

SETTORE EDILIZIA PUBBLICA E GLOBAL SERVICE

Città di Sesto San Giovanni

**ADEGUAMENTO SISMICO-STRUTTURALE,
ADEGUAMENTO ANTINCENDIO ED
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO**

**SCUOLA "DON MILANI"
Via Felice Cavallotti 88**

PROGETTO ESECUTIVO

IMPIANTI ELETTRICI

RELAZIONE TECNICA

ELABORATO N° : E-DT-02

Rev.	Data	Esec.	Descrizione
0	Giugno 2019	GBE	Emissione
1			
2			
3			

1	INTRODUZIONE.....	4
2	NORME DI RIFERIMENTO	4
3	DATI ELETTRICI PRINCIPALI	6
4	INDIVIDUAZIONE E CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI.....	6
5	FORNITURE	7
6	AMBIENTI E APPLICAZIONI PARTICOLARI	7
6.1	COMPLESSO SCOLASTICO IN GENERALE.....	7
6.2	AULA MAGNA.....	9
6.3	LOCALI CONTENENTI DOCCE.....	10
6.4	LOCALI IGIENICI PER DISABILI.....	10
7	PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA	11
7.1	PULSANTE DI EMERGENZA.....	11
7.2	IMPIANTI ELETTRICI DI SICUREZZA	11
7.3	ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	12
7.4	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI	13
7.5	PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI	13
8	QUADRI ELETTRICI	14
8.1	QUADRO SOTTOCONTATORE	15
8.2	QUADRO GENERALE SCUOLA.....	15
8.3	QUADRI ELETTRICI DI PIANO E QUADRI DERIVATI.....	16
8.4	QUADRO ELETTRICO PALESTRA	16
8.5	QUADRO ELETTRICO SALA PROIEZIONI	17
9	IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE PRINCIPALE.....	17
9.1	SALA PROIEZIONI	17
9.2	ESTERNO	17
9.3	LINEE ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	18
10	COMPONENTI DELL'IMPIANTO ELETTRICO	18
10.1	CASSETTE E DERIVAZIONI.....	18
10.2	INTERRUTTORI DI COMANDO	18

10.3	PRESE A SPINA	19
10.4	ALLARME SERVIZI IGIENICI DISABILI	19
11	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	19
11.1	ILLUMINAZIONE ORDINARIA.....	19
11.2	ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	20
11.3	ILLUMINAZIONE ESTERNA.....	20
12	IMPIANTO DI TERRA	20
12.1	DISPERSORI	20
12.2	COLLETORE DI TERRA	21
12.3	CONDUTTORI DI PROTEZIONE ED EQUIPOTENZIALI	21
13	PROTEZIONE DELLA STRUTTURA CONTRO I FULMINI	21
14	DICHIARAZIONI E CERTIFICAZIONI	21

1 INTRODUZIONE

La presente relazione ha per oggetto le opere elettriche previste nel progetto di adeguamento sismico-strutturale, adeguamento antincendio ed efficientamento energetico della scuola "Don Milani", in via Felice Cavallotti 88, nella città di Sesto San Giovanni (MI).

Nel progetto si tiene conto anche dei criteri di sicurezza antincendio atti a tutelare l'incolumità delle persone e a salvaguardare i beni contro tale rischio, secondo quanto previsto dal Decreto Ministeriale 26 agosto 1992 "Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica".

2 NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti sono stati progettati in accordo con le norme legislative e tecniche in vigore e secondo le indicazioni contenute nella Guida CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici".

Anche la loro realizzazione dovrà essere conforme alle normative tecniche e di legge attualmente in vigore con particolare riferimento alle seguenti (l'elenco è indicativo e non esaustivo):

Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 = Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;

D.P.R. n. 689/59 = Decreto del presidente della Repubblica 26.5.1959. Determinazioni delle aziende e lavorazioni soggette, ai fini di prevenzione degli incendi, al controllo del comando del corpo dei vigili del fuoco;

LEGGE n. 186/68 = Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici. 1 Marzo 1968;

Decreto 22 gennaio 2008, n.37 = regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quattredices, 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;

D.P.R. n. 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. 22.10.2001;

ALTRE LEGGI Tutte le leggi, norme e regolamenti qui non esplicitamente richiamate ma che risultino avere attinenza con le opere e prestazioni oggetto dell'Appalto, che risultino in vigore o che dovessero subentrare durante l'esecuzione dell'Appalto.

Norme CEI 2 - 3 Norme per le macchine rotanti.

Norme CEI del gruppo 3 Documentazione e segni grafici, tutte

Norma CEI 11 – 17 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo. II edizione 1997 e successive varianti;

Norme CEI 14 – 4 Norme per trasformatori di potenza;

Norma CEI 16 – 3 Principi fondamentali e di sicurezza per le interfacce uomo-macchina, la marcatura e l'identificazione. Principi di codifica per i dispositivi indicatori e per gli attuatori. V edizione 2003;

Norma CEI 17 - 6 Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensione da 1 a 52 kV. V edizione 1998 e successive varianti;

Norma CEI EN 61439 Norme per apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri elettrici BT) edizione 2012;

Norma CEI 20 - 20 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale U_0/U non superiore a 450/750 V;

Norma CEI 20 – 22/2 Prova d'incendio dei cavi elettrici. Prova di non propagazione dell'incendio. edizione 2006 e successive varianti;

Norma CEI 20 - 24 Giunzioni e terminali per cavi di energia. II edizione 1998;

