

committente

COMUNE DI SANT'ANGELO LODIGIANO



Indirizzo: Piazza Cardinale Nicola De Martiri, 10

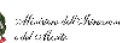
progetto

COSTRUZIONE NUOVO ASILO NIDO COMUNALE

Ubicazione immobile: via M. Giovanni Bracchi

Identificativo catastale: F20 P23

CUP: C25E24000040006



oggetto

PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

elaborato

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICI



diennepierre architetti associati

arch. Massimo Negri
arch. Chiara Pagano
arch. Giovanni Ripamonti
Via Corti 2/c
23900 Lecco
tel/fax 0341.286647
dnpr@pec.it
www.dnpr.eu
P.IVA e C.F. 03059320139



Architetto Mattia Sala

via Ziniga 17
22039 Valbrona (CO)
tel 349.5031281
mattiasala125@gmail.com
mattia.sala1@archiworldpec.it
P.IVA 03953420134



P&P consulting engineers studio associato

Via Pastrengo 9
24068 Seriate (BG)
tel/fax 035.3235700
info@pepconsultingengineers.it
pep.consulting@legalmail.it
P.IVA e C.F. 02451250167



Technion s.r.l. ingegneria impiantistica

Via Giovanni Amendola 4
23900 Lecco
tel/fax 0341.286464
technion@pec.it
www.technion.it
P.IVA e C.F. 10758310154

data

agosto 2024

rev.

00

elaborato n.

EP-007

SOMMARIO

1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	2
2. ELENCO DOCUMENTI	2
3. CLASSIFICAZIONE DELLE AREE	2
4. IMPIANTO DI TERRA E PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE	4
CAVIDOTTI E LINEE PRINCIPALI	4
5. LOCALI QUADRI E LINEE ELETTRICHE	4
6. QUADRI ELETTRICI	4
7. IMPIANTO ILLUMINAZIONE NORMALE E DI SICUREZZA.	4
8. IMPIANTO FORZA MOTRICE	6
9. IMPIANTO TELEFONICO E TRASMISSIONE DATI	6
10. IMPIANTO RIVELAZIONE FUMI	6
11. IMPIANTO DI ALLARME/ANTINTRUSIONE	7
12. IMPIANTO FOTOVOLTAICO	7
13. IMPIANTO ASPIRAZIONE RADON	7
14. CRITERI DI SCELTA DELLE PROTEZIONI	8
14.1 Protezione contro i contatti diretti	8
14.2 Protezione contro i contatti indiretti	9
14.3 Protezione contro le sovracorrenti	10
14.4 Protezione del conduttore di neutro	12
14.5 Protezione contro le correnti di sovraccarico	12
14.6 Protezione contro le correnti di cortocircuito	13
14.7 Coordinamento tra la protezione contro i sovraccarichi e la protezione contro i cortocircuiti	16
14.8 Limitazione delle sovracorrenti per mezzo delle caratteristiche dell'alimentazione	17
14.9 Selettività da sovracorrenti	17
14.10 Protezione dalle sovratensioni	17
15. OSSERVANZA DI LEGGI, NORME, DECRETI	21
16. PRESCRIZIONI GENERALI E PARTICOLARI	27
17. DATI TECNICI DI PROGETTO	27
18. SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTI ELETTRICI	29
18.1 Tubazioni e canalizzazioni	29
18.2 Scatole e cassette di derivazione	29
18.3 Conduttori	30
18.4 Quadri elettrici	31
18.5 Apparecchiature di comando e prese	33
18.6 Alimentazione motori e apparecchiature di regolazione	34
18.7 Staffaggi	34

1. Descrizione dell'intervento

Oggetto della presente relazione è la descrizione delle opere per la fornitura e la posa in opera degli impianti elettrici ed ausiliari di un edificio ad uso scolastico (polo dell'infanzia) nel comune di Sant'Angelo Lodigiano.

Il presente progetto definitivo è realizzato in ottemperanza a quanto richiesto dal disciplinare di gara in essere ed a quanto previsto dalla guida CEI 0-2.

In particolare, si compone dei documenti evidenziati nell'elenco elaborati.

Nello specifico gli impianti da realizzare saranno:

1. Impianto Elettrico: quadri elettrici e distribuzione a partire dal nuovo punto di consegna dell'ente fornitore.
2. Impianto di Illuminazione normale e di Emergenza;
3. Impianto di Forza Motrice e Dati
4. Impianto di Rivelazione Incendio;
5. Impianto di aspirazione Radon;
6. Impianto Antintrusione;
7. Impianto di Terra;
8. Impianto Fotovoltaico

Nei capitoli successivi vengono riportati, suddivisi per argomenti, gli interventi da effettuare per la realizzazione dell'impianto elettrico dell'edificio.

2. Elenco documenti

Vedere documento allegato

3. Classificazione delle aree

Una prima classificazione dei locali oggetto del presente progetto viene fatta in relazione, alla tipologia dei locali, alla loro destinazione d'uso ed al grado di affollamento degli stessi; si dovrà fare riferimento alla norma CEI 64-8 sez.7, in cui si individuano i provvedimenti da adottare sugli impianti elettrici da realizzare nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio, in modo da non costituire causa di innesco e/o propagazione dell'incendio.

Sono definiti luoghi a maggior rischio in caso di incendio, tutti quegli ambienti che, rispetto agli ambienti ordinari, presentano nei confronti dell'incendio un rischio maggiore.

I parametri da analizzare per la definizione del tipo di ambiente sono i seguenti:

- densità di affollamento;
- massimo affollamento ipotizzabile;
- capacità di deflusso del sistema di vie di esodo;
- entità del danno per animali e/o cose;
- comportamento al fuoco delle strutture dell'edificio;
- presenza di materiali combustibili;
- tipo di utilizzazione dell'ambiente;
- situazione organizzativa per quanto riguarda la protezione antincendio (adeguati mezzi di segnalazione ed estinzione incendi, piano di emergenza e sfollamento, addestramento del personale, distanza dal più vicino distacco del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, esistenza di Vigili del fuoco aziendali ecc...).

I luoghi così identificati come MA.R.C.I. (maggior rischio in caso di incendio), possono essere distinti in tre categorie:

Luoghi di tipo A - Luoghi con elevata densità di affollamento o con elevato tempo di sfollamento in caso d'incendio o caratterizzati per l'elevato danno ad animali e cose; la probabilità che si sviluppi un incendio è bassa ma elevato potrebbe essere l'entità del danno.

Luoghi di tipo B - Ambienti con strutture combustibili, come ad esempio edifici con strutture portanti in legno dove la probabilità che si sviluppi un incendio è alta.

Luoghi di tipo C - Luoghi con presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito.

In riferimento a tale classificazione i locali del nuovo complesso scolastico possono considerarsi luoghi M.A.R.C.I. di tipo A.

La seconda classificazione dei locali oggetto del presente progetto viene fatta in relazione, al grado di affollamento degli stessi; si dovrà fare riferimento DM del 26 Agosto 1992.

Le scuole vengono suddivise, in relazione alle presenze effettive contemporaneamente in essere prevedibili di alunni e di personale docente e non docente, nei seguenti tipi:

- tipo 0: scuole con numero di presenze contemporanee fino a 100 persone;
- tipo 1: scuole con numero di presenze contemporanee da 101 a 300 persone;
- tipo 2: scuole con numero di presenze contemporanee da 301 a 500 persone;
- tipo 3: scuole con numero di presenze contemporanee da 501 a 800 persone;
- tipo 4: scuole con numero di presenze contemporanee da 801 a 1.200 persone;
- tipo 5: scuole con numero di presenze contemporanee oltre le 1.200 persone.

Ogni edificio, facente parte di un complesso scolastico purché non comunicante con altri edifici, rientra nella categoria riferita al proprio affollamento.

In riferimento a tale classificazione i locali del nuovo complesso scolastico possono considerarsi luoghi di tipo 0.

L'edificio in oggetto d'intervento è sostanzialmente suddiviso secondo le seguenti destinazioni d'uso:

- Atrio di ingresso;
- Asilo nido (area gioco, spazio attività, sonno);
- Cucina / zona scaldavivande;
- Locale tecnico;
- Servizi igienici.

Si elencano di seguito una sintesi delle principali prescrizioni e regole di installazione da rispettare, rimandando ai documenti citati per quanto non esplicitamente riportato:

- non saranno previsti componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili;
- i componenti elettrici installati saranno limitati a quelli strettamente necessari per l'utilizzo degli ambienti e per l'esecuzione delle attività previste;
- i dispositivi di manovra, protezione e controllo, fatta eccezione per quelli destinati a facilitare l'evacuazione, saranno posti in un luogo a disposizione del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo; i componenti elettrici dovranno rispettare le prescrizioni contenute nella sezione 422 della norma CEI 64-8/4 sia in funzionamento ordinario dell'impianto, sia in situazione di guasto, tenuto conto dei dispositivi di protezione;
- le condutture saranno realizzate mediante cavi unipolari o multipolari dotati di conduttore di protezione contenuti in tubi/canali protettivi non metallici;
- tutte le condutture saranno protette contro i sovraccarichi e i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti all'origine dei relativi circuiti;
- i circuiti terminali saranno inoltre tutti protetti con interruttore differenziale con corrente differenziale nominale non superiore a 0,03 A;
- i cavi impiegati saranno di tipo "non propagante l'incendio" (CEI 20-22) e a bassa emissione di fumi e gas tossici;
- negli attraversamenti di pareti o solai che delimitano un compartimento antincendio saranno predisposte barriere tagliafiamma;
- dovrà essere previsto un interruttore generale, posto in posizione segnalata, che permetta di togliere tensione all'impianto elettrico dell'attività; tale interruttore deve essere munito di comando di sgancio a distanza, posto nelle vicinanze dell'ingresso o in posizione presidiata;

L'edificio scolastico risulta inoltre autoprotetto dalle fulminazioni dirette ed indirette, come si evince dalla relazione specialistica allegata al progetto).

4. Impianto di terra e protezione dalle scariche atmosferiche

È prevista l'installazione di un nuovo dispersore intenzionale di terra realizzato mediante corda nuda in rame sez. 50mmq posata in intimo contatto col terreno e picchetti interrati.

Per tale dispersore dovranno essere previsti i relativi collegamenti EQP ai ferri di armatura della platea di fondazione (dispersore di fatto).

Dal dispersore, mediante almeno n.2 conduttori di terra in corda in rame sez.35mmq, si dovrà collegare il collettore principale di terra posto nel quadro QEGS

Per quanto concerne il sistema di distribuzione BT si tratta di un impianto di tipo TT soggetto alle prescrizioni delle Norme CEI 64-8, in base alle quali le caratteristiche dei dispositivi di protezione e la resistenza di terra devono essere coordinate in modo tale che l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato.

Cavidotti e linee principali

Le linee principali per i servizi forza motrice e telefonia saranno alloggiati essenzialmente in canaline poste nei controsoffitti e in tubazioni sottotraccia.

5. Locali quadri e linee elettriche

Le linee elettriche principali saranno poste in canaline e tubazioni correnti nel controsoffitto, a partire dal quadro elettrico generale fino alle utenze terminali. Le linee elettriche saranno realizzate in cavo FG16 0,6/1kV.

È prevista l'installazione di un dispositivo di sgancio di emergenza posto all'ingresso dell'edificio in luogo facilmente raggiungibile.

6. Quadri elettrici

I suddetti saranno destinati ad alimentare le utenze in campo, come desumibile dai disegni allegati alla presente relazione tecnica.

Le dimensioni ed i gradi di protezione saranno adeguati alla classe dei luoghi come indicato sugli schemi allegati; i quadri elettrici dovranno inoltre essere installati completi di ogni accessorio, apparecchiatura ausiliaria e morsetti.

Tutte le linee collegate alle morsettiere o direttamente alle apparecchiature del quadro dovranno essere corredate di etichette accessorie di identificazione riportanti l'indicazione dell'utenza relativa e riferimento alla numerazione del quadro.

7. Impianto illuminazione normale e di sicurezza.

Il nuovo impianto di illuminazione normale sarà realizzato con corpi illuminanti come tavole allegate alla presente.

La disposizione dei corpi illuminanti deve essere tale da garantire i seguenti livelli di illuminamento:

- Aule ordinarie 300lux
- Bagni, locali di servizio 100lux
- Atrio 200lux
- Corridoi 100lux
- Sala sonno 5lux

Nelle aule, nelle aule insegnanti e negli ambienti con permanenza di persone, l'accensione degli apparecchi illuminanti sarà gestita e regolata tramite sensori di presenza e luminosità che garantiranno anche il controllo ed integrazione della luce naturale. I sensori disporranno di due ingressi digitali ai quali saranno collegati i pulsanti previsti in ciascun locale con funzione di forzatura dei gruppi DALI previsti per ciascun ambiente.

Nei bagni e nei locali di servizio l'illuminazione sarà invece di tipo on/off comandata da sensori di presenza.

Nei locali tecnici e similari l'accensione avverrà con il comando tramite interruttore direttamente collegato all'impianto luce.

L'integrazione tra luce naturale e artificiale è con preciso vincolo normativo dettato dalla UNI-EN 12464-1 "Luce e illuminazione - Illuminazione dei luoghi di lavoro - Parte 1: Luoghi di lavoro interni" che all'articolo 4.10 cita testualmente: "4.10 - Illuminazione naturale.

L'illuminazione naturale può fornire tutta o parte dell'illuminazione di un compito visivo.

Essa varia col tempo in intensità e in composizione spettrale e perciò produce condizioni luminose variabili in un interno.

È necessaria quindi un'illuminazione supplementare per garantire l'illuminamento richiesto e per bilanciare la distribuzione delle luminanze all'interno del locale.

Il requisito fondamentale per l'applicabilità di questo articolo della UNI 12464 è, ovviamente, che deve essere presente nel locale un elemento di trasmissione di luce naturale (finestra, lucernario, camino solare a guide ottiche).

Se l'illuminamento è scarso si avrà disagio sul luogo di lavoro ma va evitato anche un illuminamento eccessivo (che la compresenza di luce naturale e artificiale potrebbe produrre) poiché accentua l'abbagliamento diretto e riflesso, causando fastidio e mancanza di comfort.

