed efficace.

La foratura delle cassette per l'innesto dei raccordi (tubo-scatola, guaina scatola ecc.) non deve alterare il grado di protezione della stessa, o comunque non deve diminuire il grado di protezione della conduttura.

Cavi e Conduttori

Tutti i cavi e conduttori devono essere: non propaganti la fiamma (CEI 20-35), non propaganti l'incendio (CEI 20-22 II) e a ridotta emissione di gas corrosivi (CEI 20-37 I). I cavi utilizzati hanno un'anima in rame ed isolamento elastomerico o termoplastico. I conduttori devono avere delle colorazioni definiti ed in particolare:

Per i conduttori in Corrente Alternata; il conduttore deve essere di colore blu, i conduttori di protezione giallo verde e i conduttori di fase nero grigio o marrone. E' possibile utilizzare altri colori per identificare altri condut-

tori all'infuori del blu e del giallo-verde. Nel caso in cui un conduttore all'interno di un cavo abbia un colore diverso dalla funzione che svolge, è possibile applicare una calza termo-restringente del colore adatto sul conduttore in oggetto, in tutte le parti di conduttore non inguainato con gli altri conduttori del cavo.

Per i conduttori in Corrente Continua; il conduttore del polo positivo deve essere di colore rosso, quello del polo negativo deve essere nero ed il conduttore di protezione deve essere giallo verde. Nel caso in cui si utilizzino cavi con colori diversi (es. cavi con guaina grigia), ogni conduttore deve essere identificato alle estremità e nelle derivazioni con apposite fascette colorate.

Di seguito vengono elencati i cavi e conduttori usati, con le relative caratteristiche ed i tipi di posa ammessi

Tipo di cavo	Descrizione e norme di riferimento	Tensione nominale Temperatura di esercizio	Norme di riferimento	Destinazione d'uso
FS17	Conduttore unipolare a corda flessibile di rame rosso ricotto; isolamento in PVC di qualità R2	300 V / 500 V 70°C max	CEI 20-35 CEI 20-22 II CEI 20-37 I	Installazione entro tubazioni a vista o incassate. Installazione all'interno di apparecchiature come quadri elettrici e apparecchi illuminanti
Solar Cable FG21M21	Cavo costituito da conduttori in corda flessibile in rame rosso elettrolitico, con isolamento in elastomero reticolato atossico e Guaina esterna in colore nero sempre in Elastomero reticolato atossico	0,6 kV / 1 kV 0.9 kVdc / 1,5 kVdc -40°C min 120°C max	CEI EN 60228 CEI EN 60332 CEI EN 60754 CEI EN 60267 CEI EN 61034-2	Installazione all'esterno anche in presenza di umidità – Resistenza ai raggi U.V.
FG16OR16	Cavo costituito da conduttori in corda flessibile in rame rosso ricotto, con isolamento in gomma HEPR; guaina in PVC speciale qualità Rz colore grigio	0,6 kV / 1 kV 90°C max	CEI 20-35 CEI 20-22 II CEI 20-37 I	Installazione in canali portacavi anche in metallo Installazione a parete a vista Installazione in tubazioni interrato anche all'esterno con presenza di umidità

17. Varie

I cavi utilizzati per i collegamenti degli apparecchi ausiliari in bassa o bassissima tensione, dovranno correre in canali separati, oppure nel medesimo canale ma in scomparto separato. E' concesso che corrano nel medesimo setto dei cavi di servizio a patto che siano dello stesso tipo e con medesime caratteristiche di isolamento e comportamento al fuoco.

In prossimità dell'ingresso autorimessa sarà installato un pulsante di sgancio ad azione positiva che in caso di pericolo interromperà l'energia elettrica a livello del quadro Q2. Tale pulsante avrà grado di protezione almeno pari ad IP55 e sarà in custodia di vetro frangibile. Il circuito sarà ad azione positiva con batteria tampone (3h), o a lancio di corrente con pulsante retroilluminato a segnalazione di guasto (dovrà essere installato cartello ben visibile sul pulsante con la scritta "in caso di luce spenta effettuare immediatamente manutenzione al circuito"). L'alimentazione del pulsante dovrà essere derivata a valle dell'interruttore elettrico generale e protetta mediante fusibile.

