



PROVINCIA DI NOVARA



ISTITUTO SCOLASTICO
Galileo Galilei
Via Gentile 33, Gozzano (NO)

DATA PROGETTO

21 SET. 2017

DATA REVISIONE

- Impianto di illuminazione di emergenza
- Impianto elettroacustico di evacuazione
- Impianto allarme incendio

PROGETTO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO –PRESCRIZIONI TECNICHE



ELABORATO

CSA2

REVISIONE DATA E NUMERO	PRELIMINARE	DEFINITIVO	ESECUTIVO		
			ARCHIVIO	1412	

SOMMARIO

PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI	2
SISTEMI DI TUBI E ACCESSORI PER INSTALLAZIONI ELETTRICHE.....	6
SISTEMI DI CANALI METALLICI.....	7
SISTEMI DI CANALI IN MATERIALE PLASTICO	8
SISTEMI DI PASSERELLE METALLICHE.....	9
CASSETTE DI DERIVAZIONE E GIUNZIONE	10
QUADRI ELETTRICI BT	11
APPARECCHI DI SEZIONAMENTO, INTERRUZIONE, COMANDO	15
IMPIANTI e ILLUMINAZIONE	17
IMPIANTO ELETTROACUSTICO VOCALE	20
IMPIANTO DI TERRA	22
PROTEZIONI DA CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI.....	24
SEZIONI MINIME CONDUTTORI.....	29

PRESCRIZIONI GENERALI IMPIANTI ELETTRICI

PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI

In generale i materiali occorrenti per l'esecuzione delle opere proverranno da quelle cave e località, nonché dai fornitori, che l'imprenditore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della D.L., siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti di cui ai successivi articoli del presente Capitolato. Resta sempre all'imprenditore la piena responsabilità circa la qualità e rispondenza del materiale adoperato o fornito durante tutta l'esecuzione dei lavori, essendo egli tenuto a controllare che la totalità di tale materiale corrisponda alle caratteristiche dei campioni esaminati o fatti esaminare dalla Stazione Appaltante.

Qualora la D.L. avrà rifiutato qualche provvista perché ritenuta a suo insindacabile giudizio non idonea ai lavori, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

NORME DECRETI E LEGGI DI RIFERIMENTO

Di seguito si elencano le norme di riferimento di legge pertinenti la progettazione

- legge 01.03.1968 n° 186 –dispositivi concernenti la installazione di impianti elettrici.
- DM 37 /08-e relativo regolamento di attuazione- impianti elettrici
- DM 81/08 e s.m.i sicurezza luoghi di lavoro
- DM 26/08/92 norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica
- DM 12/05/2016- scadenze differenziate in materia di prevenzione incendi nell'edilizia scolastica
- DM 151 2011 e s.m.i. regolamento di prevenzione incendi “codice prevenzione incendi”
- DM 7/08/2017 regola tecnica prevenzione incendi nelle attività scolastiche.

NORME CEI DI RIFERIMENTO

Norme CEI 64/8 e s.m.i. impianti elettrici utilizzatori a tensione non superiore a 1500 c.a.

Norme CEI EN 50172 sistemi di illuminazione di emergenza

Norme CEI EN 50171 sistemi di illuminazione centralizzata

Norme CEI EN UNI 11222 impianti di illuminazione di sicurezza degli edifici Verifiche e manutenzioni periodiche

Norme CEI 64/50 guida alla realizzazione degli impianti elettrici negli edifici residenziali

Norme CEI 64/52 guida alla realizzazione degli impianti elettrici negli edifici scolastici

Norme CEI EN 50575 cavi energia e telecomunicazioni per applicazioni in costruzioni soggette a prescrizioni di resistenza all'incendio

Norme CEI UNEL classi di reazione al fuoco dei cavi

Norme CEI UNEL guida all'utilizzo di cavi con isolamento 450/750 V

Norme UNI 1838 applicazioni illuminotecniche –Illuminazione di emergenza

Norme UNI 7543 segnalazioni per illuminazioni di emergenza sono stati interpellati le autorità locali VVF NO in merito alle prescrizioni di loro competenza

IMPIANTO ELETTROACUSTICO DI EVACUAZIONE

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

UNI-ISO7240-19-sistemi fissi di elevazione e segnalazione allarmi incendi

EN 100-55 sistemi applicativi ai sistemi elettroacustici di emergenza

En 54-16 –prescrizioni tecniche relative ai sistemi di indicazione controllo dei sistemi di allarme vocale

En 54-24- prescrizioni tecniche dei diffusori acustici

En 54-4 prescrizioni tecniche relative alle caratteristiche meccaniche-acustiche degli altoparlanti

Norme CEI 64/8; V4 05-2017 impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale inferiore a 1000 V c.a.

“classi di reazione al fuoco dei cavi elettrici ”

Norme CEI 64/52 guida per l'integrazione impianti elettrici e per la predisposizione di impianti telefonici trasmissione dati nella scuole.

CAVI PER ENERGIA

Per l'impianto di illuminazione di emergenza saranno usati cavi di tipo FG16OR16 – 06/1K MARCHIATI – Cca – S3, d1, a3 conformi al regolamento CPR

Conformi alle Norme: CEI – 20 -13IEC60502 – C

- CEI 20-13
- CEI 60502 – 1
- CEI UNEL 35318/22/016
- EN 50575 + EN 50575/A: 2016

Conduttori in rame, isolamento EPR di qualità G16, guaina in mescola termoplastica R16 di tipo non propaganti l'incendio a ridotta emissione di gas corrosivo.

Per l'impianto elettroacustico saranno usati cavi di tipo FG10OM 06-1KV

Cavi isolati non propaganti l'incendio a basso sviluppo di fumi opachi, conduttori in rame

- Barriera antifuoco in mica
- Isolamento con mescola elastomerica G10
- Riempitivo in materiale non fibroso
- Guaina termoplastica in materiale M1
- Resistenti al fuoco 90 minuti- PH90
- Conformi alle NORME CEI 2045- 20-22III CEI 2036/4 CEI 2037/4 CEI EN 50362

CARATTERISTICHE TECNICHE

CORPI ILLUMINANTI DI EMERGENZA

Corpi illuminanti di emergenza tipo SE, autonomia 1 ora, tecnologia a **LED 1.000lm**, classe di isolamento II, grado di protezione IP65. Tipo Exiway Smartled (OVA48521) o equivalente, avente le seguenti caratteristiche: - Versione per il controllo centralizzato dei sistemi di illuminazione di sicurezza, integrazione con BMS e sistemi cloud, gestione tramite smartphone e App. - Tipo NON Permanente - Attacco rapido - Entrata cavi e tubi in bimatereiale fino a 20 mm - Conformi alla CEI EN 60598-2-22 - Certificazione ENEC - Conformità alla norma CEI EN 62471 - Grado di Protezione IP65 - Batterie Ni-Cd e Ni-Mh per alta temperatura - Classe di isolamento II - Installabile anche su superficie infiammabile - Temperatura di funzionamento 0 a + 40 C - Filo incandescente 850 C (IEC 60695-2-10) - Custodia in policarbonato autoestinguente 94 V-2 (UL94) - Sorgente luminosa: LED a lunga durata (oltre 100.000 h) - Alimentazione: 230 V 50 Hz - Ricarica completa in 12 h - Autonomia 1 ora.

