

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI CRESPINA LORENZANA (PI)	
Rev.:	00		
Data:	2024/03/22		

CITTADELLA DELLA LOGISTICA

PERMESSO DI COSTRUIRE CON CONTESTUALE VARIANTE
 AGLI STRUMENTI URBANISTICI ART.35 LRT 65/2014

TIPOLOGIA DOCUMENTO – RELAZIONE TECNICA

TITOLO DOCUMENTO – RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ELETTRICO

23P08DEL001RR-00

Professionista incaricato:

LOGO

Azienda

Titolo Nome Cognome



STUDIO TECNICO INGEGNERI ASSOCIATI PALMA & PERNECHELE
 Via Bonomelli 3, 28100 NOVARA
 T +39 0321 461755 F +39 0321 461755 P. IVA 01705200036
 www.ingegneriassociati.org - info@ingegneriassociati.org

00	2024/03/22	Prima Revisione	LM	LM	AP
REV.	DATA	DESCRIZION DESCRIPTION	PREPARATO PREPARED	CONTROLLATO CHECKED	APPROVATO APPROVED

1.	INTRODUZIONE	3
2.	RISPONDEZA ALLE NORME DI LEGGE E CEI	3
3.	CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI.....	4
3.1.	MAGAZZINO	4
3.2.	UFFICI	8
4.	DATI GENERALI PER L'IMPIANTO ELETTRICO DI ENERGIA	8
4.1.	LIMITE DI FORNITURA.....	8
4.2.	CENSIMENTO DEI CARICHI.....	9
5.	QUADRI MT	9
5.1.	QMT-R	9
5.2.	QMT-TR	10
6.	TRASFORMATORI MT/BT.....	11
6.1.	NORME.....	11
6.2.	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	12
6.3.	DOCUMENTAZIONE E COLLAUDO.....	15
6.4.	CONTROLLI DI FABBRICAZIONE	15
6.5.	SPECIFICHE TRASFORMATORI	17
7.	CAVI MT.....	18
7.1.	DIMENSIONAMENTO CAVI MT.....	18
8.	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	18
8.1.	IMPIANTO DI TERRA	20
8.2.	COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI.....	20
9.	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	20
10.	CAVI E CONDUTTURE BT	21
10.1.	PREMESSA	21
10.2.	MODALITÀ DI POSA.....	21
10.3.	COLORI	24
10.4.	PORTATA.....	25
10.5.	COORDINAMENTO CAVO - PROTEZIONE	25
10.6.	REGOLE DI INSTALLAZIONE	26
10.7.	CADUTA DI TENSIONE	27
10.8.	SEZIONE DEL CONDUTTORE DI NEUTRO	27
10.9.	SEZIONE DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE	28
10.10.	CONNESSIONI	29
10.11.	ATTRAVERSAMENTI COMPARTIMENTAZIONI REI.....	29
11.	QUADRI ELETTRICI BT.....	30
11.1.	GENERALITÀ.....	30

11.2.	PROCEDURA E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE PROVE INDIVIDUALI.....	31
11.3.	CONDIZIONI DI PROVA E MISURE DI SICUREZZA	32
11.4.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	33
11.5.	IDENTIFICAZIONE DEL MATERIALE E CONTROLLI	33
11.6.	PROVA DI TENSIONE APPLICATA	34
11.7.	VERIFICA DEI MEZZI DI PROTEZIONE E DELLA CONTINUITÀ DEL CIRCUITO DI PROTEZIONE.....	35
11.8.	VERIFICA DELLA RESISTENZA DI ISOLAMENTO	35
11.9.	DOCUMENTAZIONE FINALE E TERMINE DELLE PROVE.....	35
12.	RETE FORZA MOTRICE.....	38
13.	ILLUMINAZIONE	38
13.1.	INSTALLAZIONE	39
13.2.	DESCRIZIONE IMPIANTO.....	40
14.	RIFASAMENTO	41
14.1.	GENERALITÀ:	41
15.	IMPIANTO FOTOVOLTAICO	42
15.1.	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI.....	42
15.2.	DISPONIBILITÀ DI SPAZI SUI QUALI INSTALLARE L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO OBBLIGATORIO.....	43
15.3.	DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	43
15.4.	SPECIFICHE PER I COMPONENTI L'IMPIANTO.....	45
15.5.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	46
15.6.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	48
15.7.	COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI.....	49
15.8.	DISPOSITIVI DI COMANDO PROTEZIONE E SEZIONAMENTO.....	49
15.9.	VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE	49
15.10.	MANUTENZIONE ORDINARIA PREVENTIVA.....	50
16.	IMPIANTO DI RILEVAZIONE FUMI.....	51
16.1.	GENERALITÀ.....	51
16.2.	CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI.....	55
17.	MANUTENZIONE	60
18.	COLLAUDO FINALE.....	60
19.	DOCUMENTAZIONE DI FINE LAVORI	60
20.	DENUNCIA IMPIANTO DI TERRA.....	61

1. INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica specialistica, si riferisce alla fornitura dei materiali e all'installazione a regola d'arte dei seguenti impianti tecnologici:

- Impianto elettrico F.M. ed illuminazione;
- Impianto di rilevazione fumi;

Il presente documento è parte integrante del progetto PDC per la realizzazione degli impianti sopra menzionati da realizzarsi presso il nuovo polo logistico sito nel comune Crespina Lorenzana (PI).

Il progetto è stato redatto a cura dell'Ing. Alessandro Palma dello Studio Tecnico Ingegneri Associati, iscritto all'ordine degli ingegneri della Provincia di Novara al nr. 1564.

L'esame di tutti i documenti è una condizione fondamentale per procedere all'esecuzione degli impianti. Tutto quanto in essa contenuto è fondamentale anche per la corretta lettura delle indicazioni e delle prescrizioni contenute negli altri documenti di progetto. Qualora vi fossero dubbi sulla corretta applicazione del loro contenuto, si dovrà informare il progettista affinché possa dare per tempo i chiarimenti necessari.

Il progettista non potrà essere ritenuto responsabile di conseguenza alcuna, dovuta al mancato rispetto di quanto sopra.

Gli ambienti oggetto della progettazione sono:

- Cabine MT/BT
- Magazzini
- Uffici

2. RISPONDERA ALLE NORME DI LEGGE E CEI

L'impianto e le apparecchiature devono essere installati e costruiti a regola d'arte, e devono rispondere alle normative di legge vigenti ed in particolare:

- Legge n° 186 del 3.1.1968 sull'esecuzione degli impianti elettrici;
- Decreto nr. 37 del 22 gennaio 2008 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11 quaterdecies, comma 1 lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"
- vigenti Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI);
- prescrizioni della Società Distributrice dell'energia elettrica competente della zona;
- prescrizioni del locale Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco;
- prescrizioni della Società Telefonica (Telecom);
- Norme e tabelle UNI e UNEL per i materiali già unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo;

Si richiamano tutte le norme CEI pertinenti l'impianto in esame (per gli impianti e per i componenti).

In particolare, le norme:

- CEI EN 61936-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Parte 1: Prescrizioni comuni”
- CEI EN 50522 (CEI 99-3) “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.”.
- CEI 11-35 Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT
- CEI EN 61439-1 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali
- CEI 64-8 impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- Tabelle CEI UNEL 35024-1 «Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua; Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- Tabelle CEI UNEL 35026 «Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

3. CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI

3.1. *Magazzino*

L'impianto elettrico nel magazzino sarà realizzato in conformità alla norma CEI 64-8 cap. 751 per LUOGO A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO per presenza potenziale di materiale infiammabile o combustibile.

Caratteristiche particolari dell'impianto elettrico

In tali locali l'impianto elettrico, oltre a possedere i requisiti degli ambienti ordinari richiede:

- Protezione differenziale con soglia massima 0,3 A.
- Nel caso di condutture con posa incassata non vi sono requisiti particolari.
- Nel caso di posa a vista le condutture possono essere in:
 - a) tubazioni di resina con grado minimo IP40 (consigliato IP44) e resistenza al filo incandescente fino a 850°C, contenenti conduttori unipolari o multipolari e in ogni caso il conduttore PE, non propaganti l'incendio.
 - b) canale metallico con grado anche \leq IP30 (consigliato IP44) contenenti conduttori unipolari o multipolari e in ogni caso il conduttore PE.
- Il grado di protezione minimo degli involucri, di scatole, lampade, prese, interruttori, condutture deve essere IP40 (consigliato IP44).

Prescrizioni particolari contro l'incendio

Le prescrizioni di seguito riportate hanno il fine di ridurre al minimo, negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, la probabilità che l'impianto elettrico sia causa di innesco e di propagazione di incendi.

Per tali ambienti l'impianto elettrico, oltre ai requisiti degli ambienti ordinari, deve essere conforme alle seguenti prescrizioni:

1. I componenti elettrici devono essere limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture, le quali possono anche transitare.
2. Gli apparecchi d'illuminazione devono inoltre essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili, ed in particolare per i faretti e i piccoli proiettori tale distanza deve essere:
 - fino a 100 W : 0,5 m;
 - da 100 a 300 W : 0,8 m;
 - da 300 a 500 W : 1 m.
3. Gli involucri di apparecchi elettrotermici, quali riscaldatori, resistori, ecc., non devono raggiungere temperature più elevate di quelle relative agli apparecchi di illuminazione. Questi apparecchi devono essere per costruzione o installazione realizzati in modo da impedire qualsiasi accumulo di materiale che possa influenzare negativamente la dissipazione del calore.
4. Le condutture elettriche che attraversano le vie d'uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e preferibilmente non essere a portata di mano; comunque, se a portata di mano, devono essere poste entro involucri o dietro barriere che non creino intralci al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione.
5. I conduttori dei circuiti in c.a. devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, particolarmente quando si usano cavi unipolari.
6. Le condutture (comprese quelle che transitano soltanto) devono essere realizzate in uno dei modi indicati qui di seguito in 6.1, 6.2, 6.3:
 - 6.1 - condutture di qualsiasi tipo incassate in strutture non combustibili;
 - **condutture realizzate mediante cavi in tubi protettivi e canali metallici, con grado di protezione almeno IP4X; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi o canali stessi se idonei allo scopo;**
 - condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di

conduttore di protezione sprovvisti all'esterno di guaina non metallica (Norma CEI 20-39);

6.2 - condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico;

- condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione provvisti all'esterno di guaina non metallica (Norma CEI 20-39);
- condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime con funzione di conduttore di protezione;

6.3 - condutture diverse da quelle in 6.1 e 6.2, realizzate con cavi multipolari provvisti di conduttore di protezione;

- condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in canali metallici senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai canali stessi o da un conduttore (nudo o isolato) contenuto in ciascuna di esse;
- condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari non provvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi o involucri non metallici, chiusi con grado di protezione almeno IP4X e di materiale resistente al filo incandescente 850 °C anziché 650 °C;

Nota - L'utilizzo di un conduttore di protezione nudo contenuto in ciascun tubo o involucro rappresenta una cautela addizionale, soprattutto nel caso di cavi multipolari sprovvisti di conduttore di protezione.

- binari elettrificati e condotti sbarre;

7. Le condutture che attraversano questi luoghi, ma che non sono destinate all'alimentazione elettrica al loro interno, devono soddisfare le seguenti condizioni non devono avere connessioni lungo il percorso all'interno di questi luoghi a meno che dette connessioni siano poste in involucri che soddisfino la prova contro il fuoco come definita nelle relative norme di prodotto.

Le condutture che alimentano o attraversano questi luoghi devono essere protette contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti fra l'origine dei circuiti e gli stessi luoghi.

Le condutture che hanno origine in tali luoghi devono essere protette contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti all'origine dei relativi circuiti.

Devono essere osservate inoltre le prescrizioni seguenti:

- 7.1 - per la protezione delle condutture di cui in 6.1 e 6.2 sono sufficienti le prescrizioni generali del Capitolo 43 e della Sezione 473 della norma CEI 64-8;
- 7.2 - i circuiti terminali, singoli o raggruppati, ad esclusione dei circuiti di sicurezza, facenti parte di condutture di cui in 6.3, devono essere protetti, se non racchiusi in involucri con grado di protezione almeno IP4X e ad eccezione del tratto finale uscente dall'involucro per il necessario collegamento all'apparecchio utilizzatore, oltre che con le protezioni generali del Capitolo 43 in uno dei modi seguenti:

- Nei sistemi TT e TN con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale d'intervento non superiore a 300 mA anche ad intervento ritardato.

Quando i guasti resistivi possano innescare un incendio, per esempio per riscaldamento a soffitto con elementi a pellicola riscaldante, la corrente differenziale nominale deve essere $I_{dn} \leq 30 \text{ mA}$;

- Nei sistemi IT con dispositivo che rileva con continuità le correnti di dispersione verso terra e provoca l'apertura automatica del circuito quando si manifesta un decadimento d'isolamento; tuttavia, quando ciò non sia possibile, per es. per necessità di continuità di servizio, il dispositivo di cui sopra può azionare un allarme ottico ed acustico invece di provocare l'apertura del circuito.

Adeguate istruzioni devono essere date affinché, in caso di primo guasto, sia effettuata l'apertura manuale il più presto possibile.

8. Per le condutture di cui in 6.2 e 6.3 la propagazione dell'incendio lungo le stesse deve essere evitata in uno dei modi seguenti:

- 8.1 - utilizzando cavi "non propaganti la fiamma" in conformità con la Norma CEI 20-35 quando:

- sono installati individualmente o sono distanziati tra loro non meno di 250 mm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso; oppure
- i cavi sono installati in tubi protettivi o canali con grado di protezione almeno IP4X;

- 8.2 - utilizzando cavi "non propaganti l'incendio" in conformità con la Norma CEI 20-22; peraltro, qualora essi siano installati in quantità tale da superare il volume unitario di materiale non metallico stabilito dalla Norma CEI 20-22, per le prove, devono essere adottati provvedimenti integrativi analoghi a quelli indicati in 8.3;

- 8.3 - adottando sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti come indicato in 3.7.03 della Norma CEI 11-17;

9. Devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio.

Le barriere tagliafiamma devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno pari a quelle richieste per gli elementi costruttivi del solaio o parete in cui sono installate.

3.2. Uffici

Gli uffici sono considerati ambienti ordinari.

4. DATI GENERALI PER L'IMPIANTO ELETTRICO DI ENERGIA

4.1. Limite di fornitura

L'impianto di utenza avrà origine a partire dal punto di consegna ENEL in corrispondenza della cabina di consegna posizionata come indicato nelle planimetrie di progetto.

Come da indicazioni della figura 7 della norma CEI 0-16 (riportata qui di seguito con la figura 4-1), la cabina di consegna sarà suddivisa in tre diversi locali:

- locale distributore – con accesso esclusivo di ENEL.
- Locale Misure – con accesso da parte sia del distributore ENEL che dell'utente
- Locale ricezione utente – ad uso dell'utente.

