



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU

Lavori: **PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)**
MISSIONE 5 COMPONENTE 2 INVESTIMENTO / SUB INVESTIMENTO 2.1 "RIGENERAZIONE URBANA"
Realizzazione struttura di copertura aree sportive presso la Scuola G. Ghirotti

CUP: J73B18000710004

Località: VOLPIANO (To)

Via: Carlo Alberto dalla Chiesa

Proprietà: Amministrazione Comunale

Committente: arch. Monica VERONESE, in qualità di RUP

Progettista: ing. Finazzi Marco

Livello: **DEFINITIVO/ ESECUTIVO**

Revisione: **02**

Data di emissione: 27.04.2023

3.3

CALCOLI ESECUTIVI: **impianto elettrico e di illuminazione**

Il RUP,
arch. VERONESE Monica

Il progettista,
ing. FINAZZI Marco

*documento firmato digitalmente
ai sensi del D. Lgs. 82/2005 s.m.i. e norme collegate*

- 0. Nota alla revisione**
- 1. Premessa**
- 2. Descrizione del complesso**
- 3. Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti**
- 4. Descrizione del complesso**
- 3. Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti**
 - 3.1 Disposizioni legislative
 - 3.2 Norme e guide CEI
- 4. Dati progettuali**
 - 4.1 Incarichi affidati al progettista
 - 4.2 Dati di progetto relativi all'utilizzazione dell'edificio
 - 4.3 Dati di progetto relativi alle influenze esterne
 - 4.4 Dati di progetto relativi all'impianto elettrico
- 5. Criteri di progettazione**
- 6. Descrizione degli impianti**
 - 6.1 Protezione contro i contatti diretti ed indiretti
 - 6.2 Protezione delle condutture contro le sovracorrenti
 - 6.3 Quadri elettrici
 - 6.4 Tipologia di distribuzione prevista
 - 6.5 Suddivisione dei circuiti
 - 6.6 Impianto F.M. e illuminazione piastra sportiva
 - 6.7 Modalità di effettuazione del comando di emergenza
 - 6.8 Impianto illuminazione di emergenza
 - 6.9 Protezione dalle sovratensioni
 - 6.10 Modalità di scelta degli scaricatori
 - 6.11 Compartimentazione ambienti
 - 6.12 Protezione contro gli scatti intempestivi (Selettività)
 - 6.13 Criteri generali di esecuzione degli impianti
 - 6.14 Precisazioni
- 7. Impianto di terra**
- 8. Criteri di carattere generale**
 - 8.1 Quadri elettrici
 - 8.2 Conduttori
 - 8.3 Tubi protettivi
 - 8.4 Tubi protettivi per posa interrata
 - 8.5 Colonna montante
 - 8.6 Canaline e passerelle
 - 8.7 Scatole e cassette di derivazione
 - 8.8 Morsettiere di giunzione e capicorda
 - 8.9 Prese di corrente
 - 8.10 Comandi
 - 8.11 Corpi illuminanti
 - 8.12 Gradi di protezione
 - 8.13 Impianto di messa a terra
 - 8.14 Verifiche degli impianti prima della loro consegna al committente

0.

NOTA ALLA REVISIONE

01	12.04.2023	Prima emissione per verifica con UTC
02	27.04.2023	Seconda emissione a seguito istruttoria UTC
03		
04		

1.

PREMESSA

La presente relazione tecnica di progetto esecutivo ha lo scopo di definire le caratteristiche tecniche, costruttive e funzionali dell'impianto elettrico relativo all'illuminazione della piastra sportiva eterna con copertura in legno lamellare, presso il cortile della scuola Ghirotti di via Carlo Alberto dalla Chiesa nel comune di Volpiano (To).

Le descrizioni tecniche di seguito riportate indicano le caratteristiche impiantistiche di progetto da osservare nella realizzazione delle opere in oggetto.

In particolare la presente relazione evidenzia:

- a) la descrizione sommaria dell'impianto,
- b) i dati di progetto,
- c) la classificazione degli ambienti in relazione alle condizioni ambientali, alle attività svolte e ad eventuali particolarità
- d) i dati del sistema di distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica (tensione, frequenza, fasi, stato del neutro, tipo di alimentazione, cadute di tensioni ammissibili e correnti di guasto nei diversi punti dell'impianto),
- e) le norme tecniche di riferimento per gli impianti e i componenti,
- f) eventuali vincoli da rispettare, compresi quelli derivanti dal coordinamento con le altre discipline coinvolte,
- g) le caratteristiche generali dell'impianto elettrico, quali le condizioni di sicurezza, la disponibilità del servizio, la flessibilità (es. futuri ampliamenti), la manutenzione,
- h) la descrizione delle misure di protezione contro i contatti indiretti, quali l'interruzione automatica dell'alimentazione, l'uso dei componenti elettrici aventi isolamento di classe II o equivalente, la separazione elettrica, la bassissima tensione di sicurezza, ecc.,
- i) la descrizione delle misure di protezione contro i contatti diretti, quali l'uso di involucri o barriere (IP...), di ostacoli o di distanziamenti, di interruttori differenziali come protezione aggiuntiva,
- j) i dati dimensionali relativi all'illuminazione artificiale generale e, ove necessario, all'illuminazione localizzata in relazione al compito visivo per i diversi ambienti e per le diverse configurazioni di utilizzazione (es. illuminazione normale, di riserva, di sicurezza). In generale, per ciascun ambiente, i dati dimensionali sono i seguenti: tipi di lampade e di apparecchi di illuminazione, livello di illuminamento medio di esercizio (E_n), uniformità di illuminamento, temperatura o tonalità del colore della luce, gruppo o indice di resa del colore, fattore di manutenzione (M), fattore di deprezzamento (D), abbagliamento limite (UGR_L),
- k) la scelta della tipologia degli impianti e dei componenti elettrici principali in relazione ai parametri elettrici (es. tensioni, correnti), alle condizioni ambientali e di utilizzazione,
- l) i criteri di dimensionamento e scelta dei componenti elettrici,
- m) altre eventuali informazioni.

Il presente progetto si estende dalla partenza della nuova linea nello slot libero del QE Generale della scuola, posto nel locale tecnico seminterrato, fino ai singoli utilizzatori fissi situati all'interno della copertura sportiva, considerando tutti gli impianti ed i componenti relativi al sistema di distribuzione primaria, ai quadri elettrici di zona, all'impianto di distribuzione luce e forza motrice.

Sono in ogni caso esclusi dal progetto gli impianti elettrici a bordo macchina e gli utilizzatori mobili.

2. DESCRIZIONE DEL COMPLESSO

La superficie sportiva coperta trattata nel progetto si estende per un'area di circa 603m² ed è costituita da un unico spazio (coperto ma non delimitato lateralmente) in cui si può chiaramente identificare l'unica destinazione d'uso.

Il fabbricato è articolato su un unico piano fuori terra e si compone di una serie di portali in legno lamellare coperti con lastre grecate di lamiera preverniciata, collegati ai cordoli di fondazione (in cemento armato) da apposita carpenteria.

L'attività esercitata sotto la struttura è relativa ad una piastra sportiva in resina ad impiego ludico, di svago per le attività scolastiche e la pratica amatoriale della rotellistica.

Le caratteristiche, la forma, le dimensioni e gli elementi costruttivi del complesso e dei diversi ambienti, nonché le destinazioni d'uso dei locali, sono rilevabili dalle planimetrie di progetto.

3.

REQUISITI DI RISPONDENZA

Tutti gli impianti, i materiali e le apparecchiature dovranno essere realizzati a regola d'arte (Legge n. 186 del 01.03.1968), secondo le modalità riportate nel progetto e nel pieno rispetto delle Norme CEI vigenti e della legislazione in materia.

Il riferimento alle Norme è da intendere sempre all'ultima edizione con le eventuali varianti.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle Norme di legge e ai regolamenti vigenti alla data del contratto.

3.1 Disposizioni legislative

D.P.R. n. 689 (26/05/1959)	Determinazione delle aziende e lavorazioni soggette, ai fini della prevenzione degli incendi, al controllo del comando del corpo dei Vigili del Fuoco.
Legge n. 186 (01/03/1968)	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari e installazione di impianti elettrici ed elettronici.
Legge n. 791 (18/10/1977)	Attuazione della Direttiva del consiglio della Comunità Europea (n. 73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
D.P.R. n. 384 (27/04/1978)	Regolamento di attuazione dell'art. 27 della Legge n. 118 del 30/03/1971 a favore dei mutilati e degli invalidi civili, in materia di barriere architettoniche e trasporti pubblici.
D.M. del 16/02/1982	Modificazioni del D.M. 27/09/1965 concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi.
D.M. del 30/11/1983	Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi.
Legge n. 818 (07/12/1984)	Nullaosta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, modifica degli artt. 2 e 3 della Legge n. 66 del 04/03/1982 e norme integrative dell'ordinamento del corpo nazionale dei Vigili del Fuoco.
D.M. del 26/06/1984	Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi.
D.M. del 08/03/1985	Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nullaosta provvisorio di cui alla Legge n. 818 del 07/12/1984.
Decreto n. 236 del 14/06/1989	Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche.
D.M. del 18/03/1996	Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi.
D.M. del 12/04/1996	Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi.
D.P.R. n. 503 (24/07/1996)	Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.
D.M. del 19/08/1996	Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo.
D.Lgs. n. 493 (14/08/96)	Segnaletica di sicurezza e/o salute sul luogo di lavoro.
D.Lgs. n. 615 (12/11/1996)	Attuazione della Direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 03/05/1989 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata ed integrata dalla Direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28/04/1992, dalla Direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22/07/1993 e dalla Direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29/10/1993.

D.M. del 10/03/1998	Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.
DIRETTIVA 99/92/CE (ATEX) recepita dal D.Lgs. 233/03 DIRETTIVA 94/9/CE (ATEX) recepita dal D.P.R. 126/98 L.R. n. 17 (27/03/2000)	Prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive. Direttiva che si applica ad apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva. Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso.
Legge n. 36 (22/02/2001)	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.
D.P.R. n. 462 (22/10/2001)	Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
D.P.C.M. del 08/07/2003	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 (50 Hz) generati dagli elettrodotti.
L.R. n. 38 (24/12/2004)	Modifiche e integrazioni alla Legge Regionale n. 17 del 27/03/2000 (Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso) ed ulteriori disposizioni.
Legge n. 123 (03/08/2007)	Testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro.
D.Lgs. n. 81 (09/04/2008)	Attuazione dell'art. 1 della Legge n. 123 del 03/08/2007 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
Decreto n. 37 (22/01/2008)	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della Legge n. 248 del 02/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

3.2 Norme e guide CEI

CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
CEI 0-6	Qualificazione delle imprese di installazione di impianti elettrici.
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
CEI 12-43	Impianti centralizzati d'antenna.
CEI 17-13/1	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 17-13/2	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione). Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre.
CEI 20-38	Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 1: Tensione nominale U_0/U non superiore a 0,6/1 kV.
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 23-80	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali.

CEI 31-30	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi.
CEI EN 60079-14 CEI 31-33	ATMOSFERE ESPLOSIVE – Parte 14: Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici. (impianto elettrico dei luoghi con pericolo di esplosione, per la presenza di sia di gas infiammabili sia di polveri combustibili).
CEI 31-34	Manutenzione e verifica negli impianti nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas. Norma CEI EN 60079-17.
CEI 31-36	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di polvere combustibile. Parti 1-2: Costruzioni elettriche protette da custodie. Scelta installazione e manutenzione.
CEI 31-52	Costruzione per atmosfere esplosive per la presenza di polvere combustibile. Parte 3: Classificazione dei luoghi dove sono o possono essere presenti polveri combustibili.
CEI 31-66	Costruzioni elettriche destinate ad essere utilizzate in presenza di polveri combustibili. Parte 10: Classificazione delle aree dove sono o possono essere presenti polveri combustibili.
CEI 31-68	Costruzioni elettriche destinate ad essere utilizzate in presenza di polveri combustibili. Parte 17: Verifica e manutenzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione (diversi dalle miniere).
CEI 34-21	Apparecchi di illuminazione. Parte 1: Prescrizioni generali e prove.
CEI 34-22	Apparecchi di illuminazione. Parte 2: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza.
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in c.a. e a 1.500 V in c.c.
CEI 64-12	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
CEI 64-14	Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
CEI 64-50	Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.
CEI 70-1	Gradi di protezione degli involucri.
CEI 81-10 (EN 62305-1/4)	Protezione delle strutture contro i fulmini.
CEI 100-7	Guida per l'applicazione delle norme riguardanti gli impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, sonori e servizi interattivi.
CEI 103-1	Impianti telefonici interni.
CEI CLC/TR 50090-9-2	Sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES). Parti 9-2: Prescrizioni di installazione. Ispezione e prove di installazioni HBES.

Nonché tutte le altre Norme inerenti ai materiali e alle apparecchiature elettriche.

Dovranno inoltre essere rispettate:

- 1) le prescrizioni dei **Vigili del Fuoco** e delle **Autorità locali**,
- 2) le prescrizioni e indicazioni dell'**ENEL** o dell'**Azienda Distributrice dell'Energia Elettrica**, per quanto di loro competenza nei punti di consegna,
- 3) le prescrizioni e indicazioni del Gestore della Rete Telefonica.

4.

DATI PROGETTUALI

4.1 Incarichi affidati al progettista

Descrizione dell'incarico	Sì/No
Redazione del progetto esecutivo impianto elettrico	Sì
Direzioni dei lavori	No
Calcolo probabilità di fulminazione in conformità alla Norma CEI 81-10	No
Assistenza al collaudo finale delle opere	No

4.2 Dati di progetto relativi all'utilizzazione dell'edificio

Dati	Valori	Note
Destinazione d'uso	Piastra sportiva coperta	Norma CEI 64-8/7
Barriere architettoniche	accessibilità	
Ambienti soggetti a normativa specifica CEI	NO	
Altre informazioni	NO	

4.3 Dati di progetto relativi alle influenze esterne

Dati	Valori	Note
Altitudine	< 1000 m	
Temperature minime/massime all'esterno	- 5 °C / + 35 °C	
Ambienti in cui vanno presi provvedimenti contro la formazione di condensa sulla superficie e all'interno dei componenti elettrici	NO	
Gradi di protezione degli impianti nei diversi ambienti	Si vedano i paragrafi di riferimento	Installazioni all'esterno
Ventilazione naturale locali	Ambiente aperto su tutti i lati	

4.4 Dati di progetto relativi all'impianto elettrico

Dati	Valori	Note
TIPO DI INTERVENTO	Ampliamento dell'impianto esistente a partire dal QEG della scuola	
LIMITI DI COMPETENZA	Dal punto di partenza dello slot libero del QEG fino all'alimentazione di tutte le prese a spina, dei quadri bordo macchina e degli apparecchi utilizzatori fissi.	La linea della copertura sportiva viene derivata dal QEG, il cui dimensionamento risulta capiente
DATI DELL'ALIMENTAZIONE ELETTRICA SERVIZI GENERALI Alimentazione ente distributore Punto di consegna Tensione nominale e max. variazione Frequenza nominale e max. variazione Potenza impegnata Icc presunta nel punto di consegna Stato del neutro Sistema di distribuzione Tensione nominale degli utilizzatori e delle apparecchiature BT	In cavo Contatore ENEL non limitato (400/230 $\pm$ 10%) V (50 $\pm$ 2%) Hz 55 kW 15 kA TT 400/230V	valore in bolletta Convenzionalmente si assumono: -una corrente di cortocircuito pari a 6 kA per le utenze monofase -una corrente di cortocircuito pari a 10 kA per le utenze trifase fino a 33 kW -una corrente di cortocircuito pari a 15 kA per le utenze trifase oltre 33 kW valore che dovrà essere verificato c/o l'ente distributore
MISURA DELL'ENERGIA	Gruppo di misura ENEL	
MASSIME CADUTE DI TENSIONE NELLE CONDUTTURE	Distribuzione primaria: 1% Illuminazione: 4% Prese a spina: 4%	
SEZIONI MINIME AMMESSE	Come da norme CEI	
ILLUMINAZIONE Illuminamento di esercizio sul piano di lavoro	Pratica outdoor pattinaggio a rotelle, livello 1: 100 lx	

5.

CRITERI DI PROGETTAZIONE

La distribuzione dell'energia elettrica a valle del punto di consegna da parte dell'Ente distributore è prevista con sistema TT con tensione concatenata di 400V e tensione di fase di 230 V.

La scelta della tipologia di posa delle condutture principali è stata determinata dalla realizzazione di un nuovo percorso in parte a vista (lungo la facciata della scuola) ed in parte interrato (attraversamento cortile) per quanto riguarda la linea di alimentazione dal quadro elettrico generale della scuola (esistente) al quadro di zona posto all'interno della struttura.

La forza motrice è limitata a 2 prese di servizio di tipo UNEL (oltre alla scorta per rimpieghi futuri).

Non sono previsti utilizzatori fissi.

L'impianto di illuminazione standard prevede un set di proiettori lineari a LED posti sui 2 lati lunghi della struttura, con accensioni separate in modo da consentire una basica gestione dell'illuminamento.

L'impianto di illuminazione di emergenza prevede corpi autoalimentati.

I calcoli illuminotecnici sono finalizzati ad ottenere i requisiti minimi di norma, desumibili per analogia dall'allegato B al regolamento CONI nr. 1.379/2008 e dalla UNI EN 1838.

6.

DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

6.1 Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

La protezione contro i contatti diretti di cui alla Norma CEI 64-8 è prevista con isolamento principale e contenitori e dovrà essere conforme agli articoli:

- **412.1** protezione mediante isolamento delle parti attive (in generale per cavi),
- **412.2** protezione mediante involucri e barriere (in generale per apparecchiature di comando, protezione manovra, morsettiere e apparecchi utilizzatori).

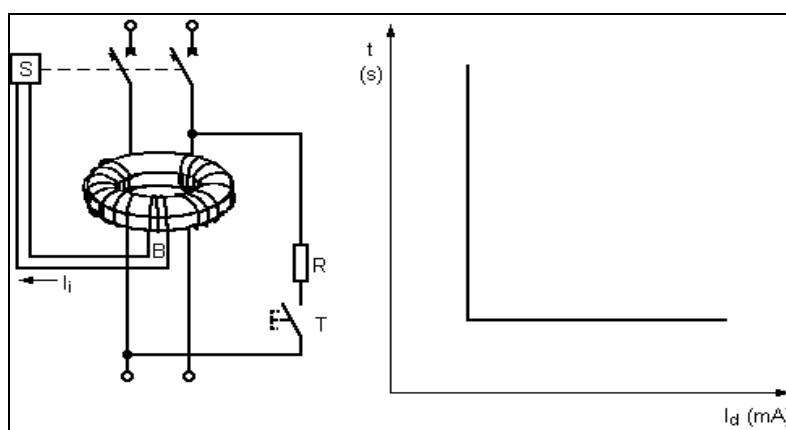
Il grado di protezione minimo delle apparecchiature dovrà essere almeno IP2X o IPXXB e, per le superfici orizzontali, IP4X o IPXXD.

La protezione contro i contatti indiretti di cui alla norma CEI 64-8 dovrà essere attuata con interruzione automatica del circuito, trattandosi di impianto alimentato con sistema di tipo TT, e verrà effettuata mediante messa a terra delle masse e interruttori differenziali.

In pratica, per soddisfare la condizione sopracitata, verranno utilizzati interruttori differenziali nel seguente modo:

- a) protezione differenziale generale di tipo ritardato con $I_{\Delta n} = 1A\ 1S$ per la linea di collegamento dal quadro sottocontatore al quadro generale;
- b) protezione differenziale di tipo "G" con $I_{\Delta n} \leq 300\ mA$ per tutti i circuiti "prese" e illuminazione in partenza dai quadri elettrici di zona.

La protezione con differenziale da **30 mA** è definita dalla Norma CEI 64-8 come protezione aggiuntiva contro i contatti diretti.



Schema di principio di uno sganciatore differenziale e corrispondente curva di intervento.
Il tasto di prova T consente di verificare le condizioni di efficienza del differenziale.

In alternativa alla protezione mediante messa a terra delle masse e interruttori differenziali, la protezione contro i contatti diretti può essere realizzata adottando macchine o apparecchi con isolamento doppio o rinforzato o apparecchi di classe II.

In uno stesso impianto, la protezione con apparecchi di classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra e interruttori differenziali; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di classe II.

6.2 Protezione delle condutture contro le sovracorrenti.

Le condutture che costituiscono gli impianti dovranno essere protette contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi dovrà essere effettuata in ottemperanza alla Sezione **433** di cui alla Norma **CEI 64-8**. Tali dispositivi di protezione possono essere:

- a) interruttori automatici provvisti di sganciatori di sovracorrente (magnetotermici),
- b) interruttori combinati con fusibili,
- c) fusibili.