Corpi illuminanti di emergenza tipo SE, autonomia 1 ora, tecnologia a **LED 1.000lm**, classe di isolamento II, grado di protezione IP65. Tipo Exiway Smartled (OVA48521) o equivalente, avente le seguenti caratteristiche: - Versione per il controllo centralizzato dei sistemi di illuminazione di sicurezza, integrazione con BMS e sistemi cloud, gestione tramite smartphone e App. - Tipo NON Permanente - Attacco rapido - Entrata cavi e tubi in bimatereiale fino a 20 mm - Conformi alla CEI EN 60598-2-22 - Certificazione ENEC - Conformità alla norma CEI EN 62471 - Grado di Protezione IP65 - Batterie Ni-Cd e Ni-Mh per alta temperatura - Classe di isolamento II - Installabile anche su superficie infiammabile - Temperatura di funzionamento 0 a + 40 C - Filo incandescente 850 C (IEC 60695-2-10) - Custodia in policarbonato autoestinguente 94 V-2 (UL94) - Sorgente luminosa: LED a lunga durata (oltre 100.000 h) - Alimentazione: 230 V 50 Hz - Ricarica completa in 12 h - Autonomia 1 ora.

Corpo illuminante di emergenza tipo SE, autonomia 1 ora, tecnologia a **LED 300lm**, classe di isolamento II, grado di protezione IP65. Tipo Exiway Smartled (OVA48507) o equivalente, avente le seguenti caratteristiche: - Versione per il controllo centralizzato dei sistemi di illuminazione di sicurezza, integrazione con BMS e sistemi cloud, gestione tramite smartphone e App. - Tipo NON Permanente - Attacco rapido - Entrata cavi e tubi in bimatereiale fino a 20 mm - Conformi alla CEI EN 60598-2-22 - Certificazione ENEC - Conformità alla norma CEI EN 62471 - Grado di Protezione IP65 - Batterie Ni-Cd e Ni-Mh per alta temperatura - Classe di isolamento II - Installabile anche su superficie infiammabile - Temperatura di funzionamento 0 a + 40 C - Filo incandescente 850 C (IEC 60695-2-10) - Custodia in policarbonato autoestinguente 94 V-2 (UL94) - Sorgente luminosa: LED a lunga durata (oltre 100.000 h) - Alimentazione: 230 V 50 Hz - Ricarica completa in 12 h - Autonomia 1 ora.

Corpo illuminante di emergenza tipo SA, autonomia 1' ora e 30" minuti, tecnologia a LED con distanza visibilità 26m, classe di isolamento II, grado di protezione IP40. Tipo Exiway Smartexit (OVA48604) o equivalente, avente le seguenti caratteristiche: - Versione per il controllo centralizzato dei sistemi di illuminazione di sicurezza, integrazione con BMS e sistemi cloud, gestione tramite smartphone e App. - Tipo Permanente - Conformi alla CEI EN 60598-2-22 - **Completa di Pittogrammi BS, SX, DX, Alto e Alto bandiera in dotazione - Distanza di visibilità 26 m** - Certificazione ENEC - Conformità alla norma CEI EN 62471 - Grado di Protezione IP40 - Batterie LiFePo4 per alta temperatura - Classe di isolamento II - Installabile anche su superficie infiammabile - Temperatura di funzionamento 0 a + 40 C - Filo incandescente 850 C (IEC 60695-2-10) - Custodia in policarbonato autoestinguente 94 V-2 (UL94) - Sorgente luminosa: LED a lunga durata (oltre 100.000 h) - Alimentazione: 230 V - 50 Hz - Verifica centralizzata tramite centralina Smart Control - Possibilità di inibizione a distanza con modo di riposo tramite centralina Smart Control -Integrabile e compatibile ai comandi DALI Il prezzo include tutti gli oneri ed accessori necessari a dare il corpo illuminante posato e cablato a perfetta regola d'arte.

IMPIANTO ELETTROACUSTICO EVAC

Sistema completo di diffusione sonora di sicurezza ai fini antincendio conforme alla norma CEI EN 60849. Sistema in rack modulare composto da 4 differenti zone di chiamata, linee costantemente monitorate; Amplificatori indipendenti controllati, amplificatori di riserva in caso di avaria dei principali con segnalazione di guasto. Modulo registratore digitale integrato, capacità 8 o più messaggi in formato MP3 da 14 minuti di registrazione; Microfono postazione "VVF" completamente monitorato dal sistema; 2 ingressi a contatto monitorati per attivazione da centrale antincendio dei messaggi; Alimentazione di riserva integrata e monitorata e/o compresa nel presente codice di prezzo con autonomia di almeno 30 minuti; nel caso di UPS esterno questo sarà di tipo VFI (a doppia conversione) compreso nel prezzo; memorizzazione di messaggi di errore e/o guasto, base microfonica; 1 ingresso audio ausiliario; 1 ingresso audio ausiliario 100 V. Sistema di evacuazione EVAC EN 60849 fino a 60 diffusori di suono.

Sistema di diffusori sonori secondo normativa EVAC per la diffusione di messaggi di emergenza. Aventi le seguenti quantità e caratteristiche: Diffusori sonori stagni direttivi da parete 10W, corpo in estruso di alluminio con griglia in metallo verniciato, corredato di staffa a "U" regolabile, per un semplice e rapido montaggio a parete, in ambienti interni ed esterni. Completo di trasformatore di linea con potenze selezionabili per una migliore regolazione del livello sonoro. Dotato di morsetto ceramico e di termofusibile per l'esclusione dalla linea in presenza di temperature superiori a 110C. Diffusori sonori come i precedenti ma di tipo bi-direttivo da parete 10W.

Centrali antincendio indirizzate a microprocessore, 2 loop con alimentatore, display e tastiera, per gestire almeno 125 dispositivi display lcd multiriga da 2 linee di collegamento espandibili, almeno 125 dispositivi collegabili ogni linea loop; scheda di comunicazione dati predisposizione per stampante segnalazione di preallarme, allarme e guasto. La centrale dovrà essere completa di apposito vano con batterie per alimentazione di riserva in grado di assicurare il corretto funzionamento dell'intero sistema ininterrottamente per 72 ore, nel caso di interruzione dell'alimentazione primaria o di anomalie assimilabili, inoltre dovrà assicurare anche il corretto funzionamento di tutti i segnalatori di allarme per almeno 30 minuti a partire dalla emissione degli allarmi.

Segnalatore acustico/luminoso con crittogramma non autoalimentato.

Pulsante allarme incendio riarmabile con indirizzamento a bordo per impianto allarme incendio.

Rivelatori di sensore ottico di fumo completo di base standard sia per sensori convenzionali che per sensori analogici. Il prezzo include tutti gli oneri ed accessori atti a dare il sensore posato e cablato a perfetta regola d'arte.