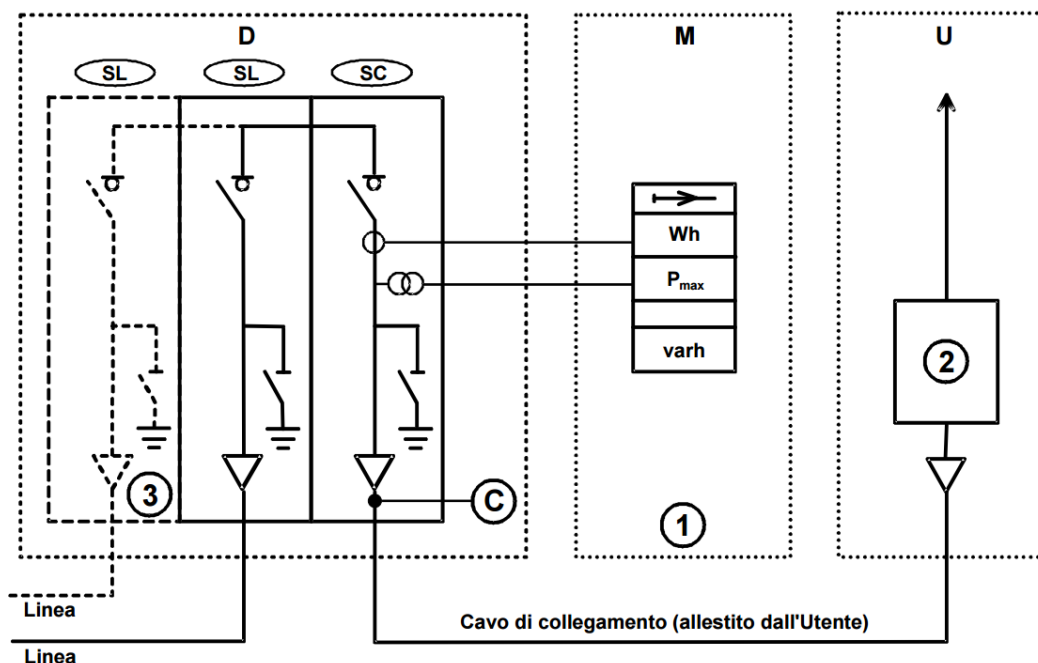


Figura 4-1: Figura 7 della norma CEI 0-16 - Schema di collegamento fra la cabina del Distributore presso l'utenza e l'impianto che si configura come punto di prelievo

Legenda:

D = locale del Distributore presso l'utenza

M = locale misura

U = locale Utente

SL = scomparto (cella) per linea

SC = scomparto (cella) per consegna

C = punto di connessione

1 = gruppo misura

2 = dispositivo generale dell'Utente

3 = scomparto presente/da prevedere per collegamento in entra – esce

Il cavo di collegamento MT, comprese le due terminazioni, deve essere il più corto possibile (massimo 20 m) e di sezione almeno equivalente a 95 mm² di rame.

4.2. Censimento dei carichi

L'elenco dei carichi e le loro caratteristiche di assorbimento sono riportati negli schemi elettrici unifilari allegati al presente progetto.

Le potenze ivi indicate sono una stima accurata al fine di calcolare la potenza contrattuale consigliabile per la corretta alimentazione di tutte le utenze considerando i coefficienti:

Ku: coefficiente di utilizzo che tiene conto del fatto che i carichi non funzionano alla loro potenza nominale durante il normale funzionamento.

Kc: coefficiente di contemporaneità che tiene conto della probabilità che tutte le utenze funzionino contemporaneamente.

5. QUADRI MT

Per l'intervento oggetto di progettazione verranno installati i seguenti quadri di media tensione:

- 1) QMT-R (Dispositivo generale in cabina di ricezione)
- 2) QMT-TR (Quadro cabina trasformazione), uno per comparto.

5.1. QMT-R

5.1.1 Dati elettrici

- Tensione nominale	24	kV
- Tensione di esercizio	15	kV
- Tensione di tenuta a freq. industriale	50	kV
- Tensione di tenuta ad impulso	125	kV
- Frequenza nominale	50/60	Hz
- Corrente nominale sbarre omnibus	630	A
- Corrente nominale apparecchiature	630	A

- Corrente di breve durata x 1"	16	kA	
- Corrente limite dinamica	40	kA	
- tenuta all' arco interno classe	AFL 12,5		kA per 1 secondo
- Potere di interruzione degli interruttori	25	kA	
- Tensione ausiliaria comandi e segnale.	220	V _{ca}	
- Grado di protezione a porta chiusa	IP	30	
- Grado di protezione a porta aperta	IP	20	
- Colore		RAL 7035	

5.1.2 CARATTERISTICHE AMBIENTALI

- Installazione		per interno a norme IEC62271-200
- Temperatura ambiente	max.	+ 40°C
	min.	- 5° C
- Umidità relativa	max.	90 %
- Altitudine s.l.m.	inf.	1000 m

5.1.3 ACCESSORI A CORREDO QUADRI

- Serie di accessori a completamento quadro consistenti in:
 - Leve di comando sezionatori e interruttori
 - Bulloneria accoppiamento scomparti
 - Manuali uso e manutenzione
 - Certificati di collaudo
 - Dichiarazione di conformità
 - Schemi quadro (fronti, unifilari, fondazioni, e funzionali)

5.2. QMT-TR

5.2.1 Dati elettrici

- Tensione nominale	24	kV
- Tensione di esercizio	15	kV
- Tensione di tenuta a freq. industriale	50	kV
- Tensione di tenuta ad impulso	125	kV
- Frequenza nominale	50/60	Hz
- Corrente nominale sbarre omnibus	630	A
- Corrente nominale apparecchiature	630	A

- Corrente di breve durata x 1"	16	kA	
- Corrente limite dinamica	40	kA	
- tenuta all' arco interno classe	AFL 12,5		kA per 1 secondo
- Potere di interruzione degli interruttori	25	kA	
- Tensione ausiliaria comandi e segnale.	220	V _{ca}	
- Grado di protezione a porta chiusa	IP	30	
- Grado di protezione a porta aperta	IP	20	
- Colore		RAL 7035	

5.2.2 CARATTERISTICHE AMBIENTALI

- Installazione		per interno a norme IEC62271-200
- Temperatura ambiente	max.	+ 40°C
	min.	- 5° C
- Umidità relativa	max.	90 %
- Altitudine s.l.m.	inf.	1000 m

5.2.3 ACCESSORI A CORREDO QUADRI

- Serie di accessori a completamento quadro consistenti in:
 - Leve di comando sezionatori e interruttori
 - Bulloneria accoppiamento scomparti
 - Manuali uso e manutenzione
 - Certificati di collaudo
 - Dichiarazione di conformità
 - Schemi quadro (fronti, unifilari, fondazioni, e funzionali)

6. TRASFORMATORI MT/BT

6.1. Norme

I trasformatori dovranno essere conformi alle più recenti edizioni normative nazionali CEI ed internazionali IEC/EN applicabili.

I trasformatori dovranno essere progettati e realizzati in accordo alle seguenti norme.

- CEI EN 60076-11: 2006-02 – Trasformatori di potenza – Parte 11: Trasformatori di tipo a secco;
- CEI EN 50541-1: 2011-11 – Trasformatori trifase di distribuzione di tipo a secco a 50 Hz, da 100 kVA a 3150 kVA e con una tensione massima per il componente non superiore a 36 kV;

- CEI EN 60076-1: 2012-06 – Trasformatori di potenza – Parte 1: Generalità;
- CEI EN 60529: 1997-06 – Gradi di protezione degli involucri (Grado IP);

Le tolleranze ammesse in merito alle perdite sono quelle contemplate dalle succitate Norme.

6.1.1 Norma CEI 50541-1: 2011-11

La Norma CEI EN 50541-1 sostituisce le precedenti norme italiane CEI 14-12 e CEI 14-18 e europee HD 538.1 e HD 538.2 e definisce nuovi livelli di perdite e nuovi livelli di rumore (Lwa) per i trasformatori da distribuzione MT/BT di tipo a secco.

Questi nuovi livelli di perdite, a cui devono riferirsi i trasformatori oggetto della presente specifica, sono identificati attraverso la definizione di classi di perdite che variano, passando da livelli di perdite più alte a livelli di perdite più basse da Co, Bo, Ao per le perdite a vuoto e Bk,

Ak per le perdite a carico; il trasformatore Ao Ak risulta dunque quello con le perdite più basse e i minori consumi energetici.

6.2. Caratteristiche costruttive

6.2.1 Avvolgimenti MT

L'avvolgimento di Media Tensione dovrà essere eseguito su macchine avvolgitrici altamente automatizzate, costruito con la tecnica del disco continuo e realizzato in nastro di alluminio con integrato un doppio strato di materiale isolante.

Su questi dischi dovrà essere disposta una rete in fibra di vetro con funzioni di supporto statico all'avvolgimento.

L'avvolgimento verrà poi inglobato in stampo sottovuoto con resina epossidica con aggiunta di cariche inerti e allumina triidrata al fine di garantire le prestazioni di comportamento al fuoco F1 definito dalla norma CEI EN 60076-11.

Le bobine di MT dovranno essere di colore verde traffico - RAL6024 in modo da risultare evidente la macchina appartiene alla famiglia dei trasformatori ad alta efficienza (High Efficiency), non sono ammesse vernici o colorazioni superficiali che possano potenzialmente degradare nel tempo.

Sull'avvolgimento primario, dovranno essere previste la morsettiera per il cambio tensione primaria con variazioni di $\pm 2 \times 2,5\%$: queste dovranno essere realizzate con boccole affioranti dalla resina, bulloneria e barre in ottone, mentre la numerazione associata e corrispondente a quella riportata sulla targa dati dovrà risultare indelebilmente impressa sugli avvolgimenti (non verranno ammesse etichette adesive o scarsamente leggibili).

La classe termica dei materiali isolanti impiegati dovrà corrispondere alla classe 155°C (F): la conseguente sovratemperatura ammessa dovrà essere pari a 100 K in accordo alla norma CEI EN 60076-11.

Secondo la certificazione ISO 9001 è richiesta la rintracciabilità del prodotto: ogni avvolgimento dovrà essere identificato in maniera univoca permettendone una

rintracciabilità inalterata nel tempo. Le bobine di MT dovranno essere identificate univocamente mediante una matricola impressa sulla resina per bulinatura in modo che risulti indelebile e che si possa rapidamente risalire al lotto e alla data di fabbricazione.

6.2.2 Avvolgimenti BT

L'avvolgimento di Bassa Tensione, realizzato da un nastro di alluminio unico, dovrà essere di altezza pari all'altezza dell'avvolgimento di MT, con integrato un foglio di materiale poliestere isolante.

Tutte le saldature del nastro conduttore con le barre d'alluminio di uscita dovranno essere realizzate mediante la saldatura di testa in atmosfera inerte e sotto controllo elettronico, in modo da evitare qualsiasi codolo di materiale che possa potenzialmente incidere o danneggiare, per sollecitazione ripetuta, l'isolante interposto tra capo di uscita e spira successiva.

Questo avvolgimento dovrà poi essere inglobato in resina per immersione sotto vuoto e successivamente polimerizzato fino a formare un unico cilindro compatto resistente agli sforzi elettrodinamici assiali e radiali generati in occasione di un eventuale corto circuito nei circuiti a valle alimentati dal trasformatore stesso.

Non sono ammessi isolamenti realizzati con materiali pre-impregnati (Prepreg e similari). La classe termica dei materiali isolanti impiegati nella bobina di bassa tensione dovrà corrispondere alla classe 155°C (F): la conseguente sovratemperatura ammessa dovrà essere pari a 100 K in accordo alla norma CEI EN 60076-11.

6.2.3 Fissaggio degli avvolgimenti

Gli avvolgimenti saranno montati l'uno nell'altro ed infilati nella colonna della macchina. L'avvolgimento primario sarà montato all'esterno.

Opportuni distanziatori devono mantenere stabile ed uniformi le distanze tra nucleo e avvolgimento secondario e tra avvolgimento secondario e avvolgimento primario onde non far insorgere sollecitazioni di origine magnetica dovute a pericolose dissimmetrie geometriche.

6.2.4 Terminali

I terminali MT, solidali all'avvolgimento, saranno realizzati con perni in ottone affioranti dalla resina al fine di:

- facilitare la connessione ai cavi MT indipendentemente dalla loro direzione di ingresso
- evitare coppie galvaniche tra i vari materiali che possono coesistere nella connessione

La connessione a triangolo tra gli avvolgimenti di MT sarà realizzata in piatto o tubo d'alluminio (non saranno ammesse connessioni in cavo isolato) al fine di mantenere inalterate nel tempo le posizioni relative e le prestazioni.

I terminali di BT saldati alla spira per su tutta l'altezza della bobina stessa, dovranno essere disposti nella parte superiore del trasformatore (in basso qualora espressamente

richiesto), dovranno essere costituiti in piatti di alluminio adatti a connettere capicorda in rame-stagnato.

Qualora espressamente richiesto, il costruttore dovrà fornire opportune piastre bimetallo (CupAl o similari) per permettere di connettere in sicurezza capicorda in rame nudo.

I terminali di BT dovranno essere ancorati rigidamente al nucleo per evitare che modifichino la loro posizione durante il trasporto, il successivo esercizio e/o in caso di sforzi elettrodinamici conseguenti a cortocircuiti sugli impianti alimentati a valle.

6.2.5 Nucleo magnetico

Il nucleo magnetico a tre colonne dovrà essere realizzato in lamierino magnetico a cristalli orientati ad alta permeabilità lavorato al laser.

Nelle giunzioni tra colonne e giogo i lamierini saranno tagliati a 45° mediante la modalità step- lap per ridurre al minimo il traferro equivalente.

Dovrà essere garantito un collegamento equipotenziale disconnettibile tra la struttura metallica (armature e carrelli) e il pacco dei lamierini magnetici.

Tutto il nucleo sarà verniciato contro la corrosione con vernici non igroscopiche di colore nero RAL 9005 e di spessore minimo >100 µm (micron).

6.2.6 Targa Dati Caratteristiche

La targa dovrà essere realizzata in accordo alla norma CEI EN 60076-11 e riportarne il numero.

I caratteri dovranno essere incisi sulla targa di alluminio avente fondo contrastato in modo tale che siano inalterabili e ne derivi inoltre una buona leggibilità nel tempo.

6.2.7 Condizioni ambientali e di comportamento al fuoco

I trasformatori dovranno essere adatti per sostenere le seguenti condizioni ambiente in fase di stoccaggio, trasporto e di esercizio:

- minima temperatura ambiente -25°C
- massima temperatura ambiente 40°C
- massima umidità relativa (90±5) %

I trasformatori dovranno inoltre essere conformi alle seguenti classi definite nella norma CEI EN 60076-11:

- Classe ambientale **E2**: Il trasformatore è soggetto a condensa consistente, a inquinamento intenso o ad entrambi i fenomeni
- Classe climatica **C2**: Il trasformatore può funzionare, essere trasportato ed immagazzinato fino a -25°C
- Classe di comportamento al fuoco **F1**: Il trasformatore è soggetto a rischio d'incendio ed è richiesta un'inflammabilità ridotta. Il fuoco sul trasformatore deve estinguersi entro limiti prestabiliti dalla norma.

Tale rispondenze dovranno essere comprovate da certificazioni ottenute presso enti terzi (cfr. Documentazione e collaudo).

6.3. Documentazione e collaudo

I trasformatori dovranno essere costruiti e collaudati presso laboratori prova di aziende dotate delle certificazioni ISO 9001 e ISO 14001.

Ogni singolo trasformatore dovrà superare con esito positivo tutte le prove di accettazione previste dalle norme CEI/EN. Qualora richieste in fase di ordine, dovranno essere eseguite anche le prove di tipo e speciali precedentemente concordate. Ad ogni trasformatore dovrà essere allegato il rispettivo Bollettino di Collaudo.

I trasformatori dovranno essere corredati di idonea documentazione comprovante la qualità, l'affidabilità e le prestazioni del prodotto o di prodotti simili tramite certificazioni di enti terzi riconosciuti a livello internazionale quali ad esempio l'ACAE.

I trasformatori dovranno inoltre essere corredati di Type Test Certificate comprovanti l'ottenimento delle classi ambientali, climatiche e di comportamento al fuoco E2, C2, F1 **ottenute su un unico trasformatore e presso un unico laboratorio** così come indicato nella norma CEI EN 60076-11: 2006-02.

A titolo indicativo si riporta di seguito l'elenco delle prove effettuabili sui trasformatori in accordo alla CEI EN 60076-11.

6.3.1 Prove di accettazione (routine tests)

- Misura della resistenza degli avvolgimenti
- Misura del rapporto di trasformazione e controllo dello spostamento angolare
- Misura della tensione di corto circuito e delle perdite a carico
- Misura delle perdite e della corrente a vuoto
- Prova di tenuta a tensione applicata in c.a.
- Prova di tenuta a tensione indotta in c.a.
- Misura delle scariche parziali

6.3.2 Prove di tipo (Type tests)

- Prova ad impulso atmosferico
- Prova di sovratemperatura
- Misura del livello di rumore
- Prova di tenuta al cortocircuito

6.4. Controlli di Fabbricazione

I trasformatori dovranno essere fabbricati seguendo un Sistema di Gestione per la Qualità conforme alla normativa UNI EN ISO 9001:2008.

La società costruttrice dovrà essere dotata di un Sistema di Gestione Ambientale conforme alla

normativa UNI EN ISO 14001:2004.

La società costruttrice dovrà avere certificazione dei propri sistemi rilasciato da primario ente qualificante.