La variabilità della luce naturale per intensità, colore e direzione favorisce la regolarità dei ritmi circadiani degli individui. Per questo motivo è necessario privilegiare al massimo l'apporto di luce naturale integrandola con quella artificiale solo quando serve. Si è scelto di realizzare una regolazione del flusso luminoso con analisi in continuo della quantità di illuminamento in ambiente. Il sistema provvede in automatico a regolarsi a secondo del maggiore o minore apporto di luce naturale. L'azione umana di regolazione è assente, il sistema si modifica automaticamente per garantire illuminamenti costanti, garantendo un elevato risparmio energetico.

Il sistema esegue un continuo raffronto tra l'illuminamento presente nell'ambiente (sia dal solo contributo di luce naturale che da quello di luce naturale più artificiale) e l'illuminamento richiesto al sistema (valore di taratura di riferimento). Il sistema invia, così, un segnale verso gli apparecchi di illuminazione valutato in percentuale:

- 0% per apparecchi completamente spenti;
- 100% per apparecchi di illuminazione accesi e massima erogazione del flusso luminoso.

Per valori elevati di illuminamento da luce naturale, sopra al valore di set-point, il sistema provvede ad inviare agli apparecchi di illuminazione un segnale di regolazione che li tiene spenti o comunque a valore 0% di regolazione.

Man mano che il contributo di luce naturale scende sotto il valore di set-point, il sistema fornisce in maniera proporzionale un segnale di regolazione alle lampade direttamente proporzionale alla differenza di lux percepiti rispetto a quelli richiesti in ambiente. Gli elementi che compongono un sistema di integrazione tra luce naturale e artificiale a regolazione automatica sono i seguenti:

- il sensore di luminosità che ha lo scopo di verificare il livello di illuminamento presente in ambiente misurandolo sul piano di lavoro o sulla superficie delle finestre;
- apparecchi di illuminazione con sorgenti LED, dotati di reattore elettronico dimmerabile con tecnologia Dali (Digital Addressable Light Interface);
- una suddivisione in gruppi di apparecchi corrispondenti ai vari canali di cui viene controllato lo spegnimento e l'accensione delle lampade e la loro dimmerazione;
- una centralina di controllo e programmazione dove vengono impostate le soglie di regolazione e i set-point di taratura, nonché le regolazioni in uscita.

Al fine di predisporre i corpi illuminanti alla compatibilità con il sistema è necessario che essi abbiano l'alimentatore dimmerabile tipo DALI o equivalente.

L'illuminazione esterna dell'edificio sarà controllata tramite sensore crepuscolare e orologio.

La distribuzione terminale agli apparecchi illuminati verrà realizzata utilizzando conduttori FG17 entro tubazioni e cassette di derivazione da incasso ovvero con cavi tipo FG16OM16 posati in tubazioni rigide e/o guaine flessibili per gli stacchi dalle vie cavo principali. Oltre all'allacciamento elettrico è prevista la posa in opera ed il collegamento del bus DALI di comando e controllo degli apparecchi.

Si precisa che il posizionamento effettivo degli apparecchi sarà funzione delle maglie dei controsoffitti. In fase costruttiva la DL fornirà indicazioni di dettaglio sulla tipologia dei controsoffitti stessi e per il coordinamento con gli altri terminali impiantistici presenti.

Dovrà essere previsto un impianto di illuminazione di sicurezza, compresa quella indicante i passaggi, le uscite, e i percorsi delle vie di esodo che garantisca un livello di illuminazione non inferiore a 5 lx.

L'impianto dovrà garantire il conseguimento dei seguenti obiettivi:

- rendere identificabili le segnalazioni di sicurezza relative ai percorsi e le uscite di emergenza;
- rendere percorribili le vie di esodo;
- evitare fenomeni di panico nelle aree estese;
- rendere visibile la posizione e i dispositivi dei quadri elettrici;
- assicurare la pronta identificazione degli allarmi e delle attrezzature antincendio lungo le vie d'uscita;
- garantire il corretto intervento a zone.

L'illuminazione di sicurezza sarà realizzata tramite gruppi autonomi di soccorso con inverter e batterie al Ni/Cd installati all'interno di apparecchi dedicati normalmente spenti.

In prossimità delle uscite di sicurezza saranno installate lampade sempre accese con pittogramma di indicazione la via di esodo per area sicura. Le suddette saranno dotate con gruppi di soccorso con inverter e batteria al Ni/Cd. I dispositivi per l'illuminazione di sicurezza dovranno presentare le seguenti caratteristiche principali:

- lampade a LED ad alta efficienza luminosa;
- autonomia minima richiesta 1 h;
- tempo di ricarica completa della batteria entro 12 ore;
- tempo d'intervento $\leq 0,5$ s;
- led di indicazione presenza rete e stato batteria;
- grado di protezione minimo IP4X (IP 55 per l'esterno).

8. Impianto forza motrice

L'impianto forza motrice sarà dedicato all'alimentazione delle apparecchiature ipotizzate per le aule e tutti gli spazi che completano l'asilo nido, per l'alimentazione delle utenze terminali (clima, cucina, servizi) e la distribuzione di prese elettriche civili di servizio.

I collegamenti alle apparecchiature saranno realizzati con cordine unipolari di tipo FS17 e/o cavi FG16OM16 infilati entro tubazioni flessibili in PVC, in materiale plastico rigido pesante o corrugato flessibile, posati a vista o incassati nelle pareti dell'edificio in ragione delle varie tipologie edili presenti nell'edificio stesso.

La distribuzione principale sarà realizzata con canale metallico disposto nel controsoffitto dei corridoi principali. Le cassette di derivazione saranno disposte nella rete di distribuzione nel numero e nella posizione necessari in ragione della configurazione della rete stessa.

L'impianto forza motrice per impianti meccanici che prevederà l'alimentazione di tutte le apparecchiature degli impianti tecnologici sarà realizzato con l'impiego di conduttori in rame con isolamento solido in gomma di qualità G7 di tipo non propagante l'incendio in accordo alle norme CEI 20-11 e 20-22 cap II con guaina esterna in PVC posati su passerelle metalliche chiuse munite di coperchio e complete di tutti gli accessori di montaggio e fissaggio e/ o infilati in tubazioni di PVC rigido pesante.

L'appaltatore meccanico fornirà le apparecchiature di comando e controllo relative al funzionamento delle stazioni di sollevamento.

Oggetto dell'appalto sarà la posa in opera dei quadri elettrici, la loro alimentazione, l'allacciamento dei motori elettrici, delle sonde ed apparecchiature in campo e di tutto quanto occorrente per il perfetto funzionamento.

L'elemento di collegamento dalle tubazioni suddette all'utenza finale sarà composto da tubazione metallica flessibile ricoperta in PVC e/o in PVC pesante flessibile completa di tutti i raccordi necessari al collegamento della stessa.

In prossimità delle utenze motore, se le stesse non sono visibili dal quadro elettrico di pertinenza, sarà sempre previsto un sezionatore di sicurezza.

Fanno parte dell'Appalto tutti gli impianti elettrici (cavi, vie cavi ed allacciamenti) necessari all'alimentazione e regolazione delle utenze degli impianti di ventilazione e anche la verifica dell'effettiva consistenza delle apparecchiature di regolazione da installare nei quadri.

Tale sviluppo sarà eseguito dall'Appaltatore elettrico con l'assistenza e congiuntamente all'Appaltatore degli impianti di ventilazione.

Quest'ultimo dovrà fornire le istruzioni di dettaglio attinenti alla regolazione di sua competenza per consentire la stesura di tutti gli schemi di connessione, i disegni, i collegamenti e dei particolari utili alla completa identificazione del sistema e alla realizzazione dello stesso.

L'Appaltatore degli impianti elettrici dovrà anche sviluppare gli elaborati dei percorsi cavi sia per la potenza che per la regolazione dei suddetti impianti e verificare il dimensionamento dei cavi stessi.

L'Appaltatore degli impianti elettrici dovrà rilevare la taglia effettiva degli utilizzatori installati e adeguare di conseguenza le apparecchiature di protezione e avviamento e i cavi di collegamento.

L'impianto di forza motrice dovrà risultare completo di tutti gli accessori di montaggio per dare lo stesso completamente finito in opera.

All'interno dei quadri elettrici di piano e tecnologici saranno installati e collegati a cura dell'appaltatore le apparecchiature afferenti all'impianto di regolazione clima fornite dall'appaltatore meccanico.

È anche previsto nell'appalto il collegamento delle sonde, valvole, attuatori e tutti i terminali dell'impianto di climatizzazione come meglio specificato sugli elaborati allegati.

Dovrà essere inoltre previsto un impianto video citofonico, compreso di n. postazioni interne, n°1 postazione esterna ed elettroserrature per l'apertura delle porte di accesso principali.

Per il dettaglio degli impianti fare riferimento ai disegni di progetto.

9. Impianto telefonico e trasmissione dati

All'interno dell'edificio scolastico è prevista la realizzazione di una rete dati sia cablata che WiFi: saranno pertanto posizionate prese dati RJ45 all'interno dei vari locali e prese nei controsoffitti delle varie ali dell'edificio per il collegamento di access point. Sia le prese cablate RJ45 che gli access-point saranno collegati ai rack di edificio mediante cavo Cat.6A.

Vista l'estensione dell'impianto, con tratte in rame di lunghezza inferiore al limite massimo pari a 90m, si prevede un solo rack dati in posizione baricentrica come indicato sugli elaborati grafici di progetto.

10. Impianto rivelazione fumi

È prevista la realizzazione di un impianto di rivelazione fumi esteso all'intero fabbricato conforme alla UNI 9795 costituito essenzialmente da:

- Centrale di rivelazione analogica/indirizzata espandibile;
- Sensore ottico ed ottico/termico di fumo puntiforme in ambiente e nelle intercapedini (c/soffitto). I rivelatori a protezione delle intercapedini saranno accessoriati di opportuno LED per segnalazione remota dello stato.

- Avvisatore manuale a rottura vetro in quantità e posizione desumibile dagli elaborati grafici di progetto.
- Avvisatori ottico/acustici di allarme incendio in quantità e posizione desumibile dagli elaborati grafici di progetto.

La distribuzione sarà realizzata tramite tubazioni in materiale plastico autoestinguento completa di scatole di derivazione e relativi raccordi. I cavi saranno di tipo resistenti al fuoco, tipo FTG18(O)M16.

L'impianto sarà alimentato da alimentazione ordinaria da quadro generale e la continuità sarà garantita mediante batteria tampone installata nella centrale stessa.

11. Impianto di allarme/antintrusione

È prevista l'installazione di un impianto di antintrusione, composto da una centrale posizionata nel locale tecnico, sensori volumetrici debitamente posizionati all'interno delle aule e una sirena esterna.

L'impianto potrà venire inserito e disinserito attraverso un tastierino posizionato in luogo idoneo, all'interno dell'edificio. L'autonomia di funzionamento sarà garantita da batteria tampone installata internamente alla centrale.

12. Impianto fotovoltaico

Si prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico connesso alla rete pubblica come meglio evidenziato sugli elaborati grafici progettuali. La potenza del campo è meglio esplicitata nell'elaborato progettuale.

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da pannelli fotovoltaici installati sulla copertura dell'edificio.

La rete in DC di collegamento fra i moduli fotovoltaici per la realizzazione delle stringhe e di collegamento all'inverter si svilupperà interamente in copertura. L'inverter ed il quadro fotovoltaico di parallelo saranno installati nel vano tecnico (locale quadri) come meglio evidenziato nell'elaborato grafico di dettaglio.

L'impianto sarà installato per soddisfare i requisiti previsti in materia di utilizzo di fonti rinnovabili nella DGR 6480 del 2015 "Disposizioni in merito alla Disciplina per l'efficienza energetica degli edifici" e DL.28/2011 "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili" e successivo decreto Dlgs 199/2021 Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili."

L'installazione dell'impianto fotovoltaico sulla copertura del fabbricato, nel rispetto della Nota DCPREV prot n. 1324 del 7 febbraio 2012 e successivo chiarimento Nota prot. n. 6334 del 4 maggio 2012 dovrà avvenire alle seguenti condizioni:

la posa dovrà garantire il rispetto della distanza di almeno 1 m in pianta tra: pannelli FV (con i relativi cablaggi/conduzioni) e qualsiasi lucernario, apertura, camino di evacuazione/ripresa aria e simili. Nel caso la distanza da torrioni e camini non fosse verificata, gli stessi saranno dotati di collari tagliafuoco.

In posizione segnalata e protetta dall'incendio, dovrà essere installato un pulsante di sgancio per l'impianto fotovoltaico.

L'impianto sarà realizzato con moduli fotovoltaici con classificazione al fuoco Tipo 1.

Il contatore di misura fiscale dei kWh prodotti dall'impianto sarà ubicato nel locale tecnico.

13. Impianto aspirazione radon

Il vespaio risulta aerato sufficientemente tramite pozzetti e colonne in uscita sulla copertura. Non è necessario l'impiego di un impianto a ventilazione forzata per l'estrazione dei gas radon.

Si prevede comunque la predisposizione per un'eventuale installazione futura di un impianto per l'estrazione del radon dal vespaio aerato.

14. Criteri di scelta delle protezioni

14.1 Protezione contro i contatti diretti

Per contatto diretto si intende il contatto con parti attive, ovvero con parti in tensione al servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro, ma escluso per convenzione il conduttore PEN.

Protezione contro i contatti diretti nei sistemi di bassa (I categoria)

Per ottenere la protezione contro i contatti diretti nei sistemi BT si fa riferimento alle prescrizioni della norma CEI 64-8 Parte 4 Cap.41 Sez.412.

Protezione mediante isolamento delle parti attive

L'isolamento è destinato ad impedire qualsiasi contatto con parti attive.

Le parti attive devono essere completamente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione.

L'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica deve soddisfare le relative Norme. Per gli altri componenti elettrici, la protezione deve essere assicurata da un isolamento tale da resistere alle influenze meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere soggetto nell'esercizio. Vernici, lacche, smalti e prodotti simili da soli non sono in genere considerati idonei per assicurare un adeguato isolamento per la protezione contro i contatti diretti.