SISTEMI DI TUBI E ACCESSORI PER INSTALLAZIONI ELETTRICHE

I sistemi di tubi di protezione dei cavi devono essere scelti in base a criteri di resistenza meccanica e alle sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa o l'esercizio, ed avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 50086-1 (Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Prescrizioni generali)
- CEI EN 50086-2-1 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori)
- CEI EN 50086-2-2 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori)
- CEI EN 50086-2-3 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori) - CEI EN 50086-2-4 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati)
- CEI EN 60529

Indicazioni di buona tecnica

- ***Negli ambienti ordinari il diametro interno dei tubi deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 10 mm.***
- ***Negli ambienti speciali il diametro interno deve essere almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm.***
- ***Indipendentemente dai calcoli di cui sopra, è opportuno che il diametro interno sia maggiorato per consentire utilizzi futuri***

SISTEMI DI CANALI METALLICI

I sistemi di canalizzazione devono prevedere i seguenti componenti, in modo da realizzare qualunque tipologia di impianto riducendo al minimo lavorazioni e adattamenti in opera:

- canale
- testata
- giunzioni piana lineare
- deviazioni
- derivazione
- accessori complementari
- elementi di sospensione
- elementi di continuità elettrica

Indicazioni per la sicurezza

- ***i coperchi dei canali e degli accessori devono essere asportabili per mezzo di un attrezzo, quando sono a portata di mano (CEI 64-8).***
- ***il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separazione di differenti servizi.***
- ***le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema***

Indicazioni di buona tecnica

- ***le prese telefoniche ospitate nel sistema di canalizzazione, devono risultare ad almeno 120 mm dal pavimento finito.***
- ***le prese elettriche di serie civili ospitate nel sistema di canalizzazione, devono risultare ad almeno 70 mm dal pavimento finito (CEI 64-8).***
- ***il coefficiente di riempimento deve essere al massimo 0,5 per gli scomparti destinati a cavi per energia.***

Riferimenti normativi:

- CEI 23-31
- CEI EN 60529

SISTEMI DI CANALI IN MATERIALE PLASTICO

I sistemi di canalizzazione devono prevedere i seguenti componenti, in modo da realizzare qualunque tipologia di impianto riducendo al minimo lavorazioni e adattamenti in opera:

- canale
- testata
- giunzioni piana lineare
- deviazioni
- derivazione
- accessori complementari
- elementi di sospensione

Indicazioni per la sicurezza

- ***i coperchi dei canali e degli accessori devono essere asportabili per mezzo di un attrezzo, quando sono a portata di mano (CEI 64-8).***
- ***il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separazione di differenti servizi.***

Indicazioni di buona tecnica

- ***le prese telefoniche ospitate nel sistema di canalizzazione, devono risultare ad almeno 120 mm dal pavimento finito.***
- ***le prese elettriche di serie civili ospitate nel sistema di canalizzazione, devono risultare ad almeno 70 mm dal pavimento finito (CEI 64-8).***
- ***il coefficiente di riempimento deve essere al massimo 0,5 per gli scomparti destinati a cavi per energia.***

Riferimenti normativi:

- CEI 23-32
- CEI EN 60529

SISTEMI DI PASSERELLE METALLICHE

I sistemi di passerelle portacavi devono prevedere i seguenti componenti, in modo da realizzare qualunque tipologia di impianto riducendo al minimo lavorazioni e adattamenti in opera:

- canale
- testata
- giunzioni piana lineare
- deviazioni
- derivazione
- accessori complementari
- elementi di sospensione
- elementi di continuità elettrica

Riferimenti normativi:

- CEI EN 61537 (CEI 23-76) - Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi - Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini

Indicazioni per la sicurezza

Le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema.

Nel caso di coesistenza di circuiti di impianti diversi (telefonici, trasmissione dati, ecc.), devono essere previsti scomparti differenti utilizzando appositi separatori.

CASSETTE DI DERIVAZIONE E GIUNZIONE

Le cassette devono avere caratteristiche adeguate alle condizioni di impiego, e costruite in materiale isolante o metallico.

Devono poter essere installate a parete o ad incasso (sia in pareti piene che a doppia lastra con intercapedine) con sistema che consenta planarità e parallelismi.

Nella versione da parete, le scatole devono avere grado di protezione almeno IP40.

Riferimenti normativi:

- CEI 23-48

Indicazioni per la sicurezza

- *I coperchi devono essere rimossi solo con attrezzo; sono esclusi i coperchi con chiusura a pressione, per la cui rimozione si debba applicare una forza "normalizzata".*
- *Tutte le cassette devono poter contenere i morsetti di giunzione e di derivazione.*
- *Per cassette destinate a contenere circuiti appartenenti a sistemi diversi devono essere previsti opportuni setti separatori.*

Indicazioni di buona tecnica

Nelle cassette di derivazione lo spazio occupato dai morsetti utilizzati non deve essere superiore al 70% del massimo disponibile.

QUADRI ELETTRICI BT

Riferimenti normativi:

- **CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1)** fino al 2014 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD)
- CEI 23-49 - Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile
- CEI EN 62208 - Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali
- CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)

I quadri elettrici sono componenti dell'impianto elettrico che costituiscono i nodi della distribuzione elettrica, principale e secondaria, per garantire in sicurezza la gestione dell'impianto stesso, sia durante l'esercizio ordinario, sia nella manutenzione delle sue singole parti.

Nei quadri elettrici sono contenute e concentrate le apparecchiature elettriche di sezionamento, comando, protezione e controllo dei circuiti di un determinato locale, zona, reparto, piano, ecc.

In generale i quadri elettrici vengono realizzati sulla base di uno schema o elenco delle apparecchiature con indicate le caratteristiche elettriche dei singoli componenti con particolare riferimento alle caratteristiche nominali, alle sezioni delle linee di partenza e alla loro identificazione sui morsetti della morsettiera principale.

La costruzione di un quadro elettrico che consiste nell'assemblaggio delle strutture e nel montaggio e cablaggio delle apparecchiature elettriche all'interno di involucri o contenitori di protezione, deve essere sempre fatta seguendo le prescrizioni delle normative specifiche.

Si raccomanda, per quanto è possibile, che i portelli dei quadri elettrici di piano o zona di uno stesso edificio siano apribili con unica chiave.

Tipologie di quadri elettrici

I quadri elettrici sono identificati per tipologia di utilizzo e in funzione di questo possono avere caratteristiche diverse che interessano la forma, le dimensioni, il materiale utilizzato per le strutture e gli involucri e i sistemi di accesso alle parti attive e agli organi di comando delle apparecchiature installate. Di seguito sono indicate le tipologie e le caratteristiche che devono avere i quadri elettrici in relazione alle tipologie di utilizzo.

a) Quadro generale

È il quadro che si trova all'inizio dell'impianto e precisamente a valle del punto di consegna dell'energia. Quando il distributore di energia consegna in MT, il quadro che si trova immediatamente a valle dei trasformatori MT/BT di proprietà dell'utente viene definito "**Power center**".

I quadri generali, in particolare quelli con potenze rilevanti, devono essere installati in locali dedicati accessibili solo al personale autorizzato. Per quelli che gestiscono piccole potenze è sufficiente assicurarsi che l'accesso alle singole parti attive interne sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti e indiretti e gli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc. siano accessibili solo con l'apertura di portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente.

