



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

Finanziamento dell'Unione europea - NextGenerationEU. Intervento finanziato con l'avviso n 48038 del 02/12/2021 del PNRR Missione 4: Istruzione e Ricerca Componente 1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alla università Intervento 1.2 "Piano di estensione del tempo pieno e mense".

I punti di vista e le opinioni espresse sono tuttavia solo quelli degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea e della Commissione europea. Né l'Unione europea né la Commissione europea possono essere ritenute responsabili per essi.



COMMITTENTE

COMUNE DI ORNAGO Provincia di Monza e Brianza

DESCRIZIONE

COSTRUZIONE DELLA NUOVA MENSA SCOLASTICA
PER L'ISTITUTO COMPRENSIVO "ALESSANDRO MANZONI" DI ORNAGO E BURAGO - SEDE DI ORNAGO - PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA - MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA - Componente 1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università - Investimento 1.2: " Piano di estensione del tempo pieno e mense"

Progetto Esecutivo

DATA Luglio 2025	TAV. N. RTSIE	CONTENUTO TAVOLA Relazione tecnica specialistica impianti elettrici e speciali
SCALA A4	REV 01	

RISERVATO AGLI UFFICI

IL COMMITTENTE

Comune di Ornago (MB)

INCARICATI DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA/CSP

Capogruppo mandataria

KBM ENGINEERING S.R.L.

Società di Ingegneria
Direttore tecnico dott. Ing. Gianfranco Autorino
Ordine Ingegneri di Napoli N° 15756



Mandatario

Ing. Giuseppe Angri

Via Aldo Moro, 13
80035 Nola (NA)
PEC: direzione@pec.studioangri.it
Ordine Ingegneri di Napoli N° 15587



Mandatario

Ing. Luigi Corcione

Via Castellammare, 92
80035 Nola (NA)
PEC: luigi.corcione@ingpec.eu
Ordine Ingegneri di Napoli N° 21312



Mandatario

Ing. Domenico Cassese

Via Masseria Mautone, 89
80034 Marigliano (NA)
PEC: domenico.cassese@ingpec.eu
Ordine Ingegneri Napoli N° 22459



Direzione Lavori

MERONI INGEGNERIA INTEGRATA S.R.L.

Via IV Novembre, 91
23891 Barzanò (LC)
PEC: meroni.srl@pec.it



Impresa esecutrice

DEPAC

Società Cooperativa Sociale ARL
Via Ciro Menotti, 19
20090 Arcore (MB)
pec: depac@legalmail.it

CUP: B85E24000360006

INDICE GENERALE

- 1 OGGETTO DELLA FORNITURA
- 2 GENERALITA' E CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI
 - 2.1 Scelte progettuali
 - 2.2 Classificazione ambienti
 - 2.3 Caratteristiche generali ambienti
 - 2.4 Protezione dal sisma - Indicazioni per impianti
 - 2.5 Sistema di controllo e monitoraggio
- 3 REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI
- 4 DESCRIZIONE IMPIANTI E CRITERI DI PROGETTO
 - 4.1 Quadri elettrici
 - 4.2 Alimentazione generale
 - 4.3 Distribuzione impianti interni
 - 4.4 Impianto Luce e FM
 - 4.5 Impianto Dati/Telefonico
 - 4.6 Impianti Televisivi
 - 4.7 Impianto Video-citofonico
 - 4.8 Impianto Allarme Intrusione
 - 4.9 Impianto Antincendio
 - 4.10 Impianto Diffusione Sonora
 - 4.11 Impianto Fotovoltaico
- 5 CARATTERISTICHE GENERALI
 - 5.1 Criteri generali
 - 5.2 Protezione dai contatti diretti
 - 5.3 Protezione dai contatti indiretti
 - 5.4 Protezione contro le sovracorrenti
- 6 VERIFICHE
 - 6.1 Verifiche Iniziali
- 7 IMPIANTO DI TERRA ED EQUIPOTENZIALE
 - 7.1 Descrizione dell'impianto di terra
 - 7.2 Coordinamento dell'impianto di terra con i dispositivi di interruzione
 - 7.3 Conclusioni
 - 7.4 Messa in Esercizio e omologazione dell'impianto
 - 7.5 Scariche atmosferiche

1) - OGGETTO DELLA FORNITURA

La specifica ha per oggetto le indicazioni tecniche riferite alla fornitura e alla posa dei materiali ed apparecchiature necessarie per la realizzazione degli impianti elettrici e speciali dell'edificio seguente: Costruzione della nuova mensa scolastica per l'istituto comprensivo "Alessandro Manzoni" di Ornago e Burago – sede di Ornago (MB)

Oggetto del progetto è solamente la parte dell'opera indicata nel presente elaborato e nelle tavole planimetriche allegate.