Norma CEI 20 - 25 Cavi flessibili piatti con isolante e guaina di polivinilcloruro per ascensori. II edizione 1997;

Norma CEI 20 - 35 Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio. Prova di non propagazione verticale della fiamma. I edizione 1999;

Norma CEI 0-21 Connessione degli impianti elettrici in Bassa tensione;

Norma CEI 23 - 51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per uso domestico e similare. I edizione 1996;

Norma CEI 31 – 1 Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive - custodie a prova di esplosione. "d" - norma Europea. IV edizione 2001;

Norma CEI 31 - 8 Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive - regole generali - norma europea. III edizione 1998;

Norma CEI 31 - 9 Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive - modo di protezione a sicurezza intrinseca "i" - norma europea. II edizione 1998;

Norma CEI 31 – 10 Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive - modo di protezione a sicurezza intrinseca "i" - norma europea. I edizione 1997;

Norma CEI 31 – 30 Classificazione dei luoghi pericolosi. I edizione 1996;

Norma CEI 31 – 35 Guida alla classificazione dei luoghi pericolosi. II edizione 2001 e successive varianti;

Norma CEI 31 – 35A Guida alla classificazione dei luoghi pericolosi. Esempi di applicazione. II edizione 2001;

Norma CEI 31 – 33 Impianti elettrici per atmosfere esplosive per la presenza di gas. I edizione 1998;

Norma CEI 70 - 1 Norme per la classificazione dei gradi di protezione degli involucri. II^ edizione Marzo 1997 e successive varianti.

Norma CEI 64 - 8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua. VI edizione;

Norma CEI 81 – 10/10 Protezione contro i fulmini;

Guida CEI 64-52 Guida all'esecuzione degli impianti elettrici negli edifici scolastici;

Guida CEI 64-52 V1 Guida all'esecuzione degli impianti elettrici negli edifici scolastici, edizione 2011;

Gli impianti saranno realizzati nell'assoluto rispetto di tutte le norme di legge vigenti al momento della costruzione e nel rispetto delle relative norme tecniche redatte dal CEI. Inoltre dovranno essere conformi alle prescrizioni delle Autorità locali, dei VV.FF ed alle indicazioni dell'Ente fornitore dell'energia elettrica.

3 DATI ELETTRICI PRINCIPALI

Il progetto è stato sviluppato considerando i seguenti dati di base:

- | | | |
|---|---|-----------|
| • Tensione al punto di consegna | : | 400/230 V |
| • Potenza impegnata | : | 60 kW |
| • Sistema di distribuzione | : | TT |
| • Corrente di corto circuito al punto di consegna | : | 16 kA |

4 INDIVIDUAZIONE E CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI

Al fine di una corretta progettazione degli impianti, sono stati analizzati i vari ambienti e le attività svolte all'interno degli stessi, giungendo alle conclusioni esposte nel seguito.

La scuola è costituita da un edificio di tre piani fuori terra ed un piano seminterrato.

In base al Decreto 26 agosto 1992 si individua, in relazione alle presenze effettive contemporanee di alunni e di personale docente e non docente, una "scuola di tipo 2" con numero di presenze contemporanee compreso tra 300 e 500 persone.

I vari locali all'interno dell'edificio sono adibiti ai seguenti utilizzi:

- aule;
- laboratori;
- uffici (segreteria, presidenza, ecc.);

- palestre;
- biblioteca;
- locali inservienti
- depositi;
- aula magna;
- servizi igienici e spogliatoi;
- servizi igienici per disabili;
- locale recapito cibi;
- locali mensa;
- locali tecnici;
- portineria.

5 FORNITURE

Sono da intendersi oggetto dell'appalto le seguenti opere e prestazioni:

- Quadri elettrici;
- Percorsi e vie cavi;
- Distribuzione elettrica di potenza dal quadro generale scuola ai quadri elettrici di piano;
- Impianto elettrico locale contatore;
- Impianto di illuminazione di sicurezza e segnalazione;
- Apparecchi per illuminazione ordinaria nei nuovi bagni disabili;
- Apparecchi per illuminazione di sicurezza;
- Impianto prese a spina e forza motrice;
- Impianti speciali di sicurezza (pulsante di sgancio di emergenza, campanelle, impianto rivelazione incendi, impianto citofonico; distribuzione impianto di cablaggio strutturato);
- Rimozioni di componenti esistenti per il loro adeguamento

Sono altresì oggetto dell'appalto la progettazione esecutiva e le certificazioni dell'impianto elettrico.

6 AMBIENTI E APPLICAZIONI PARTICOLARI

6.1 COMPLESSO SCOLASTICO IN GENERALE

Con riferimento a quanto indicato all'art. 751.03 della Norma CEI 64-8, Parte 7, si ritiene di considerare l'intera scuola quale **"ambiente a maggior rischio in caso di incendio per l'elevata densità di affollamento e per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio (...)"**. L'Allegato A della norma stessa, individua infatti, tra le attività che comprendono tale rischio, le "scuole di ogni genere, grado e tipo (...)".

Gli impianti elettrici nel loro complesso dovranno quindi attenersi alle particolari prescrizioni previste dalla Norma CEI 64-8/7 per tali ambienti.

Si ritiene opportuno sottolineare il problema costituito dai VANDALISMI: spesso il comportamento degli alunni all'interno degli edifici scolastici risulta del tutto imprevedibile. Il temperamento impulsivo di alcuni di essi rischia di mettere a dura prova quelle parti di impianto o quei componenti che si trovano a portata di mano. Si sottolinea dunque l'importanza di conferire agli impianti adeguate caratteristiche di robustezza e/o di mantenerli il più possibile in posizione riparate.