Nel caso in cui sia necessario proteggere una conduttura dal punto di consegna dell'ente distributore al quadro generale si dovrà prevedere l'installazione a monte di un quadro realizzato in materiale isolante provvisto di un dispositivo di protezione.

b) Quadri secondari di distribuzione

Sono i quadri installati a valle del quadro generale, quando l'area del complesso in cui si sviluppa l'impianto elettrico è molto vasta e provvedono ad alimentare i quadri di zona, piano, reparto, centrali tecnologiche ecc. Le caratteristiche delle strutture degli involucri di questi quadri sono generalmente simili a quelle descritte per il quadro generale.

c) Quadri di reparto, di zona o di piano

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti nei vari reparti, zone, ecc., compresi i quadri speciali di comando, regolazione e controllo di apparecchiature particolari installate negli ambienti.

L'accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e indiretti, e l'accesso agli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc., mediante portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente, deve essere valutato in funzione delle specifiche esigenze.

d) Quadri locali tecnologici

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, comando e controllo dei circuiti utilizzatori previsti all'interno delle centrali tecnologiche, compresi eventuali quadri speciali di comando, controllo e regolazione dei macchinari installati al loro interno.

Gli involucri e i gradi di protezione di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali presenti all'interno delle singole centrali. Normalmente in questi ambienti è impedito l'accesso alle persone non autorizzate, quindi non è necessario, anche se consigliabile, disporre di portelli con chiusura a chiave per l'accesso ai comandi.

Forme di segregazione

Nei quadri di rilevante potenza e in genere dove sono presenti sistemi di sbarre, in funzione delle particolari esigenze gestionali dell'impianto (es. manutenzione), la protezione contro i contatti con parti attive può essere realizzata con particolari forme di segregazione dei diversi componenti interni come descritto di seguito:

- **forma 1**= nessuna segregazione
- **forma 2** = le sbarre sono segregate dalle unità funzionali; i terminali per i conduttori esterni non sono segregati da sbarre
- **forma 2b** =le sbarre sono segregate dalle unità funzionali; i terminali per i conduttori esterni **sono segregati da sbarre**
- **forma 3a** = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra. Segregazione dei terminali di collegamento per i conduttori esterni dalle unità funzionali ma non tra loro. Terminali per i conduttori esterni non segregati da sbarre.
- **forma 3b** = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra. Segregazione dei terminali di collegamento per i conduttori esterni dalle unità funzionali ma non tra loro. Terminali per i conduttori esterni segregati da sbarre.
- **forma 4a** = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra, compresi i terminali di collegamento per i conduttori esterni che sono parte integrante dell'unità funzionale. Terminali per i conduttori esterni nella stessa cella dell'unità funzionale associata.
- **forma 4b** = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra, compresi i terminali di collegamento per i conduttori esterni che sono parte integrante dell'unità funzionale. Terminali per i conduttori esterni non nella stessa cella dell'unità funzionale associata ma in spazi protetti da involucro o celle singoli e separati.

Grado di protezione degli involucri

Il grado di protezione degli involucri dei quadri elettrici è da scegliersi in funzione delle condizioni ambientali alle quali il quadro è sottoposto. Detta classificazione è regolata dalla Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1) che identifica nella prima cifra la protezione contro l'ingresso di corpi solidi estranei e nella seconda la protezione contro l'ingresso di liquidi.

I gradi di protezione più comuni sono: IP20; IP 30; IP40; IP44; IP55.

Si ricorda che comunque il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione

I cavi e le sbarre in entrata e uscita dal quadro possono attestarsi direttamente sui morsetti degli interruttori. E' comunque preferibile nei quadri elettrici con notevole sviluppo di circuiti, disporre all' interno del quadro stesso di apposite morsettiere per facilitarne l'allacciamento e l'individuazione.

Targhe

Ogni quadro elettrico deve essere munito di apposita targa, nella quale sia riportato almeno il nome o il marchio di fabbrica del costruttore e un identificatore (numero o tipo), che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni indispensabili.

Identificazioni

Ogni quadro elettrico deve essere munito di proprio schema elettrico nel quale sia possibile identificare i singoli circuiti, i dispositivi di protezione e comando, in funzione del tipo di quadro, le caratteristiche previste dalle relative Norme.

Ogni apparecchiatura di sezionamento, comando e protezione dei circuiti deve essere munita di targhetta indicatrice del circuito alimentato con la stessa dicitura di quella riportata sugli schemi elettrici.

Predisposizione per ampliamenti futuri

Per i quadri elettrici è bene prevedere la possibilità di ampliamenti futuri, predisponendo una riserva di spazio aggiuntivo pari a circa il 20% del totale installato.

Caratteristiche elettriche

Le caratteristiche degli apparecchi installati nei quadri elettrici dipendono dallo sviluppo progettuale degli impianti e devono essere determinate solo dopo aver definito il numero delle condutture (linee) e dei circuiti derivati, la potenza impegnata per ciascuno di essi e le particolari esigenze relative alla manutenzione degli impianti.

Il committente se non è in grado di fornire, in allegato al capitolato, gli elaborati tecnici di dettaglio (schemi elettrici), può comunque stabilire i requisiti minimi ai quali il progettista del quadro deve attenersi, compilando le specifiche schede di prodotto.

APPARECCHI DI SEZIONAMENTO, INTERRUZIONE, COMANDO

Interruttori di manovra - sezionatori modulari per correnti nominali fino a 63 A con o senza fusibili

Nei circuiti (es: protezione di strumenti, circuiti ausiliari, ecc.) ove sia necessario prevedere interruttori di manovra _ sezionatori, si devono impiegare apparecchi modulari coordinati con la gamma degli interruttori automatici magnetotermici e differenziali, aventi le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60947-3 (CEI 17-11)

Tensione nominale di impiego 230/400 V a 50 Hz

N° poli: 1, 2, 3, 4

Protezione almeno IP20 durante la sostituzione della cartuccia

Adatti al fissaggio su profilato EN 50022

Modulo base 17,5 mm

Interruttori automatici differenziali modulari senza sganciatori di sovracorrente (puri) per uso domestico e similare

Gli interruttori automatici differenziali modulari senza sganciatori di sovracorrente puri devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 61008-1 (CEI 23-42)
- CEI EN 61008-2-1 (CEI 23-43)

Tensione nominale 230/400 V a 50 Hz

Corrente nominale fino a 125 A

N° poli: 2, 4

Modulo base 17,5 mm

Montaggio a scatto su profilato EN 50022

Possibilità di inserire contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura

Interruttori automatici differenziali selettivi modulari senza sganciatori di sovracorrente (puri) per uso domestico e similare

Gli interruttori automatici differenziali selettivi modulari senza sganciatori di sovracorrente puri devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 61008-1 (CEI 23-42)
- CEI EN 61008-2-1 (CEI 23-43)

Tensione nominale 230/400 V a 50 Hz Corrente nominale da 25 A fino a 125 A N° poli: 2, 4

Interruttori automatici di sovracorrente scatolati od aperti

Gli interruttori automatici scatolati od aperti devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5)

Struttura metallica o scatolata in materiale isolante

Contattori ed avviatori

I contattori e gli avviatori devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi

- CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50)

Tensione massima d'impiego: 690 V a 50 Hz

Gamma per comando di motori fino a 250 kW (AC3) a 400 V e a 50 Hz

Montaggio a scatto su profilato guida EN 50022 per contattori fino a 30 kW ca. di potenza

I contattori devono poter essere corredabili di contatti ausiliari

IMPIANTI e ILLUMINAZIONE

La fornitura comprende la fornitura, trasporto, montaggio e collaudo in cantiere dei materiali necessari all'esecuzione a "regola d'arte" degli impianti previsti.