In particolare, i conduttori dovranno essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b), che è il valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente.

Gli interruttori magnetotermici, da installare a loro protezione, dovranno avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente di funzionamento (I_f) minore o uguale a **1,45** volte la portata (I_z).

In tutti i casi dovranno essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme **CEI 23-3** e **CEI 17-5**.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in modo tale da garantire che, nel conduttore protetto, non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

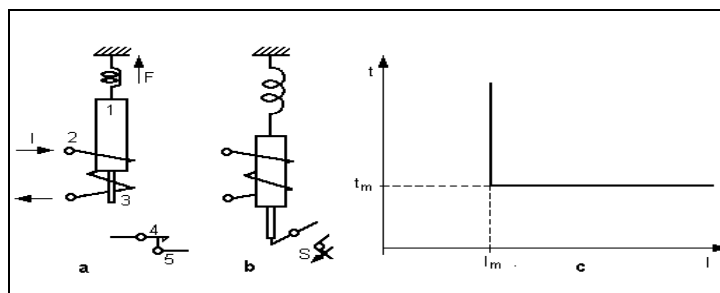
$$I^2 t \leq K^2 S^2$$

norma **CEI 64-8**.

Essi dovranno avere le caratteristiche specificate negli schemi unifilari allegati e un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. Comunque il loro potere di corto circuito non dovrà essere inferiore a 4,5 kA.

È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione.

In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante $I^2 t$, lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella che può essere sopportata, senza danno, dal dispositivo a valle delle condutture protette. I dispositivi dovranno essere dotati di opportune targhette identificatrici dei circuiti protetti.



Schema di principio di uno sganciatore magnetico istantaneo di massima corrente e corrispondente curva caratteristica di intervento C

a - sganciatore a riposo non intervenuto

b - sganciatore dopo l'intervento

F - forza di richiamo della molla

S - azione sul meccanismo di ritegno dell'interruttore

I_m - valore di corrente a partire dal quale la forza di attrazione magnetica supera la forza antagonista per cui si chiude l'ancora mobile

t_m - tempo di intervento dello sganciatore magnetico

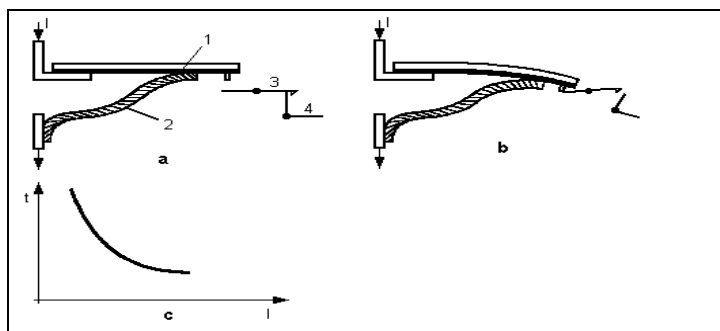
1 - nucleo ferromagnetico

2 - avvolgimento

3 - percussore

4 - nottolino di sgancio

5 - organo di ritegno



Schema di principio di sganciatore di massima corrente a tempo inverso (di tipo termico), senza compensazione della temperatura ambiente e corrispondente alla curva caratteristica di intervento C

a - sganciatore a riposo (non intervenuto)

b - sganciatore dopo l'intervento

1 - elemento bimetallico

2 - conduttore flessibile (treccia)

3 - nottolino di sgancio

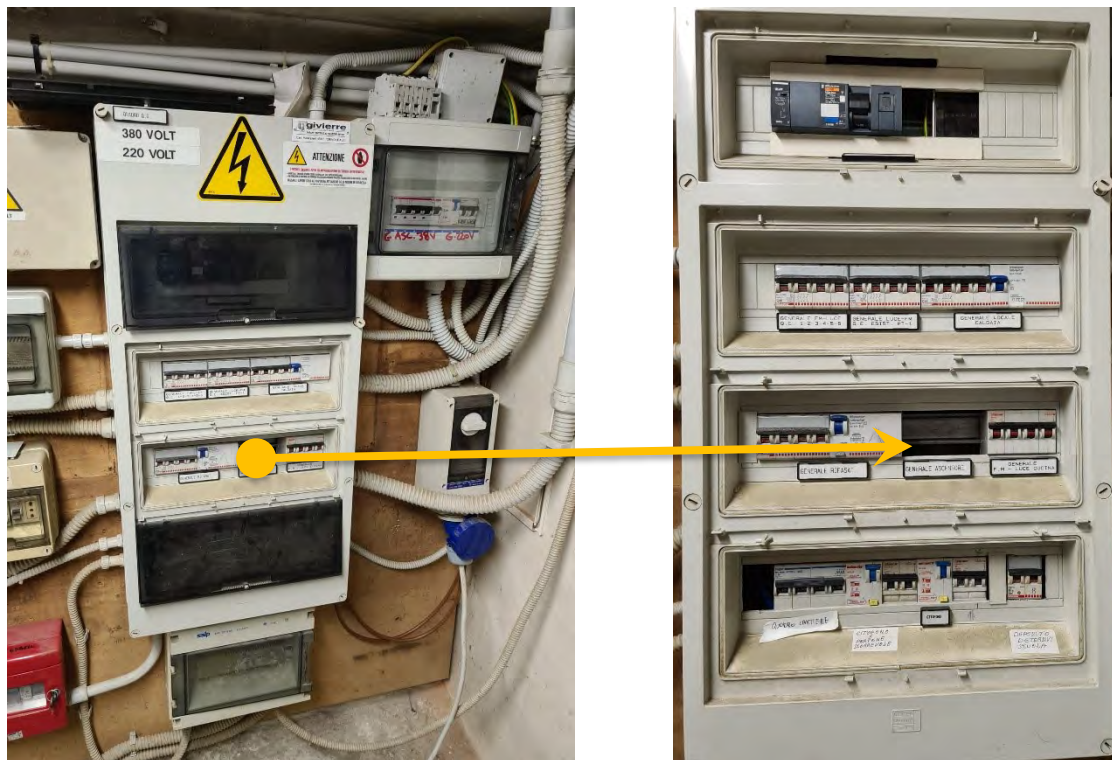
4 - organo di ritegno

6.3 Quadri elettrici

È prevista l'adozione dei seguenti quadri elettrici:

Modifica al Quadro Generale Esistente

Il quadro elettrico, ubicato nel locale tecnico a piano seminterrato, vicino all'ascensore (posizione segnalata in planimetria) contiene già sia l'interruttore generale che toglie l'alimentazione a tutto l'impianto sia gli interruttori di smistamento dai quali si dipartono le linee di alimentazione e regolazione delle utenze tecnologiche (prese, luce, apparecchi fissi, ecc.), secondo lo schema riportato:



Lo slot libero sarà impiegato per l'inserimento del nuovo interruttore a protezione e separazione della linea generale di alimentazione del QECOPERTURA

Il QEG è protetto a monte da un interruttore Merlin Gerin tipo NG125a 4P C 125A 16kA in grado di supportare potenze di picco sino a:

$$125A \times 400V \times 1,732 \times 0,9 = 78 \text{ kW}$$

e la potenza attualmente impegnata è pari a 55kWm con un margine di oltre il 40%, ampiamente sufficiente a reggere anche i 5kW della nuova utenza.

Le caratteristiche costruttive del quadro non subiscono alterazioni.

Quadro Copertura (Vd. Tavola E3)

Il quadro elettrico, ubicato all'interno della struttura in posizione segnalata in planimetria, conterrà gli interruttori di smistamento dai quali si dipartono le linee di alimentazione e regolazione delle utenze tecnologiche (prese, luce standard, luce EM, scorte, ecc.), secondo lo schema elettrico allegato.

Avrà le seguenti caratteristiche:

- corpo in PVC in doppio isolamento,
- provvisto di portella trasparente apribile solo con attrezzo,
- fissato al piedritto del portale in legno lamellare,
- esecuzione con grado di protezione IP65

L'ubicazione ed il collegamento fra le diverse apparecchiature elettriche, nonché le caratteristiche degli interruttori di smistamento, sono rilevabili dagli schemi unifilari e dalla planimetria allegata.

I quadri elettrici conterranno profilati normalizzati nei quali verranno fissate e bloccate con molta cura le apparecchiature elettriche al fine di evitare dannosi allentamenti della bulloneria.

La disposizione delle apparecchiature deve essere fatta in modo che sia rispettato un determinato ordine e ci sia una rispondenza tra le apparecchiature montate sul fronte e quelle montate all'interno; nello stesso tempo si dovrà tenere conto delle future necessità di esercizio e manutenzione con un facile e comodo accesso a tutte le parti montate all'interno.

Le sbarre e le connessioni dovranno avere sezioni largamente dimensionate alle correnti convogliate e ancorate con sostegni adatti a supportare le sollecitazioni elettrodinamiche dovute alle correnti di corto circuito.

Le connessioni ausiliarie dovranno tutte essere appoggiate a morsettiere ad elementi componibili c.s.d.

I dispositivi installati saranno protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere la leva di manovra e completi di cartelli indicatori della funzione svolta, come mostrato sugli schemi elettrici dei quadri stessi.

L'accesso alle parti interne dovrà tenere conto della sicurezza delle persone e della possibilità di venire accidentalmente a contatto con parti in tensione.

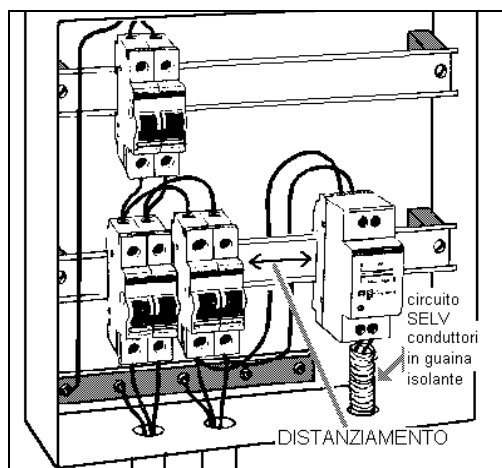
Le apparecchiature montate all'interno dei quadri, ed in modo particolare le parti di più frequente ispezione quali fusibili e relè, saranno facilmente identificabili ed accessibili per l'esercizio e la manutenzione dei quadri stessi.

In ogni caso la ditta installatrice dovrà fornire quadri elettrici che per struttura e cablaggio siano perfettamente adatti all'impiego destinato, sicuri nel funzionamento e conformi alla normativa vigente (in particolare alla Norma **EN 61439-1 CEI 17-113**).

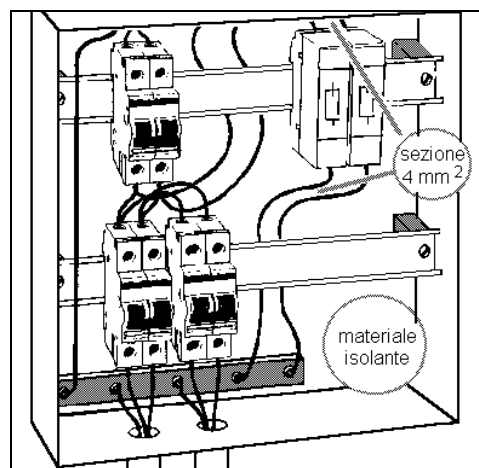
In particolare ogni quadro elettrico dovrà inoltre essere corredato di:

- targhette indicatrici montate sulla portella frontale ed all'interno in corrispondenza di ogni apparecchiatura nonché della targa informativa prescritta dall'art. 5.1 delle norme CEI 17.13/1 (1990),
- illuminazione interna che si accenda possibilmente automaticamente all'apertura della portella (quando esplicitamente richiesto),
- serratura apribile con chiave,
- schema elettrico aggiornato, completo delle diciture di riferimento dei conduttori e delle morsettiere,
- custodia interna nella quale porre copia degli schemi elettrici.

Poiché è richiesta esecuzione stagna, andrà usata particolare cura nella realizzazione delle chiusure delle porte e dei pannelli la cui tenuta va garantita con opportune guarnizioni; di analoghe guarnizioni dovranno essere muniti gli strumenti, le lampade spia, i pulsanti, le serrature, ecc., deve essere inoltre chiuso nella parte inferiore ed essere munito degli appositi passacavi o guarnizioni a tenuta per l'uscita dei cavi.



Esempio di distanziamento all'interno di un quadro elettrico fra circuiti a tensione di rete e circuiti SELV



Esempio di distanziamento all'interno di un quadro elettrico fra interruttori modulari e scaricatori

6.4 Tipologia di distribuzione prevista

L'impianto di distribuzione sia delle dorsali di alimentazione sia della distribuzione locale verrà realizzato come segue.:

a) tubazione in PVC IP55 fissata a vista per quanto riguarda:

- 1) il collegamento lungo la facciata della scuola tra il locale tecnico ed il marciapiede;

b) tubazione in PVC corrugato doppia parete interrata con sottofondo in sabbia e blindatura in calcestruzzo per quanto riguarda:

- 2) l'attraversamento del cortile, dal marciapiede scuola al piede del piedritto dove è posizionato il quadro elettrico,
- 3) il collegamento dal collettore principale posto nel quadro all'impianto di terra,

c) Tubazione in PVC IP55 fissata a vista per quanto riguarda:

- 4) la distribuzione lungo la struttura il legno lamellare di luce e F.M.

6.5 Suddivisione dei circuiti.

La distribuzione dei circuiti elettrici all'interno del fabbricato sarà del tipo radiale e dimensionata in relazione alla tipologia e alla dislocazione dell'utenza.

L'impianto verrà suddiviso in più circuiti in modo da facilitarne l'esercizio e limitare il disservizio causato da interventi per guasto o per manutenzione (ad esempio illuminazione e F.M. suddivise su più circuiti).

6.6 Impianto F.M. e illuminazione piastra sportiva

Classificazione: Ambiente a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose.

Norma di riferimento CEI 64-8 parte 7 sezione 751 e altre Norme specifiche.

Grado di protezione Minimo IP 2X

Modalità di installazione A vista

Origine impianti Dal quadro di zona.

Tipo di impianto Le condutture saranno costituite da cavi non propaganti l'incendio tipo N07V-K in tubazioni sottotraccia e FG100M1 posate in canalizzazioni a vista.

I componenti degli impianti devono essere limitati a quelli necessari per l'uso negli ambienti in cui sono installati.

Le sezioni dovranno essere determinate in modo che quando i conduttori vengano percorsi dalla corrente di normale funzionamento non si possano verificare temperature pericolose.

Ogni linea sarà protetta sia dai sovraccarichi e dai cortocircuiti (protezione magnetotermica) sia dai contatti indiretti (protezione differenziale).

6.6.1 Impianto F.M.

L'impianto F.M. verrà realizzato disponendo prese di tipo "civile" in scatole a vista.

Verranno utilizzate condutture composte da tubazioni in PVC fissate a vista e conduttori tipo N07V-K, intercettate da apposite cassette di derivazione per le connessioni.

Nei luoghi dove può accedere il pubblico le prese a spina fisse a portata di mano dovranno essere del tipo dotate di schermi di protezione degli alveoli attivi e avere protezione singola contro le sovracorrenti.

L'ubicazione delle postazioni prese è rilevabile dagli schemi allegati.

Per quanto riguarda la sezione dei cavi ci si dovrà riferire a quanto precisato negli schemi funzionali.

Le sezioni sono state determinate in modo che quando i conduttori sono percorsi dalla corrente di normale funzionamento non si possono verificare temperature pericolose.

Ogni linea è protetta sia dai sovraccarichi e dai cortocircuiti (protezione magnetotermica) sia dai contatti indiretti (protezione differenziale).

Per il dimensionamento delle linee, si è fatto ricorso alle consuete formule di elettrotecnica e, in funzione dei carichi specifici di progetto, sono state determinate le seguenti grandezze:

id	utenza		numero		Ku	Kc	q.tà	P.U.	P. TOT.
	tipologia	dettaglio	da	a				kW	kW
1	illuminazione	LED	5	10	1,00	0,80	12	0,056	0,54
2	illuminazione	inc, fluor halo...	11	100	0,75	0,40	0	0,000	0,00
3	prese di tipo civile	10A	2	4	0,20	0,80	0	0,000	0,00
4	prese di tipo industriale	16A	11	100	1,00	0,80	2	2,464	3,94
5	motori da 0,5 a 2kW	pompe	1	10	0,60	0,90	0	0,000	0,00
6	motori da 2 a 10kW	pompe	1	10	0,70	0,90	0	0,000	0,00
7	macchine CDZ	pompa di calore	1	10	1,00	0,70	0	0,000	0,00
		deumidificatore	1	10	0,70	0,60	0	0,000	0,00
8	macchine utensili		x	x	0,60	0,80	0	0,000	0,00
9	impianti di sollevamento		1	4	0,80	0,75	0	0,000	0,00
10	UPS e servizi ausiliari		11	100	0,40	0,90	4	0,005	0,01
11	riscaldatori a resistenza		x	x	1,00	1,00	0	0,000	0,00
potenza attiva da calcolo (kW) :									4,49
potenza attiva di dimensionamento +10% (kW) :									5,00

La potenza impegnata di 5kW è assai cautelativa in quanto i fattori di contemporaneità impiegati sono decisamente superiori a quelli previsti dalla prassi, tuttavia si è inteso dimensionare il caso peggiore, dando così la possibilità alla committenza di impiegare la copertura sportiva nella maniera più ampia possibile, anche tenendo conto di futuri upgrade.

Ne discendono quindi le correnti di impiego così dettagliate:

circuito	utenza		Un V	K	cosfi	senfi	P.U.	Ib L1	Ib L2	Ib L3	Q	A
	tipologia	dettaglio					kW	A	A	A	kW	kW
3.1	illuminazione	illuminazione	240	1,000	0,95	0,31	0,54	2,36	0,00	0,00	0,18	0,57
3.2	CDZ	pompa di calore	240	1,000	0,95	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.3	CDZ	deumidif ZG	240	1,000	0,95	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.4	CDZ	deumidif ZN	240	1,000	0,95	0,31	0,28	1,23	0,00	0,00	0,09	0,29
3.5	alim in BT	lampade EM	240	1,000	0,95	0,31	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01
3.6	prese di tipo civile	10A	240	1,000	0,95	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.7	prese di tipo industriale	16A	240	1,000	0,95	0,31	3,94	17,29	0,00	0,00	1,30	4,15
3.8	motori da 0,5 a 2kW	pompe risc	240	1,000	0,95	0,31	0,35	1,54	0,00	0,00	0,12	0,37
3.9	motori da 0,5 a 2kW	pompe ACS	240	1,000	0,95	0,31	0,35	1,54	0,00	0,00	0,12	0,37
3.10	motori da 2 a 10kW	generatore di calore	240	1,000	0,95	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Potenza							5,5					
bilanciamento fasi								24,0	0,0	0,0		

Che portano e prevedere l'inserimento, nel QEG di un interruttore da 32A.

La linea dal QEG a QE_{COP} è lunga all'incirca 60m, ne deriva pertanto che la sua sezione dovrà essere:

Nome impianto:	Ghirotti, linea principale
Tipo di circuito:	Monofase in ca
Tensione di esercizio:	230 V
Frequenza di rete:	50 Hz
Fattore di potenza:	0,9
Massima caduta di tensione:	4%
Tipo di conduttore:	Multipolare
Tipo di cavo selezionato:	General Cavi - FG16OH1R16 0.6/1 KV
Lunghezza cavo:	50 m
Temperatura ambiente:	30°C
Tipo di posa:	Cavi in tubo in aria
Resistività termica del terreno:	1
Numero conduttori in parallelo:	1
Numero di circuiti per strato:	1
Tempo di intervento delle protezioni:	0,1 s
Sezione conduttore (S):	6 mm ²
Portata conduttore (*):	51 A
Fattore di correzione k1:	1,000
Fattore di correzione k2:	1,000
Fattore di correzione totale:	1,000
Portata conduttore/i (Iz):	51,000 A
Temperatura di funzionamento:	43,459°C
Caduta di tensione perc. T=Tf:	2,973%
Corrente di impiego (Ib):	24,155 A
Potenza attiva (P):	5,000 KW
Potenza reattiva (Q):	2,422 KVAR
Potenza apparente (A):	5,556 KVA
Temperatura Max di funzionamento:	90,0°C
Temperatura Max di cortocircuito:	250,0°C
Resistenza di fase a 20 °C:	141,667 mOhm
Reattanza di fase a 20 °C:	4,775 mOhm
Energia specifica passante (I ² t):	0,736 (KA) ² s
Corrente massima di cc:	2,713 KA

Applicando poi le formule:

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

Dove

I²t = valore dell'energia specifica passante letto sulla curva I²t della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito

K²S² = Energia specifica passante sopportata dalla conduttura

Con **K**= coefficiente del tipo di cavo (115,135,143)

S= sezione della conduttura

Si verifica che l'interruttore nel QEG lascia passare in condizioni di corto circuito un'energia inferiore a quella sopportabile del cavo:

$$\text{energia specifica passante dall' interruttore (I}^2\text{t)} = 0,460 \text{ (kA)}^2\text{S} < 0,736 \text{ (kA)}^2\text{S}$$

o e pertanto l'interruttore protegge il cavo anche dal sovraccarico.