La compatibilità dell'impianto da realizzare con l'impianto esistente, non oggetto del presente progetto, è intesa solo al fine di non comprometterne la sicurezza.

Tutte le parti elettriche dei quadri di comando e/o controllo, quelle ad essi derivate o allacciate come i circuiti, i componenti o le apparecchiature elettriche e non, azionamenti, ecc. sono considerati impianti a bordo macchina e come tali non fanno parte dell'impianto elettrico di distribuzione oggetto del presente progetto.

2) – GENERALITA' E CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI

L'oggetto dell'intervento è un nuovo edificio adibito a mensa al servizio della scuola. Vengono realizzati i seguenti ambienti:

- Refettorio con locale deposito e servizi igienici
- Cucina a gas per preparazione e cottura dei cibi e relativi spogliatoi e servizi igienici
- Locale tecnico

2.1) – Scelte progettuali

Le scelte progettuali sono quelle definite in base alle esigenze della committente e dagli obblighi legislativi e/o normativi.

SCELTE IMPIANTISTICHE

Le scelte progettuali vengono definite in collaborazione con il responsabile della progettazione generale e la committente.

OBBLIGO PRODUZIONE ENERGETICA DA FONTE RINNOVABILE (FOTOVOLTAICO)

L'edificio in oggetto è una nuova costruzione e quindi è soggetto all'obbligo, secondo il DL 199 del 08/11/2021 di installare impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

L'obbligatorietà dell'installazione di impianto fotovoltaico per l'edificio in oggetto è determinata dalle seguenti disposizioni:

1. DL 199/21:

Gli edifici di nuova costruzione o soggetti a ristrutturazione rilevante devono installare impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile di potenza pari ad almeno

$P [kWp] = k \cdot S$ con S superficie coperta dell'edificio

k pari a 0,05 per edifici di nuova costruzione e 0,025 per edifici esistenti

Per gli edifici pubblici è previsto un incremento del 10%

Per il nuovo edificio pubblico la cui superficie coperta è di 926mq.

$$P = 926 \times 0.05 \times 1,10 = 50,93 \text{ kWp}$$

L'impianto è previsto di 112 pannelli da 460 W pari ad una potenza complessiva di 51,52 kWp.

2.2) - Classificazione ambienti

L'edificio è un ambiente a maggior rischio d'incendio.

L'ambiente previsto per l'edificio in esame è quello di tipo A dato che secondo la tabella 751.03.2 si rientra nel caso di luoghi caratterizzati da alta densità di affollamento e facilità di evacuazione (BD3). Per quanto riguarda la cucina, dotata di fornelli a gas, sono previsti un impianto di rivelazione gas (sensore a 10%LIE) che intercetta un'elettrovalvola esterna sulla tubazione di adduzione del gas; l'alimentazione delle apparecchiature a gas saranno interbloccate con l'alimentazione della cappa aspirante.

Per i vari locali e ambiti specifici la classificazione e le relative norme di riferimento sono le seguenti:

docce e bagni	Locali contenenti bagni o docce	CEI 64-8 sezione 701
refettorio	Ambiente Marci Luogo di aggregazione e facilità di evacuazione	CEI 64-8 sezione 751
cucina	Ambiente ordinario	CEI 64-8
locale tecnico	Ambiente ordinario	CEI 64-8

Caratteristiche elettriche principali

All'intero fabbricato saranno applicate le regole generali della CEI 64-8 e cioè:

1. punto di intercettazione (contatore e/o pulsante di sgancio posto in posizione facilmente raggiungibile dall'esterno)
2. la linea principale deve essere protetta da interruttore differenziale avente corrente nominale non superiore a 1A mentre gli impianti e le apparecchiature elettriche in ambienti MARCI dovranno essere protette da interruttore differenziale avente corrente nominale non superiore a 0,3A
3. i circuiti delle prese a spina con corrente nominale non superiori a 32 A devono essere protetti da interruttori con corrente differenziale la più bassa possibile e comunque non superiore a 30mA
4. la tensione limite convenzionale è di 25Vac e 60Vcc (per la protezione dai contatti indiretti nei luoghi WC disabili e negli ambienti contenenti bagni o docce)
5. nei luoghi contenenti bagni o docce o nei servizi disabili devono essere eseguiti dei collegamenti equipotenziali supplementari che colleghino le masse con le masse estranee

2.3) - Caratteristiche generali ambienti

PRESCRIZIONI COMUNI DI PROTEZIONE CONTRO L'INCENDIO (AMBIENTI MARCI)

Gli ambienti MARCI possono essere raggruppati nei seguenti modi:

1. Ambienti tipo A (CEI 64-8 751.03.2): Ambienti a maggior rischio In caso d'Incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento In caso di Incendio o per l'elevato danno ad animali e cose.
Rientrano in questo caso ad esempio gli ospedali, le carceri, i locali sotterranei frequentati dal pubblico.
2. Ambienti tipo B (CEI 64-8 751.03.3): Ambienti a maggior rischio in caso d'Incendio in quanto aventi strutture portanti combustibili.
Rientrano in questi ambienti gli edifici costruiti interamente in legno senza particolari requisiti antincendio, come ad esempio le baite. Un edificio con strutture non combustibili come per es. in muratura o calcestruzzo con le sole travi in legno, non rientra tra gli edifici previsti in questo articolo.
3. Ambienti tipo C (CEI 64-8 751.03.4): Ambienti a maggior rischio In caso d'incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito di detti materiali.
Nell'Allegato B sono elencati i criteri che devono essere seguiti per l'individuazione degli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito di detti materiali.

Prescrizioni generali

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

1. i componenti elettrici dovranno essere limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi, eccetto le condutture che possono anche transitare;
2. nelle vie d'uscita non dovranno essere installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili;
3. negli ambienti con presenza del pubblico, i dispositivi di manovra, controllo e protezione, eccetto quelli destinati a facilitare l'evacuazione, dovranno essere posti in luogo a disposizione del personale addetto;
4. le condutture elettriche che attraversano le vie d'uscita di sicurezza non dovranno costituire ostacolo al deflusso delle persone e preferibilmente non essere a portata di mano; comunque, se a portata di mano, devono essere poste entro involucri o dietro barriere che non creino intralci al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione;
5. i conduttori dei circuiti in c.a. dovranno essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamento delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, particolarmente se si usano cavi unipolari (vedere CEI 64-8 521.5).

Illuminazione e Conduitture

Gli apparecchi d'illuminazione dovranno essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili, ed in particolare per i faretti e i piccoli proiettori tale distanza deve essere:

- fino a 100 W: 0,5 m;
- da 100 a 300 W: 0,8 m;
- da 300 a 500 W: 1 m.

Le conduitture (comprese quelle che transitano soltanto) dovranno essere realizzate in uno dei modi indicati qui di seguito in:

MODO 1 CEI 64-8 751.04.2.6 a)

1. conduitture di qualsiasi tipo incassate in strutture non combustibili;
2. conduitture realizzate mediante cavi in tubi protettivi e canali metallici, con grado di protezione almeno IP4X; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi o canali stessi se idonei allo scopo;
3. conduitture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione sprovvisi all'esterno di guaina non metallica (Norma CEI 20-39);

MODO 2 CEI 64-8 751.04.2.6 b)

4. conduitture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico;
5. conduitture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione provvisi all'esterno di guaina non metallica (Norma CEI 20-39);
6. conduitture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime con funzione di conduttore di protezione;

MODO 3 CEI 64-8 751.04.2.6 c)

7. conduitture diverse da quelle sopra citate, realizzate con cavi multipolari provvisi di conduttore di protezione;
8. conduitture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisi di conduttore di protezione, contenuti in canali metallici senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai canali stessi o da un conduttore (nudo o isolato) contenuto in ciascuna di esse;
9. conduitture realizzate con cavi unipolari o multipolari non provvisi di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi o canali non metallici, chiusi con grado di protezione almeno IP4X e di materiale resistente alle prove di prodotto (751.04.1.2) e in assenza assumendo per la prova al filo incandescente 850 °C anziché 650 °C.
10. binari elettrificati e condotti sbarre con grado di protezione almeno IP4X;
11. conduitture all'interno di strutture combustibili realizzate con:
 - canalizzazioni con grado di protezione almeno IP4X realizzati in materiali metallici o non metallici non propaganti la fiamma secondo le prove di prodotto (751.04.1.2)
 - cavi unipolari o multipolari compresi di conduttore di protezione