La fornitura deve comprendere anche attrezzature speciali e tutto quanto, anche se non espressamente indicato nel presente Capitolato, sia necessario a rendere la fornitura un insieme completo, funzionante ed eseguito a perfetta regola d'arte.

In particolare il Contrattista dovrà fornire, firmata da professionista abilitato, la documentazione necessaria a soddisfare i requisiti di legge per questo tipo di impianti.

Dati di Progetto

Il numero delle prese e dei punti luce interni ed esterni è indicato sui disegni di capitolato.

Generalità

tensione di isolamento nominale	660V
tensione di impiego nominale	400/230 V
tensione di tenuta a frequenza di esercizio	2500 V
corrente nominale ammissibile di breve durata	15 kA
corrente di cresta ammissibile di breve durata	30 kA
durata del corto circuito	1 s

Impianto di Illuminazione

alimentazione	230 V c.a.
emergenza	Punti luce con accumulatori locali

L'illuminazione d'emergenza sarà realizzata a mezzo di unità autonome (raddrizzatore/batteria) e sarà progettata per garantire l'illuminazione minima all'interno degli edifici

L'alimentazione dell'impianto di illuminazione sarà realizzata direttamente dal quadro di distribuzione 400 V

Prese

Le prese saranno installate in apposite cassette con grado di protezione IP65 e rispondenti alle norme IEC 309, saranno di tipo trifasi e monofasi interbloccate con fusibili di protezione nelle quantità indicate sui disegni allegati. Normativa e Criteri di Progetto

Per quanto non in contrasto con la presente specifica, il quadro, le singole apparecchiature e gli impianti nel loro insieme dovranno essere in conformità con quanto prescritto dall'edizione in vigore delle varie Norme CEI applicabili ed, in particolare, alle seguenti:

- * Norme CEI 7-6 Controllo della zincatura a caldo per immersione elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici
- * Norme CEI 14-6 Trasformatori di isolamento e trasformatori di sicurezza Prescrizioni
- * Norme CEI 17-13 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri)
- * Norme CEI 23-12 Presa a spina per usi industriali
- * Norme CEI 34-21 Apparecchi di illuminazione - Prescrizioni e prove

Le apparecchiature e i materiali elettrici impiegati, appartenenti alle categorie ammesse al regime del Marchio, dovranno essere muniti del marchio dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ) o di altro ente per cui risulti valido il riconoscimento reciproco con l'IMQ. Caratteristiche Costruttive e Funzionali.

IMPIANTO ELETTROACUSTICO VOCALE

DIFFUSORI – FUNZIONI E INSTALLAZIONE

- Il livello di pressione acustica in ogni zona di diffusione, misurato in curva A con lo strumento in posizione FAST, deve superare di minimo 10 dB il rumore di fondo mediato in 60 secondi e deve essere compreso tra 65dBA e 105dBA, rilevato alla posizione di ascolto.
- Nelle aree destinate al sonno, il livello minimo deve essere 75dBA a testa letto, con le porte delle stanze chiuse.
- Eventuali altre segnalazioni vanno previste in caso di occupanti con problemi di udito o sonno profondo (pannelli ottici, attuatori tattili).
- I diffusori installati in prossimità delle apparecchiature audio non devono causare problemi di feedback quando si usano microfoni per la diffusione di messaggi di emergenza.
- I diffusori devono essere ad installazione fissa
- Ogni singolo conduttore, entrante o uscente, deve essere connesso ad un proprio terminale o morsetto. I morsetti devono essere stabilmente fissati al corpo del diffusore. Per disconnettere un conduttore deve essere necessario utilizzare un utensile e/o un equipaggiamento specifico (es: cacciavite e/o scala).
- I conduttori, una volta connessi, non devono essere sottoposti a trazione o a stress meccanico.

SEGNALAZIONE OTTICA E TATTILE

In ambienti con elevato rumore di fondo la segnalazione acustica deve essere accompagnata da segnalazioni luminose (pannelli ottici). Per la segnalazione di allarme a persone a rischio. In particolare è obbligatoria la installazione di pannelli ottici in ambienti ove il rumore di fondo supera i 95dBA o dove vi è l'obbligo di indossare dispositivi individuali di protezione acustica.

RITARDO DI SEGNALAZIONE

- Deve essere possibile introdurre un ritardo dal momento di rilevazione dell'allarme alla diffusione del messaggio di emergenza. Il ritardo deve essere inseribile/disinseribile manualmente o programmabile nel sistema.
- Il ritardo può essere introdotto prima del segnale di allerta, tra il messaggio di allerta ed il messaggio di evacuazione, o prima del messaggio di evacuazione.

ATTIVAZIONE DEGLI ALLARMI

Gli allarmi possono essere attivati automaticamente in connessione con un sistema di rilevazione di emergenze, manualmente tramite comandi remoti o direttamente agendo sulle apparecchiature del sistema. Si può prevedere l'utilizzo di un timer per ritardare l'avvio dell'allarme, se previsto dal piano di emergenza.

COMANDI MANUALI

- I sistemi audio di categoria 4 (dotati di microfono di emergenza per chiamate di emergenza generali e/o selettive) devono essere dotati di comandi manuali disposti o presso un punto di controllo o in postazioni remote se richiesto dalle competenti autorità, in modo da permettere : l'attivazione / disattivazione della diffusione in specifiche zone altoparlanti; la diffusione di uno specifico messaggio di emergenza; l'avvio o l'arresto di allarmi; la diffusione di messaggi in viva voce attraverso il microfono di emergenza.
- I comandi manuali possono anche far parte di un sistema di rivelazioni incendi o simili.

PANNELLO DI CONTROLLO E SEGNALAZIONE DEL SISTEMA AUDIO DI EMERGENZA

- I controlli ed i pannelli di segnalazione dello stato del sistema audio di emergenza devono essere installati in modo da essere accessibili all'operatore.
- I locali in cui sono collocati i sistemi di controllo e segnalazione dello stato del sistema audio devono essere protetti dall'accesso di personale non autorizzato.
- Il rumore ambientale dove è situato il microfono di emergenza non deve superare i 70dBA. Vanno tenuti in considerazione eventuali incrementi di livello di rumore che si possono verificare durante l'emergenza.
- L'accesso ai comandi ed alle segnalazioni del sistema audio non deve essere impedito da ostacoli interposti.
- Nel posizionare le apparecchiature ed i comandi, occorre considerare che l'utilizzo degli stessi non sia causa di ostacolo per l'evacuazione.
- Le segnalazioni dello stato del sistema audio devono essere visibili in ogni condizione di luce.
- I controlli ed i pannelli di visualizzazione non devono essere posizionati né sotto i 75 cm né sopra i 185 cm dal pavimento.
- L'area dove vengono installate le apparecchiature deve presentare bassi rischi di danneggiamento e basso rischio per il personale in caso di emergenza.
- L'area deve essere libera da fonti di possibili fiamme e materiali combustibili. Cabine elettriche e magazzini non sono luoghi accettabili per collocare le apparecchiature.
- È raccomandabile che un apparecchio telefonico per chiamate esterne sia disponibile nelle vicinanze dei controlli del sistema audio.