Accessori

I seguenti accessori dovranno far parte della dotazione minima del trasformatore:

- Imballo di protezione in polietilene termoretraibile
- n. 1 manuale di installazione
- n. 1 targa dati caratteristiche in accordo alle norme
- n. 2 terminali di terra
- n. 4 golfari di sollevamento
- n. 4 ruote orientabili in nylon
- n. 3 tubetti di alloggiamento negli avvolgimenti BT (1/fase) per sonde di temperatura
- n. 3 sonde di temperatura Pt100 alloggiare in canalina metallica schermata e posizionata sul giogo superiore del nucleo magnetico
- n. 1 cassetta di collegamento per le sonde Pt100 in alluminio pressofuso con grado di protezione IP65 dotata di pressa cavi per l'ingresso delle sonde
- Centralina termometrica T154

6.5. Specifiche trasformatori

Trasformatore Cabina 1

Norma di riferimento:	CEI EN 50541-1
Potenza nominale:	800 kVA
Classe di isolamento:	24 kV
Classe di perdita:	AoAk
Tensione primaria:	15 kV
Tensione secondaria:	400 V
Tensione di cc (Vcc%):	6%
Protezione IP (BOX):	IP00 (NO BOX)

Trasformatore Cabina 2

Norma di riferimento:	CEI EN 50541-1
Potenza nominale:	630 kVA
Classe di isolamento:	24 kV
Classe di perdita:	AoAk
Tensione primaria:	15 kV
Tensione secondaria:	400 V
Tensione di cc (Vcc%):	6%
Protezione IP (BOX):	IP00 (NO BOX)

Trasformatore Cabina 3

Norma di riferimento:	CEI EN 50541-1
Potenza nominale:	800 kVA
Classe di isolamento:	24 kV
Classe di perdita:	AoAk
Tensione primaria:	15 kV
Tensione secondaria:	400 V
Tensione di cc (Vcc%):	6%
Protezione IP (BOX):	IP00 (NO BOX)

Trasformatore Cabina 4

Norma di riferimento:	CEI EN 50541-1
Potenza nominale:	400 kVA
Classe di isolamento:	24 kV
Classe di perdita:	AoAk
Tensione primaria:	15 kV
Tensione secondaria:	400 V
Tensione di cc (Vcc%):	6%
Protezione IP (BOX):	IP00 (NO BOX)

7. CAVI MT

7.1. Dimensionamento cavi MT.

Sono previsti i seguenti collegamenti in media tensione:

1. Cavo di collegamento da cella MT in cabina ricezione a cella MT in cabina trasformazione A: Il cavo avrà sezione $3(1 \times 95 \text{ mm}^2)$ – RG16H1R isolamento 12/20 kV;
2. Cavo di collegamento da cella MT in cabina ricezione a cella MT in cabina trasformazione B: Il cavo avrà sezione $3(1 \times 95 \text{ mm}^2)$ – RG16H1R isolamento 12/20 kV;
3. Cavo di collegamento da cella MT in cabina ricezione a cella MT in cabina trasformazione C: Il cavo avrà sezione $3(1 \times 95 \text{ mm}^2)$ – RG16H1R isolamento 12/20 kV;
4. Cavo di collegamento da cella MT in cabina ricezione a cella MT in cabina trasformazione D: Il cavo avrà sezione $3(1 \times 95 \text{ mm}^2)$ – RG16H1R isolamento 12/20 kV;
5. Collegamento da interruttore **QMT-1** in cabina di trasformazione 1 a trasformatore MT/BT A: Il cavo avrà sezione $3(1 \times 95 \text{ mm}^2)$ – RG16H1R isolamento 12/20 kV;
6. Collegamento da interruttore **QMT-2** in cabina di trasformazione 2 a trasformatore MT/BT B: Il cavo avrà sezione $3(1 \times 95 \text{ mm}^2)$ – RG16H1R isolamento 12/20 kV;
7. Collegamento da interruttore **QMT-3** in cabina di trasformazione 3 a trasformatore MT/BT C: Il cavo avrà sezione $3(1 \times 95 \text{ mm}^2)$ – RG16H1R isolamento 12/20 kV;
8. Collegamento da interruttore **QMT-4** in cabina di trasformazione 4 a trasformatore MT/BT D: Il cavo avrà sezione $3(1 \times 95 \text{ mm}^2)$ – RG16H1R isolamento 12/20 kV;

8. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRECTI

La norma 64-8 parte 4 prevede all'articolo 413, tra i metodi di protezione contro i contatti indiretti, l'interruzione automatica dell'alimentazione.

Questo metodo prevede che «un dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione al circuito o ad un componente elettrico, che lo stesso dispositivo protegge contro i contatti indiretti in modo che in caso di guasto, nel circuito o nel componente elettrico, tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione, non possa persistere, per una durata sufficiente a causare un rischio di effetti fisiologici dannosi in una persona in contatto con parti simultaneamente accessibili, una tensione di contatto presunta superiore a 50 V valore efficace in c.a. od a 120 V in c.c. non ondulata.»

Nel caso in questione si utilizza un sistema di distribuzione TN-S per il quale l'articolo 413.1.3 fissa le seguenti prescrizioni:

Tutte le masse dell'impianto devono essere collegate al punto di messa a terra del sistema di alimentazione con conduttori di protezione che devono essere messi a terra in corrispondenza o in prossimità di ogni trasformatore o generatore di alimentazione.

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si presenta un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizione:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito nella Tab. 41A (riportata qui di seguito) in funzione della tensione nominale U_0 ; se si usa un interruttore differenziale I_a è la corrente differenziale nominale I_{dn} ;

U_0 è la tensione nominale in c.a. valore efficace tra fase e terra.

Sistema	50 V < $U_0 \leq$ 120 V s		120 V < $U_0 \leq$ 230 V s		230 V < $U_0 \leq$ 400 V s		$U_0 >$ 400 V s	
	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.
TN	0,8	NOTA 3	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1

U_0 è la tensione nominale verso terra in c.a. o in c.c.

NOTA 1 Per le tensioni che sono entro la banda di tolleranza precisata nella Norma CEI 8-6 si applicano i tempi di interruzione corrispondenti alla tensione nominale.

NOTA 2 Per valori di tensione intermedi, si sceglie il valore prossimo superiore della Tab. 41A.

NOTA 3 L'interruzione può essere richiesta per ragioni diverse da quelle relative alla protezione contro i contatti elettrici.

NOTA 4 Quando la prescrizione di questo articolo sia soddisfatta mediante l'uso di dispositivi di protezione a corrente differenziale, i tempi di interruzione della presente Tabella si riferiscono a correnti di guasto differenziali presunte significativamente più elevate della corrente differenziale nominale dell'interruttore differenziale (tipicamente $5 I_{dn}$).

tab. 41 A – tempi massimi di interruzione per i sistemi TN

I tempi massimi di interruzione indicati nella Tab. 41A si applicano ai circuiti terminali protetti con dispositivi di protezione contro le sovracorrenti aventi corrente nominale o regolata che non supera 32 A.

Tempi di interruzione convenzionali non superiori a 5 s sono ammessi per i circuiti aventi corrente nominale o regolata superiore a 32 A.

8.1. Impianto di terra

L'impianto di dispersione a terra sarà realizzato tramite pozzetti con dispersore a picchetto di altezza 1,5m e tondino in acciaio zincato Ø10 mm che collega i pozzetti di messa a terra come riportato nella relativa planimetria di progetto.

Nelle cabine di trasformazione verrà predisposto un collettore generale di terra al quale collegare le masse e le masse estranee dell'impianto elettrico, nonché la corda nuda in rame derivata dalla cabina di ricezione ed i collegamenti ai dispersori di fatto come riportato nella planimetria di progetto.

L'impianto di dispersione sarà connesso alla rete di terra esistente.

8.2. Collegamenti equipotenziali

La realizzazione di collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee che fanno parte della costruzione, deve essere coordinata a cura del committente e/o del direttore dei lavori. È opportuno che vengano assegnate le competenze nel modo seguente:

sulle tubazioni di acqua, gas ecc. o sulle altre masse estranee di cui sopra, vanno predisposti a cura dei costruttori o degli installatori delle stesse, bulloni, morsetti od altri dispositivi oppure vanno applicati a cura dell'installatore elettrico appositi morsetti a collare;

collegamenti tra i vari dispositivi ed il successivo allacciamento al conduttore di protezione e le eventuali prove di continuità vanno eseguiti dall'installatore elettrico.

Come regola generale, si considerano masse estranee tutte le parti metalliche accessibili che hanno una resistenza verso terra uguale o inferiore a 1000 Ohm.

9. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.

Secondo quanto previsto dalla norma CEI 64-8 parte 4, la protezione contro i contatti diretti in ambienti ordinari deve essere ottenuto tramite;

Isolamento destinato ad impedire qualsiasi contatto con parti attive e che possa essere rimosso tramite distruzione. Questo tipo di protezione verrà utilizzata per i cavidotti.

Involucri e barriere destinati ad impedire contatto con parti attive, che siano in grado di assicurare un grado di protezione non inferiore a IPXXB per le superfici verticali ed a IPXXD per le superfici orizzontali. Per l'area vendita, la protezione dovrà in ogni caso essere IPXXD, tale prescrizione più restrittiva rispetto alle prescrizioni normative è dovuta all'installazione in luoghi a maggior rischio in caso di incendio.

Barriere ed involucri potranno essere rimossi solo tramite l'impiego di attrezzi. Questo tipo di protezione verrà utilizzata per quadri elettrici, scatole di derivazione e componenti quali prese di corrente, corpi illuminanti e interruttori.

Per la distribuzione MT la protezione contro i contatti diretti in corrispondenza dei trasformatori sarà ottenuta tramite reti metalliche aventi grado di protezione minimo IPXXB posta ad una distanza dalle parti attive come da norma CEI EN 61936-1 e **comunque non inferiore a 30 cm. Tale distanza dovrà essere rispettata anche tra le parti attive MT dei trasformatori ed altri componenti.**

L' interruzione automatica della corrente realizzata con interruttori differenziali con soglia di intervento $I_{dn} = 30$ mA rappresenta ai fini della protezione contro i contatti diretti, una protezione addizionale.

10. CAVI E CONDUTTURE BT

10.1. Premessa

Il presente capitolo ha lo scopo di dettare le linee guida per la posa delle condutture elettriche per gli impianti di bassa tensione.

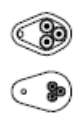
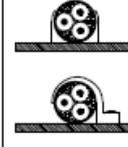
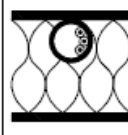





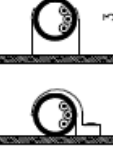


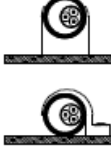


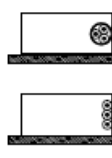

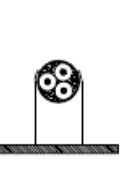


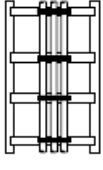

Non vengono trattate le regole per la definizione delle sezioni minime dei cavi che assicurano il corretto coordinamento con le apparecchiature di protezione ed il contenimento della caduta di tensione all'interno dei limiti consigliati dalle Norme.




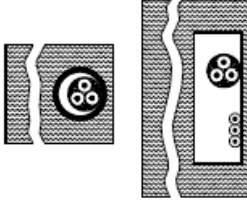
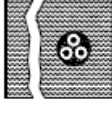
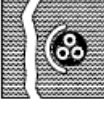
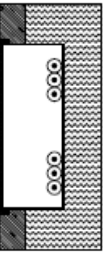
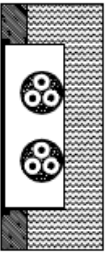
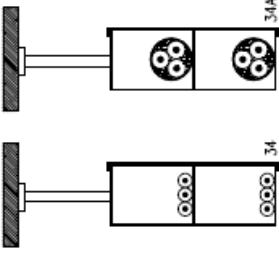


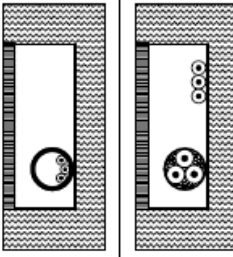


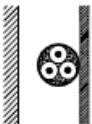
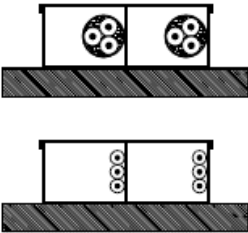
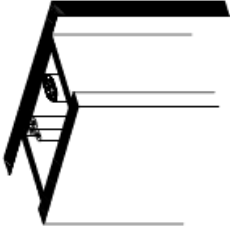
10.2. Modalità di posa

La modalità di posa delle condutture è identificata dalla norma CEI 64-8 parte 5 tramite una sigla numerica.

Le seguenti immagini riportano la tabella 52.C della norma CEI 64-8 riportante immagini e descrizioni delle modalità di posa previste.

La modalità di posa ha impatto fondamentale per il calcolo della portata e deve perciò essere riportata sugli schemi elettrici insieme alla composizione del cavo (unipolare o multipolare) ed all'indicazione dell'isolante tramite l'indicazione della sigla del cavo secondo le nomenclature delle norme CEI 20-27 o CEI UNEL 35011.

<p>Rif</p> <p>17</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi unipolari con guaina (o multipolari) sospesi o ad incassamenti in file e corde di supporto</p>	<p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>11</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, e cavi con isolamento intracavo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - posati o distanziati da pareti - fissati su soffitti oppure - distanziati da solette 	<p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>1</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi senza guaina in tubi protettivi posati entro muri tecnicamente idonei</p>	<p>Esempio</p> 
<p>Rif</p> <p>18</p> <p>Descrizione</p> <p>Conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori</p>	<p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>11A</p> <p>11B</p> <p>Descrizione</p> <ul style="list-style-type: none"> - su passerelle non perforate - su passerelle perforate - su mensole 	<p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>2</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi multipolari in tubi protettivi posati entro muri tecnicamente idonei</p>	<p>Esempio</p> 
<p>Rif</p> <p>21</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi multipolari (o unipolari con guaina) in corredi di strutture</p>	<p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>12</p> <p>Descrizione</p> <ul style="list-style-type: none"> - su passerelle non perforate - su passerelle perforate 	<p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>3</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti</p>	<p>Esempio</p> 
<p>Rif</p> <p>22</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati in corredi di strutture</p>	<p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>13</p> <p>Descrizione</p> <ul style="list-style-type: none"> - su passerelle perforate - su mensole 	<p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>3A</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti</p>	<p>Esempio</p> 
<p>Rif</p> <p>22A</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi multipolari (o unipolari con guaina) in tubi protettivi circolari posati in corredi di strutture</p>	<p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>14</p> <p>Descrizione</p> <ul style="list-style-type: none"> - su mensole 	<p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>4</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi senza guaina in tubi protettivi non circolari posati su pareti</p>	<p>Esempio</p> 
<p>Rif</p> <p>23</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari posati in corredi di strutture</p>	<p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>15</p> <p>Descrizione</p> <ul style="list-style-type: none"> - fissati da collari - su passerelle a traversini 	<p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>5</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi senza guaina in tubi protettivi annegati nella muratura</p>	<p>Esempio</p> 
<p>Rif</p> <p>23A</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi multipolari (o unipolari con guaina) in tubi protettivi non circolari posati in corredi di strutture</p>	<p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>16</p> <p>Descrizione</p> <ul style="list-style-type: none"> - su passerelle a traversini 	<p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>5A</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi multipolari in tubi protettivi annegati nella muratura</p>	<p>Esempio</p> 

<p>Rif</p> <p>51</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi multipolari (o unipolari con guaina) posati direttamente entro pareti tambramente isolanti</p> <p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>52</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi multipolari (o unipolari con guaina) posati direttamente nella muratura senza protezione meccanica addizionale</p> <p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>53</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi multipolari (o unipolari con guaina) posati nella muratura con protezione meccanica addizionale</p> <p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>61</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi unipolari e multipolari in tubi protettivi interrati ed in canali interrati</p> <p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>62</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi multipolari (o unipolari con guaina) interrati senza protezione meccanica addizionale</p> <p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>63</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi multipolari (o unipolari con guaina) interrati con protezione meccanica addizionale</p> <p>Esempio</p> 
<p>Rif</p> <p>33</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi senza guaina posati in canali incassati nel pavimento</p> <p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>33A</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi multipolari posati in canali incassati nel pavimento</p> <p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>34</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi senza guaina in canali sospesi</p> <p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>34A</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali sospesi</p> <p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>41</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro canali chiusi, con percorso orizzontale o verticale</p> <p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>42</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro canali ventilati incassati nel pavimento</p> <p>Esempio</p> 
<p>Rif</p> <p>24</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari alloggiati nella muratura</p> <p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>24A</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi multipolari (o unipolari con guaina) in tubi protettivi non circolari alloggiati nella muratura</p> <p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>25</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi multipolari (o unipolari con guaina) posati in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - controsoffitti - pavimenti appesanti <p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>31</p> <p>Descrizione</p> <p>Cavi senza guaina e cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali posati su parete:</p> <ul style="list-style-type: none"> - con percorso orizzontale <p>Esempio</p> 	<p>Rif</p> <p>32</p> <p>Descrizione</p> <p>- con percorso verticale</p> <p>Esempio</p> 	






10.3. Colori

Per i colori dei cavi unipolari senza guaina e delle anime dei conduttori con guaina, si devono rispettare le prescrizioni delle norme CEI 16-3.