Le seguenti misure vanno applicate all'interno edificio scolastico in quanto luogo a maggior rischio in caso di incendio.

- I componenti elettrici devono avere caratteristiche di resistenza al calore e al fuoco rispondenti a quanto previsto dalla sezione 422 della norma CEI 64-8.
- Gli apparecchi d'illuminazione devono essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati se combustibili ed in particolare per faretti e piccoli proiettori:
 - 1.1. Fino a 100 W 0.5 m
 - 1.2. Da 100 a 300W 0.8 m
 - 1.3. Da 300 a 500W 1 m.
- E' necessario l'impiego di apparecchi per illuminazione con adeguate caratteristiche di robustezza protetti contro le prevedibili sollecitazioni meccaniche, come peraltro previsto all'art. 751.04.1 "prescrizioni comuni di protezione contro l'incendio".
- Le condutture elettriche che attraversano le vie di uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e preferibilmente non devono essere a portata di mano.
- I conduttori unipolari dei circuiti in c.a. devono essere disposti vicini in modo da evitare pericolosi riscaldamento per effetto induttivo delle parti metalliche adiacenti.
- Le condutture dovranno essere realizzate in uno dei modi seguenti:
 - 1.4. Condutture di qualsiasi tipo incassate in strutture non combustibili;
 - 1.5. Condutture realizzate con cavi multipolari provvisti di conduttore di protezione;
 - 1.6. Condutture realizzate con cavi provvisti di conduttore di protezione posti in passerella o in tubi metallici minimo IP4X;
 - 1.7. Condutture realizzate con cavi provvisti di conduttore di protezione posti in canali o in tubi non metallici minimo IP4X;
 - 1.8. Condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari non provvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi o canali non metallici chiusi con grado di protezione almeno IP4X rispondenti a quanto indicato nella Sezione 422 della CEI 64-8 assumendo come temperatura per la prova al filo incandescente 850°C, anziché 650°C.;
 - 1.9. Binari elettrificati e condotti sbarre.
- I circuiti che entrano o attraversano l'ambiente devono essere protetti contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti da dispositivi posti a monte;
- Per la protezione dei circuiti terminali, con esclusione di quelli di sicurezza sarà realizzata con dispositivo a corrente differenziale I_{dn} non superiore a 0,3 A;
- Devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio. Le barriere devono avere

caratteristiche di resistenza al fuoco almeno pari a quelle dei solai o delle pareti in cui sono installate.

6.2 AULA MAGNA

Il locale al piano terra destinato ad aula magna / sala-proiezioni sarà da considerarsi **“Luogo di pubblico spettacolo”** al quale si applicano le particolari prescrizioni indicate di seguito:

- Per i luoghi di pubblico spettacolo la norma prevede l'installazione di un comando di emergenza in ambiente facilmente accessibile dall'esterno, atto a porre fuori tensione l'intero impianto elettrico ad eccezione dei servizi di sicurezza. Tale comando è peraltro già previsto per l'edificio scolastico in quanto tale. Sarà quindi unico e comune a tutta la scuola.
- Il quadretto elettrico di distribuzione non deve essere accessibile al pubblico.
- I comandi dei circuiti non saranno accessibili al pubblico
- La protezione contro i contatti indiretti per l'interruzione automatica del circuito sarà realizzata con interruttori differenziali.
- Le condutture saranno realizzate in modo da ridurre al minimo la possibilità di innesco e di propagazione dell'incendio. I cavi di potenza avranno tensione nominale non inferiore a 450/750 V, mentre quelli di segnalazione e comando non inferiore a 300/500 V. Si impiegheranno allo scopo cavi con guaina non propaganti l'incendio a norma CEI 20-22.
- Le condutture per gli impianti di sicurezza risulteranno per costruzione o per installazione resistenti al fuoco in modo da poter funzionare durante l'incendio.
- I cavi devono essere protetti contro la possibilità di danneggiamenti meccanici fino ad un'altezza di 2,5 m, le derivazioni avverranno con l'impiego di apposite cassette di derivazione.
- Gli apparecchi di comando e segnalazione a disposizione del pubblico devono essere facilmente manovrabili ed individuabili da parte di portatori di handicap anche in mancanza di illuminazione.
- Le prese a spina fisse a portata di mano saranno di tipo con coperchio e/o con alveoli schermati. Saranno inoltre dotate di protezione contro le sovracorrenti su ogni singola presa. Si prevede l'impiego di prese di tipo bipasso 2P+T 230 V 10/16 A, con interruttore magnetotermico da 10 A montato nella stessa scatoletta della presa.
- Le lampade non devono essere poste a portata di mano del pubblico e negli ambienti di passaggio devono risultare adeguatamente protette da urti o azioni meccaniche.
- Gli apparecchi per illuminazione devono essere resistenti alla fiamma ed all'accensione prodotti in conformità alla norma CEI 34-21 art. 13.3.
- In prossimità del palcoscenico gli apparecchi di illuminazione saranno posti ad altezza dal pavimento non inferiore a 2,5 m ed avranno grado di protezione non inferiore a IP 4x.
- L'illuminazione di sicurezza sarà realizzata con apparecchi autonomi in grado di assicurare un'autonomia di funzionamento di almeno 1 h. Gli apparecchi saranno disposti in modo da garantire lungo tutto il percorso delle vie di esodo, in

prossimità delle uscite e sulle scale, un livello di illuminazione non inferiore a 5 lx su un piano orizzontale ad 1 m di altezza dal piano calpestio. In ogni altro ambiente ove abbia accesso il pubblico il livello di illuminamento sarà di almeno 2 lx.