La linea tipica di alimentazione per le prese di servizio è lunga all'incirca 30m, dal $Q_{E_{COP}}$ all'utilizzatore, ne deriva pertanto che la sua sezione dovrà essere:

Nome impianto:	Ghirotti, linea prese UNEL 10/16A
Tipo di circuito:	Monofase in ca
Tensione di esercizio:	230 V
Frequenza di rete:	50 Hz
Fattore di potenza:	0,9
Massima caduta di tensione:	4%
Tipo di conduttore:	Unipolare senza guaina
Tipo di cavo selezionato:	General Cavi - FS17-450/750
Lunghezza cavo:	30 m
Temperatura ambiente:	30°C
Tipo di posa:	Cavi in tubo in aria
Resistività termica del terreno:	1
Numero conduttori in parallelo:	3
Numero di circuiti per strato:	3
Tempo di intervento delle protezioni:	0,1 s
Sezione conduttore (S):	2,5 mm ²
Portata conduttore (*):	30 A
Fattore di correzione k1:	1,000
Fattore di correzione k2:	0,700
Fattore di correzione totale:	0,700
Portata conduttore/i (Iz):	63,000 A
Temperatura di funzionamento:	31,355°C
Caduta di tensione perc. T=Tf:	0,652%
Corrente di impiego (Ib):	11,594 A
Potenza attiva (P):	2,400 KW
Potenza reattiva (Q):	1,162 KVAR
Potenza apparente (A):	2,667 KVA
Temperatura Max di funzionamento:	70,0°C
Temperatura Max di cortocircuito:	160,0°C
Resistenza di fase a 20 °C:	68,000 mOhm
Reattanza di fase a 20 °C:	1,550 mOhm
Energia specifica passante (I ² t):	0,083 (KA) ² s
Corrente massima di cc:	0,909 KA

Analogamente per quanto riguarda la line tipica che alimenta le lampade LED:

Nome impianto:	Ghirotti, linea LUCI STD
Tipo di circuito:	Monofase in ca
Tensione di esercizio:	230 V
Frequenza di rete:	50 Hz
Fattore di potenza:	0,9
Massima caduta di tensione:	4%
Tipo di conduttore:	Unipolare senza guaina
Tipo di cavo selezionato:	General Cavi - FG17-450/750V
Lunghezza cavo:	43 m
Temperatura ambiente:	30°C
Tipo di posa:	Cavi in tubo in aria
Resistività termica del terreno:	1
Numero conduttori in parallelo:	3
Numero di circuiti per strato:	3
Tempo di intervento delle protezioni:	0,1 s
Sezione conduttore (S):	1,5 mm ²
Portata conduttore (*):	23 A
Fattore di correzione k1:	1,000
Fattore di correzione k2:	0,700
Fattore di correzione totale:	0,700
Portata conduttore/i (Iz):	48,300 A
Temperatura di funzionamento:	30,054°C
Caduta di tensione perc. T=Tf:	0,193%
Corrente di impiego (Ib):	1,449 A
Potenza attiva (P):	0,300 KW
Potenza reattiva (Q):	0,145 KVAR
Potenza apparente (A):	0,333 KVA
Temperatura Max di funzionamento:	90,0°C
Temperatura Max di cortocircuito:	250,0°C
Resistenza di fase a 20 °C:	162,444 mOhm
Reattanza di fase a 20 °C:	2,408 mOhm
Energia specifica passante (I ² t):	0,046 (KA) ² s
Corrente massima di cc:	0,678 KA

6.6.2 Impianto di illuminazione

Sulla piastra sportiva si è cercato di ottenere un illuminamento di 100 lux con un'uniformità di 0,5 secondo il livello prestazionale "1" dalla tabella B del regolamento CONI 1.379/2008 (pratica non agonistica del pattinaggio a rotelle).

L'impianto verrà realizzato con una distribuzione con tubazioni a vista in PVC utilizzando lampade lineari a LED da 56W in esecuzione IP55 e dotate di parabola diffondente, con tonalità di colore tipo **W**, I gruppo di resa del colore **1B** e classe di qualità per la limitazione dell'abbagliamento **B**.

Negli ambienti chiusi è ammesso sul piano orizzontale un coefficiente di disuniformità (rapporto fra il valore massimo e minimo di illuminazione) non superiore a 0,8.

In linea generale ambienti adiacenti, fra i quali si hanno frequenti passaggi di persone, non dovranno avere differenze nei valori medi di illuminazione superiori al 50%; inoltre si dovrà prevedere una qualità di illuminazione simile.

Per quanto riguarda la sezione dei cavi ci si dovrà riferire a quanto precisato negli schemi funzionali.

Le sezioni sono state determinate in modo che quando i conduttori vengono percorsi dalla corrente di normale funzionamento non si possano verificare temperature pericolose.

Ogni linea è protetta sia dai sovraccarichi e dai cortocircuiti (protezione magnetotermica) che dai contatti indiretti (protezione differenziale).

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili. In particolare per i faretti ed i piccoli proiettori tale distanza deve essere fino a 100W > di 0,5 m, da 100 a 300W > di 0,8 m, da 300 a 500W > di 1m. Per fari e proiettori di potenza superiore la Sez. 751 non prescrive distanze ma è bene mantenerle superiori a 1m in proporzione alla potenza.

Particolare attenzione dovrà essere prestata ai corpi illuminanti che verranno installati su superfici normalmente infiammabili, essi dovranno essere provvisti di marchio e/o certificazione idonea, contraddistinta da una "F" racchiusa da un triangolo rovesciato.

L'ubicazione dei punti di alimentazione è rilevabile dagli schemi allegati.

È prevista un'illuminazione di sicurezza per garantire l'illuminazione delle vie di esodo in caso di emergenza.

6.7 Modalità di effettuazione del comando di emergenza

Non è previsto un comando di sgancio specifico per il quadro della copertura piastra sportiva, in quanto la linea di alimentazione viene derivata dal QE Generale che è già dotato di bobina e sgancio di emergenza a monte; l'attivazione del pulsante esistente sgancerà di conseguenza anche l'utenza della piastra sportiva.

6.8 Impianto illuminazione di emergenza.

L'illuminazione di sicurezza sarà affidata sia a gruppi autonomi d'emergenza a illuminazione permanente inseriti nelle lampade per l'illuminazione ordinaria, sia ad apparecchi di emergenza ad illuminazione non permanente.

Tutti i gruppi avranno un'ora di autonomia e tempo di ricarica non superiore a dodici ore.

Il grado di protezione delle apparecchiature sarà almeno IP40/55 a seconda delle prescrizioni del locale dove sono installate.

Per la corretta segnalazione delle vie di fuga dovranno inoltre essere installate alcune lampade di emergenza per segnalazione, del tipo ad illuminazione permanente, aventi una distanza di visibilità di 32 m e grado di protezione pari a IP42.

L'alimentazione dell'impianto di illuminazione di sicurezza sarà assicurata tramite cavi multipolari e/o unipolari da posare all'interno delle tubazioni esistenti.

La disposizione dell'impianto di illuminazione di sicurezza è indicata sulle planimetrie allegate; la protezione delle utenze sarà assicurata dagli interruttori di protezione da installare all'interno dei quadri elettrici.

Non è ammesso derivare dalla sorgente di sicurezza utilizzazioni diverse da quelle elencate.

I seguenti interventi di manutenzione, che si assumono come prescrizioni, dovranno essere annotati su apposito registro come segue:

Descrizione intervento	Periodicità
APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE DEL TIPO AUTOALIMENTATO	
INTERVENTO ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA Provocare la mancanza della tensione di alimentazione normale e verificare l'accensione dell'illuminazione di sicurezza.	<i>Semestrale</i>
EFFICIENZA LAMPADE Eseguire il controllo visivo dell'efficienza delle lampade annotando quelle guaste o malfunzionanti per l'eventuale sostituzione dopo aver verificato anche i gruppi batteria – inverter.	<i>Semestrale</i>
GRUPPO BATTERIA – INVERTER. - Eseguire la pulizia e il controllo visivo dello stato di conservazione dei gruppi autonomi di emergenza. - Sostituire le batterie scariche.	<i>Semestrale</i>
CONTROLLO GENERALE E PULIZIA - Eseguire il controllo visivo esterno per verificare l'integrità dell'apparecchiatura. - Ove accessibili, eseguire il controllo visivo delle condutture di alimentazione. - Eseguire la pulizia interna ed esterna dell'apparecchiatura. - Sostituire le lampade guaste e quelle con evidenti segni di invecchiamento. - Eseguire il controllo visivo dello stato dei componenti interni all'apparecchio. - Sostituire quelli che presentano evidenti segni di surriscaldamento e/o corrosione. - Controllare il serraggio dei bulloni.	<i>Semestrale</i>

6.9 Protezione dalle sovratensioni.

Nel presente progetto è stata scelta una protezione contro le sovratensioni di medio contenuto energetico, utilizzando le seguenti apparecchiature:

- a) limitatori di sovratensione tipo DEHN Guard sul quadro di zona.

Non sono state valutate, in quanto non oggetto dell'incarico ricevuto, i seguenti tipi di protezione:

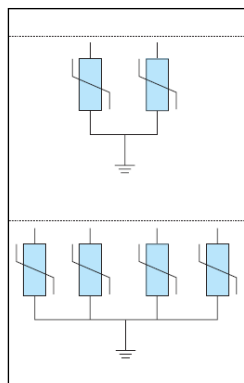
- a) protezione contro le scariche pericolose, ovvero sovratensioni ad alto contenuto energetico, riguardanti l'intero edificio e non solo l'impianto elettrico,
- b) protezione contro le interferenze elettromagnetiche del fulmine, ovvero sovratensioni a basso contenuto energetico.

6.10 Modalità di scelta degli scaricatori

Caratteristiche	Varistore	Spinterometro
Proprietà d'isolamento	Un varistore, pur avendo a riposo un'impedenza molto elevata, e sempre trascorso da una minima corrente (ad esempio 0,5mA) continuativa I_c . Tale corrente tende a crescere con l'usura del varistore, fino a raggiungere livelli elevati. Per questo motivo gli scaricatori a varistori vanno sempre protetti dal cortocircuito e non possono essere usati per il collegamento N-PE a monte della protezione differenziale.	Uno spinterometro a riposo è un vero circuito aperto e garantisce che non vi sia alcuna circolazione di corrente, né in condizioni operative normali, né a fine vita; per questa ragione uno scaricatore può essere installato a monte di un interruttore differenziale (proteggendolo quindi dal passaggio della corrente impulsiva o di scarica) solo se il collegamento tra conduttori attivi e terra prevede un elemento ad innesco.
Resistenza in conduzione	Anche in fase di scarica, la resistenza rimane sensibilmente diversa da zero, limitando le possibilità di abbattere la sovratensione non meno di 3÷4 volte la tensione nominale.	Quando innesca, la resistenza diventa pressoché nulla.
Tempo di risposta	Molto rapido, pochi nanosecondi.	Tendenzialmente lento ma velocizzato grazie all'intervento del dispositivo elettronico.
Tensione d'innesco / di limitazione	Bassa, grazie al rapido tempo d'intervento.	Tendenzialmente alta, a causa delle ottime proprietà isolanti del gas ma ridotta grazie all'intervento del dispositivo elettronico.
Estinzione del cortocircuito I	I varistori non sono caratterizzati da corrente di cortocircuito susseguente, dato che la loro impedenza torna immediatamente a valori altissimi appena cessa la sovratensione.	Gli SPD con tecnologia spinterometrica devono necessariamente prevedere elementi preposti ad interrompere la corrente susseguente (quali una camera di estinzione dell'arco).
Fine vita	Un varistore perde progressivamente le sue prestazioni di isolamento; a fine vita può, quindi, diventare un cortocircuito a bassa impedenza.	Uno spinterometro a fine vita non è più in grado di innescare (per colpa dell'usura degli elettrodi), trasformandosi di conseguenza in un circuito aperto permanentemente.
Necessità di una protezione di backup	La protezione di backup è da prevedere per garantire la sicurezza a fine vita del varistore nel caso in cui il disconnettore termico non sia in grado di aprire il circuito.	La protezione di backup è da prevedere in ogni caso per garantire la sicurezza in caso di guasto dello scaricatore e per interrompere l'arco elettrico se la corrente di cortocircuito nel punto di installazione fosse superiore alla prestazione di interruzione del cortocircuito susseguente dell'SPD ($I_{cc} > I_{lf}$).

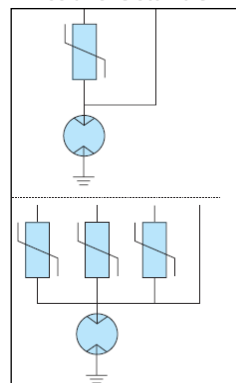
Dal confronto tra varistori e spinterometri emerge che ciascuno ha i suoi vantaggi e svantaggi. Di conseguenza il miglior risultato si ottiene, ove possibile, combinando i vantaggi di entrambe le tecnologie in scaricatori detti "a tecnologia combinata".

Tecnologia a varistori, schema classico



Schemi utilizzabili soltanto nei sistemi TN-S, sconsigliati.

Tecnologia combinata varistori + spinterometri verso terra, soluzione ottimale



Schemi obbligatori nei sistemi TT e raccomandati nei sistemi TN-S. Grazie all'inserimento di uno spinterometro verso terra gli scaricatori possono essere installati a monte dell'interruttore differenziale per proteggerlo e prevenire gli scatti intempestivi.

Tutti gli scaricatori sono provati sottoponendoli ripetutamente ad impulsi di corrente e tensione. Uno scaricatore testato con forma d'onda 10/350 μ s prende il nome di Classe o Tipo 1 mentre uno scaricatore testato con forma d'onda 8/20 μ s prende il nome di Classe o Tipo 2.

Tipo o Classe	Classe 1	Classe 2	Classe 1 e Classe 2
Prove	Sono provati con impulsi 10/350 μ s.	Sono provati con scariche 8/20 μ s.	Sono provati sia con correnti impulsive di onda 10/350 μ s sia con scariche di onda 8/20 μ s.
Impiego	Proteggono dalle correnti impulsive dei fulmini che entrano direttamente nell'impianto, ad esempio dal parafulmine o dalle linee aeree.	Proteggono dalle sovratensioni indotte dai fulmini che cadono sull'edificio o in prossimità e dalle sovratensioni risultanti delle manovre elettriche.	Proteggono sia dalla fulminazione diretta sia da quella indiretta. Vengono impiegati negli impianti di estensione ridotta che integrano apparecchiature delicate (ad esempio telecomunicazioni).
Composizione	Solitamente a spinterometri.	Solitamente a varistori, le versioni combinate (varistore + spinterometro) possono essere montate a monte dell'interruttore differenziale.	Solitamente a tecnologia combinata (varistore + spinterometro)
Punto di installazione	Si installano all'origine dell'impianto.	Si installano in tutti i quadri dell'impianto, in prossimità delle apparecchiature delicate.	Si installano all'origine dell'impianto con spazio ridotto, in prossimità di apparecchiature delicate.

Dalla tabella di cui sopra si evince che gli scaricatori di sovratensione di Classe 1 e di Classe 2 sono complementari e assicurano la protezione dall'origine dell'impianto fino alle apparecchiature terminali.

Gli scaricatori di Classe 1 proteggono dalla fulminazione diretta, sono capaci di deviare una quantità notevole di energia, lasciano entrare nell'impianto una piccola parte della corrente impulsiva che dovrà essere gestita dalle protezioni più fini, di Classe 2.

A valle degli scaricatori di Classe 1 è necessario installare uno scaricatore di Classe 2 per proteggere le apparecchiature delicate.

Gli scaricatori di Classe 2 proteggono dalla fulminazione indiretta, sono concepiti per proteggere da un gran numero di scariche, velocemente e con un ottimo livello di protezione, essi vanno installati in prossimità delle apparecchiature da proteggere.

Tabella di coordinamento tra fusibili di protezione e cavo di collegamento.

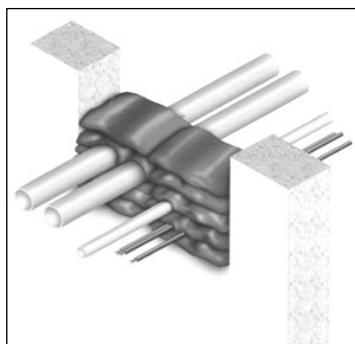
Fuse F1 A gL/gG	Collegamento Linea-scaricatori / mm ²	Collegamento Scaricatori-PE / mm ²
35	4	6
40	4	6
50	6	6
63	10	10
80	10	10
100	16	16
125	16	16

6.11 Compartimentazione ambienti.

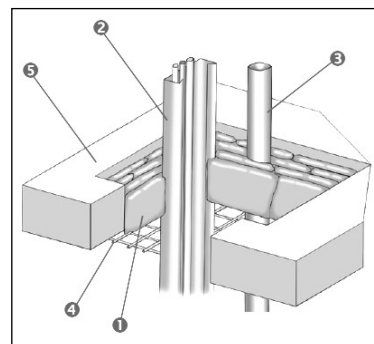
Va rispettata la logica della compartimentazione.

Ogni qualvolta siano attraversate pareti destinate a compartimentare i vari ambienti sarà "obbligo" ripristinare la compartimentazione con materiale idoneo e di pari caratteristiche R.E.I.

Soluzione "Tipo" di ripristino: compartimentazione orizzontale



Soluzione "Tipo" di ripristino: compartimentazione verticale



I sacchetti devono essere inseriti fino a completa chiusura del varco, è necessario, posizionare un primo strato di sacchetti, ordinare i cavi sulla passerella, rimuovere l'eventuale sporcizia o detriti e completare la chiusura del varco.

6.12 Protezione contro gli scatti intempestivi (Selettività).

La selettività dei dispositivi differenziali per la protezione contro i contatti indiretti, sarà ottenuta nelle seguenti modalità:

- la caratteristica di non funzionamento tempo-corrente del dispositivo posto a monte si deve trovare al di sopra della caratteristica di interruzione tempo-corrente del dispositivo posto a valle;
- la corrente differenziale nominale del dispositivo posto a monte deve essere adeguatamente superiore a quella del dispositivo posto a valle con tempo d'intervento differenziale ritardato.

Quanto sopra sarà eseguito assicurando la protezione richiesta alle diverse parti dell'impianto (coordinamento).

Le condizioni a) e b) dovranno coesistere.

6.13 Criteri generali di esecuzione degli impianti

Vanno adottate le seguenti misure:

- a) I componenti elettrici, fatta eccezione per le condutture in transito, devono essere limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi.
- b) Nelle vie di uscita non devono essere installati apparecchi elettrici contenenti fluidi infiammabili; fanno eccezione i piccoli condensatori incorporati negli apparecchi.
- c) Nei luoghi nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i dispositivi di manovra, controllo e protezione, fatta eccezione per quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione esclusiva del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo.
- d) Tutti i componenti elettrici devono rispettare i limiti di temperatura indicati 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. Questo può essere ottenuto mediante un'adeguata costruzione dei componenti dell'impianto o mediante misure di protezione aggiuntive da prendere durante l'installazione. Inoltre, ai componenti elettrici applicati in vista (a parete o a soffitto) per i quali non esistono le relative norme CEI di prodotto, si applicano i criteri di prova e i limiti di cui alla Sezione 422, commenti, assumendo per la prova al filo incandescente 650 °C anziché 550 °C).
- e) Gli apparecchi di illuminazione devono essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati, quali ad esempio le lampade ad alogeni e ad alogenuri, devono essere del tipo con schermo di sicurezza per la lampada ed installati secondo le istruzioni del costruttore; gli apparecchi devono essere inoltre mantenuti a adeguata distanza dagli oggetti illuminati se questi ultimi sono combustibili. In particolare per i faretti ed i piccoli proiettori tale distanza deve essere fino a 100W > di 0,5 m, da 100 a 300W > di 0,8 m, da 300 a 500W > di 1m. Per fari e proiettori di potenza superiore la Sez. 751 non prescrive distanze ma è bene mantenerle superiori a 1m in proporzione alla potenza. Le lampade e le altre parti componenti degli apparecchi d'illuminazione devono essere protette contro le prevedibili sollecitazioni meccaniche. Tali mezzi di protezione non devono essere fissati sui portalampade a meno che essi non siano parte integrante dell'apparecchio di illuminazione. Eventuali dispositivi di limitazione della temperatura devono essere provvisti di ripristino solo manuale.
- f) Gli involucri di apparecchi elettrotermici, quali riscaldatori, resistori, ecc., non devono raggiungere temperature più elevate di quelle relative agli apparecchi di illuminazione. Questi apparecchi devono essere per costruzione o installazione realizzate in modo da impedire qualsiasi accumulo di materiale che possa influenzare negativamente la dissipazione del calore.
- g) Prescrizioni comuni di protezione contro l'incendio per le condutture:

Generalmente i fattori che causano incendi nelle condutture elettriche sono i cortocircuiti, i riscaldamenti, i contatti elettrici e il coinvolgimento delle condutture stesse in incendi; pertanto le stesse devono essere realizzate in modo da non essere né causa di innesco né causa di propagazione di incendio, indipendentemente dai fattori elettrici e/o fisici che li hanno causati.

