



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PALERMO

AREA EDILIZIA, SERVIZIO TECNICO E SOSTENIBILITA'

FACOLTA' DI INGEGNERIA - EDIFICIO 6 DI PARCO D'ORLEANS - PALERMO

Lavori di riduzione del rischio d'incendio presso l'Edificio 6 di Parco d'Orleans



RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO:

Ing. Antonio Sorce

Firmato digitalmente da: Antonio Sorce
Organizzazione: UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI
PALERMO/80023730825
Data: 13/03/2025 10:19:37

PROGETTISTI:

Ing. Dario La Torre

Ing. Rosario Burgio



Dario La Torre
14.01.2025 11:33:59
GMT+00:00



ROSARIO BURGIO
14.01.2025 11:36:02
GMT+02:00

COLLABORATORE ESTERNO:

COLLABORATORE INTERNO:

IL DIRIGENTE

Ing. Antonio Sorce

IL RETTORE:

Prof. Massimo Midiri

CLASSE ELABORATI

PROGETTO

G.02

TAVOLA

TITOLO:
RELAZIONE TECNICA
ILLUMINAZIONE DI
EMERGENZA

SCALA:

DATA: NOVEMBRE 2024

INDICE

Premessa

- 1 Descrizione Impianti, prescrizioni generali, prevenzione e requisiti tecnico-professionali
- 2 Leggi, Decreti e Norme tecniche
- 3 Considerazione tecniche generali, caratteristiche tecniche degli impianti e scelte progettuali
- 4 Analisi dei carichi
- 5 Dimensionamento dei conduttori
- 6 Protezione contro i contatti indiretti sovraccarichi e cortocircuiti
- 7 Quadri elettrici di BT
- 8 Impianto di terra ed equipotenzializzazione
- 9 Selettività
- 10 Impianto illuminazione interna
- 11 Particolarità sulle verifiche dell'impianto
- 12 Ulteriori precisazioni
- 13 Elenco allegati
- 14 Conclusioni
- 15 Firme

Premessa

L'incarico ha come oggetto il progetto/verifica dell'impianto elettrico relativo all'illuminazione di sicurezza, presente all'interno dei locali degli ex Dipartimenti di Ingegneria Chimica e Nucleare dell'Edificio 6, sito all'interno di Parco d'Orleans, a Palermo.

L'impianto elettrico presente risulta provvisto di dichiarazione di conformità n 12/06 del 07/12/2007 redatta dalla Ditta ITALSIMI S.r.l. e n 13/06 del 07/12/2007 redatte dalla Ditta ITALSIMI S.r.l. ai sensi del DM 46/90.

Nello specifico, l'elaborato progettuale prevede lo studio illuminotecnico relativo all'illuminazione di sicurezza e sulla scorta delle apparecchiature elettriche presenti ne determinerà l'eventuale ampliamento in modo da ottemperare alle prescrizioni illuminotecniche previste dalla Legislazione e Norme tecniche antincendio vigenti e riguardanti le scuole. A seguito della realizzazione delle opere sarà comunque necessario tenere conto delle variazioni stabilite in fase di realizzazione secondo le indicazioni della direzione lavori.

Nel presente documento si riportano le descrizioni relative alla progettazione dell'impianto elettrico relativo esclusivamente all'impianto di illuminazione di sicurezza. La relazione tecnica integra gli elaborati grafici del progetto esecutivo con indicazioni descrittive delle opere da realizzare:

- Linee elettriche di distribuzione;
- Impianto di illuminazione di sicurezza;

Gli impianti dovranno essere realizzati "a regola d'arte", sia per quanto riguarda le caratteristiche di componenti e materiali, che per quel che concerne l'installazione.

1 Descrizione Impianti, prescrizioni generali, prevenzione e requisiti tecnico-professionali

Per le definizioni relative agli elementi costitutivi e funzionali degli impianti elettrici specificati nell'articolo precedente, valgono quelle stabilite dalle vigenti norme CEI.

Il dimensionamento dei cavi e delle protezioni viene effettuato tenuto conto delle potenze impegnate per le utenze fisse (illuminazione di sicurezza).

Classificazione degli ambienti

Gli ambienti d'installazione dell'impianto elettrico potranno essere classificati, in accordo con le informazioni raccolte, con la normativa dei VVF. In particolare, l'attività in oggetto è tra quelle elencate nel DPR n 151/2011- "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei

procedimenti relativi alla prevenzione incendi a norma dell'art. 49 comma 4-quater del Decreto Legge 31 maggio 2010 n 78 convertito con modificazioni dalla legge 30 luglio 2010 n 122" ed è regolamentata con riferimento al DM 26 agosto 1992 e s.m.i - "Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica". Pertanto, in osservanza delle indicazioni presenti nella norma CEI 64-8 parte VII, la struttura viene classificata come: luogo a maggior rischio in caso d'incendio.

Generalità e prescrizioni generali

L'impianto elettrico nel suo complesso avrà caratteristiche dimensionali e strutturali tali da ricadere nella casistica definita dal DECRETO 22 gennaio 2008 n. 37 recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. In osservanza a quanto previsto dalla Legge 1 marzo 1968, n°186 (G.U. n°77, 23 marzo 1968) l'impianto dovrà essere eseguito nel totale rispetto delle normative dettate dal Comitato Elettrotecnico Italiano, in perfetta regola d'arte e utilizzando solo materiale certificato IMQ (o marchio equivalente per legge). Gli impianti dovranno inoltre essere conformi a:

- Testo univo sulla sicurezza Dlgs. 81/08 aggiornato a gennaio 2020;
- Prescrizioni dei VV.FF e delle autorità Locali;
- Prescrizioni della società di distribuzione dell'energia per la connessione alle reti pubbliche di distribuzione.

Prevenzione degli infortuni sul lavoro

L'installatore dovrà rispettare scrupolosamente le direttive del progetto riguardo al materiale ed alle modalità di esecuzione; ogni variazione rispetto al presente documento dovrà essere preventivamente comunicata ed approvata dal tecnico progettista. Il presente documento non dà indicazioni sulle marche e articoli degli apparecchi da installare; l'installatore potrà proporre e utilizzare materiale sempre che sia dotato di certificazione di legge e caratteristiche tecniche analoghe a quelle indicate nel progetto ed approvati preventivamente dal Direttore Lavori. Tutti i lavori eseguiti dalla ditta installatrice dovranno essere realizzati in conformità alle normative di sicurezza e salute dei lavoratori sul luogo di lavoro e, in particolare, seguendo i dettami del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n°81 aggiornato a gennaio 2020 (Testo unico sulla Sicurezza e Salute delle lavoratrici e dei lavoratori). La ditta installatrice dovrà inoltre rispettare quanto prescritto dalle Norme CEI in merito all'impianto elettrico di cantiere.

Requisiti tecnico-professionali del progettista e dell'installatore

Il progetto verrà redatto da un professionista iscritto ad un albo professionale nell'ambito delle proprie competenze.

Il progetto dovrà essere depositato:

- a) presso gli organi competenti al rilascio di licenze di impianto o di autorizzazioni alla costruzione quando previsto dalle disposizioni legislative e regolamentari vigenti;
- b) presso gli uffici comunali, contestualmente al progetto edilizio, per gli impianti il cui progetto sia soggetto per legge ad approvazione.

Le lavorazioni dovranno essere eseguite da un'impresa installatrice o, per i lavori all'interno di una azienda non installatrice, ad un suo ufficio tecnico interno, abilitati ai sensi della normativa vigente. Al termine dei lavori l'impresa o l'ufficio tecnico interno di azienda non installatrice dovrà redigere e trasmettere alla Committenza la dichiarazione di conformità alla regola d'arte, secondo il DM n 37/08, firmata dal responsabile tecnico/rappresentante legale.