6.3 LOCALI CONTENENTI DOCCE

Ai locali contenente le docce, si applicano le particolari prescrizioni indicate nell'art. 701 della Norma CEI 64-8, Parte 7, **"Locali contenente bagni o docce"**.

Si rammentano le distanze di rispetto ed i particolari provvedimenti previsti dalla normativa vigente per l'installazione di componenti elettrici all'interno di locali contenenti bagni o docce.

In particolare si dovrà evitare l'installazione di componenti elettrici, nei 60 cm in pianta attorno al bordo esterno della vasca e della doccia, e nei 2,25 m in altezza a partire dal piatto doccia o dal fondo della vasca. Unica eccezione riguarda l'installazione di scaldacqua (aventi particolari caratteristiche) e di apparecchi fissi alimentati con circuiti SELV (a bassissima tensione di sicurezza).

La zona pericolosa così determinata potrà essere ridotta con la presenza di ripari fissi (muretto e/o box doccia con pareti fisse). La zona inoltre non si estende al di fuori del locale da bagno, attraverso le aperture munite di serramenti.

Al di fuori di tale zona non si prevede alcuna particolare limitazione per gli impianti e i componenti elettrici, se non per quanto riguarda il minimo grado di protezione contro la penetrazione dei liquidi, che non deve risultare inferiore all'IPX1, e la presenza, sui circuiti di alimentazione, di un dispositivo di protezione differenziale con $I_{dn} \leq 30$ mA (è sufficiente l'interruttore generale del quadro se rispondente a tale caratteristica).

In corrispondenza di vasca e doccia ma ad un'altezza superiore ai 2,25 m dal fondo e/o dal piatto, sarà installato un pulsante di chiamata a tirante, realizzato con circuito di tipo SELV (a bassissima tensione di sicurezza). Il circuito SELV, sarà alimentato da apposito trasformatore di sicurezza, 220V/12V, installato nel quadro generale. Dovrà avere condutture completamente separate da quelle degli altri circuiti e rispondere a tutte quelle particolari prescrizioni previste dalla normativa per tali sistemi.

6.4 LOCALI IGIENICI PER DISABILI

Al fine di realizzare il superamento delle barriere architettoniche, i servizi igienici, per i quali si prevede la possibilità di impiego da parte di disabili, dovranno essere dotati di un particolare sistema di segnalazione acustica e luminosa all'esterno del locale, possibilmente sopra la porta d'ingresso.

L'allarme sarà comandato da un pulsante a tirante da installare a parete in prossimità della tazza.

L'annullamento della chiamata del dispositivo acustico-luminoso, dovrà essere effettuato mediante un pulsante installato all'interno della porta del bagno.

Per quanto riguarda le altezze di installazione dal pavimento, dei componenti elettrici all'interno di tali servizi, dovranno essere rispettate le prescrizioni seguenti:

- Campanelli e pulsanti di comando $h = 60 \div 140$ cm;
- Prese energia $h = 60 \div 110$ cm;
- Interruttori e quadri elettrici $h = 75 \div 140$ cm.

Si raccomanda inoltre le distanze di rispetto ed i particolari provvedimenti previsti dalla normativa vigente per l'installazione di componenti elettrici all'interno di locali contenenti bagni o docce, dettagliatamente descritti in uno specifico paragrafo del presente documento, al quale si rimanda.

7 PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA

7.1 PULSANTE DI EMERGENZA

Secondo quanto richiesto dal Decreto Ministeriale 26/08/92, la scuola deve essere dotata di comando di sgancio a distanza, posto in prossimità dell'ingresso o in posizione presidiata.

Si provvederà dunque all'installazione del pulsante di emergenza. Tale pulsante dovrà togliere tensione all'intero impianto elettrico con esclusione degli impianti di sicurezza.

Per evitare azioni di vandalismo alquanto prevedibili in ambienti scolastici, si prevede l'installazione di un unico pulsante di emergenza in prossimità dell'ingresso della scuola.

Nel caso tale soluzione non dovesse risultare gradita ai Vigili del Fuoco, si installeranno uno o più pulsanti dove indicato dagli stessi, agenti sullo stesso interruttore generale.

Il comando di emergenza della centrale termica è escluso dal presente elaborato.

7.2 IMPIANTI ELETTRICI DI SICUREZZA

Secondo quanto richiesto dal decreto Ministeriale 26/08/92, la scuola deve essere dotata di impianto di sicurezza per l'alimentazione delle utenze strettamente connesse alla sicurezza delle persone:

- Illuminazione di sicurezza:
- Impianto di diffusione sonora e/o impianto di allarme (trattati in altra relazione).

L'impianto di sicurezza deve essere alimentato da apposita sorgente, distinta da quella ordinaria, alla quale non può essere collegata nessun'altra apparecchiatura al di fuori delle utenze sopra elencate.

L'autonomia della sorgente di sicurezza non può essere inferiore a 30 min, e la ricarica completa degli eventuali accumulatori deve avvenire automaticamente in tempi non superiori a 12 h.