Per il raggiungimento degli scopi sopra prefissati, le condutture e le apparecchiature utilizzate devono avere le seguenti caratteristiche ai fini della protezione contro l'incendio:

 - Le condutture che attraversano questi luoghi ma che non sono destinate alla alimentazione elettrica al loro interno non devono avere connessioni lungo il percorso all'interno di questi luoghi, a meno che le connessioni siano poste in involucri che soddisfino la prova contro il fuoco – come definita nelle relative norme di prodotto, ad es. soddisfino le prescrizioni per scatole da parete in accordo con la Norma CEI EN 60670 (CEI 23-48)
 - E' vietato l'uso dei conduttori PEN (schema TN-C); la prescrizione non è valida per le condutture che transitano soltanto.
 - Le condutture elettriche che attraversano le vie d'uscita di sicurezza non devono essere d'ostacolo al deflusso delle persone e preferibilmente non essere a portata di mano; comunque, se a portata di mano, devono essere poste entro involucri o dietro barriere che non creino intralci al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione.
 - I conduttori dei circuiti in corrente alternata devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti, delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, particolarmente quando si usano cavi unipolari.

Ovviamente anche agli impianti in luoghi a maggiore rischio in caso d'incendio si devono applicare i criteri generali di esecuzione e di protezione previsti nella Norma CEI 64 - 8.

h) Tipi di condutture ammesse:

Le condutture, comprese quelle che transitano soltanto, sono suddivise in tre gruppi a seconda della loro pericolosità per l'innesco e la propagazione dell'incendio.

Al 1° gruppo (chiamato gruppo "a" nella Norma CEI 64-8) appartengono le condutture che non possono provocare né innesco né propagazione dell'incendio.

Al 2° gruppo (chiamato gruppo "b" nella Norma CEI 64-8) appartengono le condutture che presentano solo pericolo di propagazione dell'incendio.

Al 3° gruppo (chiamato gruppo "c" nella Norma CEI 64-8) appartengono le condutture che possono presentare pericolo sia per la propagazione che per l'innesco d'incendio.

Appartengono al 1° gruppo le condutture di qualsiasi tipo incassate in strutture incombustibili o costituite da cavi ad isolamento minerale con guaina esterna metallica e le condutture realizzate con cavi in tubi o canali metallici, con grado di protezione almeno IP4X.

La funzione del conduttore di protezione può essere svolta dalla guaina metallica del cavo ad isolamento minerale o dai tubi protettivi e canali idonei.

Al 2° gruppo appartengono le condutture dotate di cavi multipolari con schermo concentrico (anche di tipo minerale) o con schermo sulle singole anime e dotate di guaina esterna non metallica.

La funzione del conduttore di protezione è svolta dalla schermatura stessa.

Appartengono al 3° gruppo le condutture diverse da quelle precedenti, realizzate con cavi multipolari provvisti di conduttore di protezione installati anche a vista e cavi unipolari e multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in canale di metallo aperto o in tubi protettivi e canali non di metallo con grado di protezione almeno IP4X, resistenti a 850°C (salvo non siano soggetti a norme specifiche). Anche i binari elettrificati ed i condotti sbarre appartengono a questo gruppo.

La funzione del conduttore di protezione nel canale di metallo può essere svolta dal canale stesso o da un conduttore apposito (nudo o isolato). Nei canali o tubi non metallici, un conduttore nudo posto all'interno rappresenta una cautela aggiuntiva soprattutto nel caso di cavi multipolari.

Per i binari e i condotti l'attitudine alla propagazione dell'incendio deve essere valutata per la loro costruzione con prove specifiche.

i) Protezione delle condutture elettriche.

I circuiti, che entrano o attraversano gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio, devono essere protetti contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti con dispositivi di protezione posti all'origine dei circuiti stessi.

Per la protezione delle condutture del 1° e 2° gruppo sono sufficienti le prescrizioni generali della Norma CEI 64-8. I circuiti del 3° gruppo, singoli o raggruppati, non rinchiusi in involucri con grado di protezione almeno IP 4X, devono essere protetti, oltre che dal sovraccarico e dal cortocircuito, in uno dei modi seguenti:

- con dispositivo a corrente differenziale avente corrente d'intervento non superiore a 0,3 A, anche ritardato, per sistemi TT e TN; quando i guasti resistivi possono comportare pericolo di innesco dell'incendio si devono utilizzare interruttori differenziali con I_{dn} non superiore a 30 mA,
- con dispositivo di sorveglianza che rileva con continuità le correnti di dispersione verso terra e provoca automaticamente l'apertura del circuito quando l'isolamento si rivela carente, per i sistemi IT; in alternativa il dispositivo può azionare un allarme ottico ed acustico; questo secondo provvedimento va attuato in alternativa al primo quando non sia possibile, per ragioni di continuità di servizio, provocare l'apertura del circuito al manifestarsi di un decadimento d'isolamento.

I suddetti provvedimenti non si applicano:

- ai circuiti di sicurezza,
- ai tratti finali uscenti dai tubi o dagli involucri protettivi per il collegamento agli utilizzatori.

È interessante notare come l'interruttore differenziale sia con questo provvedimento riconosciuto efficace anche per la protezione contro i pericoli di innesco d'incendio purché la corrente differenziale non sia superiore a 0,3 A.

j) Requisiti delle condutture per evitare la propagazione dell'incendio.

Per le condutture di tipo 2° e 3° gruppo la propagazione dell'incendio lungo le stesse deve essere evitata in uno dei modi indicati nei punti a), b), c) seguenti:

- utilizzando cavi "non propaganti la fiamma" in conformità con la Norma CEI EN 50265 (CEI 20-35) quando:
 - 1) sono installati individualmente o sono distanziati tra loro non meno di 250 mm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso,
 - 2) i cavi sono installati individualmente in tubi protettivi o involucri con grado di protezione almeno IP4X.
- utilizzando cavi "non propaganti l'incendio" installati in fascio in conformità con la Norma CEI EN 50266 (CEI 20-22 cat. II e/o cat. III); peraltro, qualora essi siano installati in quantità tale da superare il volume unitario di materiale non metallico stabilito dalla Norma CEI EN 50266 per le prove, devono essere adottati provvedimenti integrativi analoghi a quelli indicati in c);
- adottando sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti come indicato nella Norma CEI 11-17. Inoltre, devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio. Le barriere tagliafiamma devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno pari a quelle richieste per gli elementi costruttivi del solaio o parete in cui sono installate (art. 527.2).

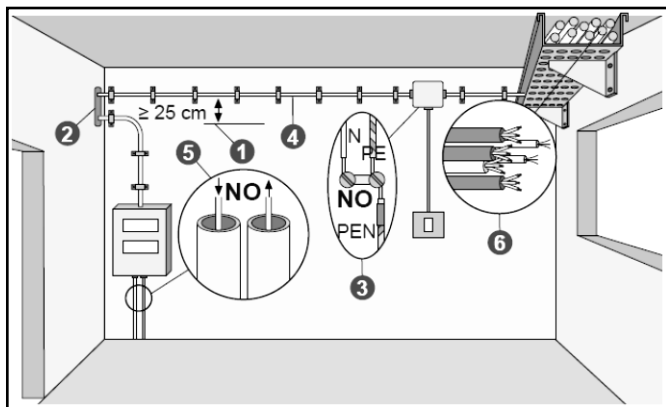
k) Prescrizioni aggiuntive

Per i cavi delle condutture del 2° e 3° gruppo si deve valutare il rischio nei riguardi dei fumi, gas tossici e corrosivi in relazione alla particolarità del tipo di installazione e dell'entità del danno probabile nei confronti di persone e/o cose, al fine di adottare opportuni provvedimenti; a tal fine sono considerati adatti i cavi senza alogeni (LSOH) rispondenti alle Norme CEI EN 50266 (CEI 20-22), CEI EN 50267 e CEI EN 50268 (CEI 20-37) per quanto riguarda le prove.

Le tipologie di cavo sopra riportate sono conformi alle Norme CEI 20-13, CEI 20-38 e alla Norma CEI 20-20/15.

NOTA: si ricorda che devono essere rispettate le condizioni di cui in 751.042.8 b) della Norma CEI 64-8.

l) Esempio d'installazione per evitare che le condutture siano causa di innesco e propagazione negli ambienti a maggior rischio:



- 1) I cavi di tipo ordinario (CEI 20-35) posati in vista devono essere distanziati dai cavi vicini non meno di 25 cm.
- 2) I passaggi di pareti e solai che dividono compartimenti antincendio devono essere sigillati con materiali incombustibili.
- 3) Non è ammesso il PEN, cioè unire neutro e terra.
- 4) I tipi di condutture non propaganti l'incendio non hanno limitazioni salvo quelle del caso 6.
- 5) Nei tubi e nei condotti metallici devono sempre essere contenuti tutti i conduttori di un circuito per evitare riscaldamento causati all'induzione elettromagnetica.
- 6) I cavi di tipo non propagante l'incendio (CEI 20-22) non devono essere raggruppati in modo tale da superare il quantitativo di isolante per metro stabilito dalla norma CEI 20-22.

6.14 Precisazioni

L'impianto è stato progettato sulla base delle informazioni e dichiarazioni raccolte presso la Committenza che integralmente sottoscrive la presente per accettazione.

Lo stesso, è quindi specificatamente utilizzabile per gli usi dichiarati.

Sarà responsabilità del Committente fare effettuare regolari e periodiche manutenzioni e verifiche.

Gli impianti elettrici oggetto della presente relazione, dovranno essere eseguiti secondo le disposizioni generali e particolari riportate nel presente elaborato e comunque fermo restando l'osservanza dei criteri di buona tecnica impiantistica.

Una volta ultimata l'esecuzione dell'impianto elettrico, le eventuali varianti avvenute in corso d'opera e concordate con la D.L., dovranno essere apportate nei documenti originali di aggiornamento del presente elaborato.

Diversamente non ci assumiamo alcuna responsabilità sulla documentazione non rispondente alla situazione impiantistica reale e finale. L'impresa installatrice è tenuta ad eseguire gli impianti a regola d'arte utilizzando materiali costruiti allo scopo. I materiali ed i componenti realizzati secondo le norme tecniche di sicurezza dell'Ente Italiano di Unificazione (UNI) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI), nonché nel rispetto di quanto prescritto dalla legislazione tecnica vigente in materia, si considerano costruiti a regola d'arte.

Questi impianti una volta ultimati dovranno avere un pregevole aspetto estetico ed essere perfettamente funzionanti e completi dei relativi accessori.

Ai sensi del DM37/08, l'impresa installatrice, inoltre, è tenuta, a fine lavori, a rilasciare apposita Dichiarazione di Conformità corredata degli allegati obbligatori e facoltativi.

7.

IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra unico per tutto il complesso risulta così formato:

Dispersore

Costituito da dispersori di fatto che verranno realizzati connettendo elettricamente le piastre al piede dei pilastri all'armatura di fondazione della struttura e collegamento all'impianto di terra esistente.

Per il dispersore si consiglia l'impiego di rame, acciaio rivestito di rame, materiali ferrosi zincati (questi ultimi solo se compatibili con il tipo di terreno).

Le giunzioni tra i vari elementi del dispersore e con il conduttore di terra devono essere eseguite con saldatura forte o autogena o con robusti morsetti o manicotti che assicurino un contatto equivalente a quello della saldatura; le giunzioni devono essere protette contro le corrosioni. I morsetti ed i bulloni possono essere di acciaio zincato a caldo, rame indurito o acciaio inox; è ammesso l'uso di bulloni zincati elettroliticamente purché verniciati; anche le saldature di materiali ferrosi devono essere verniciate quando non sono annegate nel calcestruzzo.

Conduttore di Terra

Corda giallo/verde da 16 mm² che collega il collettore di terra principale **MT** al dispersore.

Collettore di Terra

Il collettore di terra sarà costituito da una barra.

Al collettore di terra devono essere collegati:

- o il conduttore di terra,
- o i conduttori di protezione,
- o i conduttori equipotenziali principali,
- o i conduttori di terra funzionale.

Conduttori di protezione

I conduttori di protezione possono essere costituiti da:

- o anime di cavi multipolari,
- o cavi nudi o cavi unipolari che fanno parte della stessa conduttura dei conduttori attivi (fasi/e e neutro),
- o cavi nudi o cavi unipolari che non fanno parte della stessa conduttura dei conduttori attivi (fasi/e e neutro).

Collegamenti equipotenziali principali

Dovranno avere sezione $\geq$ a metà di quella del conduttore di protezione principale, con un minimo di 6 mm² (se il conduttore è in rame la sezione massima può essere 25 mm²). Il collegamento equipotenziale principale della tubazione dell'acqua sarà eseguito con cavo giallo/verde di tipo N07V-K di sezione 16 mm²; il collegamento equipotenziale principale della tubazione del gas sarà eseguito con cavo giallo/verde di tipo N07V-K di sezione 16 mm²

Collegamenti equipotenziali supplementari

Connessione di due masse (parti conduttrici facenti parte dell'impianto elettrico): sezione $\geq$ a quella del conduttore di protezione di sezione minore.

Connessione di massa a massa estranea (parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico): sezione $\geq$ a metà della sezione del conduttore di protezione

della massa.

Connessione di due masse estranee: sezione $\geq 2,5 \text{ mm}^2$ con protezione meccanica, $\geq 4 \text{ mm}^2$ senza protezione meccanica.

Connessione di massa estranea all'impianto di terra o al conduttore di protezione: sezione $\geq 2,5 \text{ mm}^2$ con protezione meccanica, $\geq 4 \text{ mm}^2$ senza protezione meccanica.

Il collegamento equipotenziale supplementare può essere realizzato con masse estranee purché sia assicurata la continuità elettrica e garantita la protezione meccanica, chimica ed elettrochimica; la conduttanza sia almeno uguale a quella del conduttore di protezione corrispondente e gli elementi non possano essere rimossi e siano stati previsti per tale impiego.

Il collegamento equipotenziale supplementare delle tubazioni del riscaldamento **dovrà** essere eseguito con cavo giallo/verde di tipo N07V-K di sezione 16 mm^2 nella centrale termica.

Dal collettore di terra si deriveranno i conduttori di protezione delle varie utenze.

Le sezioni minime dei vari componenti devono essere rispondenti a quanto stabilito dalle Norme CEI 64-8/5 "messa a terra e conduttori di protezione".

Alcune caratteristiche dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali si trovano riassunte al punto 8.9.

Verifiche di collaudo

Gli impianti di messa a terra, devono essere verificati sia in occasione della messa in servizio dell'impianto sia periodicamente.

Coordinamento dell'impianto di terra con i dispositivi di interruzione.

Per il "sistema TT", dove il conduttore di protezione deve essere distribuito separatamente dal conduttore di neutro, la protezione contro i contatti indiretti è realizzata coordinando l'impianto di terra con l'interruttore differenziale.

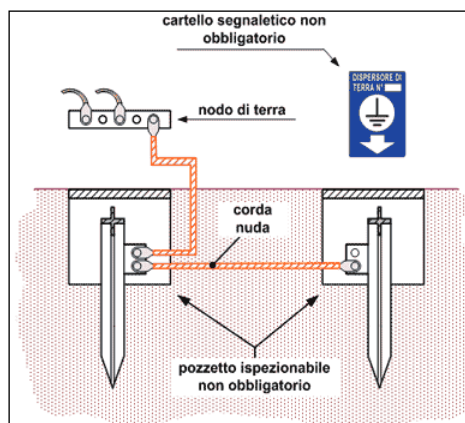
Questo tipo di protezione assicura l'apertura dei circuiti da proteggere non appena correnti di guasto creano situazioni di pericolo.

Affinché detto coordinamento sia efficace l'impianto di terra deve avere una resistenza totale non superiore al valore calcolato osservando quanto specificato dalla Norma CEI 64-8:

$$R_E \leq V / I_{\Delta}$$

dove: I_{Δ} è la corrente di intervento differenziale nominale più elevata (in ampere) tra gli interruttori differenziali;

V è il valore in Volt della tensione di contatto massima ammissibile che per questo tipo di impianto è assunta pari a **50V**.



Tipico realizzazione impianto di dispersione



Tipico cartello per l'indicazione della posizione del dispersore

Nel caso specifico, la maglia di terra è rappresentata dai tondini di armatura della fondazione (si considera 1 ferro $\phi 14$ lungo 7,5m collegato tramite morsetto alla piastra al piede del 2° portale, sui 2 lati) e pertanto:

id	dispersore		numero		ρ_{MIN}	ρ_{MAX}	RMIN	RMAX
	tipologia	dettaglio	nr.	L.			Ω	Ω
1	lineare	ferro armatura $\phi 14$	2	7,5	50	300	3,33	20,00

Tipo di terreno	Resistività del terreno ρ [Ωm]	
	Intervallo dei valori	Valor medio
Paludoso	2 - 50	30
Argilloso	2 - 200	40
Limo e sabbia argillosa, humus	20 - 260	100
Sabbia e terra sabbiosa	50 - 3.000	200 (umido)
Torba	> 1.200	200
Ghiaia umida	50 - 3.000	1.000 (umido)
Terreno pietroso e sassoso	100 - 8.000	2.000
Calcestruzzo: 1 parte cemento + 3 di sabbia	50 - 300	150
Calcestruzzo: 1 parte cemento + 5 di sabbia	100 - 8.000	400

Tabella 1 – Resistività del terreno ρ per diverse tipologie di terreno [2] [3]

corrente di contatto limite	50,00	(V)	
corrente di intervento (Q1)	1,00	(A)	
resistenza massima di terra ammissibile	50,00	(Ω)	
Resistenza massima calcolata	20,00	(Ω)	OK

8.

CRITERI DI CARATTERE GENERALE

Vengono qui di seguito menzionate alcune note legate alla realizzazione e manutenzione dell'impianto.

- a) Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati devono essere rispondenti alle norme **CEI** ed alle tabelle di unificazione **CEI-UNEL** ove queste esistano. Essi dovranno essere adatti all'ambiente in cui saranno installati e dovranno avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.
- b) Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia **CEI** e la lingua italiana.
- c) I diversi circuiti di alimentazione saranno alimentati alla tensione di 230 Volt (fase-neutro) per utilizzatori monofase ed alla tensione nominale di 400 V (fase-fase) per utilizzatori trifase.
- d) La strutturazione dei vari gruppi sarà effettuata in modo tale da ottenere un bilancio dei carichi sulle tre fasi L1-L2-L3 il più uniforme possibile con tutti gli utilizzatori inseriti.
- e) Il tipo di materiale da utilizzare dovrà essere conforme a quanto indicato nei disegni e/o nell'elenco dei materiali allegati.

In ogni caso la ditta installatrice dovrà controllare e verificare durante l'esecuzione dei lavori che siano rispettate le condizioni di seguito elencate.

8.1 Quadri elettrici

L'ubicazione ed il collegamento fra le diverse apparecchiature elettriche, nonché le caratteristiche degli interruttori di smistamento, sono rilevabili dagli schemi unifilari e dalle planimetrie allegate.

I quadri elettrici conterranno profilati normalizzati nei quali saranno fissate e bloccate con molta cura le apparecchiature elettriche al fine di evitare dannosi allentamenti della bulloneria.

La disposizione delle apparecchiature deve essere fatta in modo che sia rispettato un determinato ordine e ci sia una rispondenza tra le apparecchiature montate sul fronte e quelle montate all'interno; nello stesso tempo si dovrà tenere conto delle future necessità di esercizio e manutenzione con un facile e comodo accesso a tutte le parti montate all'interno.