2 Leggi, Decreti e Norme Tecniche

In particolare gli impianti, a seconda del tipo d'uso e destinazione, dovranno essere conformi alle seguenti norme:

- Norma CEI 64-8 e norme correlate

"Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua"

- Guida CEI 0-2

"Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";

- Norma CEI-UNEL 35024

Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua

- CEI-UNEL00722 Colori distintivi delle anime dei cavi isolati in gomma per energia
- Gli interruttori automatici modulari dovranno essere scelti conformi alla Norma CEI EN 60947-2 (uso industriale);
- Gli interruttori automatici scatolati ed aperti per uso industriale dovranno essere conformi alla Norma CEI EN 60947-2;

- Gli interruttori differenziali per uso domestico e similare dovranno essere conformi alle norme CEI EN 61008-1 (senza sganciatore di sovracorrente) e CEI EN 61009-1 (con sganciatore di sovracorrente);
- I Quadri elettrici dovranno essere conformi alle norme della serie CEI EN 61439.
- Il sistema di canali portacavi dovrà essere conforme alle norme CEI EN 61537

Oltre ad essere rispondenti alle norme CEI citate, gli impianti elettrici dovranno rispettare i dettami delle seguenti Leggi, Circolari e Decreti:

- DECRETO 22 gennaio 2008 n. 37 - "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11 - quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"
- Legge 1 marzo 1968, n°186 - Norme di esecuzione a regola d'arte degli impianti.
- Legge 9 gennaio 1989, n°13; D.M. 14 giugno 1989 n°236; Circolare 22 giugno 1989; n°1669/UL - Eliminazione delle barriere architettoniche;
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81 aggiornato a gennaio 2020 - Testo unico sulla Sicurezza e Salute delle Lavoratrici e dei Lavoratori.
- Regolamento CPR (UE) 305/2011-Regolamento (UE) N. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio DM 3 agosto 2015 - "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139", più noto con il nome di "Codice di prevenzione incendi"
- DPR 462/01 - Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.

Altre Leggi, Circolari, Decreti e norme CEI saranno richiamati nei vari capitoli a seguire in caso di particolari condizioni di funzionamento o di particolari requisiti richiesti dal materiale utilizzato. Gli impianti e i componenti dovranno essere realizzati a regola d'arte, conformemente alle prescrizioni della legge 1 marzo 1968, n.186.

3 Considerazione tecniche generali, caratteristiche tecniche degli impianti e scelte progettuali

L'impianto elettrico a servizio della struttura è un impianto in bassa tensione (400/230V a 50 Hz). Il sistema elettrico di bassa tensione è di tipo TT. Tutte le masse dell'impianto e le masse estranee

presenti nei locali di nuova realizzazione dovranno essere collegate ad un unico impianto di terra mediante conduttori di protezione PE. Il presente progetto terrà conto dei requisiti di sicurezza richiesti per la struttura in questione. Tra gli obiettivi delle scelte progettuali saranno quindi prioritari i seguenti:

- garantire la protezione delle linee dagli effetti termici derivanti da sovracorrenti di sovraccarico e/o corto circuito;
- realizzare un'efficace protezione contro i contatti diretti e indiretti (p.es. mediante equipotenzializzazione delle masse metalliche presenti);
- evitare che le linee possano essere causa d'incendio;
- garantire alimentazione di emergenza con adeguata affidabilità e continuità;

Caratteristiche tecniche degli impianti

Gli impianti dovranno essere eseguiti seguendo in maniera fedele i dettami delle normative del Comitato Elettrotecnico Italiano sopra citate e le direttive che il progettista riterrà essere di buona tecnica impiantistica.

In particolare tutti i cavi utilizzati dovranno essere in rame del tipo FG16M16 0,6-1kV o FG16(O)M16 0,6-1kV con isolante in gomma di qualità G16 e Guaina esterna in Mescola LS0H di qualità M16 LS0H = Low Smoke Zero Halogen, Cca-s1b d1 a1 e del tipo FS17 450/750V con isolante in PVC Cca-s3 d1 a3 per la distribuzione interna sottotraccia.

Il diametro interno dei tubi dovrà almeno essere almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che contiene. Nei canali la sezione occupata dai cavi non dovrà superare il 50% della sezione del canale stesso. Le cassette di derivazione dovranno essere del tipo con coperchio fissato a vite.

I conduttori dovranno avere i colori di legge ed in particolare:

- il conduttore di neutro dovrà essere azzurro;
- il conduttore di fase marrone, grigio o nero;
- il conduttore di terra gialloverde.

I cavi da utilizzare nell'impianto saranno definiti univocamente nelle tavole esecutive, negli schemi di impianto e nell'allegato alla relazione che riporterà le verifiche effettuate su ciascuna linea elettrica.

In ogni caso la caduta di tensione su ogni linea a pieno carico non dovrà superare il 2% per le dorsali principali ed il 4% per le dorsali secondarie e le derivazioni. Le linee saranno calcolate nel rispetto della protezione contro le sovracorrenti e della limitazione della caduta di tensione con un coefficiente di contemporaneità variabile da 1 a 0,78.

Isolamento dei cavi

I cavi utilizzati nei sistemi di categoria I dovranno essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (UO/U) non inferiore a 600/1000 V. Quelli utilizzati nei sistemi di categoria 0 dovranno essere adatti a tensioni nominali non inferiori ai 400V, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti per sistemi di categoria I.

Colori distintivi dei cavi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722.

In particolare i conduttori di neutro e protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente dal colore blu chiaro e dal bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, essi dovranno essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto preferibilmente dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;

Sezioni minime e cadute di tensioni massime ammesse:

Per la scelta delle sezioni da utilizzare saranno state rispettate le seguenti prescrizioni di norma.

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensioni non superi il valore del 2% per la dorsale principale ed il 4%, della tensione a vuoto, per le dorsali secondarie e le derivazioni) dovranno essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non dovranno essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL. Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse dei conduttori di rame dovranno rispettare quanto di seguito riportato:

- 0,75 mm² per i circuiti di segnalazione e comando;
- 1,5 mm² per illuminazione di base;

- 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3,6 kW;
- 4 mm² per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW;

Sezione minima dei conduttori neutri

La sezione dei conduttori neutri non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm², la sezione dei conduttori neutri potrà essere ridotta della metà rispetto a quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni delle norme CEI 64-8;

Sezione dei conduttori di terra e protezione:

Per la scelta delle sezioni da utilizzare dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni di norma:

- La sezione dei conduttori di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non dovrà essere inferiore a quella indicata nella tabella 1, riportata sotto, tratta dalle norme CEI 64-8.
- Per i conduttori di protezione si è scelto di utilizzare la stessa sezione del cavo di fase;
- Per i collegamenti equipotenziali principali il collegamento dovrà essere effettuato al collettore principale di terra ed i conduttori dovranno avere sezione non inferiore a metà del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto con un minimo di 6 mm²;
- Il conduttore di terra che collegherà il collettore di terra all'impianto di terra esistente dovrà avere sezione almeno uguale a quella del conduttore di fase di sezione più elevata con un minimo di 16 mm² se posato senza tubo protettivo;