L'impianto stereofonico sarà eseguito con caveria della stessa qualità e tipo di quell'utilizzata per le linee in tensione e potrà correre nelle medesime tubazioni o canaline a patto che vi siano inseriti dei setti separatori. In caso contrario i cavi di tale impianto dovranno correre in tubi o canalette separate.

Per quanto concerne l'impianto dell'antenna TV, tutti i conduttori di segnale dovranno correre in cassette di derivazione e tubazioni separate rispetto a quelle dei conduttori elettrici, a meno che non vengano utilizzati opportuni setti separatori. Lo schermo del cavo coassiale dovrà essere collegato a terra mediante la barra equipotenziale, con cavo giallo-verde sez.minima 4mmq, in un solo punto. Tale collegamento non è da realizzarsi quando l'impianto venga realizzato con tutti materiali in classe II d'isolamento, compresi i circuiti BBT.

E' vietato l'utilizzo di materiale smantellato da altri impianti o in generale non di primo impiego.

Codici di Posa Cavi: 1-Tubazione a incasso; 3-Tubazione a vista; 12-Passerella Chiusa-Controsoffitto-Pavimento Galleggiante; 13-Passerella Forata; 14-Mensole; 50-Tubazione Interrata.

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DELL'IMPIANTO ALLA REGOLA D'ARTE

Il sottoscritto: _____

Titolare dell'impresa: _____

Operante nel settore: _____

Con sede in Via: _____ n. _____

Comune di: _____ prov.: _____

Tel.: _____ P.I.V.A.: _____

iscritta nel Registro delle imprese (DPR 7/12/95 n°581) al n° _____ ;

iscritta alla C.C.I.A.A. di _____ al n° _____ ;

iscritta all'albo provinciale delle imprese artigiane (L.08.08.1985 n°443) n° _____ di _____ ;

Esecutrice dell'impianto: _____

Inteso come: ☐ nuovo impianto ☐ trasformazione ☐ ampliamento ☐ manutenzione straordinaria

☐ Altro _____

☒ Potenza max. ____ kW ☐ Gas (1°)(2°)(3°)famiglia ☐ GPL serbatoio fisso ☐ GPL serbatoio mobile

Commissionato da: _____

Installato nei locali siti nel Comune di: _____ prov.: _____

Via: _____ n. _____

Scala _____ Piano _____ Interno _____

Proprietà di: _____

Indirizzo: _____

In edificio adibito ad uso: ☐ industriale ☐ civile ☐ commercio ☐ altro: _____

DICHIARA

Sotto la propria responsabilità, che l'impianto è stato realizzato in modo conforme alla regola d'arte, secondo quanto previsto dall'art. n° 6, tenuto conto delle condizioni di esercizio e degli usi a cui è destinato l'edificio, avendo in particolare:

☒ Rispettato il progetto ai sensi dell'art.5, n° ____ - ____ di ing.Consolandi Sergio, Ordine Ingg. CR n°913.

☒ Seguito la normativa tecnica applicabile all'impiego: **CEI 64-8, CEI23-51, EN61439, EN62305, UNI1838.**

☒ Installato componenti e materiali adatti al luogo di installazione, art.5, 6.

☒ Controllato l'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità con esito positivo, avendo eseguito le verifiche richieste dalle norme e dalle disposizioni di legge.

Allegati Obbligatori:

☒ Progetto ai sensi dell'art.5, 7.

☒ Relazione con tipologie materiali utilizzati.

☐ Schema di impianto realizzato.

☐ Riferimento a dichiarazioni di conformità precedenti o parziali, già esistenti.

☒ Copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali.