Nota - Quando l'isolamento è applicato all'atto dell'installazione, la qualità dell'isolamento deve in caso di dubbio essere confermata da prove simili a quelle che assicurano la qualità dell'isolamento di componenti simili costruiti in fabbrica.

Protezione mediante involucri o barriere

Le barriere o gli involucri sono destinati ad impedire il contatto con parti attive.

Le parti attive devono essere poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IP2X od IPXXB salvo condizioni più restrittive per luoghi non classificati per ordinari e/o prescrizioni particolari dettate dalla conoscenza del rischio elettrico del personale utilizzatore; si possono avere tuttavia aperture più grandi durante la sostituzione di parti, come nel caso d'alcuni portalampade o fusibili, o quando esse siano necessarie per permettere il corretto funzionamento di componenti elettrici in accordo con le prescrizioni delle relative Norme.

Le superfici superiori orizzontali delle barriere o degli involucri che sono a portata di mano devono avere un grado di protezione non inferiore ad IP4X o IPXXD.

Le barriere e gli involucri devono essere saldamente fissati ed avere una sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione ed una conveniente separazione dalle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali.

Quando sia necessario togliere barriere, aprire involucri o togliere parti d'involucri, questo deve essere possibile solo:

- a) con l'uso di una chiave o di un attrezzo, oppure
- b) se, dopo l'interruzione dell'alimentazione alle parti attive contro le quali le barriere o gli involucri offrono protezione, il ripristino dell'alimentazione sia possibile solo dopo la sostituzione o la richiusura delle barriere o degli involucri stessi, oppure
- c) se, quando una barriera intermedia con grado di protezione non inferiore a IP2X o IPXXB protegge dal contatto con parti attive, tale barriera possa essere rimossa solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo.

Protezione mediante ostacoli

Gli ostacoli sono destinati ad impedire il contatto accidentale con parti attive ma non il contatto intenzionale dovuto all'aggiramento deliberato dell'ostacolo.

Gli ostacoli devono impedire:

- l'avvicinamento non intenzionale del corpo a parti attive, oppure
- il contatto non intenzionale con parti attive durante lavori sotto tensione nel funzionamento ordinario.

Gli ostacoli possono essere rimossi senza l'uso di una chiave o di un attrezzo ma devono essere fissati in modo da impedirne la rimozione accidentale.

Protezione mediante distanziamento

Il distanziamento è destinato solo ad impedire il contatto non intenzionale con parti attive. Parti simultaneamente accessibili a tensione diversa non devono essere a portata di mano. Quando uno spazio, ordinariamente occupato da persone, è limitato nella direzione orizzontale da un ostacolo (per es. da un parapetto o da una rete grigliata) che abbia un grado di protezione inferiore a IP2X o IPXXB, la zona a portata di mano inizia da questo ostacolo. Nella direzione verticale la zona a portata di mano si estende sino a 2,5 m dal piano di calpestio non tenendo

conto di qualsiasi ostacolo intermedio che fornisca un grado di protezione inferiore a IP2X o IPXXB. Nei luoghi in cui vengono usualmente maneggiati oggetti conduttori grandi o voluminosi, le distanze richieste devono essere aumentate tenendo conto delle dimensioni di questi oggetti.

Protezione addizionale mediante interruttori differenziali

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

L'uso di tali dispositivi non è riconosciuto quale unico mezzo di protezione contro i contatti diretti e non dispensa dall'applicazione di una delle misure di protezione specificate ai paragrafi 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5 della norma CEI 64-8 Parte 4 Cap.41

Protezione per limitazione di corrente

Per alcune apparecchiature speciali nelle quali una parte metallica accessibile si trova collegata ai circuiti attivi tramite un'impedenza di valore elevato (es. interruttori a contatto, antenne televisive, recinzioni elettriche, apparecchi elettromedicali) la salvaguardia contro l'elettrocuzione deve essere garantita dal costruttore, limitando la corrente destinata ad attraversare il corpo umano durante il servizio ordinario ad 1 mA in corrente alternata oppure 3 mA in corrente continua con carica disponibile 0.5 C.

Per le parti metalliche che non devono essere toccate durante il servizio ordinario è concessa sulle apparecchiature una tensione di contatto che non dia origine attraverso il corpo di una persona ad una corrente superiore a 3.5mA in c.a. oppure 10 mA con carica disponibile 50 C.

Protezione per limitazione della carica elettrica residua dei condensatori

Oltre un certo limite di capacità, rapportato al valore di carica del condensatore è necessario proteggere i morsetti dei condensatori per evitare che un'eventuale elettrocuzione dovuta alla corrente di scarica, pur impulsiva, possa produrre effetti pericolosi sulle persone; tali limiti sono:

0.16 F a 230 V

0.09 F a 400 V

0.07 F a 500 V

0.03 F a 1000 V

Oltre tali valori i condensatori devono avere una resistenza di scarica in parallelo che riduca in meno di 5 s la tensione ai loro capi ad un valore inferiore a 60Vcc, oppure devono essere autonomamente protetti contro il contatto accidentale (con grado di protezione minimo IP2X).

14.2 Protezione contro i contatti indiretti

Per contatto indiretto si intende il contatto con una massa o con una parte conduttrice connessa con la massa, durante un guasto d'isolamento.

Protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di bassa tensione (I categoria)

Per ottenere la protezione contro i contatti diretti nei sistemi BT si fa riferimento alle prescrizioni della norma CEI 64-8 Parte 4 Cap.41 Sez.413.

Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione

La protezione contro i contatti indiretti si ottiene mediante un coordinamento tra il modo in cui il sistema è collegato a terra, le caratteristiche dei conduttori di protezione e le caratteristiche d'intervento dei dispositivi di protezione.

Coordinamento nei sistemi TT

Nei sistemi TT le masse dell'impianto sono tutte collegate ad un unico impianto di terra elettricamente indipendente rispetto a quello del centro stella del sistema di alimentazione; i guasti a massa si traducono, quindi, in una corrente di guasto IF che, attraverso il percorso costituito da conduttori di protezione, conduttori di terra ed elementi dispersori, utilizza poi il terreno come percorso conduttivo di ritorno al centro stella del trasformatore di alimentazione sito nella cabina MT/BT dell'ente fornitore di energia. Di conseguenza il coordinamento delle protezioni contro le tensioni di contatto si ottiene in condizioni normali rispettando la relazione:

$$RE \cdot IA < 50 \text{ Volt}$$

Dove:

RE è la resistenza di terra che è data dalla somma (espressa in Ohm) delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse

IA è la corrente (espressa in Ampere) che provoca il funzionamento automatico in apertura del dispositivo di protezione

50 è il limite massimo (espresso in Volt) consentito per le tensioni di contatto in condizioni normali.

In condizioni particolari (es. cantieri edili, aziende agricole, allevamenti zootecnici) il limite massimo è ridotto a 25 Volt e, quindi, la relazione da rispettare diventa:

$$RE \cdot IA < 25 \text{ Volt}$$

Come dispositivo di protezione attiva è possibile utilizzare un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti; se il relè ha una caratteristica a tempo inverso, il valore IA è la corrente intervento entro 5 s, mentre se l'intervento è istantaneo, IA è il valore minimo di corrente che lo determina. Tuttavia nella maggior parte dei casi (visto il valore elevato della resistenza di terra, in genere qualche unità o qualche decina di Ohm) è necessario ricorrere ad un dispositivo differenziale; in tal caso la disuguaglianza da rispettare si traduce in

$$RE \cdot I_{dn} < 50 \text{ Volt}$$

dove I_{dn} è la corrente nominale differenziale.

Il tempo di interruzione, anche nei casi in cui sui circuiti di distribuzione si ricorra alla selettività verticale, con l'installazione di differenziali automatici a ritardo intenzionale di tipo S, deve essere inferiore ad 1 secondo.

I tempi di intervento dei differenziali di tipo generale consentono il rispetto della curva di sicurezza, mentre la stessa cosa non è garantita dai differenziali selettivi di tipo S; in questo caso è necessario ridurre la probabilità di guasto a massa nel tratto di circuito tra il dispositivo differenziale di tipo S ed il differenziale di tipo generale.

In caso di correnti pulsanti unidirezionali è necessario ricorrere ad interruttori differenziali di tipo A, mentre per permettere la salvaguardia anche contro i guasti a massa delle apparecchiature elettroniche (PC, azionamenti, UPS, etc.) si utilizzano differenziali di tipo B.

Collegamento equipotenziale supplementare

Il collegamento equipotenziale supplementare deve comprendere tutti gli elementi conduttori simultaneamente accessibili, cioè le masse dei componenti elettrici fissi e le masse estranee comprendenti, quando praticamente possibile, le armature principali del cemento armato utilizzato per la costruzione degli edifici. Il sistema equipotenziale deve essere connesso ai conduttori di protezione di tutti i componenti elettrici inclusi quelli delle prese a spina.

Nota - Questo collegamento equipotenziale non è applicabile se il pavimento non è isolante oppure, se non è isolante, se non può essere collegato allo stesso collegamento equipotenziale supplementare.

Il collegamento equipotenziale supplementare è ritenuto efficace se la resistenza R tra le masse e le masse estranee simultaneamente accessibili soddisfa la seguente condizione:

$$R < 50/I_a$$

Dove I_a è:

- per gli interruttori differenziali, la corrente differenziale nominale (I_{dn}) che deve provocare in ogni caso l'intervento entro 5 s;

- per dispositivi di protezione contro le sovracorrenti, la corrente di funzionamento in 5 s.

14.3 Protezione contro le sovracorrenti

Per sovracorrente si intende ogni corrente che supera il valore nominale caratteristico dell'apparecchiatura, del dispositivo o dell'utenza, ovvero nel caso delle condutture, che ne supera la portata. Una corrente si manifesta in seguito ad un sovraccarico oppure ad un cortocircuito,

Il sovraccarico si verifica in un circuito elettricamente non guasto allorché l'assorbimento delle utenze è superiore a quello previsto in fase di dimensionamento dell'impianto.

Il cortocircuito si verifica in seguito ad un guasto, l'isolamento tra i conduttori dei circuiti attivi o tra questi e la terra viene meno per cui si stabilisce una corrente di cortocircuito il cui valore dipende da una serie di parametri (potenza a disposizione, tensione, impedenza dei circuiti etc..). Il guasto, e di conseguenza la sovracorrente che ne deriva, può essere franco, vale a dire permanente oppure transitorio. In un sistema trifase il guasto può interessare le tre fasi, due fasi, una fase ed il neutro, oppure una fase e la terra. All'instaurarsi del guasto, la sovracorrente può assumere per un istante valori di picco mediamente da 1,4 a 2,8 volte superiori al valore di cresta della corrente di cortocircuito successiva.

La protezione contro le sovracorrenti si effettua mediante dispositivi di protezione, in grado di rilevare l'entità della corrente e di intervenire, entro un tempo specificato, quando questa supera un valore predeterminato. La soglia d'intervento dei dispositivi di protezione viene detta corrente convenzionale di funzionamento.

I conduttori attivi devono essere protetti da uno o più dispositivi che interrompano automaticamente l'alimentazione quando si produce un sovraccarico o un cortocircuito con l'eccezione del caso in cui la sovracorrente sia limitata per mezzo alle caratteristiche dell'alimentazione, secondo le modalità di seguito descritte. Le protezioni contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti devono inoltre essere coordinate tra loro.

I conduttori attivi protetti contro i sovraccarichi in accordo con le disposizioni di seguito riportate sono considerati protetti anche contro guasti che siano tali da dare luogo a sovracorrenti aventi valori dello stesso ordine di grandezza di quelli dei sovraccarichi.

Per la protezione dei cavi flessibili a posa fissa ma movimentati durante l'uso valgono le prescrizioni successivamente riportate.

I cavi flessibili utilizzati per alimentare componenti elettrici od apparecchi utilizzatori collegati per mezzo di prese a spina agli impianti fissi non vanno necessariamente protetti contro i sovraccarichi.

I dispositivi di protezione devono essere scelti tra una delle tre seguenti categorie:

Dispositivi che assicurano la protezione sia contro i sovraccarichi sia contro i cortocircuiti

Questi dispositivi di protezione devono essere in grado di interrompere qualsiasi sovracorrente, sino alla corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui i dispositivi sono installati, secondo quanto previsto per i dispositivi di protezione contro i cortocircuiti. Essi devono soddisfare le prescrizioni specifiche per i dispositivi di protezione contro i sovraccarichi riportate nei paragrafi precedenti.

Tali dispositivi di protezione possono essere:

- interruttori automatici provvisti di sganciatori di sovracorrente;
- interruttori combinati con fusibili;
- fusibili (il fusibile comprende tutte le parti che formano il dispositivo di protezione completo)

Dispositivi che assicurano solo la protezione contro i sovraccarichi

Sono dispositivi di protezione con una caratteristica di funzionamento generalmente a tempo inverso, il cui potere di interruzione può essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui essi sono installati. Questi dispositivi devono soddisfare le prescrizioni specifiche per i dispositivi di protezione contro i sovraccarichi riportate nei paragrafi precedenti.

Dispositivi che assicurano solo la protezione contro i cortocircuiti

Questi dispositivi possono essere utilizzati quando la protezione contro i sovraccarichi sia ottenuta con altri mezzi o quando, in accordo con le prescrizioni del paragrafo 4.3.1, la protezione contro i sovraccarichi possa o debba venire omessa. Essi devono essere in grado di interrompere ogni corrente di cortocircuito inferiore od uguale alla corrente di cortocircuito presunta e devono soddisfare le prescrizioni della Sezione 4.3.2.

Tali dispositivi possono essere:

- interruttori automatici con sganciatori di sovracorrente;
- fusibili, di tipo gG od aM.

Le caratteristiche tempo/corrente dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti devono essere in accordo con quelle specificate nelle Norme CEI relative ad interruttori automatici ed a fusibili di potenza.

L'utilizzo di altri dispositivi di protezione non è escluso a condizione che le loro caratteristiche tempo/corrente assicurino la protezione di seguito specificata.