Tabella 1

Sez del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio (mm ²)	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mm ²)	Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mm ²)
≤16	Sez del conduttore di fase	Vale quanto già detto nella colonna precedente con un

		minimo di: 2,5 se protetto meccanicamente e 4 se non protetto meccanicamente
>16 e ≤35	16	16
>35	½ sezione del conduttore di fase	½ sezione del conduttore di fase

Propagazione del fuoco e resistenza al fuoco dei cavi da utilizzare:

Per la scelta delle condutture da utilizzare dovranno essere rispettate, le seguenti prescrizioni di norma:

- Cavo unipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Conduttore: Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5; Isolante: Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16; Guaina esterna: Mescola LS0H di qualità M16 LS0H = Low Smoke Zero Halogen; Colore anive: Normativa HD 308; Colore guaina: verde. Tensione nominale Uo/U: 0,6/1 kV; Temperatura massima di esercizio: 90°C; Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche); Temperatura minima di posa: 0°C; Temperatura massima di corto circuito: 250°C fino alla sezione 240 mm², oltre 220°C; Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²; Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo; Condizioni di impiego Particolarmente indicato in luoghi a rischio d'incendio e con elevata presenza di persone dove è fondamentale garantirne la salvaguardia e preservare gli impianti e le apparecchiature dall'attacco dei gas corrosivi (uffici, scuole, supermercati, cinema, teatri, discoteche ecc.) per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno. Adatto per posa fissa su murature e strutture metalliche in aria libera, in tubo o canaletta o sistemi simili. Ammessa anche la posa interrata (rif. CEI 20-67). CPR (UE) n°305/11: Regolamento Prodotti da Costruzione/Construction Products Regulation; Cca – s1b, d1, a1 Classe conforme norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014 Class according to standards EN 50575:2014 + A1:2016 and EN 13501-6:2014; CEI 20-13 - CEI UNEL 35318 Costruzione e requisiti/Construction and specifications; CEI EN 60332-1-2 Propagazione fiamma/Flame propagation HD 605 Par. 2.4.20 Resistenza raggi UV 720 h/UV resistance test 720 h;

2014/35/UE Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive; 2011/65/CE Direttiva RoHS/RoHS Directive; CA01.00755 Certificato IMQ-EFP/IMQ-EFP Certificate.

- Cavo per energia isolato in PVC di qualità S17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Conduttore: Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5; Isolante: Mescola di PVC di qualità S17; Colori Standard: giallo/verde, blu, marrone, nero, grigio Altri colori: a richiesta; Marcatura a incisione: FS17 450/750 V (sez) Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU; Tensione nominale Uo/U: 450/750 V; Temperatura massima di esercizio: 70°C; Temperatura minima di esercizio: -10°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche); Temperatura minima di posa: 5°C; Temperatura massima di corto circuito: 160°C; Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²; Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo; Condizioni di impiego: Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo. Per installazioni entro tubazioni in vista o incassate o sistemi chiusi simili. Adatti per installazione fissa e protetta in apparecchi di illuminazione ed apparecchiature di interruzione e comando. La sezione di 1 mm² è prevista (in aggiunta alle rimanenti) soltanto per cablaggi interni di quadri elettrici per segnalamento e comando o per circuiti elettrici di ascensori e montacarichi. Per installazioni a rischio di incendio la temperatura massima di esercizio non deve superare i 55°C. (rif. CEI 20-40). CPR (UE) n°305/11 Regolamento Prodotti da Costruzione/Construction Products Regulation; Cca - s3, d1, a3 Classe conforme norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014 Class according to standards EN 50575:2014 + A1:2016 and EN 13501-6:2014; CEI UNEL 35716 Costruzione e requisiti/Construction and specifications; CEI EN 60332-1-2 Propagazione fiamma/Flame propagation; 2014/35/UE Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive; 2011/65/CE Direttiva RoHS/RoHS Directive; CA01.00734 Certificato IMQ-EFP/IMQ-EFP Certificate

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici dovranno essere adattati all'ambiente in cui saranno installati e dovranno avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio. Tutti i materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle relative norme CEI e tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano. Tutti gli apparecchi dovranno riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

Condutture, tubazioni e scatole di derivazione

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, dovranno essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni potranno essere: tubazioni, canalette portacavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile e nell'area esterna circostante, etc...

In particolare:

- a) 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. Tale coefficiente di maggiorazione dovrà essere aumentato a 1,5 quando i cavi saranno del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica;
- b) il diametro del tubo dovrà essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno, non dovrà essere inferiore a 10,7 mm;
- c) il tracciato dei tubi protettivi dovrà consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve dovranno essere effettuate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi;
- d) ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla geometria dei locali, ad ogni derivazione dalla linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione dovrà essere interrotta con cassette di derivazione;
- e) le giunzioni dei conduttori dovranno essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsettiere. Dette cassette dovranno essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei, dovrà inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette dovrà offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo;
- f) i tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione dovranno essere distinti per ogni montante. Sarà ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e ne siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità;

g) qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi dovranno essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia sarà 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, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

Per i sistemi di canali battiscopa e canali ausiliari si applicano le norme CEI 23-19. Per gli altri sistemi di canalizzazione si applicheranno le norme CEI specifiche (ove esistenti). Il numero dei cavi installati dovrà essere tale da consentire un'occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8. Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applicherà quanto richiesto dalle norme CEI 64-8 utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni ecc.); opportune barriere dovranno separare cavi a tensione nominali differenti, qualora si utilizzino cavi che per le loro caratteristiche di isolamento non permettano la coesistenza.

Dovranno essere previsti per i canali metallici i necessari collegamenti di terra equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8. Nei passaggi di parete, qualora necessari, dovranno essere previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti. Le caratteristiche di resistenza al calore anormale ed al fuoco dei materiali utilizzati dovranno soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

Per l'interramento delle tubazioni in esterno, laddove sia necessario, si dovrà procedere nel modo seguente:

- a. sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa preventivamente concordata con la Direzione Lavori e ad almeno 60cm, privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovranno distendere i tubi senza premere e senza farli affondare artificialmente nella terra;
- b. si dovrà procedere al rinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo. Per la profondità di posa sarà eseguito il concetto di avere il tubo (o i tubi) posti sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazioni a manti stradali o cunette eventualmente soprastanti, o movimenti di terra nei tratti a prato o giardino. Di massima sarà però osservata la profondità di almeno cm 60. Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

c. Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia. Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno avere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate. Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà da stabilirsi in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare.

Tuttavia per i cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

- ogni m 30 circa se in rettilineo;
- ogni m 15 circa se con interposta una curva;

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a quanto consigliato dai produttori e dalle norme vigenti.

Linee di distribuzione

Saranno costituite dalle linee in partenza dai quadri elettrici già esistenti e da questi verso le cassette di derivazione e le apparecchiature elettriche servite. Tali linee saranno posate sottotraccia, in canale portacavi all'esterno dei locali, su canale portacavi/passarella portacavi/passarella a filo d'acciaio o all'interno di tubazione rigida tipo RK15, all'interno degli ambienti, conformi alle Norme CEI EN 61537; 50085-1 e 50085 2-3.