☐ Attestazione di conformità per impianto realizzato con materiali o sistemi non normalizzati.

Allegati Facoltativi:

☒ Manuale di uso e manutenzione dell'impianto

☐ _____

DECLINA

Ogni responsabilità per sinistri a cose o a persone derivanti da manomissioni dell'impianto da parte di terzi, ovvero da carenze di manutenzione o riparazione.

In _____, Data _____ - _____
Il Responsabile Tecnico Il Dichiarante

Ricevuta del Committente

Avvertenze per il committente: responsabilità del committente o del proprietario, art. n°8

Dichiarazione di Verifica e compatibilità Delle parti sospese dell'Impianto Elettrico

Ditta Installatrice: _____

Titolare: _____

Impianto installato presso: _____

Via: _____ n° _____

Città: _____

Descrizione sommaria dell'impianto: _____

Riferimento alla dichiarazione di conformità n° _____ del _____

Il sottoscritto titolare della sopra citata ditta installatrice **dichiara** di aver correttamente sospeso secondo le prescrizioni operative del costruttore degli elementi sospesi, secondo le prescrizioni del costruttore dei tasselli, degli ancoraggi, delle staffe utilizzati tutti gli apparecchi, tutte le canalizzazioni, tutte le tubazioni installate, in relazione alla tipologia di ancoraggio, al peso proprio ed alla tipologia di elemento murario/soletta sul quale gli elementi sospesi sono stati ancorati. L'installatore inoltre dichiara di aver scelto i dispositivi di fissaggio in relazione al peso proprio degli elementi da sospendere ed alla specificità degli elementi strutturali incontrati durante il lavoro.

data ____/____/____

L'installatore

(Timbro e Firma)

**PROGETTO
IMPIANTO ELETTRICO**

Verifica di Fulminazione

CEI EN 62305

PREMESSA AI CALCOLI

N.B.: NOTA PER LA COMMITTENZA: la presente relazione tecnica verifica il rischio di fulminazione ai sensi delle norme vigenti per la salvaguardia delle vite umane, ovvero per quanto attualmente obbligatorio per Legge. Essendo la verifica di tipo probabilistico sia che l'edificio risulti autoprotetto (e non vi fosse la necessità di installare un sistema di protezione) sia che sia prescritto un sistema di protezione, il tutto non dà la certezza dell'assenza di danni alle persone dovuti al fulmine, ma garantisce unicamente che la probabilità del danno è inferiore a quanto previsto dalla norma.

In particolare gli impianti elettronici ed elettrici interni non sono stati considerati come "sensibili" ai sensi della normativa, in quanto una loro avaria non pregiudica la salvaguardia della vita umana.

N.B.: NOTA PER LA COMMITTENZA: La verifica realizzata per la convenienza economica in merito al sistema di protezione contro la fulminazione ha tenuto in considerazione valori standard metro quadrato dell'edificio e del contenuto. Relativamente alla protezione da fulmini vale quanto sopra esplicitato per la protezione della salvaguardia vita umana.

N.B.: NOTA PER LA COMMITTENZA: per la verifica si sono presi in esame i seguenti parametri, la cui variazione comporta la rivalutazione del rischio fulminazione:

- La struttura non è stata considerata di servizio pubblico essenziale, non appartenendo a distribuzione gas, distribuzione elettrica, distribuzione acqua, centrali telefoniche, apparati per la distribuzione del segnale televisivo.
- Il carico di incendio è stato ipotizzato come Ordinario per la caserma, ovvero inferiore a 800MJ/mq (40kg legna/mq). In caso tale ipotesi non venisse confermato o il carico non rispettato, si dovrà provvedere a successiva verifica.
- È stata considerata la condizione di assenza di aree con rischio di esplosione, ovvero l'assenza di aree EX zona 0, zona 20 in accordo alle vigenti normative in materia.

N.B.: NOTA PER LA COMMITTENZA: Il sistema di protezione fulmini attualmente installato sulla struttura non è realizzato secondo regole dell'arte e per questo motivo non è stato preso in considerazione nella valutazione del rischio, che è stata eseguita come se l'impianto non ci fosse.