Per le conduitture citate nei modi 2 e 3 la propagazione dell'incendio lungo le stesse dovranno essere evitata in uno dei metodi seguenti:

METODO 1

- utilizzando cavi "non propaganti la fiamma" in conformità con la Norma CEI 20-35/1-2 quando:
 1. sono installati individualmente o sono distanziati tra loro non meno di 250 mm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso;
 2. i cavi sono installati in tubi protettivi o canali con grado di protezione almeno IP4X;

METODO 2

- utilizzando cavi "non propaganti l'incendio" in conformità con le Norme CEI EN 60332-3-22 o CEI EN 60332-3-24; peraltro, qualora essi siano installati in quantità tale da superare il volume unitario di materiale non metallico stabilito dalla Norma CEI 20-22 si devono adottare provvedimenti come al punto successivo;

METODO 3

- adottando sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti come indicato nella Norma CEI 11-17; devono essere comunque previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di elementi costitutivi del compartimento antincendio.

Sovraccarichi e cortocircuiti

I circuiti, che entreranno o attraverseranno gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio, dovranno essere protetti contro i sovraccarichi e i cortocircuiti con dispositivi di protezione posti a monte di questi. Dovranno essere osservate inoltre le prescrizioni seguenti:

1. per la protezione delle condutture nei modi 1 e 2 saranno sufficienti le prescrizioni generali del Capitolo 43 e della Sezione 473 della CEI 64-8;
2. i circuiti terminali, singoli o raggruppati, ad esclusione dei circuiti di sicurezza facenti parte di condutture citate nel modo 3, dovranno essere protetti, se non racchiusi in involucri con grado di protezione almeno IP4X e ad eccezione del tratto finale uscente dall'involucro per il necessario collegamento all'apparecchio utilizzatore, oltre che con le protezioni generali del Capitolo 43 (CEI 64-8) in uno dei modi seguenti:
 - per SISTEMI TT E TN
con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale d'intervento non superiore a
0,3 A anche ad intervento ritardato;
 - per SISTEMI IT
con dispositivo che rileva con continuità le correnti di dispersione verso terra e provoca l'apertura automatica del circuito quando si manifesta un decadimento d'isolamento; tuttavia, quando ciò non sia possibile, per es. per necessità di continuità di servizio, il dispositivo di cui sopra può azionare un allarme ottico ed acustico invece di provocare l'apertura del circuito.

Le considerazioni svolte per i sistemi TT, TN e IT non valgono per:

1. circuiti facenti parte di sistemi di sicurezza;
2. condutture racchiuse in involucri con grado IP4X ad eccezione del tratto uscente dall'involucro per il collegamento dell'utenza.

Prescrizioni aggiuntive per gli ambienti A / B / C

AMBIENTI DI CUCINA

fumi e i gas prodotti della combustione delle condutture di MODO 2 e MODO 3 (751.04.2.6 b) e c)) permanentemente incorporati nelle opere da costruzione non devono costituire pericolo per gli occupanti, per cui:

- nei luoghi classificati BD4 devono essere impiegati, almeno lungo le vie di esodo, cavi con classe di reazione al fuoco pari a Cca-s1b, d1, a1 o superiore.
- nei luoghi classificati BD2 e BD3 la scelta del tipo di cavo può essere effettuata sulla base della valutazione del rischio nei riguardi dei fumi e gas acidi in relazione alla particolarità del tipo di installazione e dell'entità del danno probabile nei confronti di persone e/o cose. In assenza di valutazioni, devono essere impiegati cavi con classe di reazione al fuoco minima Cca-s1b, d1, a1

AMBIENTI DI CUI IN B

I componenti dell'impianto, che nel funzionamento ordinario potranno produrre archi o scintille, dovranno essere racchiusi in custodie aventi grado di protezione almeno IP4X.