Apparecchi di comando, di protezione e prese a spina

Comandi

Si dovranno installare apparecchi di comando modulari e componibili adatti alla realizzazione di combinazione di funzioni, con inserimento a scatto su supporti in policarbonato autoestinguente idonei all'isolamento completo delle parti attive dei frutti e con morsetti posteriori di tipo doppio (sezione massima dei cavi 2 x 4 mm²), piastrine serracavo, viti impermeabili e collari di protezione. Saranno da impiegarsi apparecchi da installazione esterna modulari e componibili. Gli interruttori devono avere portata 16 A; la serie dovrà consentire l'installazione di almeno n 3 apparecchi interruttori nella scatola rettangolare normalizzata. Tali apparecchi dovranno rispettare la norma di riferimento CEI EN 60669-1 (CEI 23-9). Il grado di protezione minimo del sistema non dovrà essere inferiore a IP54

Apparecchi di protezione

Apparecchiature modulari con modulo normalizzato; le apparecchiature da installare all'interno dei quadri elettrici devono essere del tipo modulare e componibile con fissaggio a scatto su profilato preferibilmente normalizzato EN 50022 (CEI 17-18). In particolare:

- a) gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione di almeno 6.000 A, salvo casi particolari;
- b) tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CEE ecc.) devono essere modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a);
- c) gli interruttori con relè differenziati fino a 63 A devono essere modulari e appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b). Devono essere del tipo ad azione diretta;
- d) gli interruttori magnetotermici differenziali tetra polari con 3 poli protetti fino a 63 A devono essere modulari ed essere dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta preferibilmente di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione magnetotermica o dalla protezione differenziale. È ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 6000 A;
- e) il potere di interruzione degli interruttori automatici dovrà essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazioni dall'alto) sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso). Gli interruttori di cui in c) e in d) devono essere conformi alle norme CEI 23-18 e devono essere interamente assiemati a cura del Costruttore.

Interruttori automatici modulari con alto potere di interruzione.

Qualora vengano usati interruttori modulari negli impianti elettrici che presentano correnti di c.c. elevate ed in ogni caso maggiori di 6.000 A, gli interruttori automatici magnetotermici devono avere adeguato potere di interruzione.

Prese a Spina

Si dovranno installare prese a spina di tipo per posa a parete, in modo da consentire una facile manovra dei comandi e da poterle installare in supporti di polycarbonato antiurto. Le prese saranno

con alveoli segregati, sia del tipo bipasso (2P T, 10,16 A, interasse 19,26 mm, alveoli con diametro di 5 mm) sia del tipo UNEL P30 (2P + T, 10,16 A, con presa di terra centrale). Le prese dovranno avere morsetti posteriori di tipo doppio (sezione massima dei cavi $2 \times 4 \text{ mm}^2$), piastrine serracavo, viti impermeabili e collari di protezione. Tali apparecchi dovranno rispettare le norme di riferimento CEI 23-16 e 23-5. Il grado di protezione minimo del sistema dovrà essere IP54

I servizi igienici per disabili saranno provvisti di sistema di chiamata a tirante con segnalazione ottico acustica in locale presidiato. Il reset dell'allarme potrà avvenire solo mediante dispositivo posto all'interno dei locali da cui è partito l'allarme.

Particolari prescrizioni per i locali bagni e docce

L'impianto elettrico all'interno dei locali bagni e docce dovrà tenere conto delle zone di pericolosità in base alle quali sono definite le regole d'installazione. In particolare occorre prestare molta attenzione alla zona di estensione 2 che si estende per almeno 60 cm attorno al piatto doccia all'interno della quale non dovranno essere installati dispositivi di comando, protezione ecc, prese a spina e apparecchi per l'illuminazione di classe inferiore alla II. Saranno ammesse le condutture elettriche incassate a profondità maggiore di 5 cm. Inoltre sarà richiesto un collegamento equipotenziale supplementare.

Pulsanti di sgancio in emergenza

L'impianto elettrico sarà dotato di dispositivi di sicurezza da manovrare in caso di emergenza, consistenti in pulsanti ad accesso protetto il cui azionamento permetterà di sganciare tutto l'impianto elettrico o parti di impianto specifiche. I pulsanti saranno posti in prossimità dell'ingresso alla palazzina e in zona presidiata. Verranno utilizzati circuiti con bobine a lancio di corrente e pulsanti NC con sistema di segnalazione integrità del circuito. I circuiti di sgancio dovranno essere del tipo a sicurezza positiva e tutti i pulsanti di sgancio dovranno essere identificati in modo idoneo con uso di cartelli metallici uniformati alle prescrizioni sulla segnaletica di sicurezza.

4 Analisi dei carichi

Per dimensionare i conduttori sarà necessario il calcolo della corrente di impiego I_b . Note la potenza assorbita dal carico P_a , la tensione nominale V ed il coefficiente $g = K_u \times K_c$ si potrà effettuare il calcolo della corrente d'impiego ricorrendo alle seguenti relazioni:

$$I_b = g \times \frac{P_a}{V \cos \varphi} \quad \text{per i circuiti monofase}$$

$$I_b = g \times \frac{P_a}{\sqrt{3} V \cos \varphi} \quad \text{per i circuiti trifase}$$

dove il coefficiente g è il rapporto tra la corrente d'impiego I_b e la corrente teorica I_t che si avrebbe se tutta la potenza installata venisse pienamente utilizzata e compendia i fattori K_u (coefficiente di utilizzazione) e K_c (coefficiente di contemporaneità).

Nell'effettuare l'analisi dei carichi si è proceduto alla valutazione dei seguenti casi:

- utilizzatori il cui carico è completamente noto in termini di potenza, corrente, fattore di potenza, e regime di funzionamento;
- utilizzatori a presa di cui il carico non è noto;

Gli utilizzatori il cui carico è noto saranno gli apparecchi d'illuminazione e gli utilizzatori fissi.

Per le prese a spina di servizio si è considerata la massima potenza installabile nel punto presa considerato ed utilizzando gli opportuni coefficienti si è stimato il carico convenzionale.

5 Dimensionamento dei conduttori

La portata I_z di una conduttura è il massimo valore di corrente che può fluire in essa senza che si superi una prefissata temperatura. La portata dipende da fattori quali la sezione ed il tipo di cavo, la temperatura ambiente ed il tipo di posa, attraverso la relazione:

$$I_z = I_0 \times K1 \times K2 \times K3 \times K4$$

dove è:

I_z = portata del cavo;

I_0 = portata relativa al cavo o ai cavi che costituiscono il circuito in esame, nelle previste condizioni di posa ed a temperatura ambiente di 30°C;

$K1$ = fattore di correzione per temperatura ambiente diversa da 30°C;

$K2$ = fattore di correzione per cavi installati in fascio o in strato, dipendente dal numero di circuiti presenti nel fascio.

K3 tiene conto della profondità di posa, quando questa è diversa da 0,8 m.

K4 tiene conto della resistività termica del terreno, quando questa è diversa da 1,5 Kxm/W

La portata I_0 dipende dalla sezione del cavo, dal materiale conduttore, dal tipo di isolante, dal tipo di posa e dal numero di conduttori della conduttura attraversati da correnti significative. Per un dato insieme di condizioni la portata I_0 si determina dalle tabelle CEI-UNEL 35024/1. Applicando gli opportuni fattori correttivi K1, K2, K3 e K4 si ricava la portata effettiva I_z .

Per ogni conduttura dell'impianto dovrà risultare $I_b \leq I_z$ affinché questo risulti utilizzabile in condizioni ordinarie di esercizio.

La sezione dei cavi sarà inoltre determinata anche tenendo conto della massima caduta di tensione percentuale ammessa, $\Delta V\%$. Questa a regime non dovrà superare il 2% tra il quadro generale di bassa tensione e il quadro generale dell'edificio. Analogamente non dovrà essere superato il limite del 2% per l'alimentazione del quadro elettrico bordo macchina dell'elettropompa di pressurizzazione antincendio. Mentre tra il quadro generale dell'edificio e un punto qualsiasi dell'impianto a valle di esso, il 4% della tensione nominale di alimentazione.