L'alimentazione dell'impianto di sicurezza deve potersi inserire anche manualmente con comando posto in posizione conosciuta dal personale.

7.3 ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

L'illuminazione di sicurezza verrà realizzata a mezzo di appositi apparecchi autonomi e dotati di gruppi composti da accumulatori ed inverter per l'alimentazione delle lampade, con commutazione automatica in caso di mancanza tensione di rete.

Sulle scale dovranno essere installati apparecchi di illuminazione per illuminazione ordinaria dotati di gruppi composti da accumulatori ed inverter per l'alimentazione delle lampade, con commutazione automatica in caso di mancanza tensione di rete.

La disposizione degli apparecchi consentirà di garantire lungo tutto il percorso delle vie di esodo un livello di illuminazione non inferiore a 2 lx ed in prossimità delle uscite e delle scale un livello di illuminazione non inferiore a 5 lx. Il livello di illuminazione è inteso su un piano orizzontale ad 1 m di altezza dal piano di calpestio.

L'illuminazione delle vie di esodo deve garantire una sicura uscita dall'edificio attraverso le vie di fuga che dovranno essere opportunamente segnalate ed individuabili con assoluta certezza. Anche i pulsanti di allarme e le attrezzature antincendio lungo le vie di uscita dovranno risultare di facile identificazione.

Oltre ad apparecchi per l'illuminazione di sicurezza andranno installati appositi apparecchi per la segnalazione di sicurezza. La via di fuga ottimale dovrà quindi essere inequivocabilmente segnalata a mezzo di apparecchi completi di pittogrammi con disegni bianchi su fondo verde rispondenti al formato previsto dalle norme UNI 7546 e della direttiva CEI 92/58.

Apparecchi di illuminazione di sicurezza andranno posti lungo il percorso di evacuazione ed in particolare in corrispondenza dei seguenti punti obbligati:

- Uscite di emergenza;
- Scale (disposti in modo che ogni rampa sia illuminata direttamente);
- Cambi di livello del pavimento;
- Cambi di direzione dei corridoi;
- Diramazioni dei corridoi
- Pulsanti di allarme ed attrezzatura antincendio;
- All'esterno di ogni uscita;
- In prossimità della cassetta del pronto soccorso.

Nel disporre gli apparecchi per la segnalazione di sicurezza si dovrà inoltre tenere conto della massima distanza di visibilità di ciascun segnale interponendone eventualmente degli altri.

Trattandosi di apparecchi con alimentazione autonoma, il dispositivo di alimentazione di ciascun apparecchio dovrà rispondere a quanto previsto per le sorgenti di sicurezza descritte al paragrafo precedente.

7.4 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

La protezione contro i contatti diretti deve essere fornita da:

- isolamento delle parti attive, mediante involucri o barriere con le seguenti caratteristiche:
- grado di protezione minimo IP XXB
- involucri/barriere rimovibili a condizione che:
 - 1.10. sia utilizzata una chiave o un attrezzo, oppure
 - 1.11. dopo l'interruzione dell'alimentazione alle parti attive contro le quali le barriere o gli involucri offrono protezione, il ripristino dell'alimentazione sia possibile solo dopo la sostituzione o la richiusura delle barriere o degli involucri stessi;

La protezione mediante interruttori differenziali $\leq 0,03$ A è da intendersi unicamente come protezione addizionale da utilizzare congiuntamente a quelle sopraindicate.

La protezione contro i contatti indiretti deve essere realizzata in uno dei seguenti modi:

- senza interruzione automatica del circuito con l'impiego di componenti di classe seconda (II) o con isolamento equivalente; oppure con separazione elettrica;
- mediante interruzione automatica del circuito, la protezione contro i contatti indiretti è previsto sia assicurata dall'impianto di terra coordinato con gli interruttori differenziali installati sul quadro di distribuzione.

Tutta la parte di impianto a monte dei primi interruttori differenziali dovrà essere realizzata in doppio isolamento

Per i circuiti alimentati a bassissima tensione quali: citofoni, circuiti di comando e circuiti di segnalazione, la protezione contro i contatti diretti e indiretti verrà realizzata impiegando sistema a bassissima tensione di sicurezza (SELV) e sistemi a bassissima tensione di protezione (PELV) realizzati nel rispetto di quanto previsto dalla Norma CEI 64-8 per tali sistemi.

Per i circuiti di distribuzione la protezione sarà affidata all'interruttore generale di tipo magnetotermico differenziale, installato in quadro in materiale isolante appena a valle del contatore. Il dispositivo differenziale, regolabile sia in sensibilità che in tempo di intervento, per consentire la dovuta selettività con gli interruttori posti a valle, dovrà mantenere una regolazione $I_{dn} = 1$ A, $t = 1$ sec.

Interruttori differenziale a intervento istantaneo, saranno posti a protezione dei circuiti terminali.

7.5 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

I dispositivi di protezione sono scelti in modo che soddisfino le prescrizioni di seguito riportate:

1) protezione contro i sovraccarichi:

devono essere soddisfatte le condizioni:

$$I_a \leq I_n \leq I_z \quad e \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

2) protezione contro i corto circuiti

deve essere soddisfatta la condizione:

$$I^2 t < K^2 S^2$$

dove:

- I_a = corrente assorbita dall'utilizzatore
- I_n = corrente nominale interruttore di protezione
- I_z = corrente di portata del cavo utilizzato
- I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite
- I = corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace
- t = durata in secondi
- S = sezione in millimetri quadrati
- $K = 115$ per i conduttori in rame isolati in PVC

Trattandosi di luoghi a maggior rischio in caso di incendio si dispone inoltre che i dispositivi cui è affidata tale protezione siano posti all'origine dei relativi circuiti.