Le sbarre e le connessioni dovranno avere sezioni largamente dimensionate alle correnti convogliate e ancorate con sostegni adatti a sopportare le sollecitazioni elettrodinamiche dovute alle correnti di corto circuito.

Le connessioni ausiliarie dovranno tutte essere appoggiate a morsettiere ad elementi componibili.

I dispositivi installati saranno protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere la leva di manovra e completi di cartelli indicatori della funzione svolta, come mostrato sugli schemi elettrici dei quadri stessi.

L'accesso alle parti interne dovrà tenere conto della sicurezza delle persone e della possibilità di venire accidentalmente a contatto con parti in tensione.

Le apparecchiature montate all'interno dei quadri, ed in modo particolare le parti di più frequente ispezione quali fusibili e relè, saranno facilmente identificabili ed accessibili per l'esercizio e la manutenzione dei quadri stessi.

In ogni caso la ditta installatrice dovrà fornire quadri elettrici che per struttura e cablaggio siano perfettamente adatti all'impiego destinato, sicuri nel funzionamento e conformi alla normativa vigente (in particolare alle Norme EN 61439-1 **CEI 17-113** e la EN 61439-2 **CEI 17-114**).

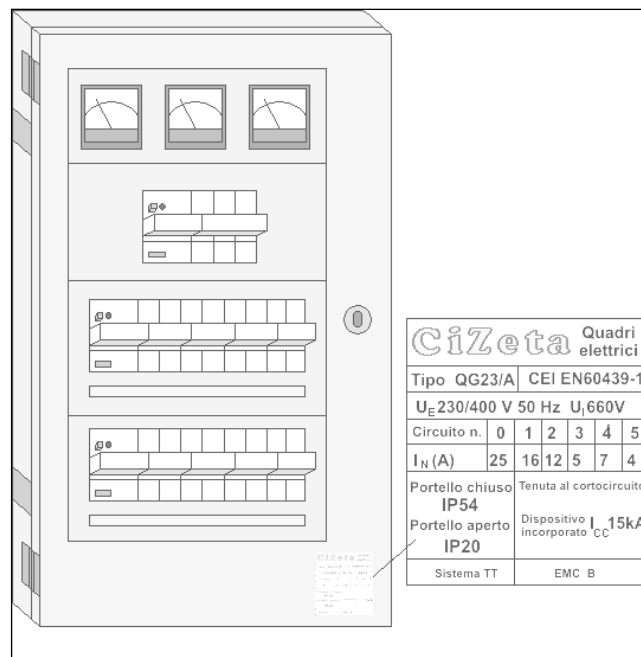
Ogni quadro deve possedere una targa sulla quale devono essere riportate in modo permanente le principali informazioni tecniche. Deve essere indicato necessariamente:

- 1) il nome o il marchio di fabbrica del costruttore;
- 2) il tipo o numero di identificazione o altro mezzo di identificazione che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni fondamentali;
- 3) la data di costruzione;
- 4) la norma EN 61439-X dove la parte "X" deve essere identificata in relazione al la norma di prodotto applicabile al tipo di quadro.

Sulla targa deve essere obbligatoriamente stampigliato, in modo permanente, nome o marchio di fabbrica del costruttore che si assume la responsabilità del quadro.

Ulteriori indicazioni, alcune, in relazione al tipo di quadro, solo quando applicabili, devono essere fornite nella documentazione tecnica che accompagna il quadro (eventualmente riportate anche in targa):

- 1) tensione nominale (U_n);
- 2) tensioni nominali di impiego dei circuiti (U_e);
- 3) tensione nominale di tenuta a impulso (U_{imp});
- 4) tensione nominale di isolamento (U_i);
- 5) corrente nominale del quadro (I_n);
- 6) corrente nominale di ogni circuito (I_{nc});
- 7) corrente nominale ammissibile di picco (I_{pk});
- 8) corrente nominale ammissibile di breve durata (I_{cw});
- 9) corrente nominale di cortocircuito condizionata (I_{cc});
- 10) frequenza nominale (f_n);
- 11) fattore nominale di contemporaneità (RDF);
- 12) grado di protezione (**grado IP**);
- 13) protezione contro l'impatto meccanico (**grado IK**);
- 14) grado di inquinamento;
- 15) modi di collegamento a terra;
- 16) installazione all'interno e/o all'esterno;
- 17) quadro fisso o mobile;
- 18) utilizzo da parte di persone istruite o comuni;
- 19) classificazione della compatibilità elettromagnetica (**EMC**);
- 20) condizioni speciali di servizio;
- 21) configurazione esterna (es. quadro chiuso, aperto, ad armadio, a banco, ecc..);
- 22) tipo di costruzione, esecuzione fissa o con parti asportabili;
- 23) misure di protezione aggiuntive contro lo l'elettrocuzione;
- 24) dimensioni esterne e peso (se superiore ai 30 kg)
- 25) tenuta al cortocircuito e natura dei dispositivi di protezione contro il cortocircuito



In figura è riportato un esempio di targa sulla quale sono riassunte sinteticamente le principali informazioni.

Il costruttore deve riportare su cataloghi o su documenti che accompagnano il quadro le eventuali condizioni per un adeguato e corretto trasporto, una corretta installazione e messa in servizio e le istruzioni per un regolare funzionamento e una adeguata manutenzione.

Ogni quadro elettrico dovrà inoltre essere corredato di:

- a) illuminazione interna che si accenda possibilmente automaticamente all'apertura della portella (quando esplicitamente richiesto),
- b) serratura apribile con chiave,
- c) schema elettrico aggiornato, completo delle diciture di riferimento dei conduttori e delle morsettiere,
- d) custodia interna nella quale porre copia degli schemi elettrici.

Quando il quadro è richiesto in esecuzione stagna andrà usata particolare cura nella realizzazione delle chiusure delle porte e dei pannelli la cui tenuta va garantita con opportune guarnizioni; di analoghe guarnizioni dovranno essere muniti gli strumenti, le lampade spia, i pulsanti, le serrature, ecc.

Inoltre in questo caso il quadro deve essere chiuso nella parte inferiore ed essere munito degli appositi passacavi o guarnizioni a tenuta per l'uscita dei cavi.

8.2 Conduttori

La sezione, formazione e il tipo dei conduttori che saranno utilizzati dovranno essere conformi a quanto indicato nei disegni.

La ditta installatrice dovrà controllare e verificare durante l'esecuzione dei lavori che siano rispettate le seguenti condizioni:

- a) i conduttori da utilizzare dovranno essere di tipo non propagante l'incendio (CEI 20-22), contrassegnati con Marchio Italiano di Qualità o Armonizzato Europeo,
- b) il grado di isolamento minimo dovrà essere:
 - 05 (300/500V) per impianti a tensione inferiore a 50V (impianti di comando e segnalazione),
 - 07 (450/750V) per impianti di energia,
- c) la sezione minima dei conduttori in rame utilizzati in qualunque punto dell'impianto dovrà essere:
 - 1,5 mm² per circuiti di potenza ad installazione fissa,
 - 0,5 mm² per circuiti di comando e di segnalazione ad installazione fissa,
 - 0,1 mm² per circuiti di comando e di segnalazione ad installazione fissa destinati ad apparecchiature elettroniche.

Indipendentemente dalle sezioni di cui sopra, le varie linee dovranno essere dimensionate in modo tale che:

- a) il valore della caduta di tensione sia inferiore o uguale al 4% sia per l'illuminazione sia per la F.M. della tensione nominale (la caduta di tensione è misurata fra il Quadro Sottocontatore e la fine di ogni linea con tutti gli utilizzatori inseriti),
- b) la colorazione dei conduttori sia la seguente:
 - conduttore di neutro = **azzurro**,
 - conduttore di fase = **marrone** / **nero** / **grigio**,
 - conduttore di protezione = **giallo-verde**,
- c) le giunzioni dei conduttori dovranno essere effettuate all'interno di cassette di derivazione con l'utilizzo di appositi morsetti a cappuccio con serraggio di tipo indiretto, adatti per tensioni fino a 750 V e aventi sezione adeguata alle dimensioni dei conduttori (non sono ammesse giunzioni nastrate),
- d) i cavi unipolari e multipolari in rame isolato e con guaina esterna in PVC non propagante la fiamma saranno del tipo FG7R 0,6/1 o N1VV-K , conformi alle norme CEI 20-14, 20-22, e 20-37, e tabelle UNEL 35755-56, per tensioni nominali pari a 600/1000V e 450/750V,
- e) nelle cassette di derivazione e nei quadri i conduttori dovranno essere marchiati e identificati da terminali in materiale plastico colorato o da fascette numerate per contraddistinguere i vari circuiti e la funzione di ogni conduttore,
- f) l'ingresso dei cavi nelle scatole di transito e di derivazione deve essere sempre eseguito a mezzo di appositi raccordi pressacavo.

IMPIEGO CONSIGLIATO PER I PRINCIPALI TIPI DI CAVI

SIGLA DI DESIGNAZIONE	IMPIEGO CONSIGLIATO
N07V-U N07V-R N07V-K	Installazione entro tubi protettivi in vista od incassati, o entro sistemi chiusi similari, per impianti per i quali le Norme CEI prevedono cavi non propaganti l'incendio.
N07G9-K FM9-450/750 V	Installazione entro tubi protettivi in vista od incassati, o entro sistemi chiusi similari, per impianti per i quali le Norme CEI prevedono cavi non propaganti l'incendio e basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi.
N1VV-K	Installazione in ambienti interni o esterni, anche bagnati; posa fissa su muratura o su strutture metalliche; posa interrata (ammessa); per impianti per i quali le Norme CEI prevedono cavi non propaganti l'incendio.
FG7(O) R-0,6/1 kV	Installazione in ambienti interni o esterni, anche bagnati; posa fissa su muratura o su strutture metalliche; posa interrata (ammessa); per impianti per i quali le Norme CEI prevedono cavi non propaganti l'incendio.
FG10(O) M1 0,6/1 kV	Installazione come per cavi FG7(O)R-0,6/1 kV, in impianti per i quali le Norme CEI prevedono cavi non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas, tossici e corrosivi (CEI 20-13).
FG10(O) M10 0,6/1 kV	Installazione come per cavi FG7(O)R-0,6/1 kV, in impianti per i quali le Norme CEI prevedono cavi non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas, tossici e corrosivi, e con una resistenza al fuoco in accordo con la Norma CEI 20-36 e 20-45.
Cavi con isolamento minerale CEI 20-39 provvisti o sprovvisti di guaina supplementare non metallica	Installazione dove si vogliano evitare fumi e gas tossici e si richiede una resistenza al fuoco in accordo con la Norma CEI 20-36.
FROR 450/750 FROH 2R-450/750 V	Installazione all'interno, in ambienti secchi o umidi, all'esterno solo per uso temporaneo all'esterno. Adatto per servizio mobile e per posa fissa non propaganti l'incendio.
H07RN-F	Installazione in locali secchi o bagnati, anche all'aperto, in officine industriali, in luoghi agricoli ed in cantieri edili. Questo cavo è adatto per essere usato su apparecchi di riscaldamento e di sollevamento, su grosse macchine utensili e su parti mobili di macchine.
H07RN8-F	Per installazione sommersa per fontane, piscine, pompe sommerse, ecc. (in conformità alla Norma CEI 20-19/16).
H05VVC4V5-K	Installazione entro tubi protettivi in vista od incassati, o entro sistemi chiusi similari, per impianti destinati a locali ad uso medico, quando sono previsti cavi adatti ad evitare interferenze elettromagnetiche.

Particolare attenzione deve inoltre essere riservata agli impianti destinati agli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio, che devono essere realizzati in conformità alle prescrizioni imposte dalla sezione 751 della Norma CEI 64-8.

Tra questi ambienti spiccano quelli in cui l'indice di rischio è reso elevato dalla densità di affollamento e/o dell'elevato tempo di sfollamento in caso d'incendio, quali ad esempio: alberghi, locali di pubblico spettacolo, scuole, centri commerciali. L'articolo 751.04.3 della Norma CEI 64-8 indica come adatti alla realizzazione degli impianti elettrici in questa tipologia di ambienti i cavi LSOH (Low Smoke Zero Halogen) ossia cavi rispondenti alle norme CEI EN 50266 (CEI 20-22), CEI EN 50267 e CEI EN 50268 (CEI 20-37) che in caso d'incendio non emettono fumi opachi, gas tossici e/o corrosivi.

Sono, ad esempio, cavi LSOH:

- cavi con tensione $U_0/U = 0,6/1$ kV: FG70M1, FG70M2, FG100M1, FG100M2;
- cavi con tensione $U_0/U = 450/750$ V: N07G9-K, FM9.

La prerogativa di non emettere fumi opachi o sostanze pericolose in caso d'incendio non è però illimitata, ma dipende dal numero di cavi, in funzione della sezione degli stessi, raggruppati in fascio.

Questa informazione non sempre è facilmente reperibile su tabelle e cataloghi; un'indicazione di

massima, viene fornita dalla tabella seguente che raccoglie le indicazioni della Guida CEI 64-50 e delle norme di prodotto dei cavi LSOH (norme CEI 20-22 II e 20-22 III).

DIFFERENZA TRA CAVI POSATI A FASCIO APPARTENENTI ALLE CATEGORIE II E III DELLA NORMA CEI 20-22

Cavo	Riferimento Normativo	Sezione	Numero cavi
FG7OR 0,6/1 kV	CEI 20-13 – CEI 20-22 I	4x2,5 mm ²	47
FG7OM1 0,6/1 kV	CEI 20-13 – CEI 20-22 III	4x2,5 mm ²	10
FG10OM1 0,6/1 kV	CEI 20-38 – CEI 20-22 III	4x2,5 mm ²	10
FG7OR 0,6/1 kV	CEI 20-13 – CEI 20-22 I	4x6 mm ²	36
FG7OM1 0,6/1 kV	CEI 20-13 – CEI 20-22 III	4x6 mm ²	8
FG10OM1 0,6/1 kV	CEI 20-38 – CEI 20-22 III	4x6mm ²	8
FG7OR 0,6/1 kV	CEI 20-13 – CEI 20-22 I	4x16 mm ²	22
FG7OM1 0,6/1 kV	CEI 20-13 – CEI 20-22 III	4x16 mm ²	5
FG10OM1 0,6/1 kV	CEI 20-38 – CEI 20-22 III	4x16 mm ²	5
FG7OR 0,6/1 kV	CEI 20-13 – CEI 20-22 I	1x240 mm ²	21
FG7OM1 0,6/1 kV	CEI 20-13 – CEI 20-22 III	1x240 mm ²	4
FG10OM1 0,6/1 kV	CEI 20-38 – CEI 20-22 III	1x240 mm ²	4

8.3 Tubi protettivi

Un sistema di tubi è costituito dall'insieme di tubi protettivi e relativi accessori destinati alla protezione di conduttori o cavi negli impianti elettrici o di telecomunicazione. Il tubo, è un “involucro chiuso, di sezione generalmente circolare, destinato alla messa in opera o alla sostituzione mediante tiro di cavi”, il tubo permette il solo “infilaggio”, o “sfilaggio” per un'eventuale sostituzione, di conduttori e cavi.

I sistemi di tubi sono riferibili a quattro fondamentali norme di prodotto:

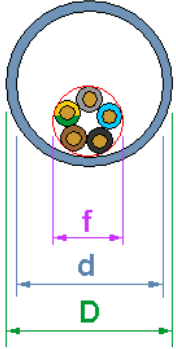
EN 61386-1 (CEI 23-80), prescrizioni generali; EN 61386-21 (CEI 23-81), tubi rigidi; EN 61386-22 (CEI 23-82), tubi pieghevoli; EN 61386-23 (CEI 23-83), tubi flessibili.

Le tubazioni dovranno essere scelte secondo i seguenti criteri:

- tubo in materiale plastico rigido pesante per gli impianti incassati oppure interrati,
- tubo in materiale isolante flessibile pesante o leggero per la posa rispettivamente sottopavimento e sottotraccia, nel tal caso, come consigliato anche dalla guida CEI 64-100/2, per meglio distinguere il tipo di impianto corrispondente si consiglia il rispetto della seguente colorazione delle tubazioni corrugate posate sottotraccia: tubazione **NERA** per la distribuzione di energia elettrica (potenza, illuminazione, movimentazione, ecc.), automazione domestica, tubazione **VERDE** per la distribuzione dell'impianto telefonico, trasmissione dati, ricezione segnali TV/SAT, tubazione **MARRONE** per la distribuzione degli impianti di sicurezza (allarme intrusione/furto, soccorso e allarmi tecnici) e tubazione **AZZURA** per la distribuzione degli impianti cito/videocitofonici, telefonici e audio/video (Hi-Fi),
- tubo in PVC rigido e relativi raccordi per gli impianti a vista, dove non necessita una notevole resistenza meccanica e in presenza di temperature non eccessive,
- tubo in acciaio zincato per tutti gli impianti protetti in vista ed incassati, dove necessita una buona resistenza meccanica,
- in acciaio senza saldatura UNI 7683 con filettatura gas conica UNI 6125, zincati a fuoco esternamente ed internamente, lisci all'interno in tutti gli impianti a tenuta perfettamente stagna dove necessita anche una valida resistenza meccanica, ed in esecuzione antideflagrante,
- tubo flessibile in acciaio rivestito in PVC per il raccordo delle tubazioni o cassette alle apparecchiature mobili e soggette a vibrazioni,
- nei vespai e nei tratti interrati dovranno impiegarsi cavidotti di materiale dielettrico di elevata resistenza meccanica,
- il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti con un minimo di 10 mm,
- i conduttori posati in tubazioni o condotti devono risultare sempre sfilabili e reinfiliabili, quelli posati in passerelle o canali e entro vani (continui e ispezionabili) devono poter essere sempre rimossi o sostituiti,
- il percorso delle tubazioni dovrà essere sempre verticale od orizzontale; le curve dovranno essere eseguite in modo da garantire la

sfilabilità dei conduttori,

- k) non è inoltre ammesso l'uso di derivazioni a "T" sui tubi ma solamente tramite scatole e/o cassette di derivazione,
- l) non è ammesso per le tubazioni in acciaio l'impiego di curve stampate o prefabbricate e l'impiego di derivazioni a "T"; tutte le curve dovranno essere eseguite con largo raggio, in relazione anche alla flessibilità dei cavi contenuti, mediante l'impiego di apposite macchine piegatubi,
- m) il sistema di fissaggio dei tubi a vista sarà sottoposto per approvazione alla D.L., la quale dovrà dare il proprio benestare,
- n) ad ogni brusca deviazione, ad ogni derivazione da linea principale a secondaria ed in ogni locale servito la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione,
- o) nelle cassette di derivazione i conduttori potranno transitare oppure derivarsi, nel qual caso le stesse dovranno essere corredate di morsettiera adeguata e tutte indistintamente dovranno essere contraddistinte per ogni singolo servizio con un simbolo sul coperchio,
- p) circuiti appartenenti, nello stesso locale, a sistemi elettrici diversi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate; tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili, se non a mezzo di attrezzo,
- q) nei tubi e condotti non devono essere presenti giunzioni, derivazioni o morsetti,
- r) l'ingresso delle tubazioni nelle cassette di derivazione montate a vista dovrà essere eseguito mediante l'impiego di appositi raccordi, in particolare quelli sulle tubazioni flessibili in acciaio dovranno avere grado di protezione identico all'impianto,
- s) nei disegni allegati al progetto vengono indicati, caso per caso, il grado di protezione IP i tipi e i diametri dei tubi da impiegare,
- t) le dimensioni dovranno tuttavia essere verificate all'atto dell'installazione perché sia assicurata in ogni caso un'agevole sfilabilità dei conduttori (ciò è affidato alla Ditta Installatrice sotto la sua responsabilità e sarà verificato in sede di collaudo degli impianti),
- u) nei tratti a vista e negli eventuali tratti controsolfittati i tubi dovranno essere fissati con appositi sostegni in materiale plastico disposti a distanza opportuna ed applicati alle strutture a mezzo di chiodi a sparo o di tasselli ad espansione,
- v) sostegni, chiodi e tasselli non saranno considerati opere murarie; la loro fornitura e posa in opera dovranno pertanto essere considerate fra quanto oggetto del presente progetto,
- w) in tutti i casi in cui saranno impiegati tubi metallici dovrà essere assicurata la continuità metallica dei tubi all'intero loro percorso e la continuità metallica tra i tubi ed il corpo metallico delle cassette e delle scatole di derivazione, ciò nel caso di impiego di cassette metalliche
- x) nel caso di cassette in materiale isolante la connessione metallica dovrà essere assicurata tra il tubo ed il morsetto di terra all'interno della cassetta.

f - diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi d - diametro interno del tubo D - diametro esterno del tubo $d \geq 1,5f$	
La dimensione del tubo può essere stabilita in base alle seguenti regole pratiche: a) definire la quantità di cavi che devono essere infilati nel tubo. b) rilevare il diametro di ogni cavo c) calcolare il diametro medio dei cavi che formano il fascio. d) definire il diametro del cerchio che circoscrive il fascio di cavi aventi il diametro medio (incrementare del 10% il valore ricavato con tratte superiori a 10 m e del 20% se nella tratta sono presenti più di due curve) e) moltiplicare per 1,5 il valore del diametro del cerchio che circoscrive il fascio di cavi aventi il diametro medio scegliere un tubo con diametro interno non inferiore al valore calcolato al punto precedente	

NUMERO MASSIMO DI CAVI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI FLESSIBILI

CAVI							
TIPO		NUM.	1.5	2.5	4	6	10
Cavo unipolare PVA (senza guaina)		1	16	16	16	16	16
		2	16	20	20	25	32
		3	16	20	25	32	32
		4	20	20	25	32	32
		5	20	25	25	32	40
		6	20	25	32	32	40
		7	20	25	32	32	40
		8	25	32	32	40	50
		9	25	32	32	40	50
Cavo Multipolare PVC	Bipolare	1	16	20	20	25	32
		2	32	40	40	50	-
		3	40	40	50	50	-
	Tripolare	1	16	20	25	25	32
		2	32	40	40	50	-
		3	40	50	50	-	-
	Quadripolare	1	25	25	32	32	50
		2	40	50	50	63	-
		3	40	50	50	-	-

NUMERO MASSIMO DI CAVI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI RIGIDI

CAVI							
TIPO	NUM.	1.5	2.5	4	6	10	
Cavo unipolare PVA (senza guaina)	1	16	16	16	16	16	
	2	16	20	20	25	25	
	3	16	20	20	32	32	
	4	16	20	20	32	32	
	5	20	20	20	32	32	
	6	20	20	25	32	40	
	7	20	20	25	32	40	
	8	25	32	32	40	50	
	9	25	32	32	40	50	
Cavo Multipolare PVC	Bipolare	1	16	20	20	25	32
		2	32	40	40	50	-
		3	40	40	50	50	-
	Tripolare	1	16	20	25	25	32
		2	32	40	40	50	-
		3	40	50	50	-	-

8.4 Tubi protettivi per posa interrata

I cavi per posa interrata devono sempre essere dotati di guaina protettiva, protetti contro lo schiacciamento, quando si prevede in superficie il passaggio di mezzi pesanti, protetti contro i danni che possono essere provocati da eventuali scavi manuali, ma soprattutto da scavi che prevedono l'impiego di mezzi meccanici.