N.B.: NOTA PER LA COMMITTENZA: In presenza di Elaboratori particolarmente sensibili o strategici si consiglia comunque l'installazione di specifici dispositivi scaricatori in prossimità agli stessi (Dehn Flex® A255 art. 924 389 da installare sulla presa stessa all'interno della scatola 503).

SOMMARIO

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
 - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
 - 4.2 Dati relativi alla struttura
 - 4.3 Dati relativi alle linee esterne
 - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
 - 6.1 Rischio R_1 di perdita di vite umane
 - 6.1.1 Calcolo del rischio R_1
 - 6.1.2 Analisi del rischio R_1
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI
 - Disegno della struttura
 - Grafico area di raccolta AD
 - Grafico area di raccolta AM

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1
"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2
"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3
"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4
"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"
Febbraio 2013;
- CEI 81-29
"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"
Maggio 2020;
- CEI EN IEC 62858
"Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali"
Maggio 2020.

3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni. La struttura è destinata a spogliatoio.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.



Scala: 2 m

Hmax: 35 m

4. DATI INIZIALI

4.1 Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura (in proposito vedere l'allegato "Valore di N_g "), vale:

$$N_g = 4,92 \text{ fulmini/anno km}^2$$

4.2 Dati relativi alla struttura

La pianta della struttura è riportata nel disegno (Allegato *Disegno della struttura*).

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: pubblico spettacolo

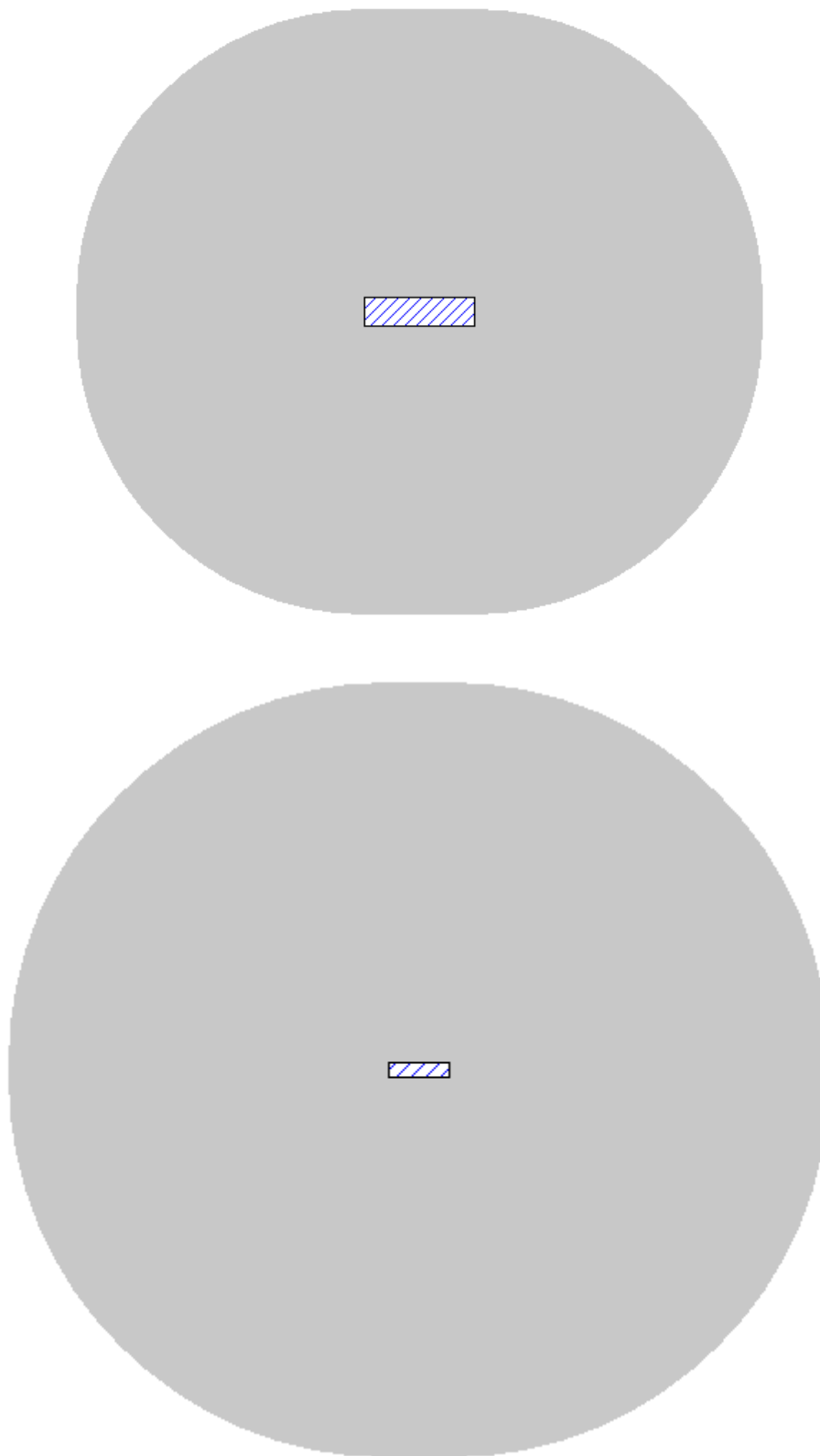
In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane
- perdita economica