8 QUADRI ELETTRICI

I quadri dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Norma di riferimento per la costruzione CEI 17-113/1 o CEI 23/51
- tipo di apparecchiature e realizzazione dei circuiti interni come da schema elettrico in allegato,
- Tensione d'impiego U_0/U_N 230/400 V;
- Frequenza nominale f 50 Hz;
- Corrente di corto circuito considerata nel punto d'installazione I_{cp} secondo quanto riportato nella descrizione del quadro

Caratteristiche costruttive dell'apparecchiatura

- Configurazione esterna apparecchiatura ad armadio/da parete
- Materiale metallo o PVC
- Luogo d'installazione: apparecchiatura per interno;
- Mobilità: apparecchiatura fissa;
- Entrata cavi dal basso/dall'alto;
- Grado di protezione minimo IP 4X
- Forma di segregazione interna forma 1

Condizioni di servizio

- Temperatura dell'aria ambiente +35 °C (valore medio in 24h)
- Temperatura dell'aria ambiente - 5 °C (limite inferiore)
- Umidità relativa massima a 40 °C 50%
- Altitudine 150 m s.l.m.
- Condizioni speciali di servizio nessuna

8.1 QUADRO SOTTOCONTATORE

Il contatore di energia elettrica dell'ente fornitore è ubicato nel locale denominato "Cantina".

Appena a valle del contatore, con linea di lunghezza inferiore a 3 m, dovrà essere posizionato il nuovo "Quadro Consegna" del tipo a parete con struttura in PVC, grado di protezione minimo IP 55, dotato di portello trasparente e serratura a chiave.

L'interruttore generale di quadro dovrà essere del tipo magnetotermico da 4x125 A dotato di relè differenziale regolabile (da regolare ad 1 A di sensibilità differenziale ed 1 secondo di ritardo intenzionale) P.i. minimo 16 kA, e munito di bobina di sgancio.

Il quadro sarà realizzato come da schema elettrico di progetto.

Il collettore del quadro, dovrà essere collegato direttamente al collettore di terra generale, con il conduttore di protezione del tipo isolato giallo/verde di sezione 35 mm².

E' da installare uno scaricatore di tensione da posizionare nel quadro generale sottocontatore, in cassetta esclusiva, delle seguenti caratteristiche:

- Classe I,
- Sistema TT-15/280 4poli,
- Corrente nominale di scarica Isn: 15 kA (10/350) µs.
- Prefusibili 125 A gL.

Lo scaricatore dovrà essere collegato direttamente al collettore di terra generale, con conduttore in rame isolato del tipo unipolare FS17, di colore giallo/verde di sezione 16 mm².

8.2 QUADRO GENERALE SCUOLA

In prossimità dell'ingresso principale della scuola dovrà essere posizionato il quadro generale di distribuzione; il quadro in oggetto è previsto del tipo ad armadio, carpenteria in metallo, dotato di portello trasparente e serratura (grado di protezione minimo IP 4x).

L'interruttore generale del quadro dovrà essere del tipo sezionatore da 4x125 A; a valle di esso saranno installati interruttori magnetotermici e magnetotermici differenziali istantanei a protezione di tutte le linee derivate.

Il potere di interruzione non dovrà essere inferiore a Icu 10 kA per i derivati trifase e 6 kA per i derivati monofase e Icu 6 kA per i sottoderivati monofase.

Le principali caratteristiche degli interruttori sono riportate sullo schema unifilare allegato.

Il collettore del quadro dovrà essere collegato direttamente all'impianto di terra generale, con il conduttore di protezione del tipo isolato giallo/verde di sezione minima 35 mm².

Tutte le linee esistenti dovranno essere ricollegate ai nuovi interruttori sul quadro stesso.

8.3 QUADRI ELETTRICI DI PIANO E QUADRI DERIVATI

I quadri elettrici di piano saranno posizionati nella stessa posizione dei quadri attuali.

Tutti i quadri dovranno essere del tipo a parete da incasso o semincasso con carpenteria in materiale isolante, dotati di portello e chiusura a chiave (grado di protezione minimo IP 4X), derivati dai relativi interruttori di protezione posizionati sul "Quadro Generale Scuola".

L'interruttore generale di ciascun quadro elettrico di piano dovrà essere del tipo sezionatore, a valle del quale dovranno essere posizionati interruttori magnetotermici differenziali istantanei a protezione di tutte le linee derivate.

Il potere di interruzione non dovrà essere inferiore a Icu 6 kA .

Le caratteristiche principali degli interruttori sono riportate sullo schema unifilare allegato.

Il collettore del quadro, dovrà essere collegato direttamente al collettore di terra del quadro generale piano rialzato, con il conduttore di protezione del tipo isolato giallo/verde di sezione 16 mm².

Tutte le linee esistenti dovranno essere ricollegate ai nuovi interruttori sul quadro stesso.

8.4 QUADRO ELETTRICO PALESTRA

Il quadro elettrico in oggetto sarà posizionato nella stessa posizione del quadro attuale (all'esterno della porta di ingresso principale della palestra). Il nuovo quadro dovrà essere del tipo a parete con carpenteria in materiale isolante, dotato di portello e chiusura a chiave (grado di protezione minimo IP 4X), derivato dall'interruttore di protezione posizionato sul "Quadro Generale Scuola".