Nei sistemi TT e TN i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti devono generalmente trovare posto su tutte e tre le fasi, per fronteggiare sia i guasti fase-fase che quelli fase-terra. Sia nei circuiti trifase che in quelli bifase è possibile omettere la protezione di un conduttore di fase in presenza di un interruttore differenziale con potere di interruzione differenziale superiore alla corrente presunta di cortocircuito monofase a terra. Nei circuiti trifase più neutro questa omissione non è adottabile in quanto il differenziale non sarebbe in grado di rilevare un eventuale cortocircuito fase-neutro.

Nei sistemi IT è sempre necessario che il dispositivo di protezione contro le sovracorrenti sia multipolare. L'uso di fusibili è pertanto da scartare, in quanto l'intervento per secondo guasto a terra di un solo fusibile, per esempio quello posto sul neutro di una derivazione fase-neutro, comporterebbe per l'utenza una pericolosa continuità di alimentazione alla tensione concatenata anziché quella stellata.

14.4 Protezione del conduttore di neutro

Nei sistemi TN e TT, nei circuiti fase-neutro è sufficiente proteggere il conduttore di fase, poiché il neutro non dà solitamente origine a sovracorrenti in seguito ad un guasto a terra.

Nei circuiti trifase più neutro i dispositivi di protezione di fase assolvono alla protezione del neutro solo se la sezione di quest'ultimo è la stessa dei conduttori di fase; altrimenti è necessario che i dispositivi abbiano caratteristiche tali da salvaguardare anche un conduttore di sezione ridotta, qual è appunto il neutro. Il conduttore di neutro, anche se di sezione inferiore a quella di fase non è necessario che venga protetto se si ha la certezza che la massima corrente che lo può attraversare in servizio ordinario è sicuramente inferiore alla sua portata.

Il conduttore di neutro dei circuiti quadripolari non deve essere protetto tramite un fusibile, poiché se quest'ultimo dovesse fondersi o venisse rimosso, gli apparecchi monofase alimentati tra fase e neutro verrebbero alimentati da una tensione non più pari a quella stellata.

Il conduttore di fase va sempre protetto contro il sovraccarico sugli impianti trifase più neutro in presenza di armoniche.

Nei sistemi TNC, dove esiste il conduttore PEN che non può essere interrotto, la rilevazione di sovracorrenti sul neutro, quando necessaria, va effettuata mediante rilevatori ad induzione che agiscono provocando l'apertura di un interruttore automatico a tre poli.

Nei sistemi IT è raccomandabile non distribuire il conduttore di neutro.

14.5 Protezione contro le correnti di sovraccarico

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circostante le condutture.

Coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione

Le caratteristiche di funzionamento di un dispositivo di protezione delle condutture contro i sovraccarichi devono rispondere alle seguenti due condizioni:

$$I_B < I_n < I_z$$

$$I_f < 1.45 \cdot I_z$$

dove:

I_B = corrente di impiego del circuito

I_z = portata in regime permanente della conduttura;

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione (per i dispositivi di protezione regolabili la corrente nominale I_n è la corrente di regolazione scelta).

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

La protezione appena descritta non assicura, in alcuni casi, una protezione completa, per esempio contro le sovracorrenti prolungate inferiori ad I_f , né rappresenta necessariamente la soluzione più economica. Si suppone pertanto che il circuito sia progettato in modo che non si presentino frequentemente piccoli sovraccarichi di lunga durata.

Protezione contro i sovraccarichi di conduttori in parallelo

Quando lo stesso dispositivo di protezione protegge diversi conduttori in parallelo, si assume per I_z la somma delle portate dei singoli conduttori, a condizione tuttavia che i conduttori siano disposti in modo da portare correnti sostanzialmente uguali. In pratica, questa condizione è accettabile solo se le singole condutture hanno le stesse caratteristiche elettriche (natura, modo di posa, lunghezza, sezione) e non hanno alcun circuito di derivazione lungo il loro percorso. Una verifica può tuttavia essere opportuna.

Protezione contro i sovraccarichi in presenza di più condutture

Un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi è in grado di proteggere anche più condutture che da esso si dipartono radicalmente, purché le loro portate soddisfino entrambe le condizioni di coordinamento indicate ai punti precedenti.

Lo stesso dicasi nel caso in cui a valle del dispositivo si trova una conduttura dalla quale ne vengono derivate altre.

L'eventuale non rispetto delle condizioni di coordinamento comporta la necessità di installare ulteriori dispositivi di protezione, commisurati alle caratteristiche delle condutture a valle.

Posizione dei dispositivi di protezione contro i sovraccarichi

Nei sistemi TT e TN il dispositivo di protezione contro i sovraccarichi può essere installato in un punto qualsiasi della condotta, purché a monte di tale punto non vi siano derivazioni o prese a spina.

Nei sistemi IT, dove la corrente di doppio guasto a terra in due circuiti diversi può assumere un valore inferiore a quello della corrente di cortocircuito minima di uno dei due circuiti, il dispositivo di protezione contro i sovraccarichi va installato sempre all'inizio della condotta, per poter fronteggiare anche l'eventuale corrente di sovraccarico per doppio guasto a terra. La norma CEI 64-8 consente di derogare a quanto sopra purché l'impianto IT sia dotato di un interruttore differenziale su ogni circuito non protetto contro i sovraccarichi sia dotato di componenti e condutture in Classe II o con isolamento equivalente

Omissione dei dispositivi di protezione contro i sovraccarichi

Non è necessario prevedere dispositivi di protezione contro i sovraccarichi per:

- a) le condutture situate a valle di variazioni di sezione, di natura, di modo di posa o di costituzione, ed effettivamente protette contro i sovraccarichi da dispositivi di protezione posti a monte;
- b) le condutture che alimentino apparecchi utilizzatori che non possono dare luogo a correnti di sovraccarico, a condizione che queste condutture siano protette contro i cortocircuiti che non abbiano né derivazioni né prese a spina;
- c) gli impianti di telecomunicazione, comando, segnalazione e simili.

I vari casi indicati nel presente paragrafo non si applicano, con l'eccezione di quanto indicato nel seguente punto a), agli impianti elettrici situati in luoghi che presentano maggior rischio in caso di incendio o pericolo di esplosione, né agli impianti elettrici di ambienti ed applicazioni particolari.

L'omissione della protezione contro i sovraccarichi è raccomandata per i circuiti che alimentano apparecchi utilizzatori in cui l'apertura intempestiva del circuito potrebbe essere causa di pericolo.

Esempi di tali casi sono:

- i circuiti di eccitazione delle macchine rotanti;
- i circuiti di alimentazione degli elettromagneti di sollevamento;
- i circuiti secondari dei trasformatori di corrente;
- i circuiti che alimentano dispositivi di estinzione dell'incendio.

In tali casi è raccomandabile prevedere un dispositivo di allarme che segnali eventuali sovraccarichi.

14.6 Protezione contro le correnti di cortocircuito

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di cortocircuito dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni.

Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti

Ogni dispositivo di protezione contro i cortocircuiti deve rispondere alle due seguenti condizioni:

Il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione. E' tuttavia ammesso l'utilizzo di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore se a monte è installato un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (protezione di sostegno o di back-up). In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia che essi lasciano passare non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo situato a valle e dalle condutture protette da questi dispositivi. In alcuni casi può essere necessario prendere in considerazione, per i dispositivi situati a valle, altre caratteristiche, quali le sollecitazioni dinamiche e l'energia d'arco. Le informazioni necessarie devono essere ottenute dai costruttori di questi dispositivi (il coordinamento tra interruttori può essere realizzato solo in seguito a prove di laboratorio, di conseguenza la protezione di back-up può essere garantita solo dal costruttore dei dispositivi).

Tutte le correnti provocate da un cortocircuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile. Per i cortocircuiti di durata non superiore a 5 s, il tempo t necessario affinché una data corrente di cortocircuito porti i conduttori dalla temperatura massima ammissibile in servizio ordinario alla temperatura limite può essere calcolato, in prima approssimazione, con la formula

$$t=K*S/I$$

dove:

t =durata in secondi

S =sezione in mm²;

I =corrente effettiva di cortocircuito in Ampere, espressa in valore efficace;

K =

115 per i conduttori in rame isolati con PVC;

135 per i conduttori in rame isolati con gomma ordinaria o gomma butilica;

143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato;

74 per i conduttori in alluminio isolati con PVC;

87 per i conduttori in alluminio isolati con gomma ordinaria, gomma butilica, gomma etilenpropilenica o propilene reticolato;

115 corrispondente ad una temperatura di 160 °C, per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in rame.

Per durate molto brevi (< 0,1 s) dove l'asimmetria della corrente è notevole e per i dispositivi di protezione limitatori di corrente, K^2Sc deve essere superiore al valore dell'energia (I^2t) indicata dal costruttore del dispositivo di protezione come quella lasciata passare da questo dispositivo.

La corrente nominale del dispositivo di protezione contro i cortocircuiti può essere superiore alla portata dei conduttori del circuito.

Protezione contro i cortocircuiti di conduttori in parallelo

Un unico dispositivo può proteggere contro i cortocircuiti più conduttori in parallelo, a condizione che le caratteristiche di funzionamento del dispositivo ed il modo di posa dei conduttori in parallelo siano coordinati in modo appropriato.

N.B.: Si deve tener conto delle condizioni che potrebbero presentarsi nel caso di cortocircuiti che non interessino tutti i conduttori.

Posizione dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti

Un dispositivo che assicuri la protezione contro i cortocircuiti deve essere posto nel punto in cui una riduzione della sezione dei conduttori od un'altra variazione dia luogo a una riduzione del coefficiente K, cioè all'inizio di ogni conduttura, con le eccezioni di seguito riportate.

E' permesso disporre dispositivi di protezione contro i cortocircuiti in un punto diverso da quello appena specificato purché:

Il tratto di conduttura tra il punto di riduzione della sezione, o di un'altra variazione, e la posizione del dispositivo di protezione soddisfa contemporaneamente le quattro condizioni seguenti:

la sua lunghezza non supera 3 m;

è realizzato in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito (questa condizione può essere ottenuta per esempio rinforzando la protezione della conduttura contro le influenze esterne).

non è posto vicino a materiale combustibile;

non è posto in impianti situati in luoghi a maggior rischio in caso di incendio o con pericolo di esplosione.

Oppure:

Un dispositivo di protezione posto a monte della riduzione di sezione, o di un'altra variazione, possiede una caratteristica di funzionamento tale da proteggere contro i cortocircuiti, in accordo con quanto specificato nei paragrafi precedenti la conduttura situata a valle.

Omissione dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti

È ammesso non prevedere dispositivi di protezione contro i cortocircuiti per:

le condutture che collegano generatori, trasformatori, raddrizzatori, batterie di accumulatori ai rispettivi quadri di comando e protezione, quando i dispositivi di protezione siano posti su questi quadri;

i circuiti la cui apertura potrebbe comportare pericoli per il funzionamento degli impianti interessati, quali quelli per cui è raccomandata l'omissione della protezione contro i sovraccarichi, precedentemente citati.

alcuni circuiti di misura;

a condizione che siano soddisfatte contemporaneamente le due condizioni seguenti: a) la conduttura sia realizzata in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito; b) la conduttura non sia posta in vicinanza di materiali combustibili.

Calcolo e stima delle correnti di cortocircuito

Nei sistemi TT alimentati in bassa tensione dall'ente distributore di energia, la corrente massima di cortocircuito (I_{kmax}) nel punto di fornitura è fornita dall'ente stesso.

Nei sistemi TN e IT, alimentati da proprie cabine di trasformazione, il valore della massima corrente di cortocircuito (I_{kmax}) ai capi di ogni trasformatore MT/BT dipende dai parametri circuitali sul lato MT e dalle caratteristiche del trasformatore. Proseguendo sulle linee, a valle del punto di trasformazione, la corrente di cortocircuito va decrescendo in funzione all'impedenza dei circuiti a monte.

Di seguito sono riportate formule e tabelle di stima che consentono una valutazione più o meno approssimata, sempre in favore della sicurezza, nei diversi punti di un circuito di distribuzione.

Punto di trasformazione MT/BT

Il contributo al cortocircuito desunto in relazione all'impedenza del lato MT si può calcolare in funzione della corrente di cortocircuito (I_{kMT}) fornita dall'ente distributore.

L'impedenza del lato MT (Z_{MT}) è pari a:

$$Z_{MT} = U_{MT} / \sqrt{3} \cdot I_{kMT}$$

oppure, se si dispone della potenza apparente di cortocircuito (S_k)

$$Z_{MT} = U^2_{MT} / S_k$$

L'impedenza equivalente sul lato BT è pari a:

$$Z_{mt} = Z_{MT} / n^2$$

dove n è il rapporto di trasformazione della macchina ovvero $n = U_{MT} / U_{BT}$.

L'impedenza equivalente secondaria Z_T di un trasformatore MT/BT è, invece, pari a

$$Z_T = (U_k \% / 100) (U^2 n / S)$$

Dove:

$U_k \%$ è il valore percentuale della tensione di cortocircuito del trasformatore (di solito 4% o 6%)

U_n è la tensione nominale secondaria del trasformatore (di solito 400 V)

S è la potenza apparente nominale del trasformatore

Nota Z_T la corrente di cortocircuito massima (I_{kmax}) ai morsetti secondari del trasformatore è calcolabile in relazione al tipo di guasto considerato.

In caso di guasto fase-neutro o fase-terra (ipotizzando nulla l'impedenza del collegamento a terra del centro stella del trasformatore)

$$I_{kmax} = U_n / [\sqrt{3}(Z_{mt} + Z_T)]$$

La stessa formula è valida per un guasto trifase, mentre per guasto tra fase e fase (bifase) la formula diviene

$$I_{kmax} = U_n / [2(Z_{mt} + Z_T)]$$

I calcoli appena descritti possono essere evitati se il fabbricante del trasformatore forniscono i dati dalla massima corrente di cortocircuito ai morsetti secondari in funzione della potenza, della tensione nominale e della tensione percentuale di cortocircuito della macchina.

Punti lungo la rete di distribuzione BT

Per determinare la corrente di cortocircuito che si può manifestare lungo la rete radiale di distribuzione in bassa tensione occorre prendere in considerazione la sommatoria delle impedenze di tutto ciò che sta a monte del punto in questione, comprese le impedenze equivalenti del trasformatore precedentemente ricavate.