La guaina deve proteggere il cavo dalle sollecitazioni di posa e la mescola che la compone deve essere in grado di difendere le anime dal contatto con l'acqua.

Possono essere interrati direttamente, in tubazioni, in cunicoli o in condotti di calcestruzzo con modalità di posa diverse.

I cavi collocati direttamente nel terreno, eventualmente posati su di un alveo di sabbia, devono essere interrati ad una profondità minima di almeno 0,5 m e devono possedere un'armatura metallica di spessore non inferiore a 0,8 mm oppure una protezione meccanica supplementare per tutta la lunghezza.

Se il cavo è armato e posato senza ulteriore protezione meccanica la sua posizione è bene che sia segnalata da apposito nastro monitor.

Le stesse prescrizioni, per quanto riguarda profondità di posa e protezione meccanica supplementare, valgono anche per i cavi posati in tubi non resistenti alle sollecitazioni. I cavi installati in cunicoli, in condotti di calcestruzzo o in tubi in grado di sopportare sollecitazioni

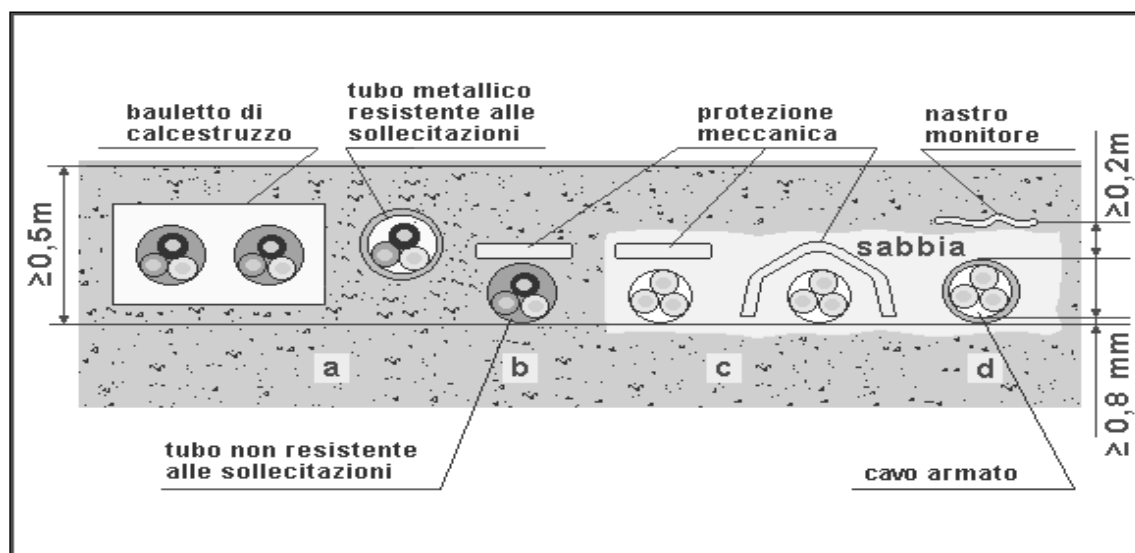
esterne invece possono, se necessario, essere installati a profondità minori di 0,5 m anche senza protezioni supplementari.

Si ricorda che la Norma CEI 23-46, in relazione alla resistenza alla compressione, distingue fra i tubi che possono essere interrati tre tipi di tubi: tubi tipo 250, tubi tipo 450 e tubi 750 (i numeri indicano la forza in newton con cui i tubi vengono provati).

Secondo tale Norma i tubi tipo 450 e 750 possono essere direttamente interrati mentre per i tubi tipo 250 si devono adottare delle precauzioni aggiuntive.

Casi particolari, come l'attraversamento di strade in genere, sono trattati dalla Norma CEI 11-17.

I cavi non devono essere manipolati quando l'isolante è sottoposto a temperature inferiori a 0 °C se in PVC e -5 °C se a base di materiali elastomerici. L'irrigidimento degli isolanti dovuto alle basse temperature può provocare fessurazioni quando i cavi, durante le normali operazioni di posa, sono sottoposti a piegatura.



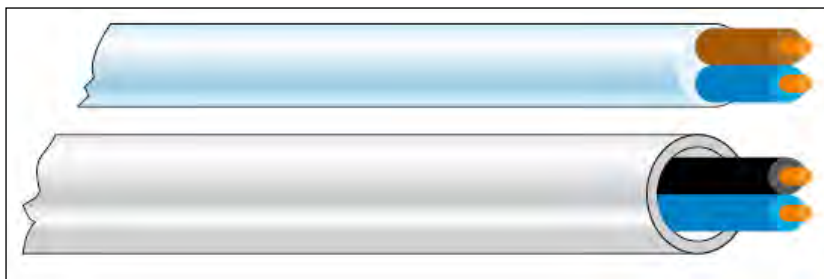
Modalità di posa dei cavi interrati – la profondità minima di posa non deve essere inferiore a 0,5 m dal suolo.

- a) In polifora di calcestruzzo
- b) In tubo resistente alle sollecitazioni esterne
- c) In tubo con protezione meccanica supplementare
- d) Direttamente interrato in letto di sabbia con protezione meccanica aggiuntiva
- e) Cavo armato posato direttamente in un letto di sabbia con aggiunta di nastro monitor

8.5 Colonna montante

Si consiglia la realizzazione del montante “senza masse” (cioè in doppio isolamento o isolamento equivalente). In questo modo, infatti, il montante risulterà per costruzione protetto dai contatti indiretti e, quindi, non sarà necessario alcun interruttore differenziale alla base per la sua protezione.

Ciò si può ottenere semplicemente utilizzando per il montante cavi unipolari posti in un unico tubo protettivo isolante, oppure cavi multipolari con guaina (questi posti anche in un tubo metallico o su passerella metallica), alloggiati anche con altri montanti nello stesso tubo.



Tipologia di cavo multipolare con guaina e cavi unipolari posati in un tubo protettivo isolante

Ai fini della scelta del potere d'interruzione del primo interruttore dell'utente, la Norma CEI “Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica”, precisa che il valore della corrente di cortocircuito da considerare ai morsetti del contatore è di:

6 kA, per le utenze monofase

10 kA, per le utenze trifase sino a 33 kW di potenza disponibile

15 kA per le utenze trifase oltre i 33 kW di potenza disponibile

Dovrà quindi essere previsto alla base del montante, un interruttore avente un potere d'interruzione non inferiore a 6 kA, se monofase, ed a 10/15 kA, se trifase.



L'interruttore di protezione dovrà essere installato ad una distanza massima dal contatore di tre metri.

Nel caso specifico, l'interruttore generale è già presente nel quadro ed è un Merlin Gerin (ora Schneider) tipo Acti9 NG125 con potere di interruzione di 16kA nominali, quindi conforme.

8.6 Canaline e passerelle

Le canaline e le passerelle, utilizzate per realizzare vie cavi aeree all'interno dei fabbricati ed anche all'esterno, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- a) i canali metallici saranno conformi alla norma CEI 23-31,
- b) i canali isolanti saranno conformi alla norma CEI 23-32,
- c) i canali tipo battiscopa saranno conformi alla norma CEI 23-19,
- d) per le canaline e le passerelle in lamiera d'acciaio zincato a caldo, le fiancate, il piano di appoggio e le giunzioni non dovranno presentare bordi o asperità che possano danneggiare i cavi, avranno un grado di protezione almeno IP 2X, se non diversamente indicato negli specifici paragrafi,
- e) all'interno dei canali non è ammessa la posa di cavi unipolari senza guaina,
- f) nel caso di canali e/o tubi metallici, tutti i cavi del medesimo circuito andranno installati obbligatoriamente nello stesso tubo/canale, per evitare surriscaldamenti dovuti a correnti indotte.
- g) essi potranno avere percorsi con andamento sia orizzontale che verticale,
- h) i vari elementi delle canaline/passerelle devono essere realizzati in modo da assicurare la continuità metallica fra gli elementi stessi (in particolare la continuità tra elementi portanti ed eventuali coperchi),
- i) le canaline/passerelle saranno dimensionate per sostenere i pesi dei cavi che verranno di volta in volta specificati. In ogni caso andrà considerato un carico aggiuntivo accidentale pari al peso di una persona, concentrato nel punto medio tra due supporti,
- j) il rapporto tra la sezione della canalina/passerella e l'area della sezione retta occupata dai cavi dovrà essere non inferiore a 2,
- k) nelle canaline/passerelle non devono essere presenti giunzioni, derivazioni, morsetti.

8.7 Scatole e cassette di derivazione

Le scatole e cassette di derivazione e rompitratta dovranno essere scelte secondo i seguenti criteri:

- a) cassette/scatole da incasso in materiale isolante ed incombustibile per gli impianti incassati,
- b) cassette/scatole da parete stagne non propaganti l'incendio per gli impianti in vista, dove non necessiti di una notevole resistenza meccanica, e non in presenza di eccessive temperature,
- c) cassette/scatole adatte per impianti ATEX (a sicurezza),
- d) le dimensioni delle cassette dovranno essere tali da permettere un facile raccordo delle tubazioni ed una ordinata disposizione delle connessioni, dovranno essere scelte in modo che il volume occupato da giunzioni e cavi sia al più uguale al 50% del loro totale volume interno,
- e) ogni impianto F.M., luce, campanelli, telefoni, ecc. dovrà avere una propria cassetta, combinabile in modo rigido eventualmente con altre, od un proprio scomparto diaframmato di cassetta in maniera da essere indipendente da tutti gli altri,
- f) i conduttori in ogni cassetta dovranno essere legati in mazzetti ordinati, circuito per circuito e dovranno permettere una rapida e sicura identificazione di tutti i conduttori per successivi interventi di manutenzione,
- g) le cassette dovranno essere montate con il coperchio a filo di muro in tutti i casi in cui gli impianti siano incassati,
- h) il fissaggio dei coperchi dovrà essere eseguito esclusivamente con viti che andranno ad innestarsi con bussole in materiale isolante,
- i) nei locali dove è possibile riscontrare tracce di umidità, anche saltuaria, le scatole di derivazione dovranno garantire un grado di protezione pari a IP 55, come le parti di linee elettriche e gli imbocchi relativi,
- j) nelle cassette/scatole di derivazione non è ammessa la promiscuità di conduttori facenti parte di circuiti a diversa tensione nominale,
- k) l'ingresso dei tubi nelle scatole di derivazione dovrà essere eseguito mediante l'impiego di appositi raccordi,
- l) le cassette o scatole in corpo metallico dovranno essere dotate di morsetto per il collegamento a terra del corpo della cassetta stessa,
- m) lungo i montanti ed in genere nelle parti di impianto a vista, sul coperchio delle cassette o scatole dovrà essere applicato od un

contrassegno il quale indichi, secondo un codice da stabilire con la Direzione Lavori, il tipo di servizio.

Le dimensioni minime delle cassette ed il numero massimo dei tubi attestabili alle stesse dovranno essere conformi a quanto indicato nella tabella seguente:

Dimensioni interne (mm) L x h x p	Predisposizione numero scomparti	Diametro del tubo (mm)						
		16	20	25	32	40	50	63
90x90x45	1	7	4	3	-	-	-	-
120x100x50	1	10	6	4	-	-	-	-
120x100x70	1	14	9	6	-	-	-	-
150x100x70	1	18	12	8	4	4	2	-
160x130x70	1	20	12	8	6	4	4	-
200x150x70	2	24	16	10	6	4	4	-
300x150x70	3	-	24	16	10	6	5	2
390x150x70	4	-	-	20	12	8	6	3
480x160x70	3	-	-	24	16	10	6	4
520x200x80	3	-	-	-	-	12	8	6

8.8 Morsettiere di giunzione e capicorda

Le morsettiere di giunzione e i capicorda dovranno essere previsti in modo da rendere agevole e razionale il collegamento dei conduttori fra di loro, ai quadri ed alle apparecchiature.

Le morsettiere ai quadri dovranno essere chiaramente contrassegnate e del tipo in policarbonato antiurto e autoestinguente per montaggio su profilato DIN.

I morsetti di giunzione nelle cassette dovranno essere del tipo a serraggio indiretto con fori d'ingresso ad invito conico e corpo in policarbonato antiurto e autoestinguente, grado di protezione IP 20.

I capicorda saranno del tipo a compressione.

I morsetti dovranno essere rispondenti alle Norme di prodotto EN60998 ed EN 60947.

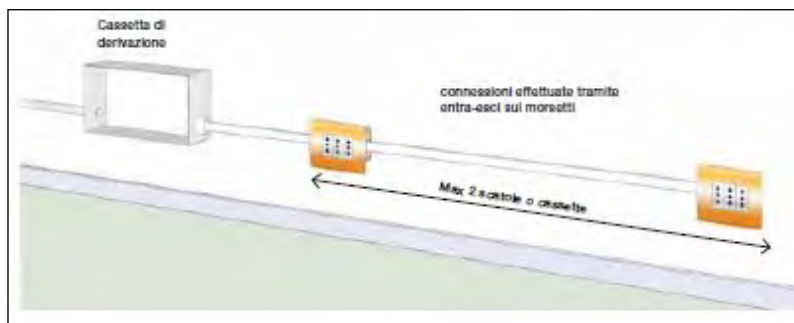
8.9 Prese di corrente

Le prese a spina dovranno essere installate in modo da prevenire i danneggiamenti che possono presumibilmente derivare dalle condizioni d'ambiente e d'uso, ed avere le seguenti caratteristiche:

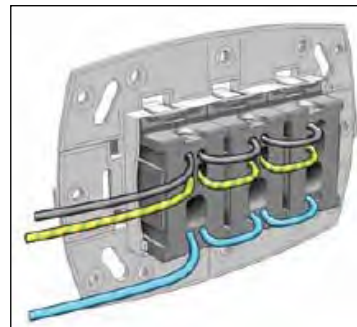
- le prese a spina, di portata non inferiore a 10 A, devono essere installate in modo da rispettare le condizioni di impiego per le quali sono state costruite,
- le prese monofasi del tipo Unel/Schuco 2x10/16 A+T avranno il polo di terra laterale e centrale,
- nel caso di torrette o calotte (sporgenti dal pavimento) e di cassette (affioranti sul pavimento) le loro parti, ad esclusione delle prese incorporate, devono assicurare almeno un grado di protezione IP 52 per l'accoppiamento meccanico sul piano del pavimento,
- al contatto di protezione delle prese a spina deve essere sempre collegato il conduttore di protezione,
- E' ammesso l'entra-esce sui morsetti della presa, ad esempio di una presa per alimentare un'altra presa, purché esistano doppi morsetti, l'entra-esce sui morsetti delle prese è ammesso all'interno della stessa scatola e al massimo fra due scatole successive,

- f) le prese a spina destinate all'alimentazione di apparecchi che per potenza o particolari caratteristiche possano dare luogo a pericoli durante l'inserimento e il disinserimento della spina e comunque le prese a spina di corrente nominale superiore a 16 A, devono essere provviste di organi di interruzione atti a consentire le suddette operazioni a circuito aperto,
- g) le prese trifasi a 400 V e quelle per usi industriali saranno inoltre conformi alle Norme Internazionali IEC e CEE 17.

Le prese di corrente dovranno avere un grado di protezione contro i contatti diretti non inferiore a IP 22 e nei luoghi di maggiore frequentazione dovranno essere corredate di coperchio di protezione.



Connessione effettuata tramite entra-esce sui morsetti, massimo due scatole



Collegamento entra-esce

8.10 Comandi

Dovranno essere del tipo ad incasso a frutti modulari componibili fissati in scatola in resina termoplastica con supporti in resina e placca frontale in tecnopolimero (alternativa eventuale con placca metallica pressofusa).

I comandi (interruttori, deviatori e pulsanti) saranno del tipo con parti in tensione montate su materiale termoplastico, montati in scatole di contenimento.

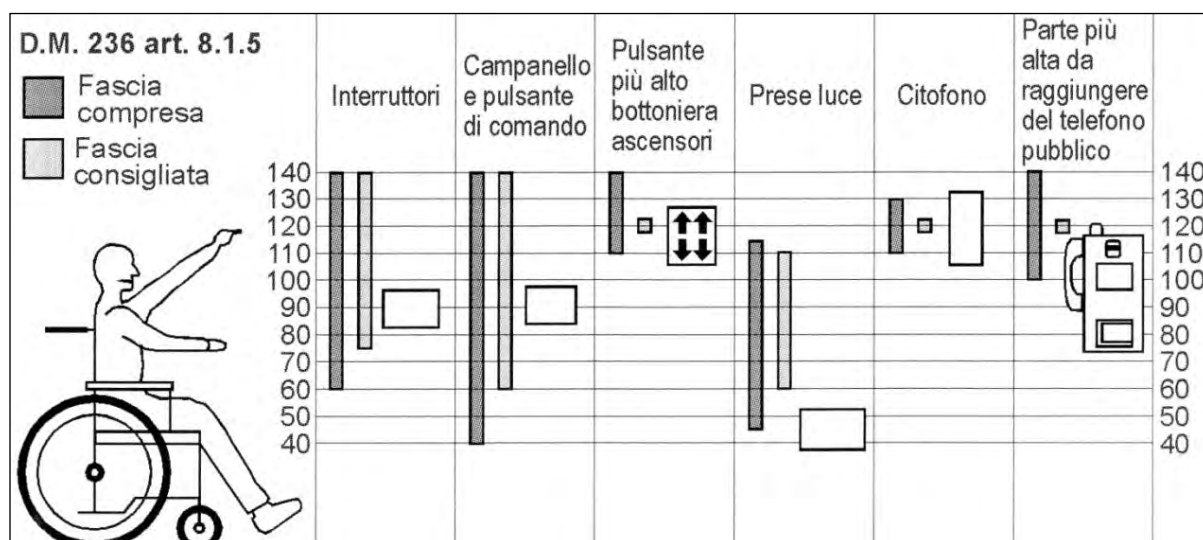
Gli interruttori, deviatori, e pulsanti avranno inserto fosforescente o lampada di individuazione per ottemperare all'art. 16 del D.P.R. 384 (abbattimento delle barriere architettoniche) che prescrive, negli impianti elettrici di edifici a destinazione sociale, l'installazione di apparecchi elettrici di comando, interruttori, deviatori e pulsanti visibili anche in caso di illuminazione nulla.