6 Protezione contro i contatti diretti, indiretti, sovraccarichi e cortocircuiti

La protezione contro i contatti diretti dovrà avvenire mediante:

- isolamento delle parti attive - le parti attive devono essere completamente ricoperte con isolamento che ne impedisca il contatto e che possa essere rimosso solo mediante distruzione. L'isolamento dovrà essere in grado di resistere alle sollecitazioni meccaniche, termiche ed elettriche cui può essere soggetto nell'esercizio;
- protezione mediante involucri o barriere – le parti attive dovranno essere racchiuse entro involucri o barriere che assicurino un grado di protezione almeno pari a IP4X. Quando sia necessario per ragioni di esercizio aprire gli involucri si dovrà seguire una delle seguenti disposizioni: uso di attrezzo o chiave se in esemplare unico affidata al personale addestrato; sezionamento delle parti attive mediante apertura con interblocco; interposizione di barriere o schermi che garantiscano un grado di protezione di almeno IP2X;
- protezione parziale mediante ostacoli – gli ostacoli devono impedire l'avvicinamento non intenzionale del corpo a parti attive ed il contatto non intenzionale con parti attive in tensione;

- protezione parziale mediante distanziamento – parti simultaneamente accessibili a tensione diversa non devono essere a portata di mano;
- protezione addizionale mediante interruttori differenziali – l'impiego di interruttori differenziali con corrente nominale differenziale d'intervento non superiore a 30 mA è riconosciuto come protezione addizionale contro i contatti diretti.

Dovranno essere protetti contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti dovrà essere previsto un impianto di terra.

A tale impianto di terra dovranno essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

L'impianto di terra dovrà essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprendere:

- a) i conduttori di protezione che partiranno dal collettore di terra, arriveranno in ogni impianto e dovranno essere collegati a tutte le prese a spina (che serviranno ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra); o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. Sarà vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm².
- b) il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiranno i conduttori di protezione e di equipotenzialità e dal quale si dipartirà un ulteriore conduttore di protezione che collegherà l'impianto da realizzare al collettore (o nodo) di terra già esistente;

Una volta realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti dovrà essere completata con il seguente sistema:

- c) coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali.

Questo tipo di protezione richiederà l'installazione di un impianto di terra coordinato con interruttori differenziale che assicureranno l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali

correnti di guasto creino situazioni di pericolo. Affinché detto coordinamento sia efficiente dovrà essere osservata la seguente relazione:

$$R_t \leq 50/I_{dn}$$

dove I_{dn} rappresenta il valore più alto della corrente nominale di intervento differenziale del dispositivo di protezione. Nel progetto in esame poiché il valore più alto della corrente nominale di intervento differenziale è stato assunto pari a 1 A dovrà essere verificata la seguente relazione:

$$R_t \leq 50/I_{dn} \leq 50/1 \leq 50 \, \Omega$$

I conduttori che costituiscono gli impianti dovranno essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi dovrà essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8. 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) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici 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 in funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z).

In tutti i casi dovranno essere soddisfatte le seguenti relazioni:
 $I_b \leq I_n \leq I_z$ e $I_f \leq 1,45 I_z$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate sarà automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) e CEI 60898 (CEI 23-3). Gli interruttori automatici magnetotermici dovranno interrompere le correnti di corto circuito che potranno verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione $F_t \leq K_s^2$.

Essi dovranno avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. Sarà 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 2 dispositivi dovranno essere coordinate in modo che l'energia specifica passante $I^2 t$ lasciata passare dal dispositivo a monte non

risultati superiori a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

7 Quadri elettrici di BT

I quadri elettrici, denominati anche apparecchiature, saranno da considerarsi componenti dell'impianto elettrico. Le carpenterie dei quadri dovranno essere opportunamente dimensionate per garantire il rispetto dei limiti di sovratemperatura all'interno del quadro. Il grado di protezione non dovrà essere inferiore a IP55 e IP43.

Le condizioni di installazione dei quadri dovranno essere le seguenti: a parere esposti su tre lati. Per la definizione di tutte le componenti dei quadri di bassa tensione si dovrà fare riferimento agli schemi elettrici unifilari allegati alla presente relazione e agli elaborati grafici. A protezione di ogni linea è stato previsto un interruttore magnetotermico differenziale. Le dimensioni dovranno essere verificate dal costruttore in funzione di tutte le apparecchiature elettriche previste negli schemi unifilari e di un ulteriore 25% di spazio disponibile per ulteriori ampliamenti. Le apparecchiature elettriche da installarsi all'interno dei quadri dovranno essere di tipo modulare e componibile con fissaggio a scatto su profilato normalizzato EN 50022 ad eccezione degli interruttori/sezionatori di tipo scatolato con corrente nominale superiore a 125 A che si fisseranno a mezzo di bulloni alla piastra di cablaggio.

Tutti i circuiti in arrivo ed in partenza si attesteranno ad adeguate morsettiere portanti le identiche numerazioni dei conduttori di cablaggio. Le estremità dei conduttori dovranno essere trattati con idonei terminali o saldature forti.

Tutti i conduttori su di essi installati porteranno chiare indicazioni dei circuiti che alimenteranno.

La logica in base alla quale dovranno essere realizzati i quadri è la seguente:

- sezionatori generali;
- circuiti luci e prese tutti protetti con interruttori magnetotermici differenziali ad alta sensibilità;
- frazionamento dei carichi su più circuiti per elevare il grado di selettività orizzontale e quindi il grado di affidabilità e continuità di esercizio.

Sulla parte superiore o inferiore dei quadri devono essere realizzate idonee aperture per il passaggio dei cavi. L'interno del quadro sarà accessibile mediante la mobilità di alcuni pannelli per la manutenzione o sostituzione di apparecchi e cavi.

Viene assicurata un'aerazione naturale della cella, in modo da non creare sovratemperature all'interno che possano alterare le curve di intervento degli interruttori.

La funzione degli apparecchi dovrà essere contraddistinta da apposite targhette. Le linee sulla morsettiera d'uscita devono essere numerate per una più agevole individuazione.

Il quadro elettrico generale dovrà essere dotato di gruppo di misura e di lampade di segnalazione.

I circuiti saranno suddivisi sulle tre fasi in modo da equilibrarne il carico.

All'interno di ciascun quadro elettrico sarà installato un collettore di terra a cui saranno collegati tutti i conduttori di protezione e le masse estranee della zona di pertinenza.

Il costruttore dei quadri elettrici dovrà fare riferimento alle seguenti norme e Leggi e Direttive:

Norma. Tipologie di quadri ai quali la Norma si applica

CEI EN 61439-1

Regole generali. Per tutti i tipi di quadri.

CEI EN 61439-2

Quadri di potenza. Va letta congiuntamente con la Parte 1. Definisce i “quadri di potenza” (con tensione non superiore a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c.).

Principali Leggi e Direttive che interessano i quadri elettrici

Legge 186/1968 Art. 1: “tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte”. Art. 2: “i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni elettriche ed elettroniche realizzate secondo le Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano si considerano costruite a regola d'arte”. I quadri elettrici, come tutte le apparecchiature, se costruiti secondo la loro Norma saranno a regola d'arte.

DM 37/08 (sostituisce la Legge 46/90) Questo Decreto Ministeriale impone, in ottemperanza all'Art. 5, che per gli impianti sia redatta la “dichiarazione di conformità” alla regola d'arte. Pertanto tutti i prodotti installati nell'impianto, compresi i quadri, devono anch'essi essere costruiti a regola d'arte, che è rispettata se si costruisce il prodotto secondo le Norme CEI.