In particolare il conduttore di neutro deve essere azzurro ed i conduttori di protezione ed i collegamenti equipotenziali devono essere di colore Giallo – Verde.

In caso di impianto con sistema di distribuzione TN-S, il conduttore PEN dovrà essere di colore giallo verde con nastratura azzurra oppure di colore azzurro con nastratura giallo verde.

Tali colori non devono essere utilizzati per i conduttori di fase.

	Azzurro	Neutro
	Giallo Verde	Conduttore di protezione (PE) o collegamento equipotenziale (EQP o EQS)
	Marrone	Fase (Nei circuiti trifase utilizzare preferibilmente per la fase 1)
	Nero	Fase (Nei circuiti trifase utilizzare preferibilmente per la fase 2)
	Grigio	Fase (Nei circuiti trifase utilizzare preferibilmente per la fase 3)
	Rosso	Fase (Utilizzare preferibilmente come collegamento tra dispositivi di comando per circuiti luce devianti o invertiti)
	Viola	Fase (Utilizzare preferibilmente come collegamento per i circuiti di comando per bobine di sgancio)

10.4. Portata

La portata dei cavi è calcolata secondo quanto previsto dai seguenti documenti normativi:

CEI-UNEL 35024/1: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

CEI-UNEL 35026: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

10.5. Coordinamento cavo - protezione.

I cavi devono essere protetti da apparecchi di protezione quali gli interruttori magnetotermici ed i fusibili con caratteristica di intervento gG.

A tale proposito la norma CEI 64-8 art. 433.2 definisce le relazioni che devono intercorrere tra le seguenti grandezze:

I_b = corrente assorbita dal carico a regime

I_z = portata effettiva del cavo

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione

I_f = corrente di sicuro intervento del dispositivo di protezione entro un tempo convenzionale T_c .

Le prescrizioni della norma vengono riassunte dalle due seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

In pratica si conferma la regola per la quale le protezioni devono essere in grado di proteggere le condutture senza disturbare il corretto funzionamento degli utilizzatori al fine di ridurre al minimo i disservizi. A tale proposito, la norma 64-8 all'articolo 473.1.4 raccomanda di omettere la protezione contro i sovraccarichi quando l'apertura intempestiva del circuito potrebbe essere causa di pericolo come nel caso di circuiti di alimentazione delle macchine rotanti, circuiti di alimentazione di elettromagneti di sollevamento, circuiti secondari dei trasformatori di isolamento, circuiti di alimentazione di servizi di sicurezza.

La seguente figura illustra in forma grafica le relazioni sopra citate:

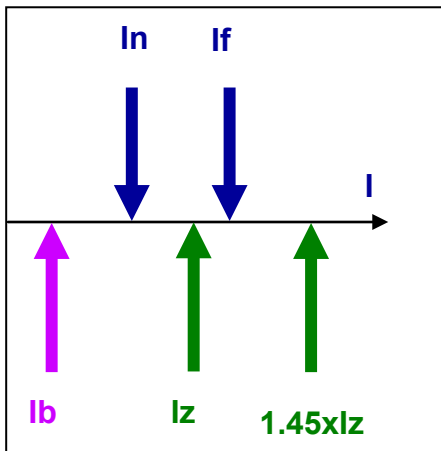


Figura 10-1

È da notare che secondo le norme CEI EN 60898 (interruttori automatici per usi domestici e similari) e CEI EN 60947-2 (interruttori automatici) valgono rispettivamente le condizioni $I_f = 1,45 I_n$ e $I_f = 1,3 I_n$.

Si ha dunque che verificata la relazione $I_n \leq I_z$ risulta anche verificata la relazione $I_f \leq 1,45 I_z$.

Per i fusibili si ha invece $I_f = 1,6 I_n$, per cui, deve essere verificata la seguente relazione:

$$1,45 \cdot I_z \leq 1,6 \cdot I_n \rightarrow \frac{1,45}{1,6} I_z \approx 0,9 \cdot I_z \leq I_n$$

Per il coordinamento cavo-protezione in caso di cortocircuito deve invece essere verificata la seguente relazione:

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$

Dove $K^2 S^2$ è il valore dell'integrale di Joule sopportabile dal cavo

$I^2 t$ è il valore dell'integrale di Joule "lasciato passare" dalla protezione.

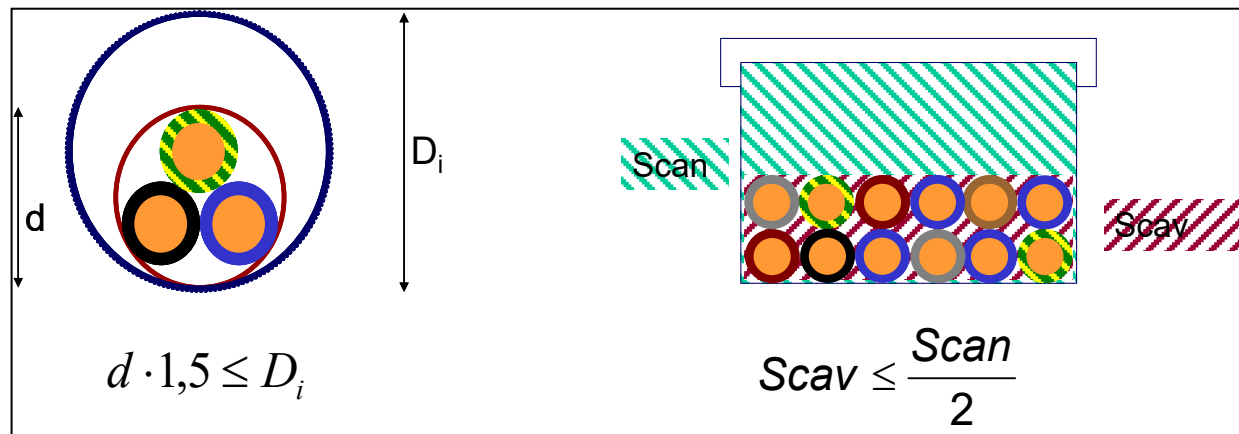
10.6. Regole di installazione

L'articolo 522.8.1.1. della norma CEI 64.8 prescrive che le dimensioni interne dei tubi protettivi e dei relativi accessori devono essere tali da permettere di tirare i cavi dopo la messa in opera dei tubi protettivi ed i relativi accessori.

Nella parte commento si raccomanda di prevedere la sfilabilità dei cavi prevedendo che per i tubi circolari il diametro interno del tubo sia almeno 1,3 volte il diametro circoscritto al fascio dei cavi, e per i canali e le passerelle, il rapporto tra la sezione della passerella e la sezione retta occupata dai cavi sia maggiore o uguale a 2

Nella seguente figura, si possono vedere le rappresentazioni grafiche delle definizioni della norma.

Figura 10-2



Dovranno essere utilizzati tubi a basso contenuto di alogeni di tipo corrugato flessibile per installazione sotto traccia o di tipo liscio rigido per installazione a vista. I tubi dovranno essere conformi alle norme CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) e CEI EN 50086-2-2 (CEI 23-55), aventi resistenza alla compressione pari a 750 N e resistenza all'urto 2 kg da 300 mm (6 J).

Non è consentito installare più di 4 circuiti in un unico tubo protettivo, per questo motivo si è limitato a 16 il numero di cavi installabili.

10.7. Caduta di tensione

Il funzionamento degli apparecchi utilizzatori in bassa tensione è assicurato dalla corretta alimentazione da parte dell'impianto.

A tale proposito la norma CEI 64-8 raccomanda all'art. 525 di limitare la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto e qualunque apparecchio utilizzatore al di sotto del 4% della tensione nominale dell'impianto.

Cadute di tensione più elevate possono essere ammesse per i motori durante i periodi di avviamento, o per altri componenti elettrici che richiedano assorbimenti di corrente più elevati, con la condizione che si assicuri che le variazioni di tensione rimangano entro i limiti indicati dalle relative Norme CEI.

Negli schemi elettrici devono essere riportate le lunghezze delle linee con l'indicazione della caduta di tensione per ogni tratta.

10.8. Sezione del conduttore di neutro

Per il conduttore di neutro, la sezione dovrà essere coordinata con il dispositivo di protezione contro le sovracorrenti poste a monte.

Nei circuiti monofase, la sezione del conduttore di neutro dovrà essere uguale a quella del conduttore di fase.

Negli altri circuiti, il valore minimo della sezione del conduttore di neutro è fissato in funzione della sezione del conduttore di fase secondo quanto riportato nella tabella seguente:

Sezione del conduttore di fase S_f [mm ²]	Sezione minima del conduttore di neutro S_n .
≤ 16	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
> 35	$S_f/2$

In caso di conduttore di neutro di sezione ridotta rispetto al conduttore di fase, si dovranno installare, a protezione della linea, interruttori magnetotermici aventi corrente di intervento sul polo di neutro pari a metà della corrente di intervento sui poli delle fasi (relè 3 N/2)

10.9. Sezione dei conduttori di protezione

Il conduttore di protezione è percorso dalla corrente solo in caso di guasto.

La sezione del cavo di protezione S_{PE} deve quindi essere calcolata tramite la formula

$$K^2 S_{PE}^2 > I^2 t \rightarrow S_{PE} > \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

Dove:

K è un coefficiente pari a 143 per i cavi in EPR e 115 per i cavi in PVC

$I^2 t$ è l'energia specifica passante del dispositivo di protezione contro le sovracorrenti

In alternativa si deve seguire l'indicazione della seguente tabella:

Sezione di fase S_f [mm ²]	Sezione minima del conduttore di protezione.
≤ 16	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
> 35	$S_f/2$

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

- 2,5 mm² quando prevista protezione meccanica;
- 4 mm² quando non prevista protezione meccanica.

10.10. Connessioni

Le connessioni devono essere contenute in apposite scatole di derivazione che possono essere incassate nel muro, installate a parete o contenute in passerelle.

Le scatole di derivazione dovranno essere in PVC autoestinguente o in materiale metallico. In caso di scatole di derivazione in materiale metallico installate ad una altezza inferiore a 2,5 m dal piano di calpestio o comunque a portata di mano, dovranno essere collegate all'impianto di terra tramite collegamento equipotenziale.

Il coperchio dovrà essere fissato con viti e dovrà essere apribile solo con attrezzo. Non dovranno essere utilizzati coperchi montati a pressione.

Tutte le derivazioni dovranno essere eseguite in dette scatole facendo uso di morsetti isolati che eviteranno il danneggiamento dei conduttori all'atto del serraggio.

In caso contrario i conduttori dovranno essere provvisti di puntali a pressione.

Non dovranno essere eseguite derivazioni tramite semplice attorcigliamento con nastro adesivo o con morsetti a MAMMUT.

Il posizionamento delle scatole di derivazione dovrà essere particolarmente curato in modo da non danneggiare l'estetica dei locali.

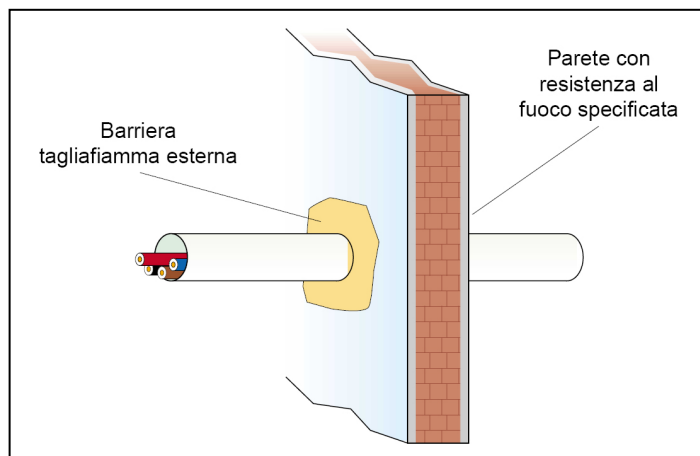
In tutte le scatole di derivazione da parete e da esterno, il collegamento tubo – scatola o guaina – scatola, dovrà essere sempre realizzata con raccordo pressatubo in materiale isolante autoestinguente.

10.11. Attraversamenti compartimentazioni REI

Nel caso in cui una condotta elettrica attraversi una parete o un pavimento fungenti da elementi di delimitazione di compartimenti antincendio, e quindi in possesso di una determinata classe di resistenza al fuoco (REI), la presenza della condotta non deve apportare variazioni peggiorative nella classe dell'elemento resistente al fuoco.

Occorre quindi otturare l'eventuale foro di passaggio nel muro rimasto libero e l'interno della condotta stessa.

Non è necessario otturare l'interno del canale o tubo protettivo se questo ha superato la prova di resistenza della fiamma secondo la relativa norma di prodotto, ha una sezione inferiore a 710 mm² e grado di protezione superiore a IP33, inclusa la sua estremità quando penetra in un ambiente chiuso.



Nell'impianto in questione sono previste condutture elettriche attraversanti elementi di separazione di compartimenti REI ed aventi una sezione interna maggiore o uguale a 710 mm².

Il ripristino delle compartimentazioni REI sarà soggetto ad una dichiarazione di corretta posa, a cura dell'impresa realizzatrice.

11. QUADRI ELETTRICI BT

Per la protezione ed il comando dei carichi elettrici collegati all'impianto è prevista l'installazione dei seguenti quadri elettrici per ogni comparto da 1 a 4:

- | | |
|---------|----------------------------------|
| 1. QGBT | Quadro Generale Bassa Tensione; |
| 2. QMAG | Quadro magazzino |
| 3. QUFF | Quadro Uffici; |
| 4. QCM | Quadro carica muletti; |
| 5. QCAB | Quadro cabina di trasformazione; |

E parti comuni:

- | | |
|----------------|------------------------------|
| 6. QRIC | Quadro Cabina Ricezione; |
| 7. QGU | Quadro Guardiania; |
| 8. QVVF | Quadro Stazione Antincendio; |
| 9. QUFF-P1 | Quadro Ufficio P1; |
| 10. QAPP.CUST. | Quadro appartamento custode; |
| 11. QUFF-PT | Quadro Ufficio PT; |
| 12. QAP | Quadro aree di pertinenza; |
| 13. QOP | Quadro opere pubbliche. |

Lo schema a blocchi per il collegamento dei quadri, gli schemi funzionali ed il fronte quadro compresi di caratteristiche tecniche, sono riportati negli allegati tecnici.

11.1. Generalità

I quadri elettrici dovranno essere realizzati in conformità alla norma CEI EN 61439-1.

Ogni quadro elettrico dovrà essere corredato di

- una targa identificatrice come prescritto dall'art. 5 della sopra menzionata norma CEI EN 61439-1.
- Documentazione:
 - Schema elettrico (completo di numerazione delle morsettiere e particolari di cablaggio dei componenti dell'automazione).
 - Fronte quadro
 - Dichiarazione di conformità alla norma CEI EN 61439-1
 - Elenco dei componenti utilizzati
 - Dichiarazione di conformità dei componenti alle relative norme di prodotto.

Ogni quadro elettrico dovrà essere sottoposto alle prove previste dalla normativa vigente. A tale proposito si riporta qui di seguito l'estratto della guida CEI 17-70 (Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione).

Le prove individuali, talvolta chiamate collaudo del quadro, prescritte e definite dalla norma CEI EN 61439-1 all'art. 11, devono essere effettuate su tutti i quadri a cura dell'assemblatore e al termine dell'assemblaggio e del cablaggio del quadro.