L'impedenza delle condutture, sia in cavo che in condotto prefabbricato, è pari a

$$Z_c = \sqrt{R^2_c + X^2_c}$$

Dove R_c e X_c sono la resistenza e la reattanza del conduttore, fornite dal costruttore in funzione della tipologia e della sezione della conduttura.

In caso di sezioni e/o tipologia di conduttura variabili, l'impedenza complessiva della linea si ricava dalla sommatoria delle resistenze e delle reattanze dei vari tratti secondo la formula seguente:

$$Z_c = \sqrt{(\sum R)^2 + (\sum X)^2}$$

L'impedenza totale a monte del punto in cui si vuole determinare la corrente di cortocircuito è data dalla somma delle varie impedenze:

$$Z_f = Z_c + Z_a + Z_m + Z_T$$

Dove:

Z_c è l'impedenza dei tratti in conduttura

Z_a è l'impedenza interna dei dispositivi di comando e protezione

Z_m è l'impedenza del lato media tensione, riportata sul lato bassa tensione

Z_T è l'impedenza equivalente del trasformatore MT/BT

La corrente di cortocircuito risulta quindi:

In caso di guasto fase-neutro o fase-terra

$$I_k = U_n / [\sqrt{3}(Z_f + Z_t)]$$

Dove Z_t è l'impedenza del conduttore di protezione o del conduttore di neutro.

In caso di guasto fase-fase (bifase)

$$I_k = U_n / (2Z_f)$$

In caso di guasto trifase

$$I_k = U_n / (3Z_f)$$

14.7 Coordinamento tra la protezione contro i sovraccarichi e la protezione contro i cortocircuiti

Se un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi è in accordo con le prescrizioni per la protezione contro le correnti di sovraccarico, ed ha un potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di cortocircuito presunta nel suo punto di installazione, si considera che esso assicuri anche la protezione contro le correnti di cortocircuito della conduttura situata a valle di quel punto.

Questo può non essere valido per alcuni tipi di interruttori, specialmente per i tipi che non limitano la corrente, per l'intera gamma delle correnti di cortocircuito; in questi casi la sua validità deve essere verificata conformemente alle prescrizioni relative ai dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.

Se la protezione contro sovraccarico e cortocircuito è assicurata da dispositivi distinti si applicano separatamente le prescrizioni relative ai dispositivi di protezione contro i sovraccarichi e le prescrizioni per i dispositivi di protezione contro i cortocircuiti, per i rispettivi dispositivi.

Le caratteristiche dei dispositivi devono essere coordinate in modo tale che l'energia (I^2t) lasciata passare dal dispositivo di protezione contro i cortocircuiti non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo di protezione contro i sovraccarichi.

14.8 Limitazione delle sovracorrenti per mezzo delle caratteristiche dell'alimentazione

I conduttori non necessitano di protezione contro le correnti di sovraccarico e di cortocircuito se sono alimentati da una sorgente che non sia in grado di fornire una corrente superiore alla portata dei conduttori (per es. alcuni trasformatori per suonerie, alcuni trasformatori per saldature ed alcuni tipi di gruppi elettrogeni).

14.9 Selettività da sovracorrenti

La selettività ha lo scopo di ridurre l'entità del disservizio in caso di sovraccarico o cortocircuito, disalimentando solo l'utenza o il ramo circuitale interessato dall'anomalia o dal guasto.

La selettività orizzontale si ottiene per via circuitale, realizzando alimentazioni in configurazione radiale, ognuna protetta contro le sovracorrenti.

La selettività verticale si realizza tra due dispositivi di protezione posti in serie e consiste nel far sì che il dispositivo a valle intervenga ad aprire il circuito prima di quello a monte.

Non è sempre possibile realizzare una selettività totale, cioè per qualsiasi valore della sovracorrente. A volte è necessario o opportuno limitarsi ad una selettività parziale, limitata cioè entro un valore massimo della sovracorrente presunta.

Nel caso di sovraccarico la selettività è garantita dal fatto che la curva di intervento del disposto a valle risulti completamente al di sotto di quella dell'interruttore a monte.

Nel caso di cortocircuito in genere non si riesce ad ottenere una selettività assoluta poiché al di sopra di un certo valore le curve d'intervento si equivalgono, e quindi non è possibile stabilire a priori quale interruttore interverrà per primo.

Per ottenere una selettività verticale assoluta anche nel caso di corrente di cortocircuito è possibile:

Installare a valle un interruttore limitatore che, per sua natura, intervenga entro pochi millisecondi, ed a monte un interruttore tradizionale.

Installare, a monte, un interruttore di categoria di utilizzazione B, specificamente previsto per la selettività in cortocircuito rispetto ad altri dispositivi di protezione posti a valle. Questo genere di interruttori sono dotati di un ritardo intenzionale regolabile che si attiva in caso di cortocircuito; Durante tale intervallo di ritardo il dispositivo è in grado di sopportare una corrente nominale ammissibile di breve durata (I_{cw}) che deve essere superiore alla massima corrente di cortocircuito nel punto di installazione.

La selettività tra fusibili di tipo gG (a campo pieno per uso generale) è assicurata quando il rapporto tra le correnti nominali dei due dispositivi in serie è uguale o superiore a 1,6.

14.10 Protezione dalle sovratensioni

La sovratensione è un disturbo che si viene a sovrapporre alla tensione di rete; l'innalzamento del valore di tensione si può manifestare:

tra i conduttori attivi e la terra (sovratensioni longitudinali o di modo comune); in questo caso tutti i conduttori di un circuito assumono lo stesso valore di tensione verso terra, mentre fra di essi non c'è alcuna sovratensione; di conseguenza è sollecitato l'isolamento tra i conduttori attivi e la terra o la massa.

tra i conduttori attivi (sovratensioni trasversali o differenziali); in tal caso la sovratensione si manifesta tra i conduttori attivi del medesimo circuito ed a essere sollecitato è l'isolamento esistente tra di essi.

Le principali cause di sovratensione sono:

manovre di chiusura e di apertura dei dispositivi di comando e protezione;

guasti sui circuiti;

scariche elettrostatiche;

scariche atmosferiche.

Tecniche di protezione contro le sovratensioni

Le principali tecniche di protezione contro il verificarsi delle sovratensioni e dei guasti di origine dielettrica, cioè imputabili alla perforazione dello strato isolante presente tra le fasi e tra ognuna di esse e la terra, sono:

Coordinamento dell'isolamento;

Accorgimenti contro il verificarsi di scariche elettrostatiche;

Protezione degli impianti contro la fulminazione atmosferica diretta;

Protezione degli impianti mediante l'installazione di dispositivi limitatori delle sovratensioni

Coordinamento del livello di isolamento

Distanze di isolamento nei sistemi BT

La Norma CEI EN 60947-1 (CEI 17-44) prescrive che distanza di isolamento in aria sulle apparecchiature BT sia correlata al grado di inquinamento dei luoghi di utilizzo, secondo quanto riportato nella tabella seguente

CATEGORIA DI SOVRATENSIONE		APPARECCHI CON PROTEZIONE SPECIALE	APPARECCHI DA COLLEGARE ALL'IMPIANTO FISSO	APPARECCHI FACENTE PARTE DELL'IMPIANTO FISSO	APPARECCHI ALL'ORIGINE DELL'IMPIANTO
GRADO DI INQUINAME NTO	PRESCRIZIONI COTRUTTIVE				
1	Distanza minima di isolamento in aria (mm)	0.5	1.5	3	5.5
2	Distanza minima di isolamento in aria (mm)	0.5	1.5	3	5.5
3	Distanza minima di isolamento in aria (mm)	0.8	1.5	3	5.5
4	Distanza minima di isolamento in aria (mm)	1.6	1.6	3	5.5

Grado di inquinamento 1: inquinamento assente o solo secco, non conduttore, privo cioè di influenza)
Grado di inquinamento 2: inquinamento non conduttore; occasionalmente si può avere conduttività temporanea dovuta alla condensazione
Grado di inquinamento 3: inquinamento conduttore o secco che diviene conduttore a seguito della condensazione (tipico degli ambienti industriali escluse le zone esterne e gli ambienti con presenza di polveri sospese conduttive che sono di grado 4)
Grado di inquinamento 4: conduttività persistente ed elevata, dovuta ad un inquinamento causato, ad esempio, da polvere conduttrice o neve o pioggia

A questi valori vanno aggiunti quelli relativi alla distanza superficiale che è rappresentata dal percorso in aria più breve tra due parti conduttrici, misurata lungo la superficie di un materiale isolante.

Valori particolarmente elevati di alcune (rare) sovratensioni di manovra e pressoché tutte le sovratensioni dovute a fulminazione atmosferica sono in grado di produrre scariche in aria e cedimento degli isolanti solidi; le utenze elettroniche, oltre a subire malfunzionamenti, possono andare incontro a danni gravi o a lunghi disservizi. Da ciò la necessità di utilizzare SPD, come di seguito descritto.

Accorgimenti contro il verificarsi di cariche elettrostatiche

Per prevenire le scariche innescanti dovute all'accumulo di elettricità statica su materiali non conduttivi, si possono adottare le seguenti precauzioni:

Messa a terra dei metalli e dei materiali non conduttivi

Limitazione dell'area isolante soggetta a caricarsi

Riduzione della velocità dei liquidi entro le tubazioni.

Aggiunta di additivi destinati a modificare la compostone ionica dei liquidi entro le tubazioni

Limitazione dello spessore isolante utilizzato come rivestimento di superfici conduttrici collegate a terra

Inserzione di una rete metallica messa a terra all'interno dei materiali non conduttivi

Umidificazione ambientale al di sopra del 65%

Ionizzazione dell'aria, particolarmente utile per scaricare fogli e pellicole di plastica

Protezione contro la fulminazione diretta delle linee

La fulminazione diretta di linee elettriche ed impianti può essere evitata utilizzando forme di protezione primaria contro le sovratensioni quali aste di captazione (parafulmini) o di funi di guardia. Per la valutazione della probabilità di fulminazione e dell'entità dei danni conseguenti si fa riferimento alla Norma CEI 81-4; la norma CEI 81-10 fornisce, invece, indicazioni sulle modalità di protezione contro i fulmini.

Per maggiori indicazioni si veda la "Relazione tecnica protezione scariche atmosferiche" allegata al progetto.

Limitatori di sovratensione (SPD)

I limitatori di sovratensione (SPD ovvero Surge Protective Device) vengono installati sull'impianto allo scopo di contenere l'entità delle sovratensioni ad un livello inferiore a quello di isolamento degli apparati; tali dispositivi durante il funzionamento ordinario presentano ai loro capi un'impedenza molto elevata, mentre in caso di sovratensione riducono la loro impedenza, lasciandosi attraversare dalla corrente associata alla sovratensione, limitando così la tensione ai propri capi (es. tra fase e terra) entro un valore prefissato; allorché, venendo meno la sovratensione, l'SPD si ripristina ai suoi capi si ristabilisce l'elevato valore di impedenza.

Classificazione degli SPD

Le norme (IEC 61643-1 e IEC 61643-2) classificano gli SPD in tre classi in relazione all'entità delle sollecitazioni termiche a cui i dispositivi devono essere sottoposti in fase di prova:

Classe I: comprende gli SPD in grado di sopportare le sollecitazioni più elevate, dovute alla necessità di fronteggiare sovratensioni prodotte da scariche atmosferiche dirette.

Classe II: vi appartengono gli SPD provati con correnti di forma d'onda simile a quella riscontrabile negli impianti in seguito ad una sovratensione prodotta da un fulmine per accoppiamento induttivo, adatti, dunque, per proteggere dai danni di fulminazioni indirette. Classe III: comprende gli SPD destinati ad essere installati a protezione delle singole apparecchiature, alimentate da linee sulle quali si trovano già installati altri SPD di Classe I o II. La tensione residua di tali SPD potrebbe, infatti, non risultare sopportabile per le apparecchiature, oppure queste potrebbero essere soggette a sovratensioni dovute all'eccessiva distanza lungo la linea rispetto all'SPD di classe I o II. Questi tipi di SPD vengono provati con la stessa modalità destinate a collaudare gli isolamenti delle apparecchiature.

Dispositivi di protezione degli SPD

Al termine del fenomeno di sovratensione, la possibilità per l'SPD di ripristinare le proprie condizioni iniziali di isolamento (nel caso di uso di spinterometri) o di elevata impedenza (nel caso di utilizzo di variatori) dipendono dal fatto che la tensione residua U_{res} sia superiore a quella nominale verso terra del sistema sul quale il dispositivo si trova installato.

Se ciò non si verifica, la tensione del sistema mantiene attivo l'arco, portando l'SPD ad assumere temperature distruttive oppure consentendo il permanere di un guasto a terra che può portare allo stabilirsi di tensioni di contatto pericolose per le persone.

È pertanto necessario provvedere alla protezione degli SPD, mediante fusibili o interruttori magnetotermici da collegare in serie ad esso.

L'interruzione prodotta da tali dispositivi, che avviene in ritardo rispetto al transito dell'onda di sovratensione, salvaguarda l'integrità del dispositivo limitatore senza ostacolare il corretto funzionamento. Le caratteristiche dei dispositivi di protezione da associare all'SPD vengono indicate dal fabbricante di quest'ultimo e talvolta sono parte integrante del limitatore. L'intervento del dispositivo di protezione deve essere segnalato al personale di conduzione dell'impianto per evitare di lasciare l'impianto o l'utenza sprovvisto di protezione contro le sovratensioni.

I dispositivi di protezione degli SPD devono intervenire prima dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti installati a monte, sulla linea di alimentazione. Nel caso di correnti impulsive tipo quelle prodotte dalla fulminazione atmosferica, tale selettività verticale si ottiene mediante fusibili, facendo in modo che la portata di quelli a monte sia almeno 2.5 volte superiore a quella dei fusibili per la protezione dell'SPD.

La protezione degli SPD è fatta comunque in accordo con le specifiche fornite dal costruttore.

Coordinamento tra gli SPD collegati in cascata

L'installazione di SPD in cascata è necessaria allorché le utenze da proteggere si trovano ad una distanza superiore a quella dichiarata protetta dal costruttore dell'SPD.