Le scatole da frutto non dovranno essere impiegate per eseguire giunzioni o derivazioni che non siano strettamente connesse con l'alimentazione dei frutti contenuti.

Nella stessa scatola portafrutto potranno essere installate apparecchiature o frutti funzionanti a tensioni nominali diverse, solo se separati da diaframmi ed alimentati da tubazioni distinte e da conduttori con uguale grado di isolamento.

Tutti i comandi (interruttori, deviatori, pulsanti) dovranno essere installati ad un'altezza da terra variabile tra i 90-120 cm, in relazione alla tipologia del locale in riferimento alle prescrizioni del D.M. 236 del 14-06-89 e del D.P.R. 384 del 27-04-78 per l'abbattimento delle barriere architettoniche.

COMPONENTE	MISURA MIN (cm)	MISURA MAX (cm)	NOTE
Pulsante a tirante isolante (vasca o doccia)	225	-	
Passacordone per scaldacqua	180	180	
Prese e comandi luce (specchi, servizi)	110	120	
Prese e comandi luce (comodini nelle stanze da letto)	70	80	
Comandi luce ad altezza maniglia	90	90	
Citofono	140	140	
Suoneria	160	205	
Quadro elettrico	160	160	
Prese battiscopa o di distribuzione	7	-	
Prese (di corrente, tv ed eventuali cassette di derivazione)	17,5	-	



Quote di installazione delle apparecchiature per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche previste dal DM 14 giugno 1989 n°236.

8.11 Corpi illuminanti.

Gli apparecchi illuminanti dovranno essere di normale costruzione, inseriti nei normali cataloghi commerciali delle case costruttrici.

Gli apparecchi illuminanti, non di classe II, dovranno risultare collegati alla rete di terra dell'edificio.

Gli apparecchi illuminanti dovranno contenere le connessioni interne che collegano le lampade ai relativi alimentatori e questi alle linee esterne.

Per le connessioni interne dovranno essere impiegati conduttori di rame di sezione adeguata alle correnti in gioco con un minimo di 1,5mmq.

Tutte le connessioni, salvo specifica indicazione contraria, dovranno avere morsetti in rame o bronzo fissati al corpo dell'apparecchio e composti da materiale ceramico o melamina.

Non è ammesso l'impiego di morsetti volanti e l'esecuzione di connessioni per attorcigliamento dei conduttori con l'impiego di nastro isolante di materiale igroscopico.

In deroga a quanto sopra detto è consentita la saldatura dei conduttori dei condensatori di rifasamento interni ai corpi illuminanti, qualora questi avessero terminali di questo tipo.

I fili per le connessioni interne degli apparecchi illuminanti saranno isolati in materiale termoplastico per 3kV di prova.

La resistenza di isolamento a 500 V in corrente alternata dovrà risultare superiore ad 1 MOhm.

Tutti gli apparecchi illuminanti di classe I dovranno essere muniti di morsetti e di viti di messa a terra.

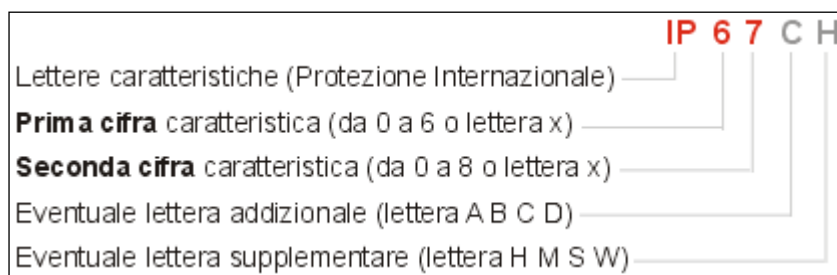
Connettendo tali viti al conduttore di protezione degli impianti di distribuzione, tutte le parti metalliche degli apparecchi devono essere sicuramente connesse a terra tanto da poter essere toccate senza pericolo anche in caso di difetto di isolamento.

È fatto divieto di impiegare nastro isolante per le fasciature dei conduttori, ma dovranno essere impiegati gli appositi collari.

Gli alimentatori per le lampade tubolari fluorescenti saranno del tipo elettronico 230V - 50 Hz, con portafusibile a baionetta completa di fusibile rapido in tubo di vetro.

8.12 Gradi di protezione

Il grado di protezione di un involucro è indicato con il codice IP la cui struttura è la seguente [Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1)]:



Quando non sia richiesta una cifra caratteristica, quest'ultima deve essere sostituita dalla lettera "X" ("XX" se sono omesse entrambe le cifre).

Le lettere aggiuntive e/o supplementari possono essere omesse senza essere sostituite.

Nel caso di più lettere supplementari, si deve applicare l'ordine alfabetico.

Se un involucro fornisce diversi gradi di protezione per differenti sistemi di montaggio, il costruttore deve indicare nelle istruzioni i gradi di protezione corrispondenti ai differenti sistemi di montaggio.

Tabella indicante le caratteristiche della prima e della seconda cifra

La prima cifra , indica il grado di protezione contro la penetrazione di corpi solidi estranei		La seconda cifra indica il grado di protezione contro la penetrazione di liquidi	
IP	Significato	IP	Significato
0	nessuna protezione	0	nessuna protezione
1	protetto contro corpi solidi superiori a 50 mm di diametro	1	protetto contro le cadute verticali di gocce d'acqua
2	protetto contro corpi solidi superiori a 12 mm di diametro	2	protetto contro le cadute di gocce d'acqua o pioggia fino a 15° dalla verticale
3	protetto contro corpi solidi superiori a 2,5 mm di diametro	3	protetto contro le cadute di gocce d'acqua o pioggia fino a 60° dalla verticale
4	protetto contro corpi solidi superiori a 1 mm di diametro	4	protetto contro gli spruzzi d'acqua da tutte le direzioni
5	protetto contro le polveri (nessun deposito nocivo)	5	protetto contro i getti d'acqua
6	totalmente protetto contro le polveri	6	protetto contro i getti d'acqua potenti
		7	protetto contro gli effetti delle immersioni temporanee
		8	protetto contro gli effetti delle immersioni continue

Tabella indicante le caratteristiche della lettera aggiuntiva e supplementare

La lettera aggiuntiva indica il grado di protezione contro l'accesso a parti pericolose		La lettera supplementare fornisce informazioni relative alla protezione del materiale	
IP	Significato	IP	Significato
A	protetto contro l'accesso con la mano	H	adatto per apparecchiatura ad alta tensione
B	protetto contro l'accesso il dito	M	provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso d'acqua quando le parti mobili dell'apparecchiatura sono in moto
C	protetto contro l'accesso con attrezzo	S	provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso d'acqua quando le parti mobili dell'apparecchiatura non sono in moto
D	protetto contro l'accesso con filo		

8.13 Impianto di messa a terra.

È necessario un impianto di protezione costituito da:

- a) tutti i conduttori di protezione facenti capo agli utilizzatori ed al collettore di terra,
- b) tutti i conduttori relativi ai collegamenti equipotenziali tra le masse estranee, facenti capo anch'essi al collettore.

L'impianto di terra dovrà essere realizzato in modo che il valore della resistenza di terra sia conforme alle disposizioni di legge vigenti.

Tutti i componenti saranno in grado di sopportare senza danneggiarsi le sollecitazioni termiche e dinamiche più gravose che possono determinarsi in caso di guasto.

Le sezioni minime dei vari componenti dovranno essere rispondenti a quanto stabilito dalle Norme **CEI 64-8/5** "Messa a terra e conduttori di protezione".

La **messa a terra** dell'impianto sarà costituita da tanti conduttori in rame isolati in PVC colore giallo verde, nominati "**conduttori di protezione**" e "**conduttori equipotenziali**", privi di apparecchi di interruzione salvo se apribili con attrezzo ai fini delle prove.

Le connessioni devono essere accessibili per ispezioni e misure (tranne le giunzioni di tipo miscelato o incapsulato).

I conduttori di protezione avranno le stesse caratteristiche tecnico-costruttive dei rispettivi conduttori di fase nonché le seguenti sezioni:

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

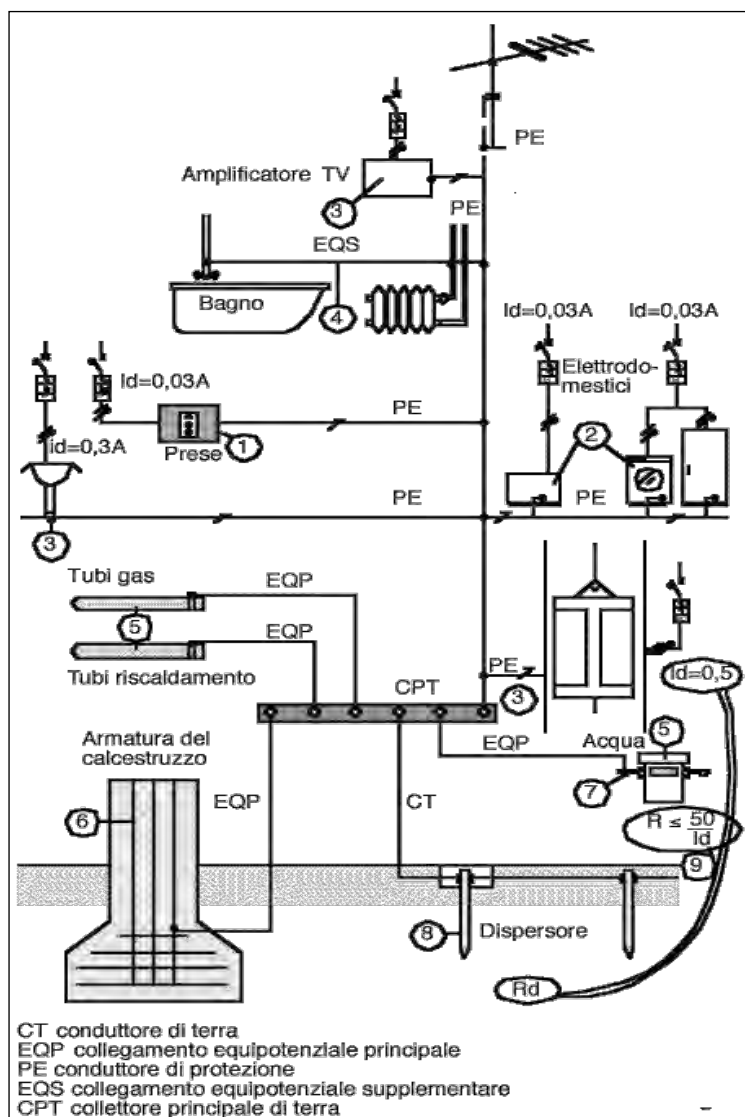
La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- a) 2,5 mm² se è prevista una protezione meccanica,
- b) 4 mm² se non è prevista una protezione meccanica.

Il conduttore di protezione comune a più circuiti deve essere dimensionato in funzione del conduttore di fase con sezione maggiore.

Dimensioni minime dei dispersori

MATERIALE		TIPO DI DISPERSORE	DIMENSIONE MINIMA				
			Diametro mm	Sezione mm ²	Spessore mm	RIVESTIMENTO/GUAINA	
						Valore singolo µm	Valore Medio µm
Acciaio	Zincato a caldo o inossidabile (1), (2)	Piattina (3)		90	3	63	70
		Profilato		90	3	63	70
		Barra tonda per picchetto	16			63	70
		Tondo per dispersore orizzontale	10				50 (5)
		Tubo	25		2	47	55
	Con guaina di rame	Barra tonda per picchetto	15			2000	
	Con guaina di rame elettrolitico	Barra tonda per picchetto	14			90	100
	Nudo (1)	Piattina		50	2		
		Tondo per dispersore orizzontale		25 (6)			
		Corda	1,8 per singolo filo	25			
		Tubo	20		2		
	Stagnato	Corda	1,8 per singolo filo	25		1	5
	Zincato	Piattina (4)		50	2	20	40
(1) Adatto per dispersori da annegare nel cemento. (2) Per l'acciaio inossidabile la colonna "rivestimento/guaina" non si applica. (3) Come piattina arrotolata o piattina con bordi arrotondati. (4) Piattina con bordi arrotondati. (5) Nel caso di rivestimento con bagno continuo, attualmente è tecnicamente fattibile solo uno spessore di 50 µm (6) Quando l'esperienza dimostra che il rischio di corrosione e di danno meccanico è estremamente basso, si può fare 16 mm ² .							



Al conduttore di protezione (PE) vanno collegati:

- (1) i poli di terra delle prese a spina
- (2) il morsetto di terra degli elettrodomestici fissi di classe 1
- (3) gli utilizzatori destinati ai servizi generali (ascensore, amplificatore TV, luci esterne, ecc.)
- (4) i collegamenti equipotenziali supplementari (EQS) dei bagni

Al collettore principale di terra vanno collegati:

- (5) tutte le tubazioni
- (6) i ferri d'armatura del calcestruzzo a livello delle fondamenta; in particolare questa struttura può costituire un validissimo dispersore naturale in grado sovente di sostituire vantaggiosamente il dispersore artificiale
- (7) il collegamento equipotenziale delle tubazioni provenienti da rete pubblica (acqua, gas) va preferibilmente effettuato a valle dei contatori o dei giunti dielettrici per evitare interferenze
- (8) il dispersore deve presentare una resistenza R_d coordinata con l'interruttore automatico meno sensibile; nel caso di figura si tratta dell'interruttore installato nel circuito dell'ascensore ($R_d < 100\Omega$)
- (9) per l'interruzione del guasto a terra si devono usare interruttori differenziali con sensibilità più alta possibile in relazione alle dispersioni naturali.

Giunzioni e connessioni

Le giunzioni fra i vari elementi devono essere eseguite con idonei morsetti o con saldatura forte o alluminotermica e devono essere ridotte al minimo indispensabile.

Le giunzioni soggette a corrosione, specialmente se posate a contatto del terreno, richiedono una protezione contro la corrosione ad esempio mediante verniciatura o catramatura o nastratura. Si consiglia che i vari componenti siano, se possibile, dello stesso materiale dei dispersori o con questi compatibili (es. cadmiati, passivati o zincati elettroliticamente).

Nella scelta dei morsetti è opportuno dare la preferenza ai tipi che non impongono il taglio del conduttore principale e che permettono di collegare conduttori di sezioni diverse.

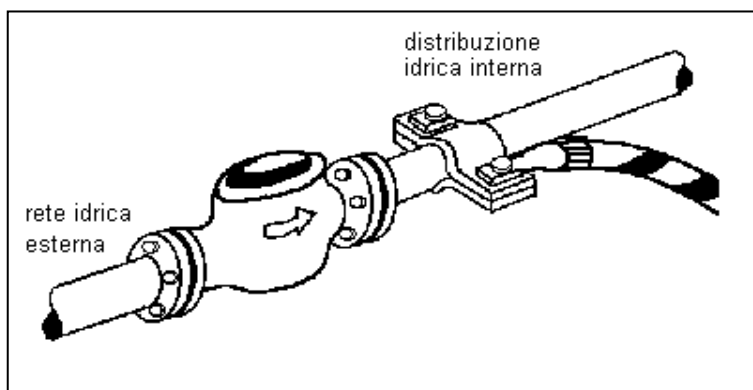
Conduttori equipotenziali.

I collegamenti equipotenziali principali sono destinati ad assicurare l'equipotenzialità di tutte le masse estranee come ad es. tubazioni metalliche o strutture metalliche entranti nell'edificio ed interessanti la base dell'edificio stesso (sopra o sotto il suolo). Esempi tipici al riguardo sono: le tubazioni idriche (acqua potabile) e di gas (qualsiasi, anche liquefatto). Tutti questi collegamenti equipotenziali principali devono fare capo (debitamente identificabili) al collettore principale di terra se unico o a quello di maggiore prossimità se ve n'è più di uno. I conduttori equipotenziali principali devono avere sezione $\geq$ a metà di quella del conduttore di protezione principale di sezione maggiore, con un minimo di 6 mm²; se il conduttore è in rame la sezione massima può essere di 25 mm².

Negli edifici al collettore principale di terra devono essere collegati:

- a) il conduttore di terra,
- b) i conduttori di protezione,
- c) i conduttori equipotenziali principali,
- d) i tubi alimentanti servizi dell'edificio e canalizzazioni del riscaldamento centrale e del condizionamento d'aria,
- e) se praticamente possibile, le armature principali del cemento armato utilizzate nella costruzione degli edifici,
- f) lo schermo metallico delle guaine dei cavi di telecomunicazione (obbligo da far presente al proprietario dei cavi).

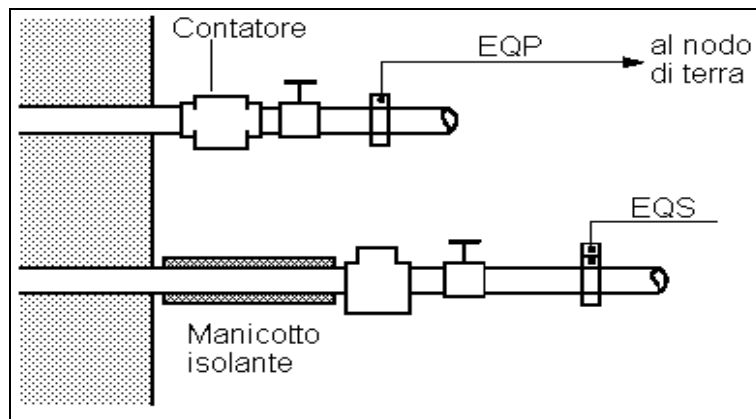
Il punto di collegamento di tali parti conduttrici, se provenienti dall'esterno dell'edificio, deve essere il più vicino possibile al punto di entrata nell'edificio.



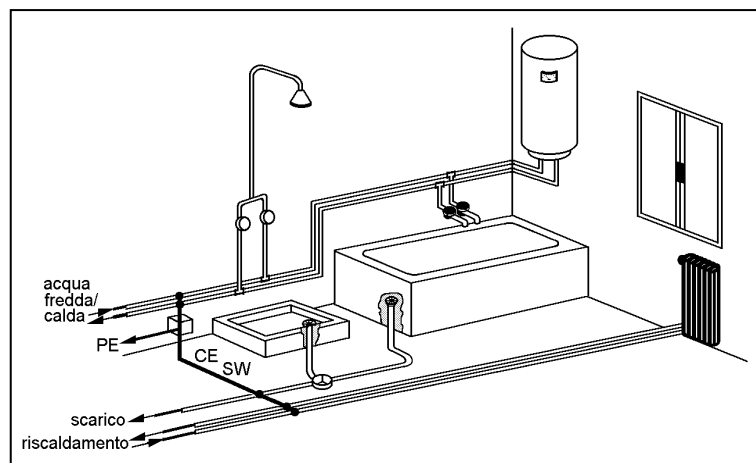
Tipo di collegamento per l'equipotenzializzazione della rete idrica all'interno dell'edificio

Conduttori equipotenziali supplementari.

- a) connessione di due masse (parti conduttrici facenti parte dell'impianto elettrico) sezione $\geq$ a quella del conduttore di protezione di sezione minore,
- b) connessione di massa a massa estranea (parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico) sezione $\geq$ a metà della sezione del conduttore di protezione della massa,
- c) per altre possibili connessioni, e, comunque, in ogni caso sezione $\geq$ 2,5 mm² con protezione meccanica, $\geq$ 4 mm² senza protezione meccanica.



Tipo di equipotenzializzazione da realizzare sulla tubazione idrica all'interno dell'edificio



Tipologia di equipotenzializzazione da realizzare nei locali da bagno e/o doccia

L'impianto dovrà essere verificato e collaudato dalla Ditta Appaltatrice, alla presenza della Direzione Lavori, con proprio personale e strumentazione idonea, al fine di accertarne la rispondenza alle norme.

Tale operazione dovrà essere eseguita prima della messa in funzione degli impianti elettrici.