La verifica individuale deve comprendere le seguenti categorie:

1) Costruzione (si veda da 11.2 a 11.8):

- a) grado di protezione dell'involucro;
- b) distanze di isolamento in aria e superficiali;
- c) protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione;
- d) installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti;
- e) circuiti elettrici interni e collegamenti;
- f) terminali per conduttori esterni;
- g) funzionamento meccanico.

2) Prestazione (si veda da 11.9 a 11.10):

- a) proprietà dielettriche;
- b) cablaggio, prestazioni in condizioni operative e funzionalità.

11.2. Procedura e modalità di esecuzione delle prove individuali

Il costruttore del quadro può formalizzare una procedura per quanto concerne:

- le condizioni di prova (personale addestrato, zona dell'officina destinata al collaudo, ecc.) e le misure di sicurezza;
- i documenti di riferimento (dossier tecnici, istruzioni per il montaggio, norme tecniche, ecc.);
- l'identificazione del materiale e controlli a vista, controlli meccanici ed elettrici;
- le prove dielettriche;
- la verifica dei mezzi di protezione e la verifica della continuità del circuito di protezione;

- la misura della resistenza di isolamento per i quadri ANS, in alternativa alla prova dielettrica;
- la documentazione finale (rapporto di prova).

È importante sottolineare comunque che, pur essendo le prove individuali effettuate per norma nell'officina del costruttore del quadro o del quadrista/assemblatore, l'installatore non è esonerato dall'obbligo di accertarsi che il quadro dopo il trasporto e l'installazione non abbia subito danni o modifiche tali da non rispondere più ai requisiti già verificati durante le prove individuali.

11.3. Condizioni di prova e misure di sicurezza

All'interno dell'officina si raccomanda che i quadri pronti per le prove individuali vengano posizionati in aree separate ove solo il personale qualificato può avere libero accesso.

Se ciò non fosse possibile, ad esempio per ragioni di spazi, la zona delle prove va delimitata da transenne, cartelli o barriere visibili.

Naturalmente le verifiche possono iniziare soltanto quando il montaggio è stato portato a termine.

Si raccomanda durante la verifica delle proprietà dielettriche, ad esempio nella prova di tensione applicata, di indossare i guanti isolanti in dotazione e utilizzare appositi puntali del tipo a pistola con punte retrattili. Il corpo e le braccia dell'operatore dovrebbero essere opportunamente protetti, salvo che si applichi tensione ad una adeguata distanza di sicurezza.

Di seguito si riportano alcune regole per effettuare le prove individuali in sicurezza.

Prima delle prove:

- posizionare il quadro in una zona adeguata;
- installare correttamente le barriere di protezione;
- effettuare correttamente i collegamenti di alimentazione al quadro (terra e alimentazione);
- effettuare i collegamenti annessi con gli stessi principi (interconnessione tra masse e collegamenti a terra);
- assicurarsi che i dispositivi di sicurezza utilizzati siano perfettamente funzionanti;
- (ad es. il pulsante di emergenza, i lampeggianti di segnalazione del pericolo, ecc.);
- assicurarsi che non siano presenti persone non autorizzate all'interno della zona riservata per le prove.

Durante le prove:

- in caso di sospensione anche temporanea delle prove, è necessario mettere fuori tensione l'apparecchiatura in prova;
- per le verifiche o misure elettriche sotto tensione è necessario che la persona

- preposta sia cosciente del pericolo, che gli strumenti di misura utilizzati rispondano
- ai requisiti di sicurezza e che siano utilizzati dispositivi di protezione adeguati (ad esempio guanti isolanti ecc.);
- non bisogna lasciare i cavi o la strumentazione elettrica al di fuori della zona di prova delimitata.

11.4. Documenti di riferimento

Gli elementi specifici al quadro da provare, ai quali il provatore può opportunamente riferirsi, sono gli schemi (unifilari, funzionali, sinottici, ecc.), i disegni (fronte quadro, ingombri, ecc.) e le specifiche particolari.

L'esecutore delle prove, oltre che all'ultima edizione delle norme tecniche a cui il quadro è dichiarato conforme, può anche riferirsi alle norme CEI EN 60529 (gradi di protezione degli involucri), alla norma CEI 28-6 (regole per il coordinamento degli isolamenti), ecc.

11.5. Identificazione del materiale e controlli

Rappresenta la prima prova individuale prevista dalla norma CEI EN 60439-1, par. 8.3.1. Essa comprende le seguenti verifiche.

11.5.1 Controlli a vista

Si effettuano visivamente tenendo presente:

a) la conformità del quadro rispetto agli schemi, nomenclature e disegni ed attraverso il numero e tipo degli scomparti, il numero e caratteristiche degli apparecchi, la sezione dei conduttori e la presenza di identificazioni su cavi ed apparecchi (siglature, dicitura delle targhe, ecc.);

b) la presenza dei componenti che permettono di garantire il grado di protezione (tetti, guarnizioni) e l'assenza di difetti sul contenitore (tagli, forature che rischierebbero di compromettere il grado di protezione);

c) la rispondenza alle prescrizioni specifiche, ove richieste dalla distinta di montaggio, come ad esempio:

- il rivestimento o trattamento delle sbarre (resinatura, argentatura, ecc.);
- il tipo di cavo (antifiama, ecologico, ecc.);
- il materiale sciolto di completamento;
- il controllo della verniciatura (colore, spessore, ecc.).

11.5.2 Controlli meccanici

Devono essere eseguiti secondo i documenti di riferimento, con riferimento ai seguenti controlli:

numero corretto montaggio delle apparecchiature (sistemazione dei collegamenti e, a caso, esatto serraggio delle connessioni);

- posizionamento e chiusura delle bullonerie;

- blocchi e comandi meccanici (dispositivi di blocco inserzione, interblocchi meccanici, interblocchi con chiave e comandi manuali di traslazione degli interruttori e di manovra dei sezionatori utilizzando le leve ed accessori di comando in dotazione al quadro);
- chiusura ed eventuali blocchi delle porte ed eventuali aderenze delle guarnizioni antipolvere alla struttura del quadro.

11.5.3 Controlli elettrici

Le prove funzionali consistono nel verificare il corretto funzionamento di tutti i circuiti (elettrici ed elettromeccanici) simulando, per quanto possibile, le varie condizioni di esercizio dei quadri.

Ad esempio, le prove sui circuiti amperometrici e voltmetrici possono essere eseguite alimentando i circuiti secondari dei TA e TV, senza necessariamente sconnettere i TA dal circuito.

I controlli elettrici possono comprendere la verifica del corretto funzionamento dei circuiti e degli apparecchi ed in particolare:

- circuiti di comando, segnalazione, allarme, intervento, richiusura;
- circuiti di illuminazione e riscaldamento, ove esistano;
- circuiti di protezione e misura (relè di max corrente, di tensione, di terra, differenziali, contattori, amperometri, voltmetri, ecc.);
- morsetti e contatti disponibili in morsettiera;
- dispositivi di sorveglianza dell'isolamento (si devono anche verificare le distanze di isolamento e le linee di fuga a livello dei collegamenti e adattamenti realizzati in officina).

Per eseguire i controlli, oltre ai normali attrezzi meccanici utilizzati per l'assemblaggio, sono necessari strumenti elettrici. Si raccomanda una taratura periodica per ottenere dei risultati affidabili.

Gli strumenti generalmente usati sono:

- un tester o multimetro;
- il banco di prova (in c.a. e in c.c. che alimenti il quadro nella prova di funzionamento sotto tensione);
- la chiave dinamometrica (per controllare che siano state applicate le giuste coppie di serraggio sulle connessioni) e utensili vari.

11.6. Prova di tensione applicata

Le prove dielettriche servono a verificare le distanze di isolamento, la bontà dei materiali isolanti e la corretta esecuzione dei collegamenti dell'apparecchiatura in prova.

Si applica una tensione di prova a frequenza industriale per un secondo tra le fasi, interconnesse tra loro, e il telaio del quadro connesso a terra (ad es.: per un quadro con tensione nominale di isolamento di 500 V si applica una tensione a frequenza industriale di 2500 V).

La prova è superata se durante l'applicazione della tensione non si verificano né perforazioni né scariche superficiali.

Bisogna scollegare tutti gli apparecchi che assorbono corrente e per i quali l'applicazione delle tensioni di prova provocherebbe un danneggiamento (avvolgimenti, strumenti di misura, interruttori differenziali elettronici, ecc.).

Per questa prova si può utilizzare un generatore di tensione a frequenza industriale (dielettrometro).

11.7. Verifica dei mezzi di protezione e della continuità del circuito di protezione

La buona realizzazione del circuito di protezione viene accertata:

- visivamente (ad es. si accerta la presenza di dispositivi che assicurino il contatto ai fini della continuità del conduttore di terra, ecc.);
- meccanicamente (controllo dei serraggi delle connessioni, a campione);
- elettricamente (verifica della continuità del circuito).

Gli strumenti utilizzati sono un tester e una chiave dinamometrica.

11.8. Verifica della resistenza di isolamento

La prova si effettua applicando tra i circuiti e la massa una tensione di 500 V e l'esito è positivo se, per ciascun circuito provato, la resistenza di isolamento è superiore di 1000 W/V, riferiti alla tensione nominale verso terra per ciascun circuito.

Anche in questo caso, le apparecchiature che assorbono corrente devono essere scollegate.

Per la prova può essere utilizzato un apparecchio di misura di resistenza (megaohmmetro o megger).

11.9. Documentazione finale e termine delle prove

È utile adottare dei moduli analitici nei quali compaiano tutte le verifiche, anche di dettaglio. In questo modo si possono stralciare una per volta le varie voci per assicurarsi di avere compiuto tutte le operazioni richieste. Un esempio di tabella con riassunte le verifiche previste per un quadro sottoposto alle prove individuali è riportato in fig.C.3 della guida CEI 17-70. Al termine è opportuno redigere un rapporto di prova in cui si riportano le prove specificate dalla norma e, per ognuna di esse, l'esito ottenuto. Un esempio di rapporto di prova è riportato in fig. C 4. della guida CEI 17-70

Fig. C.3 **Esempio di lista di controllo con riassunte le verifiche previste per un quadro sottoposto alle prove individuali**

Cliente _____ Impianto _____ Ordine n° _____

controllo effettuato da _____ data _____ firma _____

operazioni di controllo	identificazione quadro/ n° unità funzionali	esito delle verifiche provvedimenti / conformità
controlli a vista degli apparecchi/cavi sezione dei conduttori rivestimento/ trattamento sbarre colore/aspetto del quadro		
controlli meccanici serraggio connessioni circuito di potenza circuito secondario circuito di terra blocchi ed interblocchi chiusura porte aderenza guarnizioni		
controlli elettrici dei circuiti e apparecchi comando protezione illuminaz riscaldam segnalaz contatori misura spie di segnalaz dispositivi blocco continuità delle masse		
grado di protezione documentazione di riferimento norme /specifiche schema unifilare vista d'insieme fronte quadro schema ausiliari altri riferimenti		

Si riporta qui di seguito, la tabella D1 della norma CEI EN 61439-1 relativa alle verifiche di progetto sui quadri elettrici

N°	Caratteristiche da verificare	Articoli o paragrafi	Opzioni della verifica effettuabile		
			Verifica mediante prove	Verifica mediante calcoli	Verifica mediante regole di progetto
1	Robustezza dei materiali e parti del QUADRO:	10.2			
	Resistenza alla corrosione	10.2.2	SI	NO	NO
	Proprietà dei materiali isolanti:	10.2.3			
	Stabilità termica	10.2.3.1	SI	NO	NO
	Resistenza dei materiali isolanti al calore normale	10.2.3.2	SI	NO	NO
	Resistenza dei materiali isolanti al calore anormale ed al fuoco che si verifica per effetti interni di natura elettrica	10.2.3.3	SI	NO	NO
	Resistenza alla radiazione ultravioletta (UV)	10.2.4	SI	NO	NO
	Sollevamento	10.2.5	SI	NO	NO
	Impatto meccanico	10.2.6	SI	NO	NO
Marcatura	10.2.7	SI	NO	NO	
2	Grado di protezione degli involucri	10.3	SI	NO	SI
3	Distanze d'isolamento in aria e superficiali	10.4	SI	SI	SI
4	Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione:	10.5	SI		
	Effettiva continuità della messa a terra tra le masse del QUADRO ed il circuito di protezione	10.5.2	SI	NO	NO
	Effettiva continuità nel QUADRO per guasti esterni	10.5.3		SI	SI
5	Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti	10.6	NO	NO	SI
6	Circuiti elettrici interni e collegamenti	10.7	NO	NO	SI
7	Terminali per conduttori esterni	10.8	NO	NO	SI
8	Proprietà dielettriche:	10.9			
	Tensione di tenuta a frequenza di esercizio	10.9.2	SI	NO	NO
	Tensione di tenuta ad impulso	10.9.3	SI	NO	SI
9	Limiti di sovratemperatura	10.10	SI	SI	SI
10	Tenuta al cortocircuito	10.11	SI	SI	SI
11	Compatibilità Elettromagnetica (EMC)	10.12	SI	NO	SI
12	Funzionamento meccanico	10.13	SI	NO	NO

12. RETE FORZA MOTRICE

L'impianto di FM consiste nelle linee e nelle apparecchiature per alimentare i vari carichi elettrici di FM.

Si specifica che per quanto riguarda le prese poste ad alimentazione dei carica muletti sono state previste postazioni con prese da 32A adatte ai muletti con batterie al Litio in quanto non sono presenti all'interno dell'attività locali compartimentati adibiti alla ricarica di muletti con normali batterie in grado di produrre vapori di idrogeno.

La tipologia e quantità di prese e blindo forza in dotazione ai singoli ambienti è riportata nelle planimetrie facenti parte del presente progetto.

Per il posizionamento si rimanda in tavola grafica allegata.

13. ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione rispetterà i seguenti limiti di illuminazione minima:

AMBIENTI INTERNI					
Destinazione d'uso locale	Illuminamento medio E_m [lux]	Abbagliamento UGR_L	Uniformità	Resa cromatica	Note
Magazzini, zone di stoccaggio	100	25	0,40	60	200 lx se occupato di continuo
Zone di movimentazione e imballaggio	300	25	0,60	60	
Corridoi con presenza di personale (tra gli scaffali)	150	22	0,40	60	Illuminazione a livello di pavimento
Corridoi senza presenza di personale (Multishuttle)	20	-	0,40	40	Illuminazione a livello di pavimento
Zone di circolazione e corridoi	200	25	0,40	80	
Locali tecnologici	200	25	0,40	60	
Scale	150	22	0,40	80	
Servizi igienici	150	22	0,40	80	

Uffici	500	19	0,60	80	
Reception	300	22	0,60	80	
Sale conferenze	500	19	0,60	80	Illuminazione regolabile
Archivi	200	25	0,40	80	
Refettorio	200	22	0,40	80	
Locali di riposo	100	22	0,40	80	
Locale copiatura	300	19	0,40	80	

Per l'illuminazione di sicurezza di applica la UNI EN 1838 le cui prescrizioni sono di seguito riepilogate.

Illuminazione per l'esodo

Nelle vie di esodo di larghezza fino a 2m:

1lx sulla linea mediana della via di esodo di larghezza fino a 2m;

0,5lx nella fascia centrale della via di esodo di larghezza fino a 2m.

Illuminazione antipanico: 0,5lx (esclusa fascia perimetrale di mezzo metro)

Una via di esodo larga più di 2m va suddivisa in più strisce di larghezza fino a 2m.

13.1. Installazione

Tutti i corpi illuminanti, le blindo con le relative derivazioni ed i rilevatori di presenza relativi all'impianto di illuminazione, dovranno essere installati e collegati a regola d'arte secondo le indicazioni dei relativi costruttori.

A cura dell'installatore dovranno essere previsti tutti gli accessori di fissaggio e sospensione. Sono qui di seguito elencati a solo titolo esplicativo i principali componenti necessari per una realizzazione a regola d'arte e perfettamente funzionante.

- profili a C o guide omega per l'ancoraggio alla copertura;
- staffe di supporto;
- raccordi di linea;
- catenelle di sospensione o cavi d'acciaio o aste filettate;
- ganci di sospensione.