ALIMENTAZIONE

- Deve essere previsto un sistema di alimentazione che consenta al sistema audio di operare per un tempo non inferiore al doppio del tempo necessario all'evacuazione dell'edificio, o altro tempo stabilito dalla competente autorità.
- In caso di caduta della tensione di alimentazione primaria, l'alimentazione di emergenza deve garantire il funzionamento per il tempo previsto dai vigenti regolamenti. Se non esistono norme specifiche al riguardo, l'alimentazione di emergenza deve garantire il funzionamento del sistema in stand-by per 24 ore, ed il funzionamento in emergenza per 30 minuti.
- Durante il funzionamento con alimentazione di emergenza, il livello di pressione acustica del messaggio di allarme non deve essere inferiore di più di 6dB rispetto ai livelli stabiliti da questa norma.
- In caso di utilizzo di batterie come fonte di alimentazione di emergenza, queste devono essere alloggiare in locali con ventilazione adeguata, facilmente ispezionabili e protette da rischi di corrosione dovuta ai gas emessi. I terminali delle batterie devono essere correttamente etichettati per ridurre il rischio di inversioni di polarità.

SUPERVISIONE DELLE LINEE DI TRASMISSIONE

- Deve essere previsto un sistema di alimentazione che consenta al sistema audio di operare per un tempo non inferiore al doppio del tempo necessario all'evacuazione dell'edificio, o altro tempo stabilito dalla competente autorità.
- In caso di caduta della tensione di alimentazione primaria, l'alimentazione di emergenza deve garantire il funzionamento per il tempo previsto dai vigenti regolamenti. Se non esistono norme specifiche al riguardo, l'alimentazione di emergenza deve garantire il funzionamento del sistema in stand-by per 24 ore, ed il funzionamento in emergenza per 30 minuti.
- Durante il funzionamento con alimentazione di emergenza, il livello di pressione acustica del messaggio di allarme non deve essere inferiore di più di 6dB rispetto ai livelli stabiliti da questa norma.

- In caso di utilizzo di batterie come fonte di alimentazione di emergenza, queste devono essere alloggiare in locali con ventilazione adeguata, facilmente ispezionabili e protette da rischi di corrosione dovuta ai gas emessi. I terminali delle batterie devono essere correttamente etichettati per ridurre il rischio di inversioni di polarità.

CABLAGGI

- Il cablaggio dell'impianto audio deve essere separato e distinto da quello dell'impianto elettrico e di illuminazione dell'edificio. Alcuni conduttori possono essere comuni con altre apparecchiature delle categorie a cui si riferiscono altre parti della norma ISO 7240, purché si rispettino le specifiche più onerose della parte di ISO7240 pertinente.
- Conduttori, giunzioni e terminazioni devono avere una resistenza al fuoco pari a 30 minuti (IEC 60331-23) o più a seconda delle vigenti norme nazionali, e devono essere protetti meccanicamente (con canalizzazioni) in modo adeguato al rischio che si può presentare nel luogo di installazione o nei passaggi tra vari ambienti.
- È ammessa la posa senza canalizzazione solo per l'interconnessione tra apparecchiature che si trovano nello stesso ambiente e distanti tra loro non più di 2 metri.
- Giunzioni e terminazioni devono essere eseguite con morsetti fissi, all'interno di scatole di interconnessione correttamente etichettate e con lo stesso grado di protezione del conduttore.
- Il cortocircuito o l'interruzione di una linea a servizio di una zona di diffusione non deve pregiudicare il funzionamento del sistema in altre zone di diffusione.

INTERCONNESSIONE CON SISTEMI DI RILEVAZIONE INCENDI

- Il sistema audio di emergenza deve essere interconnesso con il sistema di rilevazioni incendi, quando previsto
- Le condizioni di guasto del sistema audio devono essere comunicate al sistema di rilevazione incendi
- Il sistema di rilevazioni incendi connesso al sistema audio deve avere una funzione di disabilitazione dell'allarme audio per consentire di effettuare test del sistema senza originare allarmi audio.

QUALITÀ DEI COMPONENTI

- I componenti devono rispondere ai requisiti delle norme tecniche specifiche di prodotto. In assenza di norme internazionali, valgono i requisiti delle norme nazionali.
- I componenti devono essere prodotti nel rispetto di sistemi di qualità riconosciuti, come ad esempio la ISO 9001.

CERTIFICAZIONI

- Le apparecchiature devono essere certificate, per la conformità con le parti pertinenti della ISO 7240 o di altri standard specifici, da un laboratorio di test accreditato.
- Quando la verifica di conformità non è effettuata da terzi, il progettista deve identificare i componenti non certificati e indicare perché la verifica non è stata effettuata.
- Se l'interfacciamento con un sistema di supervisione di impianti avviene per mezzo di contatti puliti di relay, si può produrre una autocertificazione documentata dallo stesso progettista.

IMPIANTO DI TERRA

Per impianto di terra si intende l'insieme:

- dei dispersori
- dei conduttori di terra
- del collettore o nodo principale di terra
- dei conduttori di protezione
- dei conduttori equipotenziali

In ogni tipologia edilizia è fondamentale realizzare un impianto di messa a terra opportunamente coordinato con dispositivi di protezione (in pratica nel sistema TT sempre interruttori differenziali) posti a monte dell'impianto elettrico, atti ad interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto se la tensione di contatto assume valori pericolosi.

Impianti a tensione nominale ≤ 1000 V c.a.

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la Norma CEI 64-8, tenendo conto delle raccomandazioni della „Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziari o” (CEI 64-12); nelle pagine seguenti si riassumono le principali prescrizioni relative agli impianti di bassa tensione.

In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico. A detto impianto devono essere collegate tutte le masse e le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti: centro stella dei trasformatori, impianto contro i fulmini, ecc.).

L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi della costruzione e con le dovute caratteristiche. Infatti alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente (ed economicamente) solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione dei dispersori di fatto (ferri del cemento armato, tubazioni metalliche ecc.).

Impianti a tensione nominale > 1000 V c.a.

Per quanto riguarda questi impianti la norma di riferimento è la CEI 11-1.

ELEMENTI DELL'IMPIANTO DI TERRA Dispersore

È la parte che serve per disperdere le correnti verso terra ed è generalmente costituito da elementi metallici quali: tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre aventi dimensioni e caratteristiche in accordo con la Norma CEI 64-8

È economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Nel caso di utilizzo di dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si deve porre la massima cura all'installazione ed alla profondità del dispersore, da installarsi preferibilmente all'esterno del perimetro dell'edificio.

Le giunzioni fra i diversi elementi dei dispersori e fra il dispersore ed il conduttore di terra devono essere effettuate con morsetti a pressione, saldatura alluminotermica, saldatura forte o autogena o con robusti morsetti o manicotti purché assicurino un contatto equivalente.

Le giunzioni devono essere protette contro la corrosione, specialmente in presenza di terreni particolarmente aggressivi

Conduttore di terra

È il conduttore che collega il dispersore al collettore (o nodo) principale di terra, oppure i dispersori tra loro, ed è generalmente costituito da conduttori di rame (o equivalente) o ferro. Deve essere affidabile nel tempo, resistente e adatto all'impiego.