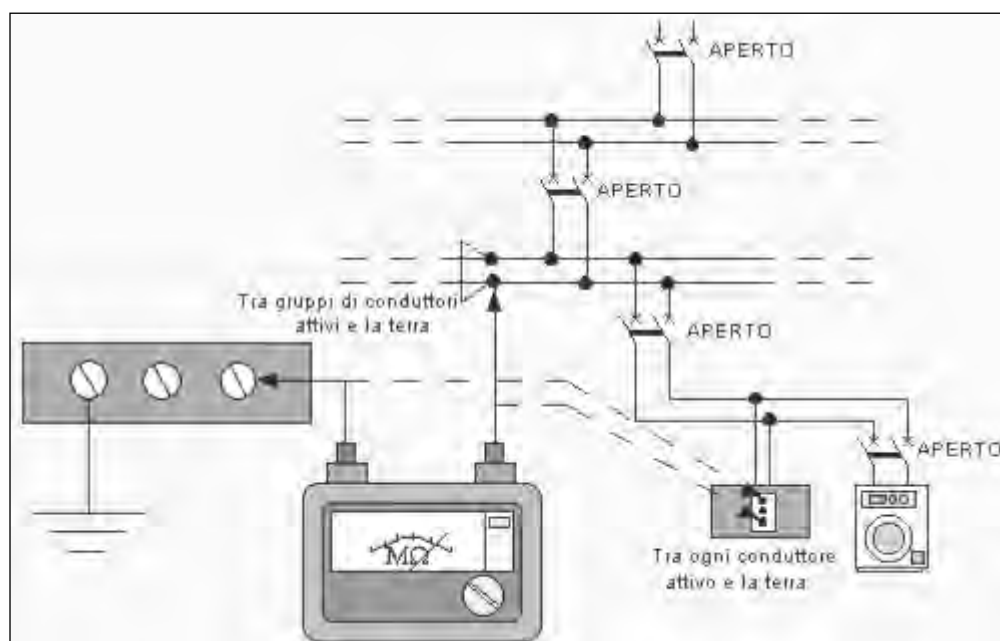
Verifiche di collaudo.

Gli impianti di messa a terra, devono essere verificati sia in occasione della messa in servizio dell'impianto sia periodicamente secondo le modalità previste dal D.P.R. 462/01.

8.14 Verifiche degli impianti prima della loro consegna al committente

8.14.1 Misura della resistenza di isolamento dei circuiti

CRITERI PER L'ESECUZIONE DELLA PROVA		
DESCRIZIONE	RIFERIMENTI	NOTE
Norma di riferimento	CEI 64-8/6	
Modalità operative	Impianto non in tensione (aprire l'interruttore generale)	Apparecchi utilizzatori tutti scollegati
Periodicità	Tre anni	

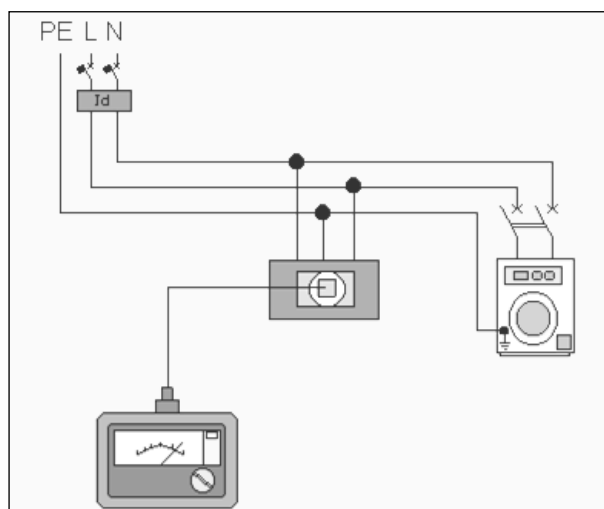


Modalità operativa per la misura della resistenza di isolamento dell'impianto

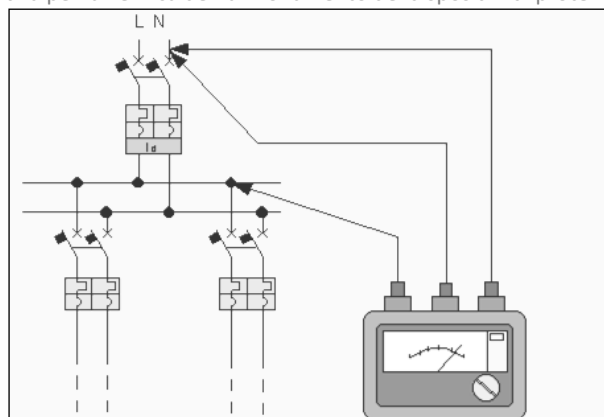
8.14.2 Prova di intervento degli interruttori differenziali

CRITERI PER L'ESECUZIONE DELLA PROVA		
DESCRIZIONE	RIFERIMENTI	NOTE
Norma di riferimento	CEI 64-8/6/4	
Modalità operative	Provocare nel punto campionato una corrente controllata di dispersione e verificare che il tempo massimo di intervento delle protezioni differenziali sia inferiore ai valori indicati nella tabella seguente	
Periodicità	Tasto di prova: mensile Strumentale: annuale	

TEMPI MASSIMI DI INTERVENTO		
TIPO	I_{dn} (A)	TEMPI D'INTERVENTO (s)
AC	qualsiasi	0
A	$>0,01$ A	$2 I_{dn} 0,3$
A	$>0,03$ A	$1,4 I_{dn} 0,3$
AC tipo S	$>0,03$ A	$I_{dn} 0,5$
A tipo S	$>0,03$ A	$1,4 I_{dn} 0,5$



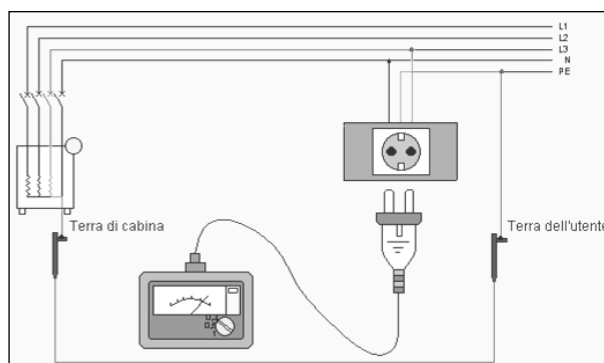
Modalità operativa per la verifica del funzionamento dei dispositivi di protezione differenziale



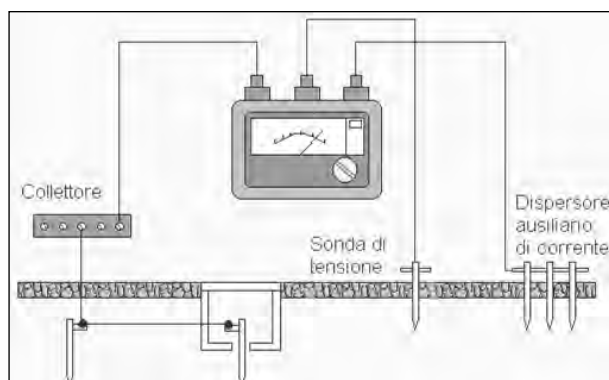
Modalità operativa per la verifica del funzionamento dei dispositivi di protezione differenziale in un impianto senza conduttore di protezione

8.14.3 Misura della resistenza di terra

CRITERI PER L'ESECUZIONE DELLA PROVA		
DESCRIZIONE	RIFERIMENTI	NOTE
Norma di riferimento	CEI 64-8 e CEI 64-12	
Modalità operative	Sistema Volt-Amperometrico e/o sistema con Loop Tester	
Periodicità	Triennale	



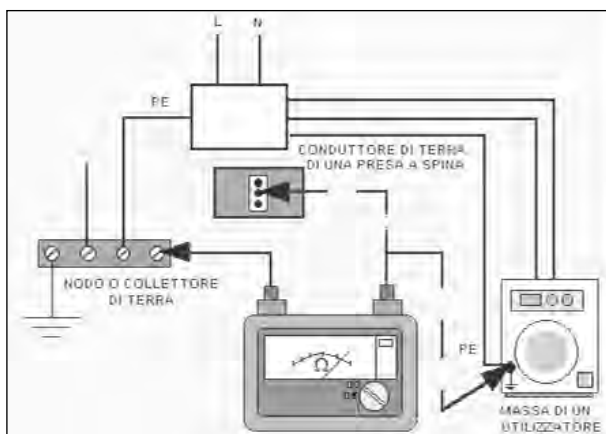
Modalità operativa per la misura della resistenza di terra di un sistema TT mediante Loop Tester



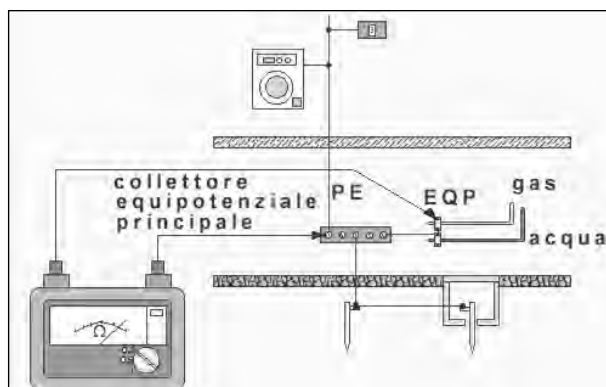
Modalità operativa per la misura di terra col metodo voltamperometrico: tecnica per dispersori di piccole dimensioni

8.14.4 Verifica della continuità dei conduttori di protezione

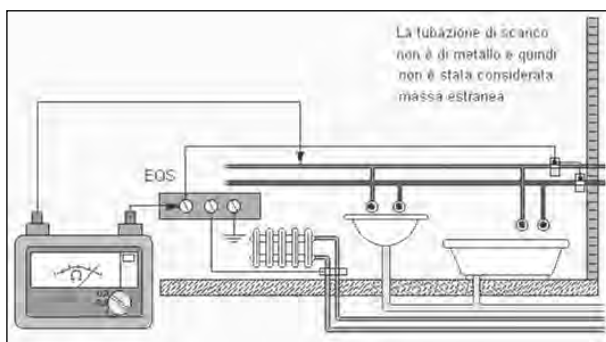
CRITERI PER L'ESECUZIONE DELLA PROVA		
DESCRIZIONE	RIFERIMENTI	NOTE
Norma di riferimento	CEI 64-8 e CEI 64-12	La tensione di prova dovrà essere compresa tra i 4 e i 24 V c.a. o c.c. ed una corrente maggiore di 0,2°
Modalità operative	Consiste in una prova di continuità da effettuare ogni tre anni, in concomitanza con la verifica dell'impianto di messa a terra	
Periodicità	Triennale	



Modalità operativa per la prova della continuità dei conduttori di protezione



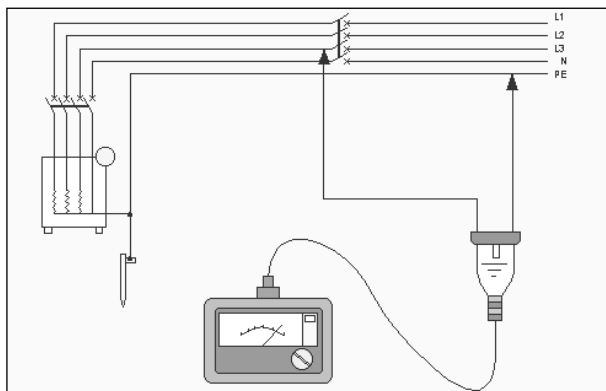
Modalità operativa per la prova della continuità dei conduttori equipotenziali principali



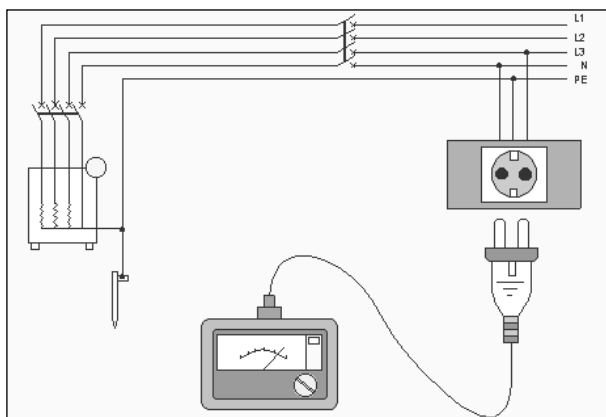
Modalità operativa per la prova della continuità dei conduttori equipotenziali supplementari

8.14.5 Verifiche specifiche per impianti TN

Nei sistemi TN, ovunque si possa ritenere che la resistenza prevalga sulla reattanza (si verifica in quasi tutti i circuiti del sistema TN ad eccezione di quelli in prossimità di grossi trasformatori), in generale in tutti i circuiti con cavi multipolari con PE incorporato, con cavi unipolari raggruppati in un'unica condotta, o nelle vicinanze di trasformatori inferiori a 100 kVA, la misura dell'impedenza dell'anello di guasto viene effettuata normalmente mediante l'impiego del loop tester. Inserendo lo strumento nell'impianto in normali condizioni di esercizio si può rilevare direttamente il valore dell'impedenza perché la corrente di prova è prelevata direttamente dallo stesso impianto. Lo strumento deve presentare caratteristiche adeguate ed in particolare la corrente di prova deve essere sufficientemente elevata da permettere la rilevazione con buona precisione, senza risentire dell'oscillazione della rete, di piccoli valori di impedenza.



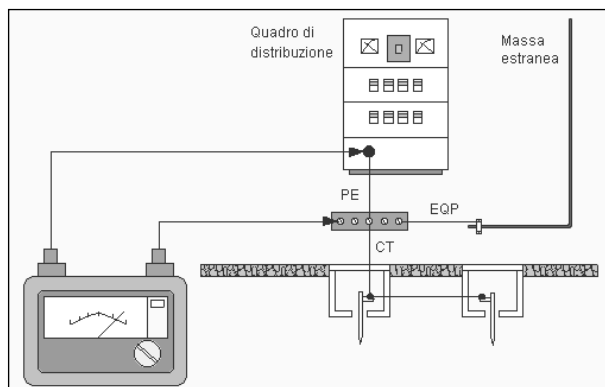
Misura dell'impedenza dell'anello di guasto mediante loop tester



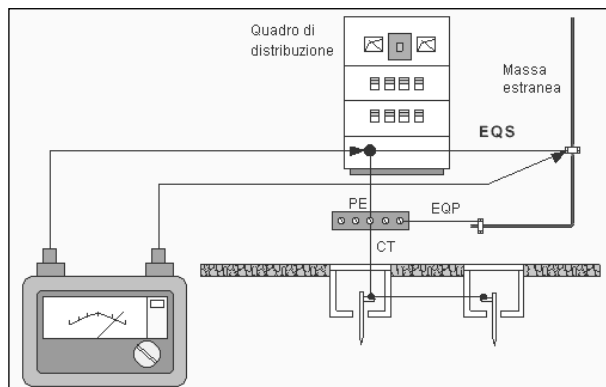
Misura dell'impedenza dell'anello di guasto mediante inserimento del loop tester alla presa spina o alla morsettiera degli utilizzatori fissi ubicati nel punto più lontano dei circuiti terminali

Nei sistemi TN l'interruzione del circuito, in caso di guasto su apparecchi fissi, deve avvenire entro 5 s. Quando non esistono collegamenti equipotenziali supplementari che collegano al quadro di distribuzione le masse estranee situate nell'area alimentata da quel circuito, per accertare l'interruzione del circuito nei tempi stabiliti si può misurare l'impedenza dei conduttori di protezione (PE) tra il quadro di distribuzione ed il nodo principale di terra che si trova normalmente alla base dell'edificio.

Trascurando la componente reattiva rispetto alla componente ohmica si può effettuare la misura col sistema voltamperometrico impiegando uno strumento in grado di erogare almeno 10 A con una tensione a vuoto compresa tra 6 V e 12 V in c.a. o in c.c.



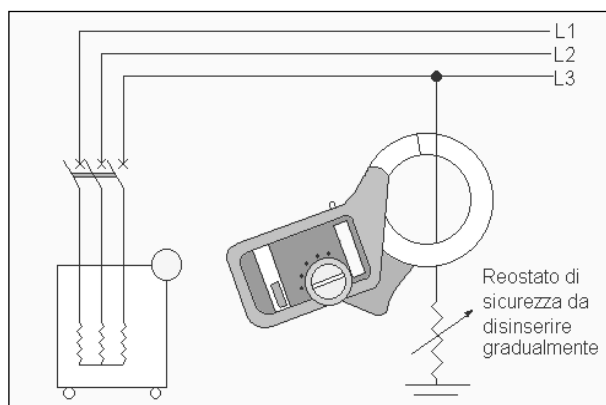
Misura dell'impedenza (R) del conduttore di protezione nei sistemi TN



Misura della resistenza del conduttore equipotenziale supplementare nei sistemi TN

8.14.6 Verifiche specifiche per impianti IT

Nei sistemi IT, quando le masse sono collegate a terra, il secondo guasto a terra riconduce il sistema ad un TN. La misura dell'impedenza dell'anello di guasto può essere quindi condotta seguendo gli stessi criteri previsti per i sistemi TN. Prima di effettuare la misura dell'impedenza dell'anello di guasto occorre rilevare la corrente di primo guasto. Per effettuare la misura si può collegare un conduttore fra una fase del circuito e la terra e con una pinza milliamperometrica rilevare la corrente. E' raccomandata l'inserzione di un reostato che deve essere escluso gradualmente durante la misura. Il valore di corrente misurato a reostato completamente escluso rappresenta la corrente di primo guasto



Misura della corrente di primo guasto in un sistema IT

8.14.7 Verifiche periodiche previste dal DPR n. 462/2001

Il D.Lgs. n. 81/2008 ha ribadito che il datore di lavoro deve effettuare le verifiche previste dal DPR n. 462/2001 ed ha sottolineato l'obbligo di assoggettare gli impianti elettrici (per intero), e gli impianti di protezione dalle scariche atmosferiche, a controlli periodici secondo le indicazioni delle norme di buona tecnica e della normativa vigente.

Tipi di verifica ed enti preposti

Tipo di verifica	Ente preposto
Iniziale	Installatore (prima del rilascio della dichiarazione di conformità)
Omologazione	Installatore con la dichiarazione di conformità ⁽¹⁾
Verifiche periodiche	Enti verificatori ⁽²⁾
Verifiche straordinarie	Enti verificatori
A campione	ISPESL ⁽³⁾

(1) luoghi con pericolo di esplosione l'omologazione è di competenza dell'ASL o dell'ARPA.

(2) Oltre ai verificatori pubblici vi sono, a partire dal 2001, organismi privati, abilitati dal Ministero per le attività produttive sulla base del DPR n. 462/2001.

(3) L'ISPESL può effettuare verifiche a campione, d'intesa con le singole regioni, esclusivamente su nuovi impianti e/o su quelli messi in servizio per la prima volta dopo il 23 gennaio 2002.

Verifiche periodiche previste dal DPR n. 462/2001

Tipo di impianto	Omologazione	Verifica a campione	Periodicità (anni)	Enti verificatori
Impianti di terra nei luoghi ordinari	Installatore (tramite la dichiarazione di conformità)	ISPESL	5	ASL/ARPA/ Organismo abilitato
Impianti di protezione contro le scariche atmosferiche negli ambienti ordinari	Installatore (tramite la dichiarazione di conformità)	ISPESL	5	ASL/ARPA/ Organismo abilitato
Impianti di terra nei cantieri edili, nei locali medici e negli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio e con pericolo d'esplosione	Installatore (tramite la dichiarazione di conformità)	ISPESL	2	ASL/ARPA/ Organismo abilitato
Impianti di protezione contro le scariche atmosferiche nei cantieri edili, nei locali medici e negli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio e con pericolo d'esplosione	Installatore (tramite la dichiarazione di conformità)	ISPESL	2	
Impianti elettrici nei luoghi con pericolo d'esplosione	ASL o ARPA	non previste	2	ASL/ARPA/ Organismo abilitato

Modalità di esecuzione

La corretta effettuazione di una verifica comprende quattro fasi:

- 1) esame della documentazione;
- 2) esame a vista;
- 3) effettuazione delle prove;
- 4) redazione della documentazione.

Per quanto riguarda il punto 1, la documentazione deve essere conforme a quanto richiesto dalla Guida CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici" e, in ogni caso, anche per impianti preesistenti alla data del

13/03/1990 e/o privi della dichiarazione di conformità, deve essere esibita la dichiarazione di rispondenza, come previsto dall'art. 7 del DM n. 37/2008.

La fase di maggior rilevanza tecnica nel caso di una verifica si concretizza con l'esecuzione delle prove che, secondo l'art. 6.3.3 della norma CEI 64-8, consistono "nell'effettuazione di misure o di altre operazioni sull'impianto elettrico mediante le quali si accerta l'efficienza dello stesso". Il successivo art. 61.3.1 precisa poi, indicandone le modalità, quali sono le prove da eseguire (laddove applicabili), precisando altresì l'ordine di esecuzione; nello specifico:

- continuità dei conduttori;
- resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- protezione mediante sistemi SELV e PELV o mediante separazione elettrica;
- resistenza dei pavimenti e delle pareti;
- protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- protezione addizionale;
- prova di polarità;
- prova dell'ordine delle fasi;
- prove di funzionamento;
- caduta di tensione.

A conclusione della verifica dovrà essere redatto a cura del verificatore il rapporto di verifica.