13.2. Descrizione impianto

13.2.1 Area deposito

13.2.1.a. Illuminazione ordinaria

Nel magazzino verranno posizionati proiettori a led con flusso luminoso regolabile (sistema DALI), montati su blindoluci o binari elettrificati pendinate a soffitto. Le accensioni dei proiettori saranno comandate automaticamente tramite sensori di presenza e la regolazione della luminosità sarà gestita da centralina meteo posta in copertura.

13.2.1.b. Illuminazione emergenza

L'illuminazione di emergenza sarà realizzata tramite l'utilizzo di alcune lampade ordinarie alimentate da soccorritore UPS conforme EN50171. Inoltre, per le uscite di sicurezza, saranno installate lampade da 24W con batteria a tampone, all'interno, mentre all'esterno saranno installate lampade stagne alimentate sempre da soccorritore UPS rispondente la norma EN50171.

13.2.2 Area uffici

13.2.2.a. Illuminazione ordinaria

Negli uffici verranno installati apparecchi illuminanti con emissione luminosa adatta per utilizzo con videoterminali (UGR<19) ed indice di resa cromatica adeguato al luogo di lavoro. L'accensione degli apparecchi sarà comandata da rilevatori di presenza con possibilità di forzatura per la dimmerazione o lo spegnimento. Tutti gli apparecchi saranno dotati di un sistema di regolazione di luminosità automatica in grado di gestire, tramite la stessa centralina meteo posta in copertura, la luminosità in funzione della luce entrante dall'esterno e la presenza di personale. Sarà in ogni caso possibile il comando anche manuale degli apparecchi di illuminazione tramite pulsanti posizionati negli ambienti. La modalità di gestione manuale si disattiverà quando il sensore di presenza non rileverà più la presenza di persone nell'ambiente.

Negli ambienti di servizio saranno invece adottati apparecchi illuminanti on/off con sensore di presenza incorporato senza.

13.2.2.b. Illuminazione emergenza

L'illuminazione di emergenza, sia antipánico che sopra le uscite di sicurezza, sarà realizzata tramite l'utilizzo di lampade a LED 24W con batteria a tampone.

L'alimentazione dovrà essere automatica ad interruzione breve (0,5s).

Il dispositivo di carica degli accumulatori deve essere di tipo automatico e tale da consentire la ricarica completa entro 12 ore.

L'autonomia di alimentazione dell'illuminazione di sicurezza dovrà essere pari ad almeno 1 ora.

Nelle planimetrie di progetto è riportata la posizione di detti corpi illuminanti.

14. RIFASAMENTO

Viene previsto un sistema di rifasamento nel quadro generale atto riportare il fattore di potenza dell'intero impianto ad un valore pari ad almeno 0,95.

14.1. Generalità:

- Carpenteria metallica zinco-passivata, verniciata con polveri epossidiche colore RAL 7035
- Trasformatore per la separazione del circuito di potenza da quello degli ausiliari
- Sezionatore sotto carico dimensionato a $1,495I_n$ secondo CEI EN 60831-1 art 34, con funzione blocco porta a sicurezza dell'operatore
- Contattori
- Cavi FS17 autoestinguenti, rispondenti alla norma CEI 20/22/II e CEI EN 50627-2-1
- Regolatore a microprocessore
- Condensatori monofasi CRM25 auto-rigenerabili in polipropilene metallizzato ad alto gradiente con tensione di targa UN=550V
- Reattanza trifase ad alta linearità, con frequenza di sbarramento 180Hz (N=3.6, ovvero $p=7,7\%$)
- Multimetro di protezione e controllo MCP5 in standard, integrato nel regolatore 8BGA, sulle versioni MULTImatic Tutti i componenti utilizzati sono conformi alle prescrizioni normative in materia di sicurezza.

15. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

15.1. Riferimenti legislativi e normativi

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

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

A tale proposito l'impianto dovrà essere realizzato nel pieno rispetto della nota prot DCPREV 1324 del 7/2/2012 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione 2012"

15.1.1 Norme Tecniche

CEI 64-8: impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

CEI EN 50380 (CEI 82-22): fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

CEI 82-25: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione.

CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso $I_n = 16$ A per fase).

CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.

CEI EN 60439 (CEI 17-13): apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

Serie composta da:

CEI EN 61439-1 (CEI 17-113/1): apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali

CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

CEI EN 60529 (CEI 70-1): gradi di protezione degli involucri (codice IP).

CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata.

CEI 20-19: cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

CEI 20-20: cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

CEI EN 62305 (CEI 81-10): protezione contro i fulmini.

Serie composta da:

CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): principi generali.

CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): valutazione del rischio.

CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.

CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture.

CEI 81-3: valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.

CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.

CEI 0-3: guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/1990.

UNI 10349: riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

CEI EN 61724 (CEI 82-15): rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

CEI 13-4: sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.

CEI 64-8, parte 7, sezione 712: sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione.

CEI 20-91 (comprensiva di variante V1) - Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

15.2. Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico obbligatorio

15.2.1 Descrizione del sito

I moduli verranno disposti sulla copertura del fabbricato e fissati tramite apposite strutture di sostegno predisposte dal costruttore.

Il presente progetto non comprende la verifica strutturale e la tenuta meccanica della copertura e della struttura meccanica a carico e cura del costruttore.

Si raccomanda di evitare l'ombreggiamento delle file dei moduli da parte di macchinari e tubazioni presenti sulla copertura.

15.3. Dimensionamento dell'impianto

15.3.1 Procedura di calcolo

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

Tensioni MPPT

Tensione nel punto di massima potenza, V_m a 70 °C maggiore della Tensione MPPT minima.

Tensione nel punto di massima potenza, V_m a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ minore della Tensione MPPT massima.

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

Tensione massima

Tensione di circuito aperto, V_{oc} a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ inferiore alla tensione massima dell'inverter.

Tensione massima modulo

Tensione di circuito aperto, V_{oc} a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ inferiore alla tensione massima di sistema del modulo.

Corrente massima

Corrente massima (corto circuito) generata, I_{sc} inferiore alla corrente massima dell'inverter.

Dimensionamento

Dimensionamento compreso tra il 70% e 120%.

15.3.2 Impianto

Il generatore fotovoltaico sarà così formato:

Copertura Uffici comparto 1: 36 moduli da 500W, disposti sulla copertura piana del comparto 1, come riportato negli elaborati grafici di progetto, per un **totale di 18,00 kWp**.

Copertura Uffici comparto 2: 28 moduli da 500W, disposti sulla copertura piana del comparto 2, come riportato negli elaborati grafici di progetto, per un **totale di 14,00 kWp**.

Copertura Uffici comparto 3: 28 moduli da 500W, disposti sulla copertura piana del comparto 3, come riportato negli elaborati grafici di progetto, per un **totale di 14,00 kWp**.

Copertura Uffici comparto 4: 70 moduli da 500W, disposti sulla copertura piana del comparto 4, come riportato negli elaborati grafici di progetto, per un **totale di 35,00 kWp**.

Copertura palazzina Uffici 1: 72 moduli da 500W, disposti sulla copertura piana del comparto 2, come riportato negli elaborati grafici di progetto, per un **totale di 36,00 kWp**.

Copertura palazzina Uffici 2: 72 moduli da 500W, disposti sulla copertura piana del comparto 2, come riportato negli elaborati grafici di progetto, per un **totale di 36,00 kWp**.

Copertura casa del custode: 14 moduli da 500W, disposti sulla copertura piana del comparto 2, come riportato negli elaborati grafici di progetto, per un **totale di 7,00 kWp**.

Copertura guardiania: 42 moduli da 500W, disposti sulla copertura piana del comparto 2, come riportato negli elaborati grafici di progetto, per un **totale di 21,00 kWp**.

Impianto fotovoltaico cessione totale: 13190 moduli da 500W, disposti sulla copertura totale dell'edificio, come riportato negli elaborati grafici di progetto, per un **totale di 6,595 MWp**.

15.4. Specifiche per i componenti l'impianto

15.4.1 Installazione dei moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici saranno installati sulla copertura piana del fabbricato tramite l'impiego di strutture metalliche appositamente dimensionate per il supporto dei moduli fotovoltaici.

Dovranno essere inoltre prese opportune precauzioni per preservare l'impermeabilizzazione della copertura.

15.4.2 Cablaggio elettrico

A Norma CEI 64.8 all'articolo 433.2 impone per il coordinamento cavo-protezione le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

In cui:

- I_b è la corrente di impiego del carico;
- I_n è la corrente nominale dell'apparecchiatura di protezione;
- I_z è la portata del cavo;
- I_f corrente di sicuro intervento dell'apparecchiatura di protezione entro il tempo convenzionale.

E' da notare che in caso di apparecchi di protezione conformi alla Norma CEI 23-3, se è verificata la relazione $I_n \leq I_z$ è automaticamente verificata anche la relazione $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$. Tale norma impone infatti per gli interruttori automatici ad uso domestico e similare $I_f = 1,45 \cdot I_n$. Detta condizione vale anche per gli interruttori conformi alla norma CEI EN 60947-2 per i quali $I_f = 1,3 \cdot I_n$

Per la parte in corrente continua la protezione contro le sovracorrenti è assicurata ai sensi della norma CEI 64-8 art. 712.433.1: "La protezione contro i sovraccarichi può essere omessa sui cavi delle stringhe PV e dei pannelli PV quando la portata dei cavi sia eguale o superiore a 1,25 volte ISC STC in qualsiasi punto". Gli elaborati grafici relativi al presente impianto riportano coordinamenti cavo - interruttore verificati ai sensi della norma CEI 64-8.

La portata dei cavi è calcolata secondo quanto previsto dai seguenti documenti normativi:

CEI-UNEL 35024/1: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

CEI-UNEL 35026: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

I cavi in corrente continua soggetti ad irraggiamento diretto del sole saranno del tipo N0202.

Per gli altri cavidotti, saranno utilizzati cavi tipo FG16.

15.4.3 Protezione contro il cortocircuito

Per la parte in corrente continua valgono le considerazioni fatte nel paragrafo precedente.

L'interruttore magnetotermico posto a valle dell'inverter assicura la protezione contro il cortocircuito sul lato corrente alternata.

Caduta di tensione

La caduta di tensione sul lato corrente continua sarà più bassa del 2% secondo quanto consigliato dalla norma CEI 82-25.

Sezione dei conduttori di protezione

Il conduttore di protezione è percorso dalla corrente solo in caso di guasto.

La sezione del cavo di protezione S_{PE} deve quindi essere calcolata tramite la formula

$$K^2 S_{PE}^2 > I^2 t \rightarrow S_{PE} > \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

dove:

K è un coefficiente pari a 143 per i cavi in EPR e 115 per i cavi in PVC

$I^2 t$ è l'energia specifica passante del dispositivo di protezione contro le sovracorrenti

In alternativa si deve seguire l'indicazione della seguente tabella:

Sezione di fase S_f [mm ²]	Sezione minima del conduttore di protezione.
≤ 16	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
> 35	$S_f/2$

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

- 2,5 mm² quando prevista protezione meccanica;
- 4 mm² quando non prevista protezione meccanica.

15.5. Misure di protezione contro i contatti diretti

Secondo quanto previsto dalla norma CEI 64-8 parte 4, la protezione contro i contatti diretti in ambienti ordinari deve essere ottenuto tramite;

- Isolamento destinato ad impedire qualsiasi contatto con parti attive e che possa essere rimosso tramite distruzione. Questo tipo di protezione verrà utilizzata per i cavidotti;
- Involucri e barriere destinato ad impedire contatto con parti attive, che siano in

grado di assicurare un grado di protezione IP2X o IPXXB per le superfici verticali e IP4X o IPXXD per le superfici superiori orizzontali delle barriere o degli involucri a portata di mano. Barriere ed involucri potranno essere rimossi solo tramite l'impiego di attrezzi. Questo tipo di protezione verrà utilizzata per quadri elettrici, scatole di derivazione e componenti quali prese di corrente, corpi illuminanti e interruttori.

L' interruzione automatica della corrente realizzata con interruttori differenziali con soglia di intervento $I_{dn} = 30 \text{ mA}$ rappresenta ai fini della protezione contro i contatti diretti, una protezione addizionale.

Ogni parte elettrica dell'impianto, sia in corrente alternata che in corrente continua, è in bassa tensione.

La protezione contro i contatti diretti è dunque assicurata dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- utilizzo di componenti dotati di marchio CE (Direttiva CEE 73/23);
- collegamenti effettuati utilizzando cavo rivestito con guaina esterna protettiva, idoneo per la tensione nominale utilizzata e alloggiato in condotto porta cavi (canale o tubo a seconda del tratto) idoneo allo scopo. Alcuni brevi tratti di collegamento tra i moduli fotovoltaici non risultano alloggiati in tubi o canali. Questi collegamenti, tuttavia, essendo protetti dai moduli stessi, non sono soggetti a sollecitazioni meccaniche di alcun tipo, né risultano ubicati in luoghi ove sussistano rischi di danneggiamento.

Dal punto di vista della sicurezza, occorre tenere conto che il generatore fotovoltaico è una fonte energetica non interrompibile, data l'impossibilità pratica di porre il sistema fuori tensione alla presenza di luce solare. Questo costituisce elemento di attenzione sia in fase di costruzione del generatore fotovoltaico (durante la quale è consigliabile la copertura dei pannelli), sia in occasione della sua manutenzione, sia ancora in caso di intervento delle protezioni che, comandando i dispositivi di apertura lato c.c, determinano l'innalzamento della tensione del generatore fotovoltaico e il mantenimento di eventuali archi elettrici che si fossero creati sui circuiti c.c.

Tale pericolo sarà segnalato con opportuna segnaletica apposta in corrispondenza dei dispositivi elettromeccanici soggetti a manutenzione.

Un esempio di cartello di sicurezza che avvisa del pericolo della doppia alimentazione del circuito elettrico di un impianto fotovoltaico collegato alla rete del distributore è riportato in nella seguente figura:



15.6. Misure di protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata in conformità a quanto riportato nella norma CEI 64-8 ed. VI parte 712, dove viene raccomandato l'impiego dei componenti in classe II sul lato c.c.

Sul lato c.a. la protezione delle persone contro i contatti indiretti sarà realizzata tramite l'interruzione automatica dell'alimentazione e più precisamente tramite un interruttore magnetotermico differenziale.

Gli inverter non sono dotati di trasformatore per la separazione galvanica tra i circuiti in corrente continua e in corrente alternata.

In riferimento alla norma CEI 64-8 art. 712.413.1.1.1.2. il tipo di differenziale deve essere in classe B a meno che il costruttore dell'inverter non dichiarerà altrimenti.

Nel caso in questione, per il modello utilizzato è stata fornita un'idonea dichiarazione del costruttore, si utilizza pertanto, per la protezione contro i contatti diretti un interruttore differenziale con corrente di intervento 300 mA in classe A.

15.6.1 Componenti in classe II

La protezione deve essere assicurata con l'uso di componenti elettrici dei tipi seguenti, che siano stati sottoposti alle prove di tipo e siano contrassegnati in accordo con le relative norme:

- componenti elettrici aventi un isolamento doppio o rinforzato (componenti elettrici di Classe II);
- quadri aventi un isolamento completo (Norma CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1);

Nota Questi componenti elettrici sono identificati dal segno grafico .

Nel caso in questione, i moduli fotovoltaici e l'impianto in corrente continua ad essi collegato sarà tutto in classe II, i moduli non dovranno essere quindi collegati a terra ai fini della protezione delle persone contro i contatti indiretti.

Si consiglia tuttavia il collegamento a terra delle strutture di sostegno dei moduli per ridurre l'effetto delle tensioni dovute alle correnti capacitive.

15.7. Collegamenti equipotenziali

La realizzazione di collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee che fanno parte della costruzione, deve essere coordinata a cura del committente e/o del direttore dei lavori. È opportuno che vengano assegnate le competenze nel modo seguente:

- sulle tubazioni di acqua, gas ecc. o sulle altre masse estranee di cui sopra, vanno predisposti a cura dei costruttori o degli installatori delle stesse, bulloni, morsetti od altri dispositivi oppure vanno applicati a cura dell'installatore elettrico appositi morsetti a collare.
- collegamenti tra i vari dispositivi ed il successivo allacciamento al conduttore di protezione e le eventuali prove di continuità vanno eseguiti dall'installatore elettrico.