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.



4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: FM

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle linee elettriche*.

4.4 Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: Struttura Spogliatoio

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle Zone*.

5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2, ed è riportata nel disegno (Allegato *Grafico area di raccolta AD*).

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3, ed è riportata nel disegno (Allegato *Grafico area di raccolta AM*).

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice *Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi*.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice *Valori delle probabilità P per la struttura non protetta*.

6. VALUTAZIONE DEI RISCHI

6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

6.1.1 Calcolo del rischio R1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1: Struttura Spogliatoio

RA: 1,92E-06

RB: 1,92E-07

RU(FM): 3,37E-08

RV(FM): 3,37E-09

Totale: 2,15E-06

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 2,15E-06

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 2,15E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

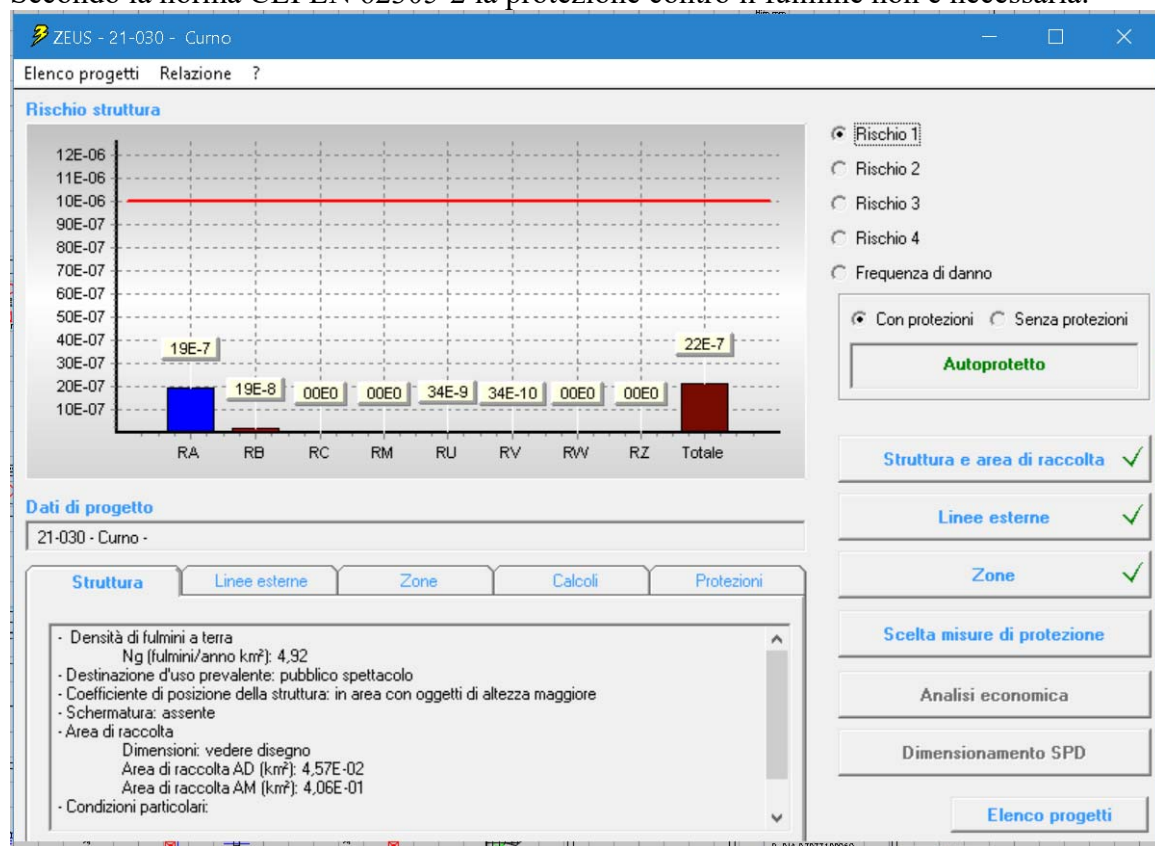
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