AMBIENTI DI CUI IN C

Le prescrizioni aggiuntive per gli impianti in oggetto sono le seguenti:

- a) tutti i componenti dell'impianto, ad esclusione delle condutture, e inoltre gli apparecchi di illuminazione ed i motori, dovranno essere posti entro involucri aventi grado di protezione non inferiore a IP4X;
- b) i componenti elettrici dovranno essere ubicati o protetti in modo da non essere soggetti allo stillicidio di eventuali combustibili liquidi.
- c) Nei luoghi nei quali possono esserci rischi di incendio dovuti alla formazione di strati di polvere e/o fibre sui componenti dell'impianto devono essere presi i seguenti provvedimenti:
 - gli apparecchi d'illuminazione devono essere a temperatura superficiale limitata secondo CEI EN 60598-2-24 e installati e/o mantenuti in modo tale che polvere e/o fibre combustibili non possano accumularsi in quantità pericolose.
 - Gli altri componenti dell'impianto non devono raggiungere temperature pericolose ai fini dell'accensione dello strato.

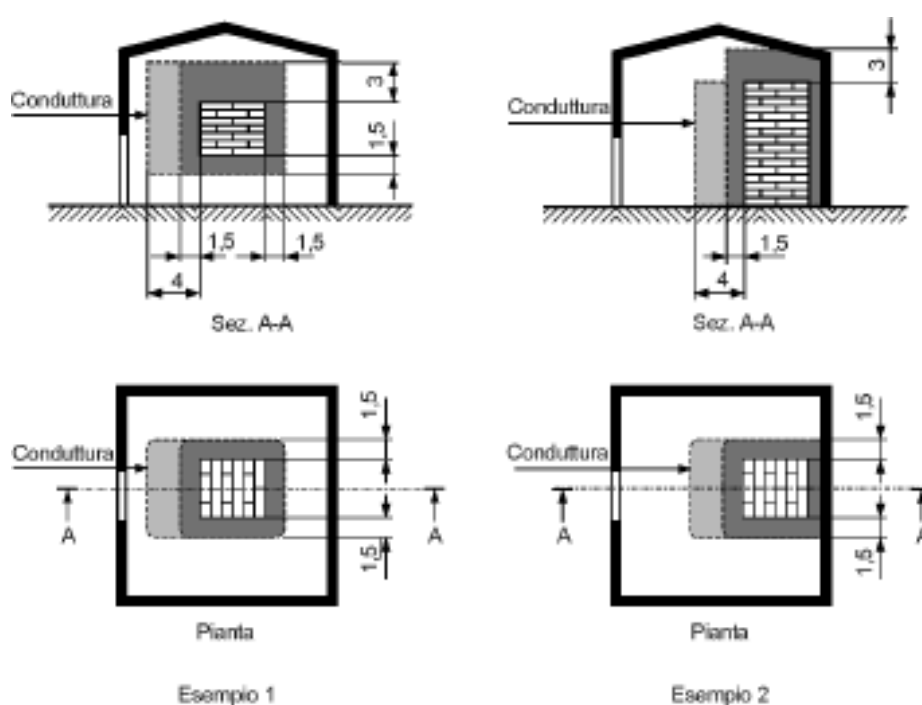
Le prescrizioni indicate si applicano generalmente a tutto l'ambiente considerato; tuttavia, nei casi particolari nei quali il volume del materiale combustibile sia ben definito, prevedibile e controllato, la zona entro la quale gli impianti elettrici ed i relativi componenti dovranno avere i requisiti prescritti, potrà essere delimitata dalla distanza dal volume del materiale combustibile oltre la quale le




temperature superficiali, gli archi e le scintille, che potranno prodursi nel funzionamento ordinario e in situazione di guasto, non potranno più innescare l'accensione del materiale combustibile stesso. In mancanza di elementi di valutazione delle caratteristiche del materiale infiammabile o combustibile e del comportamento in caso di guasto dei componenti elettrici, si dovranno assumere distanze non inferiori a:

- 1,5 m in orizzontale, in tutte le direzioni e comunque non oltre le pareti che delimitano il locale e relative aperture provviste di serramenti;
- 1,5 m in verticale, verso il basso e comunque non al di sotto del pavimento;
- 3 m in verticale, verso l'alto e comunque non al di sopra del soffitto.