Come regola generale, si considerano masse estranee tutte le parti metalliche accessibili che hanno una resistenza verso terra uguale o inferiore a 1000 Ohm.

15.8. Dispositivi di comando protezione e sezionamento.

Secondo quanto riportato nell'art. 712.536.2.1.1 della norma CEI 64-8, "per permettere la manutenzione dell'inverter devono essere previsti dispositivi atti a sezionare l'inverter dai lati c.c. (lato stringhe) e c.a. (lato rete)."

Sul lato d.c. dovrà dunque essere installato un interruttore di manovra atto a sezionare la corrente continua secondo la classe di impiego DC21 in conformità alla norma CEI EN 60947-3 alla tensione massima presente nel sistema ossia la V_{oc} alla temperatura minima di progetto.

Nel caso in questione l'inverter è dotato di sezionatore CC interno, pertanto non è necessario installare un dispositivo esterno.

In caso di impiego di marche e modelli diversi, dovrà essere sottoposta alla direzione lavori la documentazione tecnica dei componenti scelti.

15.9. Verifica tecnico-funzionale

Al termine dei lavori, verranno effettuate le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse.

15.9.1 Prestazioni

Al termine dei lavori dovrà essere effettuato un collaudo dell'impianto, il cui verbale sarà firmato da un professionista iscritto all'albo professionale.

Per gli impianti fotovoltaici devono essere rispettate le seguenti condizioni che prevedono la verifica del rendimento globale dell'impianto maggiore di 0,8 per inverter di potenza maggiore di 20 kW e 0,78 per inverter di potenza fino a 20 kW, secondo i metodi di prova indicati nella norma CEI 82-25 V1.

15.10. Manutenzione ordinaria preventiva

Le attività di manutenzione ordinaria preventiva sono consigliate con cadenza almeno annuale e comprendono una serie di ispezioni e controlli indicati qui di seguito.

Secondo quanto previsto dalla normativa in materia di sicurezza sul lavoro, la manutenzione su apparati elettrici deve essere realizzata da Persona Esperta ed in conformità alle norme CEI 11-27 e CEI EN 50110-1, cioè da persona addestrata ad operare su circuiti elettrici applicando le norme di sicurezza.

La maggior parte delle verifiche possono essere effettuate anche da persone non specializzate in tecnologia fotovoltaica, comunque non senza aver preso visione dei manuali d'uso e manutenzione dei singoli componenti.

16. IMPIANTO DI RILEVAZIONE FUMI

16.1. Generalità

L'impianto di rivelazione fumi dell'attività oggetto della presente relazione dovrà essere realizzato in conformità alla norma UNI 9795, edizione ottobre 2013, e collaudato a cura dell'appaltatore, che dovrà rilasciare apposito verbale di collaudo, ai sensi della norma UNI 11224.

Le apparecchiature dovranno rispondere allo standard da UNI-EN 54-2 fino a UNI-EN 54-25.

Le scelte progettuali hanno tenuto conto del tipo di attività e delle caratteristiche dimensionali e distributive degli ambienti.

Per la progettazione dell'impianto di rivelazione fumi, gli ambienti dell'attività in questione sono stati suddivisi in zone da sorvegliare, seguendo le norme della norma UNI 9795.

La suddetta norma definisce "zona" la "Suddivisione geografica dei locali o degli ambienti sorvegliati, in cui sono installati una o più punti e per la quale è prevista una propria segnalazione di zona comune ai diversi punti" (punto 3.10 della Norma UNI 9795).

I "punti" sono i componenti connessi al circuito di rivelazione, che sono in grado di trasmettere o ricevere le informazioni relative alla rivelazione d'incendio.

Per la scelta del tipo di rivelatori, si è preso in considerazione principalmente la configurazione geometrica degli ambienti, dato che l'attività non presenta condizioni ambientali rilevanti ai fini della progettazione di questo tipo di impianto.

L'edificio in questione si suddivide in aree aventi diverse caratteristiche, per la progettazione dell'impianto si sono individuate le seguenti zone:

- Magazzino
- Cabine di trasformazione
- Zona uffici e servizi aventi altezza inferiore a 4 metri in ambiente parzialmente controsoffittato e con presenza di pavimento galleggiante

In ciascun locale dell'area da sorvegliare dovrà essere installato almeno un rivelatore, con le sole eccezioni previste al punto 5.1.3 della Norma UNI.

Nelle aree magazzino e prelievo merce a tutt'altezza, verranno installati rivelatori ottici lineari di fumo (cosiddette barriere lineari). Nei locali ad uso ufficio, nei locali tecnici e nel locale di trasformazione, verranno installati invece rivelatori puntiformi di fumo.

I rivelatori puntiformi di fumo dovranno essere posizionati in ambiente rispettando un **"raggio di copertura" di 6.50 metri**, ossia in modo che **ciascun punto del locale sia distante al massimo 6.50 metri dal rivelatore più vicino**. Tale distanza dovrà essere misurata rispetto al piano orizzontale.

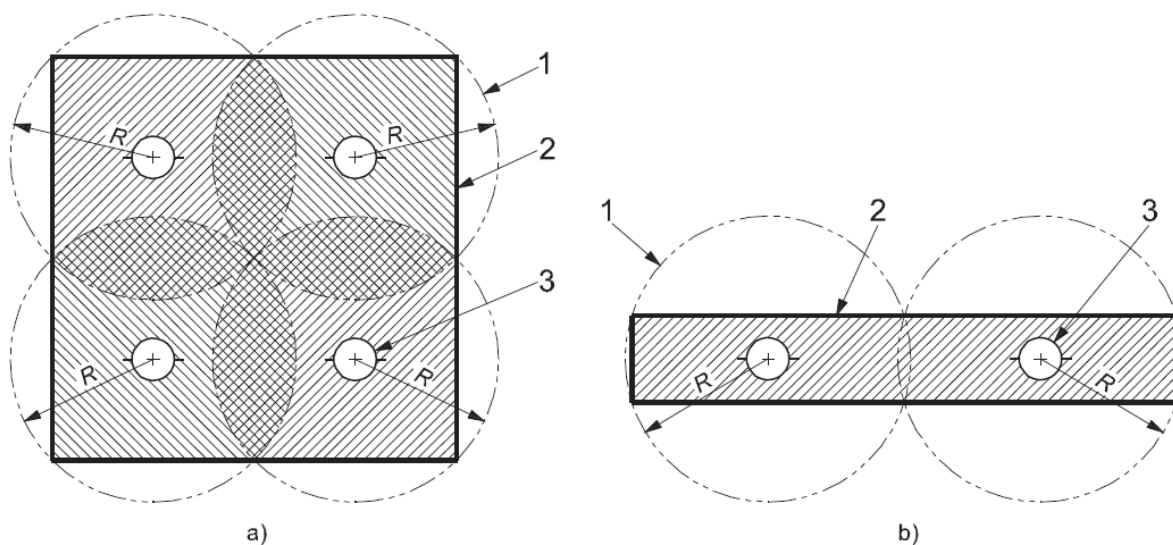
I rivelatori puntiformi termovelocimetrici dovranno essere posizionati in ambiente rispettando un **"raggio di copertura" di 4.50 metri**, ossia in modo che **ciascun punto del locale sia distante al massimo 4.50 metri dal rivelatore più vicino**. Tale distanza dovrà essere misurata rispetto al piano orizzontale.

Si riporta qui di seguito la figura 8 tratta dalla norma UNI 9795, che illustra alcuni esempi di copertura per rivelatori puntiformi di fumo:

figura 8 Esempi di copertura per rivelatori puntiformi di fumo

Legenda

- a) Locale con dimensioni tra loro simili
- b) Locale con dimensioni in pianta tra loro diverse (Corridoio)
- 1 Area protetta da ogni rivelatore
- 2 Locale protetto
- 3 Rivelatore
- R Raggio di copertura



I rivelatori dovranno essere posizionati inoltre in maniera che la distanza tra di essi e le pareti dei locali non sia inferiore a 0,5 m, a meno che i rivelatori non siano installati in corridoi, cunicoli, condotti tecnici o comunque ambienti aventi larghezza minore di 1 m.

La stessa distanza dovrà essere rispettata anche tra i rivelatori e la superficie laterale di correnti o travi, posti al disotto del soffitto, oppure di elementi sospesi (per esempio: condotti di ventilazione).

Al fine di evitare ostacoli al passaggio del fumo, nessuna parte di macchinario e/o di impianto e l'eventuale merce in deposito dovrà trovarsi a meno di 0,5 m a fianco o al di sotto di ciascun rivelatore.

Alcuni locali della zona uffici, l'area ricevimento merci e i locali destinati a servizi sono controsoffittati. Anche gli spazi nascosti devono essere sorvegliati, quando non ricadono nei casi di esclusione previsti al punto 5.1.3 della norma. Nei controsoffitti verranno installati i rivelatori puntiformi di fumo.

Secondo la norma UNI 9795, quando i locali presentano un soffitto con travi o correnti a vista, i rivelatori di fumo devono essere posizionati all'interno dei riquadri delimitati da detti elementi come precisato nei prospetti 8 e 9 del punto 5.4.3.10, tenendo conto delle seguenti eccezioni:

- quando l'elemento sporgente ha un'altezza inferiore o uguale al 10% dell'altezza massima del locale, il soffitto si considera piano, per cui i rivelatori dovranno essere posizionati secondo quanto previsto dalla norma per questo tipo di copertura;
- quando l'altezza massima degli elementi sporgenti è maggiore del 30% dell'altezza massima del locale, ogni singolo riquadro dovrà essere considerato come un locale a sé stante;
- quando gli elementi sporgenti si intersecano formando una struttura simile al "nido d'ape", bisognerà seguire le indicazioni riportate nel punto 5.4.3.11 della norma.

Nell'edificio in questione sono presenti ambienti aventi soffitti con travi o correnti e vista, con caratteristiche geometriche diverse. La scelta del tipo di rivelatori e il loro posizionamento hanno tenuto conto di volta in volta delle differenti casistiche previste dalla norma UNI 9795.

All'interno dei canali e delle macchine dell'impianto di ventilazione, secondo quanto indicato dalla Norma UNI 9795 al punto 5.4.4.5, verrà posizionato almeno un rivelatore puntiforme di fumo. Per i rivelatori collocati negli spazi nascosti (sopra i controsoffitti, sotto i pavimenti sopraelevati, nei canali di ventilazione, ecc.) bisognerà, inoltre, "prevedere una segnalazione luminosa in posizione visibile, in modo che possa immediatamente essere individuato il punto da cui proviene l'eventuale allarme".

Per la delimitazione delle zone da proteggere occorre osservare quanto prescritto al punto 5.2 della Norma UNI:

"(...) Ciascuna zona deve comprendere non più di un piano del fabbricato, con l'eccezione dei seguenti casi: vani scala, vani di ascensori e montacarichi, edifici di piccole dimensioni anche se a più piani, ciascuno dei quali può costituire un'unica zona distinta.

La superficie a pavimento di ciascuna zona non deve essere maggiore di 1 600 m².

Più locali non possono appartenere alla stessa zona, salvo quando siano contigui e se:

- il loro numero non è maggiore di 10, la loro superficie complessiva non è maggiore di 600 m² e gli accessi danno sul medesimo disimpegno;

oppure

- il loro numero non è maggiore di 20, la loro superficie complessiva non è maggiore di 1000 m² e in prossimità degli accessi sono installati segnalatori ottici di allarme chiaramente visibili, che consentono l'immediata individuazione del locale dal quale proviene l'allarme.

I rivelatori installati in spazi nascosti (sotto i pavimenti sopraelevati, sopra i controsoffitti, nei cunicoli e nelle canalette per cavi elettrici, nelle condotte di condizionamento dell'aria, di aerazione e di ventilazione, ecc.) devono appartenere a zone distinte (...).

Nella planimetria di progetto è riportata la suddivisione delle zone per la struttura in questione, in conformità alla norma UNI 9795.

Il sistema fisso automatico di rivelazione d'incendio prevede l'installazione in ciascuna "zona" di almeno due punti di segnalazione manuale. I pulsanti dovranno essere posizionati in prossimità di tutte le uscite di sicurezza, in modo che almeno uno di essi possa essere raggiunto da ogni parte della zona stessa, percorrendo una distanza non

maggiore di 30 m (per le attività con rischio di incendio basso e medio). Inoltre, alcuni dei punti di segnalazione manuale dovranno essere installati lungo le vie di esodo.

Nelle aree destinate a deposito per rispettare la distanza massima di 30 metri alcuni pulsanti dovranno essere posizionati sugli scaffali.

I punti di segnalazione manuale dovranno essere conformi alla UNI EN 54-11 e dovranno essere installati in posizione chiaramente visibile e facilmente accessibile, ad un'altezza compresa fra 1 m e 1,6 m. Inoltre, dovranno essere protetti contro l'azionamento accidentale, i danni meccanici e la corrosione.

In caso di azionamento, dovrà essere possibile individuare sul posto il punto di segnalazione manuale azionato. Ciascun punto di segnalazione manuale dovrà essere indicato con apposito cartello.

Dovrà inoltre essere possibile individuare in maniera semplice e precisa dove i rivelatori sono intervenuti. L'attivazione dei rivelatori dovrà essere visualizzata tramite dei dispositivi di allarme acustici e luminosi. Verranno quindi installati sulle pareti dei pannelli per le segnalazioni visibili; alcuni pannelli verranno posizionati in ogni caso in corrispondenza delle uscite di sicurezza. Inoltre, nelle aree adibite a deposito, alcuni dispositivi di allarme ottico acustici, verranno posizionati sugli scaffali, per garantire una completa copertura delle zone da proteggere.

I segnali di allarme incendio verranno trasmessi e visualizzati in corrispondenza di una **centrale di controllo e segnalazione**, che **dovrà essere installata nei pressi della reception**.

Per la programmazione della centrale bisognerà tenere conto dei seguenti criteri:

in caso di intervento di un singolo rivelatore o di attivazione di un singolo pulsante, gli allarmi ottico acustici non entreranno in funzione per i primi 5 minuti. Detti allarmi entreranno immediatamente in funzione in seguito ad un doppio consenso (due rivelatori, due pulsanti, un rivelatore ed un pulsante) o trascorsi 5 minuti se non viene comandato il reset allarmi in centrale.

Durante detti 5 minuti, una semplice segnalazione ottico acustica posta a lato del pannello rimando allarmi in un luogo costantemente sorvegliato, dovrà segnalare all'operatore lo stato di attivazione del preallarme.

Il fornitore dovrà produrre una documentazione completa che illustri il tipo, le misure d'ingombro, la capacità nominale, la struttura, il nome del costruttore, le fotografie e/o i dépliant di tutte le apparecchiature.

Per la centrale il fornitore dovrà includere:

- Il manuale di programmazione
- Il manuale operatore
- Il manuale di installazione.

Per i dispositivi periferici (sensori, moduli etc.) dovrà essere fornito:

- Planimetria con indicazione degli indirizzi assegnati ai rivelatori ed ai pulsanti;
- Il manuale di installazione che comprenda sia l'installazione meccanica che lo schema di collegamento con la centrale;
- Il manuale con le norme da seguire per l'eventuale manutenzione.

La rispondenza alle normative di prodotto dei componenti dovrà essere documentata sui manuali allegati alle apparecchiature e visibile sui contenitori dei dispositivi.

Per quanto riguarda apparecchiature diverse da quelle specificate, il fornitore dovrà dimostrare che tali apparecchiature sostitutive siano uguali oppure superiori in quanto a caratteristiche, funzioni, prestazioni e qualità, rispetto alle apparecchiature prescritte.

Tutte le apparecchiature ed i materiali dovranno essere nuovi e mai utilizzati. Ogni scheda delle apparecchiature fornite (centrali, sensori o moduli) dovrà essere marcata dal fornitore in maniera non manomettibile con le date di produzione e/o collaudo. Tutti i componenti ed i sistemi dovranno essere progettati per un funzionamento continuato, senza produzione di calore o peggioramenti nel funzionamento o nelle prestazioni. Tutte le apparecchiature, i materiali, gli accessori, i dispositivi e gli altri componenti inclusi in questa specifica o scritti sui disegni allegati e sui manuali dei costruttori, dovranno essere forniti da un singolo fabbricante o, se forniti da fabbricanti diversi, dovranno essere riconosciuti come compatibili da entrambi i fabbricanti.