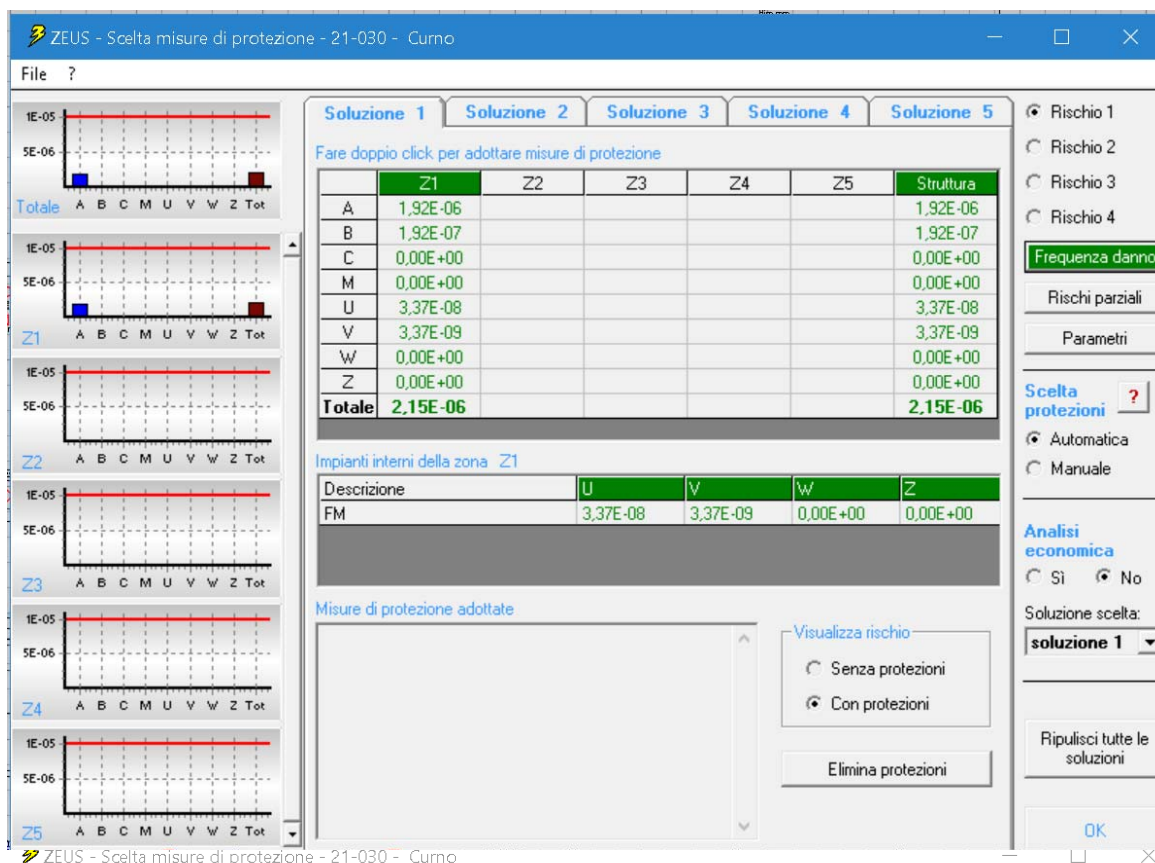
Poiché il rischio complessivo R1 = 2,15E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8. CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