D.Lgs. 81/2008 “Attuazione dell’art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” – Articolo 81 – Requisiti di sicurezza: “Tutti i materiali, i macchinari e le apparecchiature, nonché le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere progettati, realizzati e costruiti a regola d’arte. Ferme restando le disposizioni legislative e regolamentari di recepimento delle Direttive comunitarie di prodotto, i materiali, i macchinari, le apparecchiature, le installazioni e gli impianti di cui al comma precedente, si considerano costruiti a regola d’arte se saranno realizzati secondo le pertinenti norme di buona tecnica (...)”.

Direttiva Bassa Tensione 2006/95/CE (che ha sostituito la Direttiva 73/23/CEE) La Direttiva 73/23/CEE fu recepita in Italia con la legge 791/77 e successivamente la Direttiva 93/68/CEE introdusse l’obbligo della marcatura CE. La Direttiva 2014/35/UE ha sostituito la Direttiva 2006/95/CE che a sua volta aveva conglobato la Direttiva 73/23/CEE e la Direttiva 93/68/CEE ma non ha modificato i requisiti richiesti che saranno quelli della Legge 791/77 e rimangono validi. La Direttiva Bassa Tensione si applica a tutto il materiale elettrico con una tensione di esercizio compresa tra 50 V e 1 000 V in corrente alternata e tra 75 V e 1 500 V in corrente continua. Essa indica quali caratteristiche di sicurezza dovrà possedere il materiale elettrico (e quindi anche i quadri) messo in commercio.

Direttiva Compatibilità Elettromagnetica “EMC” 2014/30/UE (che ha sostituito la Direttiva 2004/108/CE) Questa Direttiva si applica a tutte le apparecchiature elettrotecniche ed elettroniche che potranno creare perturbazioni elettromagnetiche (emissioni) o il cui funzionamento possa venire influenzato da tali perturbazioni (immunità). I disturbi prodotti dalle manovre sotto carico degli apparecchi (interruttori, sezionatori, ecc.) non saranno considerati. Per i quadri che incorporano apparecchi elettromeccanici non si esegue nessuna prova EMC. Anche per i quadri che incorporano apparecchi elettronici (es. differenziali, ecc.) conformi alle norme di prodotto e montati secondo le istruzioni del fabbricante non si effettua nessuna prova EMC. Per tutti gli altri casi si effettuano le prove di immunità (sovratensione impulsiva, transitori/treni veloci, campo elettromagnetico e scariche elettrostatiche) e di emissione indicati nell’Allegato J della Norma CEI EN 61439-1.

Inoltre il costruttore dei quadri elettrici dovrà:

- apporre la targa con il suo nome e il n di matricola sul quadro elettrico;
- marcare il quadro elettrico CE;

- compilare la dichiarazione CE di conformità che allegnerà ed archiverà con il fascicolo tecnico del quadro elettrico;
- fornirà al cliente la documentazione tecnica (schemi) e le informazioni relative all'apparecchiatura (dati di targa, uso e manutenzione ecc.);
- compilerà la dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/08 per consegnarla al Committente.

8 Impianto di terra e di equipotenzializzazione

L'impianto di terra, nel suo complesso, sarà costituito da:

- dispersori (già esistenti);
- conduttore di terra;
- collettore o nodo principale di terra;
- conduttori di protezione;
- collegamento equipotenziali principale;

Conduttore di terra

Il conduttore di terra assicurerà il collegamento del collettore o nodo principale di terra con l'impianto di dispersione. La sezione del conduttore di terra dovrà essere almeno pari a quella del conduttore di fase di sezione più elevata, con un minimo di 16 mm² e posato entro tubo protettivo.

Collettori di terra (principali e secondari)

I collettori di terra saranno realizzati con una barra di rame preforata installata su idonei supporti isolanti, all'interno dei quadri elettrici. Ad essi faranno capo:

- I conduttori di terra;
- I conduttori di protezione (PE);
- I conduttori equipotenziali principali e supplementari (EQP e EQPS);

Conduttori di protezione

Le sezioni e la tipologia dei conduttori di protezione saranno indicate negli elaborati grafici. In particolare i cavi dovranno essere del tipo FG16M16 0.6/1kV con conduttore in rame, isolamento in gomma etilpropilenica e guaina in PVC, conforme a norma CEI 20-22 e CEI 20-35.

I conduttori di protezione seguiranno lo stesso percorso dei cavi di energia per l'alimentazione delle utenze.

Collegamenti equipotenziali

All'interno dei nuovi locali i collegamenti equipotenziali garantiranno l'equalizzazione del potenziale mediante il collegamento all' impianto di terra di tutte le masse estranee (tubazioni metalliche dell' impianto idrico antincendio, masse estranee ecc...).

I collegamenti saranno eseguiti in base alla CEI 64/8 Fasc. 5 e CEI 64/12 con le seguenti modalità:

cavo flessibile di colore giallo-verde in rame isolato in PVC tipo FS17 450/750V con sezione minima non inferiore a metà del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto con un minimo di 6 mm² per i collegamenti equipotenziali principali e 4 mm² per i collegamenti equipotenziali secondari. Il conduttore sarà posato come i conduttori di fase entro canale metallico o passerella portacavi o entro tubo in PVC rigido o flessibile a seconda delle condizioni. Il cavo sarà portato alla più prossima cassetta di derivazione senza giunzioni. In corrispondenza del punto di collegamento se la massa estranea a priva di morsetti di collegamento si useranno morsetti a compressione di tipo adatto.

Gli organi di connessione dovranno essere del tipo:

morsetti in lega presso fusa per tubi fino a 2" con due parti apribili, serrati sulla tubazione con due bulloni in acciaio zincato, provvisti di morsetto a vite per il conduttore equipotenziale; morsetti in acciaio zincato o cadmiato per tubi fino a 6", serrati sulla tubazione con fascetta in nastro di acciaio zincato, provvisti di morsetto a vite per il conduttore equipotenziale; altri tipi purché conformi alla normativa vigente.

I morsetti saranno posti in opera in modo che staccando il rosone che di norma copre l'entrata del tubo nel muro, sia possibile ispezionare la connessione tra conduttore equipotenziale ed il morsetto oppure in altro modo equivalente. Le zone sottostanti i morsetti devono essere adeguatamente pulite.

9-Selettività

La selettività orizzontale e verticale delle protezioni differenziali è garantita dall'installazione di interruttori differenziali che risponderanno contemporaneamente alle condizioni amperometriche e cronometriche.

Selettività verticale

Condizione amperometrica

Il dispositivo differenziale dovrà intervenire tra I_{dn} e $I_{dn}/2$ ove I_{dn} rappresenta il valore della corrente di funzionamento dichiarato. Occorrerà avere quindi un rapporto minimo pari a 2 tra le soglie d'intervento dei dispositivi a monte e a valle.

Condizione cronometrica

Il tempo minimo di non intervento del dispositivo a monte dovrà essere superiore al tempo massimo di intervento del dispositivo a valle per tutti i valori di corrente.

Selettività orizzontale

Verrà assicurata dall'installazione delle protezioni differenziali all'interno dello stesso quadro.

Selettività sovraccarichi e cortocircuiti

La selettività per la protezione dai sovraccarichi e da cortocircuiti è parzialmente garantita ed in particolare verrà parzialmente garantita la selettività amperometrica naturale con l'installazione di interruttori a protezione delle linee secondarie, con corrente nominale I_n maggiore di almeno due grandezze rispetto alla I_n degli interruttori a monte, come si evince dagli schemi unifilari in allegato.