Possono essere impiegati:

- corde, piattine
- elementi strutturali metallici inamovibili

Il conduttore di terra deve avere le seguenti sezioni minime:

Caratteristiche di posa del conduttore	Sezione minima (mm ²)
Protetto contro la corrosione (es. con una guaina) ma non meccanicamente	16 (rame)
	16 (ferro zincato)
Non protetto contro la corrosione	25 (rame)

Collettore (o nodo) principale di terra

In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure) almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

- il conduttore di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali principali
- l'eventuale conduttore di messa a terra di
- un punto del sistema (in genere il neutro)
- le masse dell'impianto MT

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

PROTEZIONI DA CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

La Norma CEI 64-8 prevede varie misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti.

Per quanto riguarda gli impianti elettrici si rammentano le disposizioni dell'articolo 6 del DM 37/08

PROTEZIONE MEDIANTE BASSISSIMA TENSIONE DI SICUREZZA E DI PROTEZIONE (SISTEMI SELV e PELV)

Per attuare questa protezione, che prevede una tensione ≤ 50 V in c.a. e ≤ 120 V in c.c., devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

a) Alimentazione da:

- trasformatore di sicurezza o altra sorgente con caratteristiche di isolamento similari - batteria
- gruppo elettrogeno

b) Circuiti così composti:

- le parti attive e le masse non devono essere collegate a terra
- elettricamente separati dagli altri circuiti
- le prese a spina non devono essere intercambiabili con quelle degli altri sistemi né avere il contatto di terra (eccetto PELV per il solo contatto di terra)

c) La protezione dai contatti indiretti non è richiesta

Prescrizioni riguardanti solo i circuiti PELV

Il circuito, a differenza del sistema SELV, presenta un punto collegato a terra, quindi si devono soddisfare le seguenti prescrizioni per la protezione contro i contatti diretti:

- a) mediante involucri o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IP2X o IPXXB
- b) con isolamento capace di tenere 500 V per un minuto

PROTEZIONE MEDIANTE BASSISSIMA TENSIONE DI PROTEZIONE FUNZIONALE (SISTEMI FELV)

Quando si utilizza una tensione ≤ 50 V in c.a. o ≤ 120 V in c.c., e per ragioni funzionali non sono soddisfatte tutte le prescrizioni dei sistemi SELV e PELV, si devono adottare le seguenti protezioni:

Protezione contro i contatti diretti

- mediante involucri o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IP2X o IPXXB, o

- per superfici superiori orizzontali mediante involucri o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IP4X o IPXXD, oppure
- con isolamento corrispondente alla tensione minima di prova richiesta per il circuito primario.

Protezione contro i contatti indiretti

- mediante interruzione automatica con collegamento delle masse del circuito FELV al conduttore di protezione del sistema del primario
- in un sistema alimentato con la misura di protezione mediante separazione elettrica si devono collegare le masse del circuito FELV al conduttore equipotenziale isolato non collegato a terra.
- Le prese a spine devono avere il contatto di messa a terra

PROTEZIONE TOTALE

Protezione mediante isolamento delle parti attive:

- tutte le parti attive devono essere adeguatamente isolate
- l'isolamento deve essere rimosso solo mediante distruzione
- l'isolamento dei quadri elettrici deve soddisfare le relative Norme

Protezione mediante involucri o barriere

- gli involucri o le barriere devono assicurare un grado di protezione IP2X o IPXXB e per le superfici orizzontali superiori, a portata di mano, devono assicurare il grado IP4X o IPXXD.

Quando è necessario aprire un involucro o rimuovere una barriera, ciò deve essere possibile solo: a) con uso di chiave o attrezzo

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

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 attrezzo

PROTEZIONE PARZIALE

Protezione mediante ostacoli

Possono essere rimossi senza l'uso di chiave o attrezzo ma devono essere fissati in modo tale da impedire la rimozione accidentale.

Gli ostacoli devono impedire:

- l'avvicinamento non intenzionale a parti attive
- il contatto non intenzionale con parti attive durante lavori sotto tensione

Protezione mediante distanziamento:

Parti simultaneamente accessibili a tensione diversa non devono essere a portata di mano.

PROTEZIONE ADDIZIONALE

L'uso di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale di 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. La protezione a mezzo di interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30$ mA è comunque richiesta nei seguenti impianti:

- domestici per circuiti di prese a spina fino a 20 A
- nel caso di circuiti che alimentano prese a spina fino a 32 A destinate ad apparecchi mobili usati all'esterno

devono essere considerati come protezione addizionale contro i contatti diretti e da impiegare unitamente ad una delle altre misure di protezione totale o parziale.

PROTEZIONE CON IMPIEGO DI COMPONENTI DI CLASSE II O CON ISOLAMENTO EQUIVALENTE

(isolamento doppio o rinforzato)

Questa misura si basa sulla scarsa probabilità che si verifichi una situazione di pericolo nell'impianto elettrico, con due cedimenti contemporanei dell'isolamento.

PROTEZIONE PER SEPARAZIONE ELETTRICA

Per attuare questa protezione il circuito deve essere alimentato da:

- un trasformatore d'isolamento
- una sorgente con caratteristiche di sicurezza equivalenti al trasformatore d'isolamento

Le caratteristiche del circuito separato devono essere le seguenti:

- tensione nominale non superiore a 500 V
- lunghezza massima del circuito 500 m
- il prodotto della tensione nominale in volt per la lunghezza in metri non deve superare il valore di 100.000 V m
- le parti attive non devono essere collegate a terra né collegate a nessun altro circuito
- la separazione verso eventuali altri circuiti elettrici deve essere almeno equivalente a quella richiesta tra gli avvolgimenti del trasformatore d'isolamento.

È consigliabile usare cavi o condutture distinti, oppure:

- si devono impiegare cavi multipolari sotto guaina non metallica
- si devono impiegare cavi unipolari posati in condotti isolati

Le masse non devono essere collegate intenzionalmente né con la terra né con le masse, o con i conduttori di protezione di altri circuiti, né con masse estranee.

Se il circuito separato alimenta un solo apparecchio non si deve effettuare il collegamento equipotenziale.

Se il circuito separato alimenta più apparecchi si devono osservare le seguenti prescrizioni:

1)	le masse del circuito separato devono essere collegate tra loro con conduttori equipotenziali isolati non collegati a terra. È vietata l'interconnessione fra questi conduttori con il conduttore di protezione, le masse di altri circuiti e le masse estranee
2)	tutte le prese a spina del circuito separato devono avere un contatto di terra collegato al conduttore equipotenziale
3)	tutti i cavi flessibili degli apparecchi elettrici (escluso quelli di classe II) devono avere un conduttore di protezione da utilizzare come conduttore equipotenziale
4)	la protezione contro il doppio guasto verso massa di due fasi distinte deve intervenire entro i tempi previsti dalla tabella 41A e da quelle dei „tempi di interruzioni massimi (CEI 64-8)

PROTEZIONE PER MEZZO DI LOCALI ISOLANTI

Da non applicarsi agli edifici civili e similari.