Secondo la norma CEI EN 62305-2 la protezione contro il fulmine non è necessaria.





File ?

Soluzione 1 Soluzione 2 Soluzione 3 Soluzione 4 Soluzione 5

Fare doppio click per adottare misure di protezione

Frequenza di danno

La tabella riporta la valutazione della frequenza di danno per tutti gli impianti interni alla struttura [Help](#)

Zona	Linea	Circuito	FS1	FS2	FS3	FS4	F	FT	Protetto
Struttura Spogliatoio	FM	FM	5,62E-02		9,84E-04	2,95E-02	8,67E-02	1,00E-01	SI

Misure di protezione non necessarie

Per adottare misure di protezione (sistemi di SPD) vedere il tasto di Help in alto

Per dimensionare gli SPD fare click sul tasto "Esporta dati in formato CSV" e utilizzare l'applicazione nell'area riservata agli abbonati su www.tne.it

Esporta dati in formato CSV

Apri area riservata sul sito TNE

Esci

9. APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza maggiore ($CD = 0,25$)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km^2) $N_g = 4,92$

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: FM

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

SPD ad arrivo linea: livello II ($PEB = 0,02$)

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Struttura Spogliatoio

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: erba ($r_t = 0,01$)

Rischio di incendio: ridotto ($r_f = 0,001$)

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ($h = 2$)

Protezioni antincendio: nessuna ($r_p = 1$)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: FM

Alimentato dalla linea FM

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a $50 m^2$) ($K_{s3} = 1$)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

Sistema di SPD - livello: II ($PSPD = 0,02$)

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura Spogliatoio

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 3000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 3,42E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 3,42E-06$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 200000

Valore del contenuto (€): 20000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 60000

Valore totale della struttura (€): 300000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 2,00E-04$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 1,87E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura Spogliatoio

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

APPENDICE - Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: Struttura Spogliatoio

Linea: FM

Circuito: FM

FS Totale: 0,0867

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 4,57E-02 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,06E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 5,62E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 2,00E+00$

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

FM

$AL = 0,040000 \text{ km}^2$

$AI = 4,000000 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

FM

$NL = 0,049200$

$NI = 4,920000$

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Struttura Spogliatoio

$PA = 1,00E+00$

$PB = 1,0$

PC (FM) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (FM) = 3,20E-03

PM = 3,20E-03

PU (FM) = 2,00E-02

PV (FM) = 2,00E-02

PW (FM) = 2,00E-02

PZ (FM) = 6,00E-03



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 4,92 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: 45,685742° N

Longitudine: 9,608711° E

INFORMAZIONI

- Il valore di N_G è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di N_G derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di N_G dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di N_G .
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di N_G a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida CEI EN IEC 62858 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di N_G forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

VALIDITA' TEMPORALE

- Il valore di N_G riportato sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2025.

Data 07/04/2021



Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 45,686742

Longitudine: 9,608711