10 Impianto di illuminazione interna

Premessa

Scopo della presente relazione è quello di illustrare i criteri ed i metodi utilizzati per la progettazione dell'impianto di illuminazione di emergenza. Il progetto prevede l'utilizzo di soluzioni standardizzate, in modo da ottenere uno standard qualitativo elevato privilegiando, nello stesso tempo, fattori come la sicurezza e la facilità di manutenzione. Si precisa che, nella norma CEI 64-8, è indicato che il personale autorizzato ad esercire e a manutentare gli impianti dovrà essere addestrato e munito di tutti quelli strumenti, attrezzatura e documentazioni del caso; nella stesura del progetto, per la parte di propria competenza, si è tenuto conto anche di questa problematica.

Le norme vigenti

La Legge 37/08 stabilisce che si intendono “costruiti a regola d'arte” gli impianti realizzati in conformità alle norme tecniche UNI e CEI, alla legislazione tecnica vigente od alla normativa degli organismi di normalizzazione degli altri paesi della CEE. Per questo, si devono considerare adeguati gli impianti di illuminazione realizzati e mantenuti in conformità alle norme UNI, DIN,

ecc.; e da questo discende che il progettista e l'installatore, saranno tenuti a progettare ed eseguire impianti sicuri ai sensi della legge 37/08 e del D.Lgs 81/08.

DM 26 agosto 1992 e s.m.i - "Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica"

La legislazione vigente, inerente l'illuminazione di emergenza con luce artificiale, nei luoghi di lavoro, è il D.Lgs 81/08 *“Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n°123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”*. Nel D.Lgs 81/08, allegato 4 punto 1.5.11; si chiede che *“le vie e le uscite d’emergenza . . . devono essere dotate di un’illuminazione di emergenza di intensità sufficiente che entri in funzione in caso di guasto dell’impianto elettrico”*. Ovviamente, l’impianto d’illuminazione di emergenza dovrà avere un’autonomia che *“. . . ,consente un ordinato sfollamento”*, in conformità a quanto chiesto dal D.M. 8 marzo 1985. E’ opinione comune che per “ordinato sfollamento” in un ambiente, qual è quello in argomento, siano più che sufficienti trenta minuti di tempo. Da questo discende la necessità dell’autonomia delle lampade d’emergenza di almeno trenta minuti. La norma a cui si è fatto riferimento è la norma UNI EN 1838 del marzo 2013 – Illuminazione di emergenza. La presente norma definisce i requisiti illuminotecnici dei sistemi di illuminazione di emergenza, installati in edifici o locali in cui tali sistemi saranno richiesti. Essa si applica principalmente ai luoghi destinati all’accesso di pubblico o di lavoratori. La suddetta norma stabilisce tra l’altro che l’illuminazione di emergenza per le vie di fuga dovrà rispettare i seguenti parametri:

Illuminamento						
E _{minimo} = 1 lx (Illuminamento orizzontale minimo sul pavimento)						
Uniformità						
E _{massimo} : E _{minimo} ≤ 40 : 1 lx d < 4h installazione						
Limitazione dell'abbagliamento						
h/m	< 2,5	2,5 ≤ h < 3	3 ≤ h < 3,5	3,5 ≤ h < 4	4 ≤ h < 4,5	≥ 4,5
L _{min} /cd	500	900	1600	2500	3500	5000
I valori di questa tabella all'interno della zona da 60° a 90° rispetto alla verticale non devono essere superati in tutte le angolature azimutali.						
Resa del colore						
R _a ≥ 40						
Autonomia nominale nelle vie di fuga						
UNI EN 1838 art. 4.2.5 e art. 4.3.5						
1 ora						
Velocità di accensione						
UNI EN 1838 art. 4.2.6 e art. 4.3.6						
Entro 5 secondi al 50 %, entro 60 secondi al 100 % dell'illuminamento previsto						

Il tempo di ricarica completo entro le 12 (24) ore.

Definizioni delle grandezze illuminotecniche

Le principali grandezze fotometriche per la qualità e la quantità della luce e la scelta del tipo di lampada da adottare, saranno le seguenti:

- **flusso luminoso**

Definizione: è la quantità di luce emessa da una certa sorgente o apparecchio di illuminazione

Simbolo: Φ

Unità di misura: lumen (lm)

- **intensità luminosa**

Definizione: è la parte del flusso luminoso emesso in una determinata direzione da una sorgente luminosa rapportata all'angolo solido che lo contiene.

Simbolo: I

Unità di misura: candela (cd).

- **illuminamento**

Definizione: è la quantità di flusso luminoso che si raccoglie nella quantità di superficie del piano di lavoro.

Simbolo: E

Unità di misura: lux ($\text{lux} = \text{lm}/\text{m}^2$).

- **luminanza**

Definizione: è l'intensità luminosa emessa in una determinata direzione da una sorgente luminosa rapportata alle dimensioni della superficie stessa.

Questo vale sia per sorgente primaria (lampada o apparecchio di illuminazione) o secondaria (piano di un tavolo che riflette la luce)

Simbolo: L

Unità di misura: candela al metro quadro (cd/m^2).

- **luminanza media nel tempo**

Definizione: è il limite minimo del valore medio di luminanza nelle peggiori condizioni d'impianto (invecchiamento delle lampade e / o sporcizia delle stesse)

Unità di misura: candela al metro quadro (cd/m^2).

- **uniformità di luminanza**

Definizione: è il rapporto fra i valori di luminanza minima e luminanza media (U0).

Unità di misura: adimensionale.

- **indice di abbagliamento**

L'abbagliamento è quella condizione nella quale, a causa di luminanze molto elevate o differenze troppo accentuale la nostra percezione visiva risulta difficile. Per valutare l'abbagliamento in un ambiente si ricorre al metodo UGR, il quale considera la luminosità di pareti, soffitti nonché di tutti gli apparecchi di un impianto che possaranno abbagliare, e ai valori limite di UGRl che non possaranno essere superati secondo la norma UNI EN 12464-1.

- **colorazione**

Definizione: descrive l'aspetto cromatico della luce

Unità di misura: Kelvin (K)

- **resa cromatica**

Definizione: è la proprietà di una sorgente luminosa di restituire i colori nel modo più fedele possibile rispetto ad una sorgente di riferimento

Unità di misura: indice di resa cromatica (Ra)

- **coefficiente di manutenzione dell'apparecchio**

Nella stesura del progetto si è tenuto conto di un coefficiente di manutenzione pari a 0,80.

Calcoli illuminotecnici

Procedura di calcolo

I calcoli saranno stati effettuati con l'ausilio del software DIALUX Evo 5.12.0

Per il calcolo dell'illuminazione di emergenza è stato applicato il coefficiente di flusso luminoso dato dalle lampade in funzionamento in emergenza sotto batteria di tipo Ni-MH. Inoltre saranno assunti pari a 0 i coefficienti di riflessione.