PROTEZIONE PER MEZZO DI LOCALI RESI EQUIPOTENZIALI E NON CONNESSI A TERRA

Da non applicarsi agli edifici civili e similari.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI NEI SISTEMI DI I CATEGORIA SENZA PROPRIA CABINA DI TRASFORMAZIONE „SISTEMA TT,„

PROTEZIONE CON INTERRUZIONE AUTOMATICA DEL CIRCUITO

Per i sistemi di I categoria, senza propria cabina di trasformazione, sistema TT, la protezione contro i contatti indiretti deve essere attuata mediante impianto di terra locale, coordinato esclusivamente con interruttori automatici differenziali.

Tale condizione si ritiene soddisfatta con l'applicazione della seguente formula: $RE \times I_d < UL$

Dove:

RE è la resistenza del dispersore

I_d è la corrente differenziale nominale

UL è la tensione di sicurezza o di contatto limite (50 V)

Per la protezione contro i contatti indiretti di apparecchiature trifasi con la sezione raddrizzatrice connessa direttamente alla linea di alimentazione si utilizzano interruttori differenziali, ove è richiesto che gli interruttori differenziali siano in grado di rilevare anche guasti verso terra in corrente continua. Esempi di queste apparecchiature trifasi sono: UPS, TAC, RM, impianti fotovoltaici azionamenti a velocità variabile, convertitori c.a./c.c. ecc.

In presenza di correnti di guasto non alternate devono essere utilizzati solo differenziali di tipo A o di tipo B.

Nel caso in cui si ritenga opportuno ottenere una più efficace protezione addizionale contro i contatti diretti è possibile installare un interruttore automatico differenziale ad altissima sensibilità $I_{dn} = 0,01A$.

Va tenuto presente che gli interruttori differenziali ad altissima sensibilità possono determinare interventi intempestivi e vanno pertanto usati solo per circuiti finali.

L'impiego di questa protezione addizionale può essere previsto soprattutto a protezione dei locali ove le persone sono più vulnerabili dai contatti con le parti conduttrici (esempio bagni, lavanderie, camere bambini...).

Nel caso di più dispositivi di protezione si considera la corrente di intervento più elevata. Inoltre:

Le masse dell'impianto utilizzator devono essere collegate all'impianto di terra locale a mezzo apposito conduttore di protezione

Ove necessario le masse estranee devono anch'esse essere collegate all'impianto di terra mediante conduttori equipotenziali principali o supplementari (es. bagni, piscine), o supplementari.

Tutte le prese a spina di apparecchi utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante collegamento a terra delle masse, devono avere il polo di terra collegato al conduttore di protezione.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI NEI SISTEMI DI I CATEGORIA CON PROPRIA CABINA DI TRASFORMAZIONE „SISTEMA TN”.

Per i sistemi di I categoria, con propria cabina di trasformazione, sistema TN, la protezione contro i contatti indiretti deve essere effettuata mediante messa a terra di un punto del sistema (solitamente il neutro dei trasformatori MT/BT) e collegamento delle masse a quel punto, tramite conduttore di protezione.

SEZIONI MINIME CONDUTTORI

Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di tensione; in ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

Conduttori di fase

- 2
- 1,5 mm² (rame) per impianti di energia

Conduttori per impianti di segnalazione

- 0,5 mm² (rame)

Conduttore di neutro

Il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase:

- nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti trifase quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm^2

Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm^2 , può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario* , non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro.
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm^2 .

Nota: Se si impiegano cavi multipolari (es. $3 \times 95 + N$) le Norme sui cavi prevedono la stessa sezione per il neutro e i conduttori attivi, mentre per sezioni maggiori vale la tabella **B1** (per i cavi multipolari) e la tab. **B** (per i cavi unipolari).

La norma CEI 64-8 prevede le sezioni relative ai conduttori dell'impianto di terra.

La corrente che fluisce nel circuito nelle condizioni di servizio ordinario deve essere praticamente equilibrata tra le fasi.

Conduttore di protezione

Le sezioni del conduttore di protezione devono essere:

- calcolate come indicato nella formula A
- scelte come indicato nella tabella B nel caso di impiego di cavi unipolari
- scelte come indicato nella tabella B1 nel caso di impiego di cavi multipolari
- in ogni caso non devono essere inferiori a quanto indicato nella prescrizione C

Formula A:

$$S_p = \frac{\sqrt{(I^2 t)}}{K}$$

dove:

S_p = sezione in mm^2

I = valore efficace in ampere della corrente di guasto franco a massa del conduttore

t = tempo, in secondi, di interruzione del dispositivo di protezione; di protezione;

K = coefficiente che varia con il variare del tipo di cavo

- 115 per cavi isolati in PVC
- 135 per cavi in rame isolati in gomma ordinaria
- 143 per cavi in rame isolati in gomma etilenopropilenica di qualità G7 o in polietilene reticolato

Prescrizione C:

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

- $2,5 \text{ mm}^2$ (rame) se protetto meccanicamente
- $4,0 \text{ mm}^2$ (rame) se non protetto meccanicamente

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali): non inferiore a 6 mm^2

Conduttore di terra

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente, non inferiore a 16 mm^2 in rame o ferro zincato
- non protetto contro la corrosione, non inferiore a 25 mm^2 (rame) oppure 50 mm^2 (ferro)
- protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori dati in Tabella **B**.

Se dall'applicazione di questa Tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

Conduttore PEN (solo nel sistema TN)

- non inferiore a 10 mm^2 (rame)

Conduttori equipotenziali principali

- non inferiore a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm^2 (rame)
- non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm^2 (rame)

Conduttori equipotenziali supplementari

- fra massa e massa, non inferiore alla sezione del conduttore di protezione minore; fra massa e massa estranea sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione
- fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiore a:
 - 2,5 mm² (rame) se protetto meccanicamente
 - 4 mm² (rame) se non protetto meccanicamente

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa e fra massa e massa estranea. Portata di corrente in regime permanente (tabella CEI-UNEL 35024/1).

Tabella B (cavi unipolari):

SEZIONE DEI CONDUTTORI DI FASE DELL'IMPIANTO S (mm ² rame)	SEZIONE MINIMA DEL CORRISPONDENTE CONDUTTORE DI PROTEZIONE S_p (mm ² rame)
S fino a 16 oltre 16 e fino a 35 oltre 35	$S_p = S$ 16 $S_p = S/2$
I valori della Tabella B sono validi soltanto se i conduttori di protezione sono costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase. In caso contrario, la sezione del conduttore di protezione deve venire determinata in modo tale che esso abbia una conduttanza equivalente a quella risultante dall'applicazione della Tabella.	

Tabella B1 (cavi multipolari):

Esempio di dimensionamento delle sezioni minime del conduttore di neutro e di protezione per i cavi multipolari					
Conduttori per la fase S mm ²	Conduttore per il neutro S_p mm ²	Conduttori per la fase S mm ²	Conduttore per il neutro S_p mm ²	Conduttori per la fase S mm ²	Conduttore per il neutro S_p mm ²
1,5	1,5	25	25	150	95
2,5	2,5	35	25	185	95
4	4	50	25	240	120
6	6	70	35	300	150
10	10	95	50	400	240
16	16	120	70	500	300