Il coordinamento serve a far sì che gli SPD a monte intervengano a ridurre drasticamente l'onda di sovratensione in modo da evitare che gli SPD a valle debbano scaricare una sovratensione maggiore a quella per cui sono stati fabbricati, con conseguenti effetti distruttivi. Questo accorgimento serve anche nel rapporto in cascata tra l'ultimo SPD e le apparecchiature quando queste ultime hanno al loro interno delle protezioni.

Il disaccoppiamento tra due SPD in cascata si realizza grazie all'impedenza presente tra i due che può essere costituita da una vera e propria impedenza, quando i dispositivi sono molto vicini tra loro, oppure da un sufficiente

tratto di linea.

Per realizzare il coordinamento tra due SPD in cascata le norme forniscono i criteri riassunti nella Tabella seguente

PARAMETRI DELL'SPD INSTALLATO A MONTE			PARAMETRI DELL'SPD INSTALLATO A VALLE			DISTANZA MINIMA TRA I 2 SPD (m)
Up (kV)	In (kA)	I _{max} (kA)	Up (kV)	In (kA)	I _{max} (kA)	
2	20	40	1.8	5	10	5
			1.5			10
			1.2			10
			1.0			15
	10	20	1.8	5	10	5
			1.2			10
			1			10

Con alcune cautele tali criteri possono essere applicati anche a dispositivi non dello stesso fabbricante; è tuttavia consigliabile utilizzare in cascata SPD tutti dello stesso fabbricante seguendo le indicazioni a riguardo di quest'ultimo.

Criteri di installazione degli SPD

Distanza dalla linea

La tensione a valle dell'SPD applicata alle utenze da proteggere è data dalla somma della caduta di tensione sul tratto di collegamento tra l'SPD e la linea, della caduta di tensione sull'SPD e della caduta di tensione sul tratto di collegamento tra l'SPD e la terra.

Affinché la tensione ai capi dell'utenza sia il più possibile prossima a quella residua che si riscontra ai capi dell'SPD, è necessario ridurre al minimo le altre due cadute di tensione, vale a dire ridurre al minimo l'impedenza dei due collegamenti. Ciò si ottiene:

Limitando a non più di 0.4 - 0.5 m la lunghezza totale data dalla sommatoria dei due tratti di condutture

Mantenendo vicini o addirittura attorcigliati tra loro i fili di collegamento, al fine di ridurre gli effetti della spira da essi formata

Distanza dall'utenza

Se la lunghezza del tratto di linea compreso tra il punto di installazione dell'SPD e quello di installazione dell'utenza è eccessiva si possono verificare oscillazioni di tensione, specialmente se la linea è aperta (utenza scollegata) o se il carico presenta una componente capacitiva.

La cosiddetta 'distanza protetta' dipende da: Il livello di protezione (Up) dell'SPD

Il tipo di conduttura utilizzato nel tratto

Il livello di tenuta all'impulso dell'utenza da proteggere

Tale distanza può essere calcolata oppure comunque contenuta, ragionevolmente, entro un'estensione massima di 10 m.

Collegamento a terra

Per evitare gli stessi effetti negativi precedentemente descritti, la barra di terra a cui va collegato l'SPD deve essere la stessa a cui è collegato il conduttore di protezione dell'utenza protetta.

Presenza di più linee in ingresso

Se più linee entrano in un medesimo edificio, anche se strutturalmente diverse e in arrivo da percorsi differenti, è raccomandabile equipaggiarle tutte con SPD in quanto l'intervento degli SPD può comportare un forte innalzamento della tensione di terra verso tutte le linee entranti nell'edificio.

Vano d'installazione

Gli SPD di Classe I, dovendo fronteggiare gli elevati fronti d'onda delle correnti di fulminazione diretta, possono dar luogo a manifestazioni esterne per cui è necessario segregarli in vani o custodie.

Gli SPD di classe I e II possono, invece, essere installati entro gli stessi quadri elettrici dell'impianto.

15. Osservanza di leggi, norme, decreti

Generalità

I lavori oggetto della presente Specifica dovranno essere realizzati nel rispetto delle leggi, regolamenti e norme in vigore o emanate durante lo svolgimento dei lavori e tra queste, in particolare ma con carattere non esclusivo:

- Disposizioni di Legge vigenti in materia antinfortunistica, di protezione contro gli incendi e di costruzione di apparecchiature ed impianti;
- A.N.I.A. (Associazione Nazionale Istituti Assicurazione) per gli impianti di sicurezza;
- Eventuali indicazioni dei VV.FF., dalle Autorità locali, dall'ISPELS e USL, dall'Ente erogatore di energia elettrica e della TELECOM competenti per territorio;
- Le vigenti norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (C.E.I.);
- Eventuali progetti norme C.E.I. se citati nella presente specifica tecnica;
- Le norme IEC, in caso di mancanza o inapplicabilità delle norme C.E.I.;
- Le norme EN dove applicabili;
- Le 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.

Norme giuridiche generali ed a carattere elettrico

Leggi per il contenimento e il risparmio dell'energia

- D.M. del 26 giugno 2009 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici;
- D.P.R. n. 59 del 2 aprile 2009 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia;
- D.Lgs. n. 115 del 30 maggio 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE;
- D.M. 11 Marzo 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Attuazione dell'articolo 1, comma 24, lettera a) della L. 24 dicembre 2007, n. 244, per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'articolo 1 della L. 27 dicembre 2006, n. 296;
- D.Lgs. n. 311 del 29 dicembre 2006 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs. n. 192/2005;
- D.Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- regolamento di attuazione dell'art. 4 comma 4 della L. n. 10 del 9 gennaio 1991;
- L. n. 10 del 9 gennaio 1991 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati, relativa al contenimento dei consumi energetici per usi termici negli edifici;

Leggi per le fonti energetiche rinnovabili e alternative

- D.Lgs. n. 28 del 3 marzo 2011 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE;
- D.M. del 2 marzo 2009 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- Disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, relativo all'estensione del premio incentivante per gli impianti fotovoltaici abbinati ad un uso efficiente dell'energia;
- D.M. del 3 marzo 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, ai sensi dell'art. 1, comma 349, della L. n. 296 del 27 dicembre 2006;
- Circolare n. 46 E del 19 luglio 2007 (Agenzia delle entrate);
- Delibera n. 90 del 11 aprile 2007 (Autorità per l'energia elettrica e il gas);
- D.M. del 19 febbraio 2007 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, ai sensi dell'art. 1, comma 349, della L. n. 296 del 27 dicembre 2006;
- D.Lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità;

Leggi specifiche di settore

- D.M. del 14 gennaio 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati–approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare Ministero LL.PP. n. 13011 del 22/11/74: requisiti fisico-tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere. Proprietà termiche, idrometriche, di ventilazione e di illuminazione;

Leggi sull'abbattimento di barriere architettoniche

- D.P.R. n. 503 del 24 luglio 1996 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici;
- D.P.R. n. 236 del 14 giugno 1989 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati
- Regolamento di attuazione dell'articolo 1 della L. 9 gennaio 1989, n.13 "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata";
- L. n. 13 del 9 gennaio 1989 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;

Leggi sulla sicurezza degli impianti, cantieri e luoghi di lavoro

- D. 4 febbraio 2011 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – Definizione dei criteri per il rilascio delle autorizzazioni di cui all'articolo 82, comma 2), lettera c), del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81;
- D.Lgs. n. 81 del 9 aprile 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – attuazione dell'art. 1 della L. n. 123 del 3 agosto 2007 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - regolamento, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- D.Lgs. n. 25 del 2 febbraio 2002 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – attuazione della Direttiva 98/24/CE sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro;
- D.M. del 10 marzo 1998 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;

- L. n. 46 del 5 marzo 1990 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– norme per la sicurezza degli impianti (per i soli art. 8,14,16 non abrogati)

Leggi antisismiche

- Direttiva 9 febbraio 2011 - Indicazioni per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale tutelato, con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni, di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e relativa Circolare contenente Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Le NTC e la relativa circolare costituiscono il riferimento generale per tutto quanto indicato nel presente documento;
- Circolare n.617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- D.M. del 14 gennaio 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni; con relative circolari di chiarimenti ed istruzioni;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (G.U. supplemento n. 72 dell'8 maggio 2003);
- Nota esplicativa del Dipartimento della Protezione Civile del 4 giugno 2003;
- Decreto del Dipartimento della Protezione Civile del 21.10.2003 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - "Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4 dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003" (G.U. n. 252 del 29 ottobre 2003)

Leggi per l'acustica

- D.M. 16 Marzo 1998 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- D.P.C.M. 5 Dicembre 1997 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici;
- D.P.C.M. 14 Novembre 1997 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- L. 26 Ottobre 1995, n. 447 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Legge quadro sull'inquinamento acustico.

Principali leggi e decreti di prevenzione incendi

a) Generali:

- Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici Prot. n.5158 del 26 marzo 2010;
- D.Lgs. 9 Aprile 2008, n. 81 (Titolo V - "segnaletica di salute e sicurezza sul lavoro" ed allegati da XXIV a XXXII) successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati;
- D.M. 9 Maggio 2007 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio;
- Circolare 18 agosto 2006 - La sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro ove siano presenti persone disabili: strumento di verifica e controllo (check-list);
- D.M. 3 Novembre 2004 - Ministero dell' Interno. Disposizioni relative all'installazione ed alla manutenzione dei dispositivi per l'apertura delle porte installate lungo le vie di esodo, relativamente alla sicurezza in caso d'incendio;
- D.M. del 4 maggio 1998 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – Disposizioni relative alle modalità di presentazione ed al contenuto delle domande per l'avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all'uniformità dei connessi servizi resi dai comandi provinciali dei VV.F.;
- D.M. 10 marzo 1998 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
- L. n. 818 del 07.12.1984 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Nullaosta provvisorio per le attività soggette ai controlli della prevenzione incendi,

modifica degli articoli 2 e 3 della L. 4 marzo 1982, n. 66, e norme integrative dell'ordinamento del Corpo nazionale dei vigili del fuoco) e successive modifiche e integrazioni;

- D.M. del 30.11.1983 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi;
- D.P.R. n. 577 del 29.07.1982 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati Approvazione del regolamento concernente l'espletamento dei servizi di prevenzione e di vigilanza antincendi;
- D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011 - Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-L. 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla L. 30 luglio 2010, n.122.

b) Uffici:

- D.M. del 22 Febbraio 2006 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici;
- c) Ascensori:
- D.M. del 15 Settembre 2005 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- Regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;

d) Autorimesse:

- D.M. del 1 Febbraio 1986 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- Norme di sicurezza antincendio per la costruzione e l'esercizio di autorimesse e simili.
- e) Centrali termiche e gruppi elettrogeni:
- D.M. del 13 luglio 2011 – Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi (11A09949);
- D.M. del 28 Aprile 2005 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi;
- D.M. del 12 Aprile 1996 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi;
- Circolare MI n. 73 del 29.07.1971 - Impianti termici ad olio combustibile o a gasolio. Istruzioni per l'applicazione delle norme contro l'inquinamento atmosferico; disposizioni ai fini della prevenzione incendi.

f) Impianti, produzione e stoccaggio di gas e oli minerali:

- D.M. del 31 Luglio 1934 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Approvazione delle norme di sicurezza per la lavorazione, l'immagazzinamento, l'impiego o la vendita di oli minerali, e per il trasporto degli oli stessi;
- D.M. del 24 Novembre 1984 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8. (in vigore solo gli Allegati II e III);
- D.M. del 14 Maggio 2004 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati
- Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 13 mc;
- D.M.Sv.Ec. del 16 Aprile 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8;
- D.M.Sv.Ec. del 17 Aprile 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8.

g) Componenti e prodotti da costruzione:

- Circolare Ministero dell'Interno Prot. n. 5643 del 31 marzo 2010, oggetto: GUIDA TECNICA su
- "Requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili".

- D.M. del 9 marzo 2007 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei VV.F.;
- D.M. del 16 febbraio 2007 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione;
- D.M. del 31 marzo 2003 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– Requisiti di reazione al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e ripresa dell'aria degli impianti di condizionamento e ventilazione;
- D.M. del 15 marzo 2005 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo.

Leggi e decreti relativi a materiali, apparecchiature e macchinari elettrici ed elettronici

- L. n. 186 del 01.03.1968, Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- L. n.791 del 18.10.1977 (Attuazione della direttiva del Consiglio della Comunità europea, 73/23/CEE) relativa alla garanzia di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- Direttiva ascensori 95/16/CE - Impianti elettrici degli ascensori e dei montacarichi.