In riferimento sempre all'illuminazione di emergenza saranno assunte le ulteriori seguenti ipotesi:

- **altezza di installazione degli apparecchi illuminanti e direzione della luce:** “un percorso per l'esodo dovrà avere un'altezza minima di 2 m e perciò, per rendere ben visibile l'intero spazio di mobilità. Gli apparecchi illuminanti pertanto vanno posti a non meno di tale altezza e preferibilmente a parete poiché, se installati a soffitto o a ridosso del soffitto, può esserne ridotta rapidamente la visibilità dal fumo in caso di incendio. È opportuno che il flusso luminoso sia diretto dall'alto verso il piano di calpestio”;
- **collocazione degli apparecchi illuminanti:** “gli apparecchi d'illuminazione di emergenza vanno posti lungo le vie d'esodo ed almeno nei seguenti punti: ad ogni porta di uscita prevista per l'emergenza e su ogni uscita di sicurezza indicata; vicino ed immediatamente all'esterno dell'uscita che immette in un luogo sicuro; vicino (meno di 2 m in senso orizzontale) alle scale

ed in modo che ogni rampa sia illuminata direttamente; in corrispondenza di ogni cambio di direzione; ad ogni intersezione di corridoi; in corrispondenza dei segnali di sicurezza; vicino (meno di 2 m in senso orizzontale) ad ogni punto di pronto soccorso (locale, cassetta di pronto soccorso, pacchetto di medicazione, punto di chiamata, ecc.)”;

- **livello di illuminamento delle vie d’esodo:** “la norma definisce valori minimi misurati al suolo (fino a 20 mm dal suolo) e calcolati senza considerare il contributo luminoso della luce riflessa, per: **vie d’esodo di larghezza fino a 2 m** (l’illuminamento orizzontale al suolo lungo la linea centrale non dovrà essere minore di 1 lx; mentre nella fascia centrale di larghezza pari ad almeno la metà della via di esodo, l’illuminamento dovrà essere non meno del 50% di quello presente lungo la linea centrale); **vie d’esodo di larghezza superiore a 2 m** (devono essere considerate come un insieme di vie d’esodo di 2 m e per ciascuna di esse vanno adottati i valori minimi sopraindicati)”; nel progetto in esame si è preso come riferimento per l’illuminamento orizzontale lungo le vie di esodo il valore di 5 lx previsto dal DM 26 agosto 1992 e s.m.i.- "Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica"

- **livello di illuminamento antipanico:** Criteri UNI EN 1838: Illuminamento orizzontale di almeno 0,5 lx sul pavimento libero esclusa una fascia perimetrale di 0,5 m; Rapporto massimo di 40 : 1 tra illuminamento maggiore e minore comunque relazionato all’illuminamento ordinario; Resa del colore della lampada di almeno 40 Ra (necessaria per identificare in modo univoco i colori di sicurezza); Autonomia nominale di almeno 1 ora nelle vie di fuga; Entro 5 secondi: almeno il 50% dell’illuminamento previsto; Entro 60 secondi: 100 % dell’illuminamento previsto; Limitazione dell’abbagliamento tale da rispettare i valori limite dell’abbagliamento fisiologico; almeno 2 apparecchi in ogni ambiente per ridondanza (UNI EN 50172 art. 5.3 + CEI 64-8 art. 752.56.4)

Kit in emergenza certificati a corredo dei corpi illuminanti e segnaletica di sicurezza

Alla luce di quanto specificato nella norma presa a riferimento si è deciso in fase progettuale di prevedere corpi illuminanti dedicati all’emergenza, in modalità SE, equipaggiate con batterie LiFe o NI-MH, certificati con autonomia di almeno 1h, grado di protezione IP65 con sistema autoricaricabile e tempo di ricarica completo entro le 12 (24) ore.

In particolare l’impianto dovrà soddisfare l’illuminamento delle vie di esodo, delle uscite di sicurezza e della segnaletica di sicurezza.

Riguardo alla segnaletica di sicurezza occorrerà prestare attenzione al posizionamento secondo quanto di seguito riportato:

- la direzione della via di fuga dovrà essere opportunamente contrassegnata nel caso non sia immediatamente visibile o nel caso le persone non abbiano confidenza con la geometria dei luoghi (scale, cambi di direzione, scale ecc..);
- dovranno essere contrassegnate le uscite che non siano immediatamente identificabili come tali o che vengano usate solo in caso di emergenza;
- dovrà essere facilmente riconoscibile e posizionata in maniera tale che chiunque, da qualsiasi posizione nel locale, possa individuare almeno un pittogramma segnaletico;
- la segnaletica delle vie di fuga e delle uscite di emergenza dovrà essere installata in modo unitario all'interno di un unico edificio;
- la segnaletica per identificare le vie di fuga e le uscite di emergenza va collocate in posizione trasversale rispetto alla posizione da seguire.

Dovranno essere installati pittogrammi del tipo non illuminati per distanza di riconoscimento di 10 m e superficie del pittogramma di 0,05 m² (40x20 cm).

11 Particolarità sulle verifiche dell'impianto

Verifiche iniziali

L'esecutore dell'impianto elettrico e di messa a terra dovrà effettuare sullo stesso, al termine dei lavori e prima della messa in servizio, le seguenti verifiche, peraltro indicate anche nella Norma CEI 64-8:

- esame a vista;
- prove di funzionamento;
- continuità dei conduttori di protezione;
- resistenza di isolamento dell'impianto;
- verifica della separazione dei circuiti;
- verifica dell'esecuzione dell'equalizzazione del potenziale (con misura della resistenza dei conduttori relativi);
- verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione e misura dell'impedenza dell'anello di guasto.

L'esecutore dell'impianto è obbligato a presentare documentazione scritta sul risultato delle verifiche di cui sopra, completa dei relativi protocolli delle misure effettuate.

12 Ulteriori precisazioni

Tutti i materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni, impianti elettrici od elettronici, dovranno essere realizzati e costruiti secondo le norme emanate dal CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) e successive modifiche ed integrazioni vigenti all'atto dell'esecuzione dei lavori. Tutti i materiali da installare dovranno corrispondere infatti alle relative norme CEI ed alle tabelle d'unificazione CEI-UNEL conformemente alle disposizioni contenute nella circolare n.85 dell'8 novembre 1966 «Vigilanza in materia di prevenzione presso i costruttori e commercianti di materiali elettrici» del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale.

Tutti gli impianti dovranno essere eseguiti in conformità alle particolari prescrizioni delle autorità ed enti distributori, le sezioni dei conduttori, le apparecchiature ed i sistemi di protezione generale e particolare degli impianti dovranno essere quelle prescritte nelle citate norme. I materiali da impiegare nell'esecuzione degli impianti elettrici e d'illuminazione, dovranno essere di ottima qualità e solidità ed inoltre tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive e termiche, marchiate CE e, alcune, certificate dall'I.M.Q. Corre l'obbligo di segnalare che, essendo l'impianto alimentato con una potenza superiore a 15 kW, sarebbe opportuno valutare e se il caso prevedere un impianto di rifasamento (non oggetto del presente incarico). Con riferimento alla possibile presenza di personale dipendente, si ricorda l'obbligo del datore di lavoro di inviare entro 30 giorni dalla messa in servizio degli impianti la dichiarazione di conformità dell'impianto di terra al Dipartimento INAIL (ex ISPLES) ed all'ASP competenti per territorio (DPR 462/01).

13 Elenco allegati

Risultano allegati alla presente relazione tecnica, facenti parte integrante della documentazione di progetto, i seguenti elaborati:

- ALLEGATO - Calcoli illuminotecnici: illuminazione di sicurezza
- ALLEGATO - Elaborati grafici

14 Conclusioni

Qualora, si dovesse rendere necessario modificare gli impianti o le strutture, o in generale le "condizioni di sicurezza" citate nella presente relazione, si dovrà procedere con una nuova progettazione ed affidare i lavori a ditta abilitata ai sensi del DM 37/08 la quale a fine lavori dovrà rilasciare apposita dichiarazione di conformità alla regola dell'arte.

15 Firme

Palermo

Il Tecnico