Sul quadro dovrà essere installato l'interruttore generale del tipo sezionatore da 4x50 A, a valle del quale dovranno essere posizionati interruttori magnetotermici differenziali a protezione di tutte le linee derivate.

Il potere di interruzione a 400 V non dovrà essere inferiore Icu 6 kA.

Le principali caratteristiche degli interruttori sono riportate sullo schema unifilare allegato.

Il collettore del sottoquadro, dovrà essere collegato direttamente al collettore di terra del quadro generale piano rialzato, con il conduttore di protezione del tipo isolato giallo/verde di sezione 6 mm².

Le linee prese dovranno essere ricollegate ai nuovi interruttori sul quadro stesso, le linee luci dovranno essere distribuite in nuove tubazioni in PVC da esterno.

8.5 QUADRO ELETTRICO SALA PROIEZIONI

Il quadro elettrico in oggetto sarà posizionato nella cabina proiezioni.

Il nuovo quadro dovrà essere del tipo a parete con carpenteria in materiale isolante, dotato di portello e chiusura a chiave (grado di protezione minimo IP 4X), derivato dall'interruttore di protezione posizionato sul "Quadro Generale Scuola".

Sul quadro dovrà essere installato l'interruttore generale del tipo sezionatore da 4x32 A, a valle del quale dovranno essere posizionati interruttori magnetotermici differenziali a protezione di tutte le linee derivate.

Il potere di interruzione a 400 V non dovrà essere inferiore Icu 6 kA.

Le principali caratteristiche degli interruttori sono riportate sullo schema unifilare allegato.

Il collettore del sottoquadro, dovrà essere collegato direttamente al collettore di terra del quadro generale piano rialzato, con il conduttore di protezione del tipo isolato giallo/verde di sezione 6 mm².

9 IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE PRINCIPALE

L'impianto di distribuzione principale, a partire dal "Quadro Generale Scuola" e dai singoli quadri di piano (terra, rialzato, primo e secondo), dovrà essere mantenuto ad eccezione delle nuove linee da installare nei locali sotto riportati.

9.1 SALA PROIEZIONI

Per la sala proiezioni è prevista una nuova distribuzione realizzata in parte in tubazione sotto traccia esistente (impianto di illuminazione) ed in parte in tubazione in PVC Ø 20 mm da esterno.

9.2 ESTERNO

Per le aree esterne verranno realizzate linee in cavo posate in nuove apposite tubazioni in PVC adatte per posa da esterno di sezione 3x4 mm² per l'allacciamento degli apparecchi di illuminazione per l'illuminazione esterna.

9.3 LINEE ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

Per l'illuminazione di sicurezza dovranno essere realizzati nuovi circuiti alimentati dai quadri elettrici di zona.

Le nuove linee, realizzate in cavo unipolare del tipo FS17 di sezione minima 2,5 mm² dovranno essere posate in nuove tubazione portacavi staffate a parete.

10 COMPONENTI DELL'IMPIANTO ELETTRICO

10.1 CASSETTE E DERIVAZIONI

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

Il coperchio delle cassette di derivazione dovrà essere asportabile solo a mezzo di apposito attrezzo, il grado di protezione minimo IP specificato nelle caratteristiche degli impianti.

I raccordi e le curve dovranno essere atte ad ottenere il grado di protezione minimo IP specificato nelle caratteristiche degli impianti, utilizzando i componenti previsti dal costruttore.

Nel caso di impianto a vista i raccordi con le tubazioni dovranno essere esclusivamente eseguiti tramite imbocchi pressatubo o pressacavo filettati in pressofusione o in materiale plastico, atti a garantire il grado di protezione IP secondo quanto prescritto negli impianti.

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

10.2 INTERRUTTORI DI COMANDO

Gli interruttori di accensione e comandi luce, ove possibile, saranno mantenuti.

Ove necessario, ossia quando essi siano deteriorati, saranno sostituiti con altri comprensivi di nuove placche e supporti della stessa serie di quelli attualmente in opera.

Per il comando di accensione luce esterna sono previsti dei pulsanti di comando luci con segnalazione a spia accesa insieme al circuito comandato, che agiscono su relè passo/passo e/o contattori sul quadro generale scuola.

Detti pulsanti di comando dovranno essere posizionati in apposito quadretto di comando luce, del tipo modulare in PVC con grado di protezione IP 4x al piano rialzato (in prossimità del quadro generale di piano o in prossimità del banco operatori di piano), individualmente segnalati con targhette identificatrici per la singola funzione.

10.3 PRESE A SPINA

Attualmente, nei vari ambienti della scuola, sono in opera le seguenti tipologie di prese a spina:

- bipasso 10/16 A
- poli allineati 10 A
- poli allineati 15 A
- CEE 17 3P+N+T 16 A
- CEE 17 2P+T 16 A

I componenti deteriorati dovranno essere sostituiti con altri a marchio IMQ, allacciati agli attuali circuiti di alimentazione.

In particolare dovranno essere sostituite con i componenti sotto riportati le prese attualmente installate nei seguenti locali.

- prese CEE 17 da 16 A
- prese del tipo a poli allineati con alveoli protetti da 2x10/16 A+T (locali interni e corridoi)
- prese 2x10/16 A+T in custodia in PVC presso il palco.

Dovranno inoltre essere sostituiti i supporti e le placche metalliche con altre della stessa tipologia di quelle esistenti.