16.2. Caratteristiche dei componenti

16.2.1 Centrale rivelazione fumi

L'impianto di rivelazione sarà dotato di una centrale d'allarme a microprocessore per la gestione di sistemi antincendio di tipo analogico sviluppata secondo le normative EN-54.2 e EN.54.4, tipo **Tecnofire o similare**.

La centrale di rivelazione a 4 loop per la gestione di sistemi analogici di tipo indirizzato, è ampliabile a moduli di 4, dotati di proprio microprocessore, sino a 16 linee.

Ciascuna linea permette il collegamento di 99 rivelatori e 99 moduli. La centrale permette la gestione separata della rivelazione gas, grazie ad apposito modulo d'interfaccia, tale visualizzazione deve avvenire su un terminale remoto dedicato ai soli allarmi tecnici.

La centrale viene alimentata dalla tensione di rete e, in caso di mancanza di questa, consente di continuare il suo funzionamento normale grazie alle batterie ricaricabili contenute nella centrale stessa.

Le caratteristiche richieste per la tensione d'alimentazione di rete sono:

- Tensione: 230 V_{a.c.} monofase -15% ÷ +10%.
- Frequenza: 50 / 60 Hz.
- Assorbimento: 0.75A_{c.a.}
- Alimentatore 27.6V_{c.c.} -10 % ÷ +2 % 4A ripple max. 100mV_{pp} (Alimentazione regolata per centrale, uscita utente, alimentazione carichi esterni).
- Un'uscita utente per alimentare carichi esterni quali ad esempio: sirene, badenie, ecc.
- Carica batterie:
 - tensione d'uscita: 27,6 V_{c.c.}
 - corrente d'uscita 1,5A ~ 100mV_{pp} max
 - (compensazione in temperatura).
 - Batterie collegabili: 2x24 Ah max.

- Segnalazioni: batterie esaurite, scompenso di ricarica, sgancio batteria.

La centrale è dotata di un display grafico con 16 righe per 40 colonne (480x128 punti) e di una tastiera con tasti dedicati a funzioni specifiche:

Evacuazione, azzera ritardi, tacitazione buzzer, tacitazione ripristino sirene, reset.

Inoltre, la centrale dispone di 2 interfacce seriali nella versione standard:

- 1 interfaccia RS-485 per collegare fino a 24 tra pannelli ripetitori e annunciatori
- 1 interfaccia RS-232 con predisposizione per software.

16.2.2 Rivelatore ottico lineare di fumo

Nell'impianto di rivelazione incendi oggetto della presente relazione verranno installati rivelatori ottici lineari di fumo tipo **Tecnofire o similari**.

Il rivelatore in questione è composto da un trasmettitore (Tx) e un elemento riflettente) e dispone di un raggio di protezione compreso tra i 5 ed i 150 metri, con un'area massima di sistema che raggiunge i 1600mq per zona. La tensione di funzionamento è di 24Vcc.

Il ricevitore ed il trasmettitore necessitano d'interconnessione a mezzo d'interfaccia relè che permette la segnalazione di allarme e guasto. Le tre unità sono connesse tra loro tramite cavi che partono dall'interfaccia.

L'unità Trasmittente Tx emette un fascio di luce infrarossa sulla parete opposta, il cono di luce infrarossa (IR) emesso dalla Trasmittente attraversando l'area sorvegliata raccoglie informazioni legate allo sviluppo di un incendio. Tali informazioni vengono riflesse e restituite dal pannello riflettente.

L'allarme incendio è riconosciuto e confermato quando tra l'unità Tx e il pannello riflettente si frappongono, stazionando per un certo tempo, un fumo, (che riduca l'intensità del raggio infrarosso con un andamento caratteristico) oppure un movimento turbolento prodotto da un fuoco accompagnato dal fumo, oppure dai due fenomeni contemporanei, ed in proporzioni diverse.

16.2.3 Rivelatore puntiforme di fumo

Il rivelatore di fumo dovrà presentare un comportamento di risposta uniforme a tutti i prodotti di combustione tipici di incendi a fiamma viva con presenza di fumo e di fuochi covanti. Il rivelatore dovrà possedere tutta la capacità di analisi per poter determinare la plausibilità di una condizione d'allarme in base alla valutazione dei segnali percepiti, senza la necessità di comunicare con la centrale.

Il rivelatore di fumo dovrà essere conforme alle norme EN 54-7/9 e, oltre a soddisfare i requisiti degli Standard Europei per i rivelatori ottici di fumo, dovrà essere in grado di rivelare il fuoco campione TF1 (fuoco aperto di legno).

Il rivelatore dovrà essere identificabile individualmente, con tutti i dati salienti e per tutta la vita operativa mediante un numero seriale specifico. Inversioni di polarità o cablaggi non corretti non dovranno danneggiare il rivelatore.

Il sistema dovrà essere in grado di segnalare alla centrale impostazioni improprie di applicazione evitando, in tal modo, allarmi indesiderati. Il rivelatore dovrà essere

identificabile dalla centrale in modo individuale. In caso d'allarme di un qualsiasi rivelatore; il sistema, mediante una semplice programmazione di funzioni software definite dall'utente, dovrà avere la possibilità di comandare qualsiasi indicatore remoto di risposta.

Nell'impianto di rivelazione in questione verranno installati dei rivelatori ottici analogici indirizzati, tipo **Tecnofire o similari**.

Il rivelatore sarà costituito da una camera ottica sensibile alla diffusione della luce ed è dotato di isolatore di corto circuito. Si rimanda a questo proposito al paragrafo specifico.

Le principali caratteristiche tecniche del rivelatore saranno:

- Tensione di funzionamento: 15÷32Vcc
- Assorbimento a riposo: 250µA @ 24Vcc
- Corrente di isolamento: 15mA @ 24V
- Resistenza aggiunta sul loop: 20mΩ
- Uscita remota: 22.5Vcc – 10.8mA

Il rivelatore dovrà essere certificato CPR in accordo alla Normativa EN54 parte 7 e 17.

Per i particolari relativi all'installazione ed al collegamento si rimanda alla documentazione del costruttore del rivelatore.

16.2.4 Ripetitore ottico di allarme per rivelatori

Per i rivelatori installati in spazi nascosti dovrà essere previsto un ripetitore di ridotte dimensioni, ad alta efficienza e a basso consumo energetico.

Per l'impianto in questione verranno installati i ripetitori ottici d'allarme di tipo **Tecnofire o similari**.

I segnalatori saranno alimentati e comandati direttamente dal sensore, attraverso il loop di comunicazione.

Il ripetitore ottico posizionato all'esterno dello spazio nascosto (controsoffitto o pavimento sopraelevato), dotato di sensori automatici d'incendio, serve alla rapida localizzazione del rivelatore in allarme.

Per i particolari relativi all'installazione ed al collegamento si rimanda alla documentazione del costruttore del ripetitore.

16.2.5 Pulsante allarme incendio

Il pulsante di allarme manuale per il sistema di rivelazione incendi dovrà essere idoneo al collegamento sulle linee di rivelazione.

Nell'impianto di rivelazione fumi verranno installati i pulsanti indirizzati manuali da interno a rottura vetro tipo **Tecnofire o similari**.

Il pulsante sarà dotato di doppio isolatore per la protezione della linea di comunicazione e include un modulo indirizzabile che provvede all'interfacciamento con le centrali analogiche **Tecnofire o altro costruttore utilizzato**. È provvisto di led rosso per la segnalazione locale di allarme.

Per il montaggio viene utilizzata un'apposita scatola di materiale plastico in dotazione del dispositivo, che può essere utilizzata sia per installazioni a vista che ad incasso. Inoltre viene fornito con chiave di test, da eseguire in fase di installazione.

Il funzionamento dei pulsanti prevede che, quando il vetrino viene rotto, il micro-switch viene attivato ed il segnale d'allarme viene trasmesso alla centrale.

Le principali caratteristiche tecniche sono:

- Tensione di funzionamento: 15÷30Vcc
- Tensione d'esercizio: 24Vcc
- Assorbimento a riposo: 350µA senza comunicazione, 660µA con comunicazione
- Assorbimento in allarme: 6mA (tipico)
- Assorbimento LED rosso: 2mA (tipico)
- Assorbimento LED giallo: 7.5mA max (tipico)
- Grado di protezione: IP24D

Il pulsante è certificato CPD secondo le normative EN54.11/CE.

Per i particolari relativi all'installazione ed al collegamento si rimanda alla documentazione del costruttore del pulsante.

16.2.6 Pannello allarme incendio

I pannelli di segnalazione di allarme incendio dovranno essere dotati di scritta luminosa "Allarme Incendio" e avvisatore acustico con suono lineare, idoneo al collegamento su linee di rivelazione.

Nel sistema di rivelazione fumi verranno installati i dispositivi di allarme di incendio acustici e luminosi tipo **Tecnofire o similari**.

Si tratta di un pannello da parete ideato e progettato per tutte le installazioni d'impianti di rivelazione incendio, dove la segnalazione d'allarme deve essere associata, oltre che a un avviso acustico di un buzzer, ad un'indicazione ottica.

Il pannello è progettato e costruito in conformità alle normative EN54-3 e EN54-23, con materiali non combustibili (ABS o V0) e non propaganti. Le pellicole con diciture sono in PMMA (Polimetilmetacrilato) a lenta infiammabilità. Le diciture, su sfondo rosso, vengono messe in risalto a pannello attivo. Il pannello è inoltre protetto contro l'inversione di polarità.

Il pannello può inoltre essere sincronizzato con gli altri pannelli (della stessa serie) installati nell'ambiente da proteggere; con questa tipologia d'installazione sarà possibile sincronizzare la segnalazione contemporanea d'allarme su tutti i pannelli.

Per i particolari relativi all'installazione ed al collegamento si rimanda alla documentazione del costruttore del pannello.

16.2.7 Modulo di isolamento guasto

L'art. 5.2.7 della norma UNI 9795 prevede che se una medesima linea di rivelazione serve più zone o più di 32 punti, la linea deve essere ad anello chiuso e dotata di opportuni dispositivi di isolamento conformi alla norma UNI EN 54-17, in grado di assicurare che un

corto circuito o un'interruzione della linea medesima non impedisca la segnalazione di allarme incendio per più di una zona.

Nel caso in questione, **si è optato di installare i rivelatori con i moduli di isolamento integrati.**

Non viene perciò previsto alcun modulo di isolamento esterno.

16.2.8 Cavo di collegamento

Secondo le specifiche del costruttore, il cavo di collegamento dei rivelatori in campo dovrà essere del Tipo: **TWISTATO passo stretto (5 cm)** e **SCHERMATO a 2 conduttori.**

Le sezioni devono essere riferite alla lunghezza totale della linea (nei loop, "STILE 6" o ad ANELLO CHIUSO, si considera la lunghezza dell'anello), che comunque non deve superare i 3.000 mt. e la resistenza deve essere inferiore ai 40 Ohm.

Esempio:

Fino a 1.000 mt.	cavo 2 x 1 mm ²	18 AWG	Belden 9574
Fino a 1.500 mt.	cavo 2 x 1.5 mm ²	16 AWG	Belden 9575
Fino a 2.000 mt.	cavo 2 x 2 mm ²	14 AWG	Belden 9581
Fino a 3.000 mt.	cavo 2 x 3 mm ²	12 AWG	Belden 9583

Per la stesura dei cavi bisogna attenersi alle seguenti istruzioni:

- percorso cavi dedicato;
- i cavi devono correre ad adeguata distanza dalle linee di potenza.

I disturbi possono in genere essere causati da:

- impianti di condizionamento
- motori o saldatrici elettriche
- forni elettrici ed ascensori
- ponti radio, ecc.

17. MANUTENZIONE

La sicurezza e l'affidabilità nel tempo dell'impianto elettrico, sono subordinate ad una corretta gestione e relativa manutenzione.

L'utente ha dunque il dovere di gestire l'impianto in modo adeguato senza alterare i limiti di progetto, provvedendo in proprio o tramite terzi alla relativa manutenzione.

In particolare ha l'obbligo di eseguire:

- la manutenzione ordinaria, in modo che non si abbia un degrado tale da compromettere la sicurezza dell'impianto;
- la manutenzione straordinaria, in modo da garantire nel tempo la sicurezza iniziale dell'impianto.

Come da prescrizione del decreto ministeriale 37/08, con la dichiarazione di conformità, l'appaltatore dovrà presentare un piano di manutenzione degli impianti installati.

Per le particolarità dell'impianto e dei componenti installati si rimanda ai manuali di uso e manutenzione **Tecnofire o di altro costruttore utilizzato**.

18. COLLAUDO FINALE

Al termine dei lavori, a cura della ditta esecutrice dovrà essere realizzato un collaudo tecnico funzionale dell'impianto secondo quanto specificato nella norma UNI 11224 edizione 2019 "Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi".

La verifica da effettuare comprende:

- L'accertamento della rispondenza del sistema al progetto;
- Il controllo che i componenti siano conformi alla parte pertinente della serie UNI EN 54;
- Il controllo che la posa in opera sia stata eseguita in conformità alla norma UNI 9795;
- L'esecuzione di prove di funzionamento, di allarme incendio, di avaria e di segnalazione fuori servizio.

A verifica avvenuta, dovrà essere rilasciata un'apposita dichiarazione.

19. DOCUMENTAZIONE DI FINE LAVORI

L'installatore, all'atto del collaudo dell'impianto, deve fornire una autocertificazione dell'impianto, secondo quanto previsto dall'art. 5 del decreto 37/08, completa degli allegati obbligatori sotto elencati:

- progetto;
- relazione con tipologia dei materiali;
- schema dell'impianto;
- copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali.

La relazione con tipologia dei materiali deve specificare i componenti dotati di marchio IMQ.

A cura dell'impresa installatrice, la dichiarazione di conformità dovrà riportare in allegato la documentazione di progetto come modificata in corso d'opera. Nel caso di modifiche tecnicamente rilevanti, tale documentazione dovrà essere debitamente firmata e timbrata a cura di un professionista iscritto agli albi professionali ai sensi del decreto 37/08.

Il fornitore dovrà produrre una documentazione completa che illustri il tipo, le misure d'ingombro, la capacità nominale, la struttura, il nome del costruttore, le fotografie e/o i dépliant di tutte le apparecchiature.

Per la centrale il fornitore dovrà includere:

- il manuale di programmazione
- il manuale operatore
- il manuale di installazione.

Per i dispositivi periferici (sensori, moduli etc.) dovrà essere fornito:

- Planimetria con indicazione degli indirizzi assegnati ai rilevatori ed ai pulsanti;
- manuale di installazione che comprenda sia l'installazione meccanica che lo schema di collegamento con la centrale;
- manuale con le norme da seguire per l'eventuale manutenzione.

La rispondenza alle normative di prodotto dei componenti dovrà essere documentata sui manuali allegati alle apparecchiature e visibile sui contenitori dei dispositivi.

Per quanto riguarda apparecchiature diverse da quelle specificate, il fornitore dovrà dimostrare che tali apparecchiature sostitutive sono uguali oppure superiori quanto a caratteristiche, funzioni, prestazioni e qualità, rispetto alle apparecchiature prescritte.

Tutte le apparecchiature ed i materiali dovranno essere nuovi e mai utilizzati. Ogni scheda delle apparecchiature fornite (centrali, sensori o moduli) dovrà essere marcata dal fornitore in maniera non manomettibile con le date di produzione e/o collaudo. Tutti i componenti ed i sistemi dovranno essere progettati per un funzionamento continuato, senza produzione di calore o peggioramenti nel funzionamento o nelle prestazioni. Tutte le apparecchiature, i materiali, gli accessori, i dispositivi e gli altri componenti inclusi in questa specifica o scritti sui disegni allegati e sui manuali dei costruttori, dovranno essere forniti da un singolo fabbricante o, se forniti da fabbricanti diversi, dovranno essere riconosciuti come compatibili da entrambi i fabbricanti.

20. DENUNCIA IMPIANTO DI TERRA

La legge 462/01 impone al datore di lavoro la denuncia dell'impianto di terra all'INAIL e alla ASL o ARPA o, se presente allo sportello unico per le attività produttive, entro 30 giorni dall'inizio dell'attività.

L'impianto di terra dovrà poi essere verificato a cadenza biennale a cura della ASL o di un ente notificato dal Ministero delle Attività Produttive ai sensi del D.lgs. 462/01.