Leggi e decreti relativi alla limitazione e protezione dalla esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici

- Racc. Cons. Europeo n. 519 del 12.07.1999, Raccomandazione del Consiglio Europeo relativa alla
- limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 a 300 GHz;
- L. n. 36 del 22.02.2001, Legge quadro sulla protezione dalla esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- D.P.C.M. 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da elettrodotti;
- D.Lgs. n. 257 del 19 novembre 2007, "Attuazione della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi degli agenti fisici (campi elettromagnetici)";

Norme principali del Comitato Elettrotecnico Italiano

- CEI 0-21 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-17 (2006), CEI 11-17 V1 (2011) - Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo
- CEI 11-20 (2000), CEI 11-20 V1 (2004), CEI 11-20 V2 (2007), CEI 11-20 V3 (2010) - Impianti di produzione di energia elettrica collegate a rete di I e II categoria
- CEI EN 60909-0; CEI 11-25 (2001) – Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0: Calcolo delle correnti
- CEI EN 60865-1; CEI 11-26 (1998), CEI 11-26 Ec (2002) – Correnti di cortocircuito – Calcolo degli effetti - Parte I: Definizioni e metodo di calcolo
- CEI 11-28 (1998) - Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione
- CEI 11-35 (2004) - Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale
- CEI 11-37 (2003) - Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV
- CEI 64-2 (2001) - Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione. Prescrizioni specifiche per la presenza di polveri infiammabili e sostanze esplosive
- CEI 64-8 (tutte le parti) (2007), CEI 64-8 V1 (2008), CEI 64-8 V2 (2009), CEI 64-8 V3 (2011) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V c.a. e 1500V in c.c.
- CEI 81-3 (1999) – Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro
- CEI EN 62305; CEI 81-10 (tutte le parti) (2013) – Protezione contro i fulmini
- CEI 99-2 (2011) - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni
- CEI 99-3 + Ec (2011) - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 103-1 (tutte le parti) - (aggiornamento al 2001) - Impianti telefonici interni
- CEI 106-12 (2006) - Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT
- CEI 211-4 (2008) - Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche
- CEI 211-6 (2001) - Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana
- CEI EN 60849; CEI 100-55 (2007)– Sistemi elettroacustici applicati ai servizi di emergenza
- CEI EN 50174-1; CEI 306-3 (2001) – Tecnologia dell'informazione – Installazione del cablaggio – Parte 1: Specifiche ed assicurazione della qualità
- CEI EN 50174-2; CEI 306-5 (2010), CEI 306-5 V1 (2011) – Tecnologia dell'informazione – Installazione del cablaggio – Parte 2: Pianificazione e criteri di installazione all'interno degli edifici
- CEI EN 50173-1; CEI 306-6 (2011) – Tecnologia dell'informazione – Sistemi di cablaggio generico – Parte 1: Requisiti generali e uffici
- CEI EN 50174-3; CEI 306-9 (2004) – Tecnologia dell'informazione – Installazione del cablaggio – Parte 3: Pianificazione e criteri di installazione all'esterno degli edifici

- CEI EN 60079-14; CEI 31-33 (2010) – Atmosfere esplosive. Parte 14: Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici
- CEI 31-35 (2007), CEI 31-35 V1 (2009) - Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas - Guida alla classificazione dei luoghi pericolosi
- CEI 31-35/A (2007), CEI 31-35/A V1 (2009) - Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas - Guida alla classificazione dei luoghi pericolosi
- CEI EN 60079-10; CEI 31-87 (2010) - Atmosfere esplosive. Parte 10-1: Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas

- UNI EN 12464 (2021) – Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 1: Posti di lavoro interni
- UNI EN 15193 (2008) - Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione
- UNI EN 1838 (2000) – Applicazioni dell'illuminotecnica – illuminazione di emergenza

- UNI EN 12845 (2009) – Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione
- UNI 9795 (2021) - Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio
- UNI 11224 (2011) - Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi

Il rispetto delle leggi e delle norme su indicate è inteso nel senso più restrittivo, cioè non solo la realizzazione dell'impianto sarà rispondente alle norme, ma altresì ogni singolo componente dell'impianto stesso.

In caso di emissione di nuove normative l'Appaltatore è tenuto a comunicarlo immediatamente alla Committente, dovrà adeguarvisi, ed il costo supplementare verrà riconosciuto se la data di emissione della norma risulterà posteriore alla data dell'appalto.

Dovranno pure essere rispettate le prescrizioni esposte nella presente specifica, anche se i dimensionamenti sono eccedenti i limiti minimi consentiti dalle norme.

I materiali e gli apparecchi ammessi al regime del marchio di qualità, dovranno essere di tipo approvato I.M.Q.

Le apparecchiature dovranno essere munite di marcatura CE.

16. Prescrizioni generali e particolari

Gli impianti dovranno essere realizzati "a regola d'arte" non solo per quanto riguarda le modalità di installazione, ma anche per la qualità e le caratteristiche delle apparecchiature e dei materiali.

In particolare dovranno essere osservate:

- Norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro DPR 547 del 27.4.1955 e sue emanazioni
- DL 626/94
- Legge n. 186 del 1.3.1968
- Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI)
- Prescrizioni della Società distributrice dell'energia elettrica (ENEL)
- Prescrizioni del locale Comando dei Vigili del Fuoco
- Prescrizioni della Società telefonica
- Prescrizioni dell'U.S.S.L./ I.S.PE.S.L. locale
- Prescrizioni dell'Ispettorato del Lavoro
- Prescrizioni UTIF
- Norme UNI e UNEL applicabili

In caso di emissione di nuove normative l'Appaltatore è tenuto a comunicarlo immediatamente alla Committente, dovrà adeguarvisi, e l'eventuale costo supplementare dimostrabile verrà riconosciuto se la data di emissione della norma risulterà posteriore alla data della gara.

Al termine dei lavori dovrà essere rilasciata la prevista dichiarazione di conformità con tutti gli allegati obbligatori, tutti i documenti progettuali dovranno essere firmati da tecnico regolarmente iscritto ad Albo competente.

17. Dati tecnici di progetto

- Sistema di I categoria	400V da Ente Distributore
- Sistema di distribuzione	TT
- Potenza impegnata con Ente distributore	100 kW
- Potere di interruzione al punto di consegna	parti comuni 16 kA (da verificare comunque con l'Ente erogatore in luogo) (*)
- Tensione di utilizzazione	230V monofase/ 400 V trifase
- Tensione degli ausiliari	230 V
- Caduta di tensione totale sui circuiti luce	4%
- Caduta di tensione totale sui circuiti f.m.	4%
- Coefficiente max di riempimento delle tubazioni	0,5

(*) **Valori soggetti a verifica e conferma della Ditta installatrice**

18. Specifiche tecniche impianti elettrici

18.1 Tubazioni e canalizzazioni

Per la realizzazione degli impianti potranno essere impiegati i seguenti tipi di tubi:

- in materiale plastico rigido di tipo pesante (UNEL 37118) con contrassegno del Marchio Italiano di Qualità
- c.s.d. ma di tipo flessibile;
- in materiale plastico rigido di tipo a forte spessore, filettabile;
- in acciaio zincato serie leggera con certificazione di continuità
- in acciaio, trafilati senza saldatura, zincati a fuoco internamente ed esternamente, tipo "Conduit" (UNI 7683);
- in acciaio flessibili ricoperti con guaina in vipla;

Ogni servizio e ogni impianto, anche se a pari tensione, usufruirà salvo indicazioni opposte impartite dalla D.L. di una rete di tubazioni completamente indipendente e con proprie cassette di derivazione.

Il diametro interno dei tubi, mai inferiore a 13 mm., sarà scelto in modo che il coefficiente di riempimento sia sempre minore di 0,5 (fattore di riempimento = rapporto tra sezione complessiva dei cavi e sezione interna del tubo), il diametro sarà comunque sempre maggiore o uguale a 1,3 volte il diametro del cerchio dei cavi contenuti.

I tubi dovranno seguire un andamento parallelo agli assi delle strutture evitando percorsi diagonali o accavallamenti. Tutte le curve saranno seguite a largo raggio, non sono ammesse le curve stampate e le derivazioni a T.

Nei tratti in vista i tubi saranno fissati con appositi sostegni in materiale plastico o metallico tramite tasselli ad espansione con un'interdistanza massima di 150 cm.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione delle costruzioni dovranno essere usati particolari accorgimenti come tubi flessibili o doppi manicotti.

I tubi metallici devono essere fissati mantenendo un distanziamento dalle strutture in modo che possano essere effettuate agevolmente le operazioni di riverniciatura per manutenzione e consentita la libera circolazione d'aria.

E' fatto divieto di transitare con tubazioni in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione del gas, e di ammarrarsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche. In tutti i casi in cui vengono impiegati tubi metallici dovrà essere garantita la continuità tra tubazioni e cassette metalliche e qualora quest'ultime fossero in materiale plastico dovrà essere realizzato un collegamento tra le tubazioni ed il morsetto interno di terra.

Nei tratti orizzontali di una certa lunghezza e per i percorsi all'esterno i tubi dovranno essere posati con una lieve pendenza onde consentire l'eventuale scarico di condensa.

Le canaline, se non diversamente specificato, si intendono in lamiera di acciaio zincata a fuoco dopo l'asolatura, con spessore di 15/10 mm. sino a 250 mm. di larghezza e 20/10 mm. sino a 400 mm.; la larghezza massima delle canaline sarà di 400 mm.

Dovrà essere garantita la continuità elettrica delle stesse ed una presa di terra in caso di transito nella stessa del collettore con interdistanza massima di 8 m.

Le canaline saranno zincate a fuoco mentre le mensole di sostegno saranno zincate a fuoco solo nel caso di percorsi esterni.

Ove prescritto le canaline potranno essere in materiale plastico o trattate con verniciatura epossidica.

Nei tratti interrati si farà impiego di tubo "underground" con posa in letto di sabbia ad una profondità non inferiore a 60 cm. dal piano di calpestio.

Dove verranno realizzate reti di distribuzione in tubo di acciaio "conduit" l'impianto realizzato dovrà risultare facilmente smontabile, ovvero verranno impiegati in corrispondenza di ogni derivazione giunti a tre pezzi.

Le tubazioni, alle estremità dovranno essere lavorate e lisce onde evitare danneggiamenti ai conduttori durante le operazioni in infilaggio o sfilaggio.

18.2 Scatole e cassette di derivazione

Tutte le giunzioni o le derivazioni devono essere realizzate esclusivamente tramite l'impiego di scatole o cassette di derivazione.

Di norma le scatole o cassette verranno altresì impiegate ad ogni brusca deviazione del percorso delle tubazioni, ogni 2 curve, ogni 15 m. nei tratti rettilinei, all'ingresso di ogni locale alimentato, in corrispondenza di ogni allacciamento.

Non è ammesso far transitare nella stessa cassetta conduttori appartenenti a impianti o servizi diversi.

Le tubazioni devono essere posate a filo interno delle cassette con la cura di lisciare gli spigoli onde evitare il danneggiamento delle guaine del conduttore nelle operazioni di infilaggio o sfilaggio.

Nel caso di impianto a vista i raccordi con le tubazioni devono essere esclusivamente eseguite tramite imbocchi in pressofusione o plastici, secondo quanto prescritto.

I morsetti saranno di tipo a mantello con base in ceramica od in altro materiale isolante di analoghe caratteristiche e saranno adeguati alla sezione dei conduttori derivati.

I conduttori saranno disposti ordinatamente nelle cassette con un minimo di ricchezza.

Le cassette saranno fissate esclusivamente alle strutture murarie tramite tasselli ad espansione.

Nel caso di impianti incassati le cassette saranno montate a filo del rivestimento esterno e saranno munite di coperchio "a perdere"; i coperchi definitivi saranno montati ad ultimazione degli interventi murari di finitura.

Nel caso di cassette di tipo stagno, immurate in pareti rivestite in maiolicato, dovrà essere prevista una cornice plastica od in materiale non ossidabile che consenta una battuta perimetrale.

Tutte le scatole saranno contrassegnate sul coperchio con targhette imperdibili ed intercambiabili in modo che possa essere individuato il tipo di servizio di appartenenza.

Le scatole potranno essere in fusione di ghisa o silumin, in materiale plastico termoindurente o in lamiera pressopiegata.

18.3 Conduttori

Dovranno essere impiegati i tipi di cavo prescritti negli elaborati progettuali rispondenti alla unificazione UNEL e provvisti di I.M.Q; in particolare si dovranno utilizzare:

- cavi isolati in PVC a semplice isolamento norme CEI 20-22 II e CEI 20-35 del tipo N07V-K per infilaggio in tubazioni a vista e/o incassate (distribuzione secondaria).
- cavi isolati in PVC speciale di qualità R2 con guaina in PVC speciale qualità Rz, norme CEI 20-22 II , CEI 20-35 e CEI 20-37 I del tipo N1VV-K , per infilaggio in canaline portacavi metalliche, e comunque per sezioni non superiori ai 25mmq (distribuzione principale e secondaria).
- cavi isolati in gomma HEPR ad alto modulo con guaina in PVC speciale di qualità Rz a norme CEI 20-22II, CEI 20-35, CEI 20-37 I , CEI 20-11 e CEI 20-34, del tipo FG7(O)R 0.6/1Kv, per infilaggio in canaline portacavi metalliche e comunque con sezioni maggiori a 25mmq (distribuzione principale e secondaria).
- cavi resistenti al fuoco isolati in elastomerico reticolato di qualità G10 con guaina termoplastica speciale di qualità M1, norme CEI 20-36/IEC 331, CEI 20-22 III, CEI 20-35, CEI 20-37 I - II - III e CEI 20-38, del tipo FG10(O)M1 0.6/1Kv, per alimentazione comandi di emergenza e impianti di sicurezza.

Colorazione delle guaine e contrassegni

I cavi saranno contrassegnati in modo da individuare prontamente il servizio a cui appartengono comunque nel pieno rispetto delle colorazioni UNI - UNEL.

Posa dei conduttori

I conduttori potranno essere posati entro tubazioni evitando in ogni caso tubazioni metalliche separate per ogni singola fase.

I conduttori, se previsto, potranno essere posati in cunicolo direttamente sul fondo degli stessi per cunicoli di piccole dimensioni (inferiori a 50 cm) altrimenti dovrà essere fatto impiego di passerelle portacavi.

In passerella i cavi saranno posati ordinatamente affiancati ma su un semplice strato, altrimenti si farà ricorso a più piani di passerelle con interdistanza minima di 30 cm.

Nei tratti inclinati o verticali i cavi saranno fissati alla passerella tramite collari plastici autobloccanti.

Nei tratti verticali, ove prescritto, potrà essere fatto uso di ancoraggio tramite morsetti su guida posta con interdistanza massima 1 m.

I morsetti di serraggio saranno completi di sella di appoggio alle parti metalliche.

Per sezioni superiori a 70 mmq. i cavi potranno essere unipolari previa approvazione della D.L..

Dovranno essere impiegati morsetti adatti per l'interconnessione di materiali conduttori di diversa natura.

18.4 Quadri elettrici

I quadri elettrici saranno del tipo autoportante ad armadio oppure per appoggio a parete e saranno adatti per il montaggio sporgente o incassato. L'esatta ubicazione dei suddetti, sarà desumibile dalle tavole progettuali allegate.

Carpenteria

La struttura dei quadri sarà sempre realizzata con un'intelaiatura in profilati di acciaio e pannelli in lamiera ribordata a doppia piega di spessore non inferiore ai 20/10 mm (ove non espressamente specificato su altri elaborati di progetto).

Per l'installazione di apparecchiature pesanti dovrà essere impiegata lamiera di spessore maggiore od opportuni rinforzi.

I quadri dovranno essere chiusi su ogni lato e posteriormente, i pannelli perimetrali dovranno essere asportabili tramite viti a brugola incassate. Per un adeguato smaltimento del calore saranno praticate delle feritoie del tipo antipolvere e complete di retina antinsetto.