La posizione indicativa delle prese di corrente è riportata sul disegno allegato.

10.4 ALLARME SERVIZI IGIENICI DISABILI

In ciascun servizio igienico disabili dovranno essere installati:

- un pulsante di chiamata a fungo,
- un avvisatore acustico e una segnalazione ubicati presso la porta di accesso al locale antibagno, con apposito cartello indicatore,
- un pulsante di annullo installato all'interno del servizio igienico.

11 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

11.1 ILLUMINAZIONE ORDINARIA

L'impianto di illuminazione ordinaria è esistente. Gli apparecchi verranno smontati, accatastati nell'ambito del cantiere, e rimontati alla fine dei lavori. Verrà realizzata una nuova distribuzione elettrica, del tipo in vista.

Tutti i componenti dell'impianto elettrico che presentano un grado di protezione inferiore a IP 44 dovranno essere posizionati ad almeno 1,5 m in orizzontale e 3 m in verticale da materiale combustibile.

La posizione indicativa degli apparecchi di illuminazione è riportata sui disegni.

11.2 ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

L'attuale impianto di illuminazione di sicurezza dovrà essere smantellato.

Il nuovo impianto verrà realizzata a mezzo di apparecchi autonomi per illuminazione di emergenza. Gli apparecchi di illuminazione delle scale saranno completi di gruppi accumulatori/inverter per la commutazione automatica in caso di mancanza tensione di rete.

Per i percorsi orizzontali, sia al piano interrato che ai piani superiori, il nuovo impianto sarà posizionato in tubazione in PVC lungo i corridoi per la posa delle nuove linee derivate dai quadri elettrici.

Gli apparecchi saranno posizionati in modo da garantire, lungo tutto il percorso delle vie di esodo e le uscite, un livello di illuminamento non inferiore a 5 lx su un piano orizzontale ad 1 m di altezza dal piano di calpestio.

L'autonomia della sorgente di sicurezza non può essere inferiore a 30 min, e la ricarica completa degli eventuali accumulatori deve avvenire automaticamente in tempi non superiori a 12 h.

Si prevede di posizionare nuovi apparecchi di illuminazione a marchio IMQ, in particolare:

- apparecchi illuminanti autonomi per illuminazione non permanente, isolamento in classe II, completi di lampada LED 460lm.

11.3 ILLUMINAZIONE ESTERNA

L'impianto di illuminazione è esistente. Verranno solo sostituiti i cavi di alimentazione dello stesso.

L'accensione e lo spegnimento dei circuiti di illuminazione esterna avverrà in automatico o con l'impiego di pulsanti che agiranno su contattori posizionati nel quadro generale scuola.

12 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra è esistente e dovrà essere così integrato:

12.1 DISPERSORI

Dovranno essere realizzati n° 4 dispersori nella zona esterna giardino (vedi disegno allegato) in ferro ramato, interconnessi tra loro con il conduttore in rame nudo di sezione 35 mm².

Il collegamento tra il dispersore di terra e il collettore di terra generale del quadro generale, dovrà essere realizzato con conduttore in rame isolato di colore giallo/verde di sezione 35 mm².

12.2 COLLETTORE DI TERRA

Come già descritto, dovrà essere posizionato un collettore di terra, all'interno del quadro generale, a cui dovranno far capo:

- il conduttore di terra,
- i conduttori equipotenziali principali.

12.3 CONDUTTORI DI PROTEZIONE ED EQUIPOTENZIALI

Dovranno essere realizzati i collegamenti equipotenziali principali alle masse estranee entranti (eventuali tubazioni acqua se in metallo, tubazioni del gas, ecc.), con conduttori in rame isolato di colore giallo-verde da 16 mm² di sezione, il collegamento alle tubazioni dovrà essere realizzato con appositi collari.

Nei locali da bagno e doccia, dovranno essere realizzati i collegamenti equipotenziali supplementari alle tubazioni metalliche entranti.

A partire dal collettore nel quadro generale e sottoquadri di zona, i conduttori di protezione dovranno essere distribuiti alle masse con conduttore facente parte della sezione del cavo e con la stessa sezione della linea di alimentazione.

13 PROTEZIONE DELLA STRUTTURA CONTRO I FULMINI

Considerato che il volume da valutare rientra nelle strutture ordinarie si è proceduto al calcolo con il metodo di cui alla norma CEI 81-10.

La tipologia della struttura rientra in quelle di tipo C.

Risultando la frequenza media Nd di fulmini/anno che colpiscono direttamente la struttura inferiore al valore della frequenza di fulminazione tollerabile, non necessita dell'installazione di un LPS.

E' comunque da installare uno scaricatore di tensione da posizionare nel quadro consegna.

14 DICHIARAZIONI E CERTIFICAZIONI

Alla fine dei lavori l'installatore dovrà consegnare la documentazione prevista dal D.M. 37/08 ed in particolare:

- Relazioni di verifica sulla rispondenza alle norme vigenti degli impianti ed in particolare:
 - 1.12. Misura della resistenza di terra,

1.13. Verifica dell'impianto di terra e relazione sui collegamenti delle masse e masse estranee;

- Dichiarazione dell'installatore che tutti gli impianti elettrici, elettronici, ecc., sono stati eseguiti in conformità alle leggi in vigore, secondo quanto indicato dal D.M. 37/08;
- Bollettino di collaudo di tipo, per i materiali di cui non sia disponibile il marchio di conformità;
- Certificati dei quadri elettrici.