I quadri o elementi di quadro che possono costituire unità a sé (lunghezza max 2,50 m.) devono essere muniti di golfari di sollevamento avvitati.

I quadri saranno ancorati alle opere murarie; se appoggiati su basamento verranno fissati tramite bulloni tirafondi a terra e tasselli ad espansione alla parete di appoggio, se appesi a parete tramite zanche immurate; i fori sulle strutture saranno asolati per consentire i necessari aggiustaggi in opera.

I quadri risulteranno composti da uno o più scomparti previsti per un facile assemblaggio fianco a fianco in esecuzione modulare ed interconnessi con bulloneria non ossidabile, trattata in bagno galvanico o zincata a fuoco e ulteriore trattamento di passivazione.

Il fissaggio delle lamiere intere e delle apparecchiature dovrà essere realizzato con viti su fori o bussole filettate impiegando rondelle grower contro l'allentamento.

Vengono tollerate le vite autofilettanti con diametro non superiore a 3 mm. per il fissaggio di piccole apparecchiature, comunque è fatto divieto di impiegare dadi liberi.

Tutti i pannelli frontali (accesso alle apparecchiature e morsettiere) saranno apribili a cerniera invisibile dall'esterno e saranno muniti di guarnizione perimetrale in gomma antinvecchiamento.

Ogni portella sarà corredata di serratura tipo "Yale" o comunque cifrata.

Le serrature di tutti i quadri devono essere uguali tra loro, saranno comunque consegnate chiavi in numero pari alle serrature.

Anche se a volte sarà prevista l'ispezione del retro, tutte le apparecchiature saranno facilmente accessibili solamente dal fronte; sul pannello anteriore saranno praticate le feritoie per consentire il passaggio delle manovre frontali.

Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide o su pannelli fissati sul fondo del quadro. Solo in casi particolari, previa autorizzazione, sarà consentito montare strumenti e lampade di segnalazione sui pannelli frontali, in tal caso le interconnessioni alle morsettiere fissate saranno realizzate con conduttori flessibilissimi.

Sulla portella frontale e/o all'interno del quadro ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette indicatrici in PVC pantografato inserite in telaietto porta targhette. Non sono accettate le targhette di tipo adesivo.

N.B.: tutti i quadri di distribuzione di parallelo ecc. dovranno essere dotati di voltmetro con commutatore per la misurazione delle tensioni sulle 3 fasi e di amperometri inseriti sulle singole fasi (non sono ammessi, di regola, commutatori per amperometri)

Verniciatura

Per garantire un'efficace resistenza alla corrosione, la struttura, i pannelli e le varie parti metalliche dovranno essere accuratamente verniciate con vernici sintetiche essiccate al forno.

Il fondo deve essere preparato con decapaggio, fosfatazione e doppia mano di antiruggine. A ciclo compiuto lo spessore totale della verniciatura non deve essere inferiore a 70.

La carpenteria interna e le parti esterne saranno verniciate nel colore che la Committente deciderà. In ogni modo le superfici trattate non dovranno presentare screpolature, soffiature, rugosità, differenze di tono di colore o di lucentezza.

Qualora il quadro sia ubicato in ambienti umidi o tropicali dovranno essere impiegate vernici antimuffa, mentre per l'interno la verniciatura sarà di tipo anticondensa.

Sicurezza del personale preposto alla manovra

Ogni sezione del quadro con alimentazione propria e indipendente dovrà essere completamente separata dalle altre mediante separatori interni in lamiera e munita di portella di accesso; per impedire che persone vengano

accidentalmente in contatto con parti in tensione saranno usati sezionatori generali del tipo che impediscano l'apertura delle portelle in posizione di "chiuso" e diaframmi di protezione sui morsetti di entrata del sezionatore. Potranno essere altresì impiegati interruttori con bobine di sgancio azionate da microswitch sulle portelle. Dovranno essere pure segregate le morsettiere e gli attraversamenti di cavi di altre sezioni. Tutte le masse dovranno essere collegate a terra con corda da 16 mmq. Su ogni quadro sarà prevista una sbarra di terra in rame nudo della sezione minima di 100 mmq. continua quanto la lunghezza del quadro.

Apparecchiature

Con il montaggio si dovrà raggiungere un buon effetto estetico all'esterno, unito ad una facile individuazione delle manovre da compiere.

All'interno dovrà essere possibile un'agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione in modo particolare per le parti di più frequente controllo, quali fusibili e relè.

I materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle norme CEI, alle tabelle di unificazione CEI-UNEL e provvisti del Marchio Italiano di Qualità .

Le distanze tra le singole apparecchiature e le eventuali diaframature dovranno impedire che interruzioni di elevate correnti di corto circuito od anche avarie notevoli possano interessare le apparecchiature vicine.

Tutte le apparecchiature interne devono essere contraddistinte con targhette intercambiabili.

I quadri saranno equipaggiati con maniglie di estrazione dei fusibili.

Dovrà essere lasciato libero lo spazio per un'aggiunta di apparecchiature pari al 20% dell'ingombro totale.

Collegamenti di potenza

Le sbarre conduttrici dovranno essere dimensionate per i valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito.

Le sbarre inoltre saranno fissate con ammaraggi isolati atti a sopportare gli sforzi elettrodinamici dovuti al corto circuito.

Le sbarre saranno in rame elettrolitico a spigoli arrotondati, con giunzioni a imbullonatura contro l'allentamento, segregate con materiale isolante trasparente (plexiglas) onde prevenire contatti accidentali.

Le sbarre principali dovranno essere predisposte per essere suddivise in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro, e ciò vale anche per tutti i collegamenti di potenza e ausiliari.

Le derivazioni saranno realizzate in corda di rame flessibile con isolamento non inferiore a 3 KV, e provviste di capocorda a pressione applicati esclusivamente con pinze oleodinamiche.

Le corde saranno dimensionate per la corrente nominale o massima del tipo di interruttore a prescindere dalla sua taratura e alimenteranno singolarmente ogni interruttore a partire dal sistema di sbarre sopra indicato o per i piccoli quadri, da un piccolo sistema di sbarre ubicato a valle dell'interruttore generale.

Ogni derivazione sarà munita singolarmente di capocorda mentre non sono ammessi cavallotti sulle apparecchiature.

Per correnti superiori a 63 A tutti i collegamenti saranno in sbarre.

Dovrà essere studiato altresì lo spazio, la possibilità di ammaraggio e collegamento elettrico di tutti i cavi entranti od uscenti dal quadro con o senza interposizione di morsettiera di derivazione. A tale riguardo di norma i cavi di alimentazione si atterranno direttamente ai morsetti dell'interruttore (eventualmente provvisto di cordoli autocostituiti ed adeguati alla sezione del cavo) se scatola mentre transiteranno in morsettiera i cavi uscenti da interruttori e/o apparecchiature modulari o di automatismo.

Le sbarre dovranno essere contrassegnate a seconda della fase di appartenenza così come le corde saranno equipaggiate con anellini terminali .

Collegamenti ausiliari

Saranno in conduttore flessibile con isolamento per 3 KV con le seguenti sezioni minime:

- 4 mmq. per i T.A.

- 2,5 mmq. per circuiti comandi

- 1,5 mmq. per circuiti di segnalazione e fonia.

Ogni conduttore sarà provvisto alle estremità di capocorda a puntale o occhiello con bocchetta e terminale numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale.

Ogni apparecchiatura sarà alimentata singolarmente da un sistema di sbarre dei circuiti ausiliari. Non sono ammessi capicorda che raggruppino più conduttori e cavallotti tra le apparecchiature.

Dovranno essere identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata, corrente continua, circuiti di allarme, circuiti di comando, circuiti segnalazione, ecc.) impiegando conduttori con guaine colorate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

Potranno essere consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato intero al quadro.

I morsetti dovranno essere di tipo in cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite.

I morsetti saranno in numero da garantire una scorta del 30% suddivisi per tipologia impiegata.

I conduttori saranno riuniti a fasci entro canaline con coperchio a scatto. Tali canaline consentiranno un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati. Non è ammesso l'impiego di canaline fissate con adesivo ma verranno fissate meccanicamente.

Ove non sia possibile impiegare canaline potranno essere raggruppati i conduttori con collari autobloccanti.

Non è ammesso l'impiego di nastro adesivo.

Strumenti

Gli strumenti saranno del tipo con indicazione digitale di marca IME.

Non è ammesso, di regola, l'uso di commutatori amperometrici.

Ogni sezione di quadro (F.M., emergenza, luce) dovrà essere corredata di propria strumentazione.

Schemi

Ogni quadro, anche il più semplice, dovrà essere corredata di apposita tasca porta-schemi dove saranno contenuti in involucro plastico i disegni degli schemi di potenza e funzionali rigorosamente aggiornati.

Complementari

Le colonne modulari da affiancare non saranno più larghe di m. 1 ed avranno pannellature frontali non superiori a 80 cm. in altezza (oltre a 60 cm. dovranno essere previste n. 3 cerniere e due serrature).

Le portelle posteriori saranno dotate di cerniere e di finestra di aereazione, con fissaggio a brugola.

Gli interruttori saranno disposti entro cubicoli chiusi su tutti i lati (è richiesta una minima apertura per consentire l'aereazione)

Ogni cubicolo sarà dotato di portella con guarnizioni in gomma munita di serratura "Yale" o comunque cifrata.

Gli strumenti saranno ubicati in cubicoli completamente separati da quelli delle apparecchiature. Nel caso di strumentazione di grosso ingombro o peso (contatori, registratori, ecc....) tali strumenti non saranno fissati alle portelle ma alla struttura del quadro, si impiegheranno cioè strumenti per esterno lasciando sulla portella un'asolatura precisa che consenta l'affiorare della parte di lettura.

La parte morsettiera avrà uno spazio libero di almeno 30 cm. in altezza.

I quadri saranno forniti di profilato di appoggio perimetrale da ancorare e annegare nel basamento in muratura sul quale saranno fissati con imbullonatura.

Le forature predisposte nelle portelle e non utilizzate dovranno essere provviste di tappi. Altresì dovranno essere protetti gli innesti nei cubicoli delle basi di interruttori estraibili e non ordinati in prima fase.

Carpenterie metalliche

Gli staffaggi saranno in acciaio zincato per esecuzioni all'esterno e dovranno essere lavorati agli utensili prima della zincatura.

Negli ambienti interni dovranno essere in acciaio, spazzolati, verniciati con due mani di antiruggine prima dello strato di finitura nel colore che la Committente prescriverà.

Le operazioni di verniciatura dovranno essere effettuate a terra e su tutti i lati, ovvero prima della loro messa in opera.

18.5 Apparecchiature di comando e prese

Ai piani interrati ed in alcuni locali tecnologici è prevista l'installazione di prese di servizio.

Apparecchiature di comando

Saranno di tipo da incasso, da parete o stagno a seconda del tipo di impianto previsto, in ogni caso avranno una portata non inferiore a 10 A.

Saranno sempre completi di scatola o contenitore che protegga i morsetti di tensione.

Qualora siano composti con elementi metallici (contenitore, telai di sostegno, mostrina, ecc.) dovrà essere assicurata la messa a terra degli stessi.

Dovrà essere previsto il montaggio di protezioni a perdere e il fissaggio delle mostrine dopo le operazioni murarie di finitura (tinteggiature, rivestimenti, ecc.).

Sia per i comandi che per le prese il montaggio dei frutti in caso di pareti rivestite in maiolicato deve essere effettuato rispettando i fili della piastrellatura in modo che le apparecchiature risultino perfettamente simmetriche agli stessi.

La realizzazione avverrà pertanto in più tempi ovvero:

- a) posa tubazioni sottotraccia sino al punto di presumibile installazione con eventuale raccordo terminale flessibile;
- b) posa delle piastrelle lasciando un'area libera attorno al frutto;
- c) fissaggio della scatola perfettamente a filo ed in asse;
- d) completamento del maiolicato. Nel caso di apparecchiature stagne da incasso dovranno essere impiegate cornici perimetrali di battuta in materiale plastico o non ossidabile.

Prese

Le prese saranno di tipo da incasso, da parete o stagno a seconda del tipo di impianto previsto ed avranno imbrocchi differenziati a seconda del tipo di servizio o di tensione.

In particolare dovranno essere distinti gli imbrocchi per le utenze seguenti:

Se non diversamente specificato le prese di tipo stagno saranno di tipo unificato CEE.

La portata sarà quella indicata non inferiore comunque a 10 A.

Se non diversamente indicate le prese previste con interruttore di blocco si intendono comprensive di spina.

18.6 Alimentazione motori e apparecchiature di regolazione

Tutti i collegamenti ai motori o alle apparecchiature di comando, controllo o regolazione dovranno essere realizzati tramite conduttori flessibili, inguainati entro tubazione in acciaio zincata flessibile ricoperta in vipla o in guaina di materiale termoplastico nel solo tratto vicino al motore con una lunghezza minima di 50 cm.

Tutte le interconnessioni saranno realizzate con manicotti pressatubo in fusione. Le apparecchiature di regolazione o le basette dei motori che non sono idonee a ricevere il tubo flessibile tramite bocchettone come sopra descritto, devono essere adattate dall'installatore.

L'impiego dei conduttori flessibili comporta altresì l'adozione di capicorda a pressione, a occhiello aperto o similari, su tutte le terminazioni.

Tutti i motori e/o le apparecchiature che, per qualsiasi motivo, non sono visibili dal rispettivo quadro di alimentazione devono essere muniti di sezionatore posto nella vicinanza dei motori o delle apparecchiature stesse.

18.7 Staffaggi

Tutti gli staffaggi dovranno essere costruiti con profilati in acciaio zincato a caldo e/o barre filettate fissate in modo adeguato ed in numero sufficiente a rendere rigida e stabile l'apparecchiatura e/o i componenti da fissare. I tasselli di fissaggio dovranno garantire in generale:

- elevati valori di estrazione
- anti-rotazione

Per i carichi pesanti, quali ad esempio canaline portacavi, dovranno essere utilizzati tasselli con cono espansore a 4 gusci in ghisa malleabile e costituiti da una molla a tulipano in acciaio armonico con funzione di elemento assemblatore ed anti-rotazione.