Tuttavia, per le sole condutture installate in fascio, per le quali la propagazione dell'incendio è impedita dai requisiti dei cavi stessi, come stabilito nel 751.04.2.8.b) (assenza di sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti, di cui in 751.04.2.8.c), si devono assumere distanze dal materiale combustibile non inferiori a 4 m nella direzione di provenienza della conduttura.

Vedere esempi della Figura seguente:



	- Zona di provenienza delle condutture installate in fascio
	- Zone entro la quale gli impianti elettrici devono avere i requisiti di cui in 751.
	- Materiale combustibile (nell'esempio una catasta di legna).

Nota - Le dimensioni sono in metri.

Esempi di cavi:

a) Cavi con tensione $U_0/U = 0,6/1$ kV

- FG16OM16 Cca-s1b,d1,a1
- FG18OM16 B2ca-s1a,d1,a1

b) Cavi con tensione $U_0/U = 450/750$ V

- FG17 Cca-s1b,d1,a1

c) Cavi resistenti al fuoco con tensione $U_0/U = 0,6/1$ kV

- FTG16OM16 Cca-s1b,d1,a1

Relazione Tecnica impianti elettrici

PRESCRIZIONI PER I LOCALI CONTENENTI BAGNI O DOCCE E PER SERVIZI DISABILI

Gli impianti nei locali doccia devono essere eseguiti in modo diverso a seconda della zona (0, 1, 2, 3) di riferimento.

Descrizione delle zone:

- Zona 0: volume interno alla vasca da bagno o al piatto doccia;
- Zona 1: volume delimitato
 - dalla superficie verticale circoscritta alla vasca da bagno o dal piatto doccia o, in assenza del piatto doccia, dalla superficie verticale posta a 0,6 m dal soffione della doccia;
 - dal pavimento;
 - dal piano orizzontale situato a 2,25 m al di sopra del pavimento; se, tuttavia, il fondo della vasca da bagno o del piatto doccia si trova a più di 0,15 m sopra il pavimento, il piano orizzontale viene situato a 2,25 m sopra questo fondo;
- Zona 2: volume delimitato
 - dalla superficie verticale della Zona 1;
 - dalla superficie verticale situata a 0,60 m dalla superficie precedente e parallela ad essa;
 - dal pavimento;
 - dal piano situato a 2,25 m sopra il pavimento;
- Zona 3: volume delimitato
 - dalla superficie verticale esterna della Zona 2;
 - dalla superficie verticale situata a 2,40 m dalla superficie precedente e parallela ad essa;
 - dal pavimento;
 - dal piano situato a 2,25 m sopra il pavimento.

Le dimensioni devono essere misurate tenendo conto della presenza di pareti e di ripari fissi.

Si deve prevedere un collegamento equipotenziale supplementare in accordo con 413.1.6.1 che colleghi tutte le masse estranee delle Zone 1, 2 e 3 con i conduttori di protezione di tutte le masse situate in queste Zone.

I componenti elettrici devono avere il grado di protezione IPX4 e, nei casi in cui, nei bagni pubblici o destinati a comunità, per la pulizia, sia previsto l'uso di getti d'acqua: IPX5.

Le condutture non devono avere alcun rivestimento metallico.

Nella Zona 0 non sono ammesse condutture e nelle Zone 1 e 2 le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi utilizzatori situati in tali Zone.

Non sono ammesse cassette di derivazione o di giunzione nelle Zone 0, 1 e 2.

Nella Zona 0 e 1 non devono essere installati dispositivi di protezione, di sezionamento e di comando (ad eccezione, per la zona 1 dei circuiti SELV con tensione non superiore a 12V in c.a.).

Nella Zona 2 non devono essere installati dispositivi di protezione, di sezionamento e di comando, con l'eccezione di interruttori di circuiti SELV, alimentati a tensione non superiore a 12 V in c.a. e con la sorgente di sicurezza installata al di fuori delle Zone 0, 1 e 2.

Nella Zona 3 prese a spina, interruttori ed altri apparecchi di comando sono permessi solo se la protezione è ottenuta mediante:

- SELV;
- interruzione automatica dell'alimentazione, usando un interruttore differenziale avente corrente differenziale nominale non superiore a 30 mA.

Nella Zona 0 non si possono installare apparecchi utilizzatori.

Nella Zona 1 si possono installare solo scaldacqua.

Nella Zona 2 si possono installare:

- apparecchi alimentati da circuiti SELV;
- scaldacqua;
- apparecchi di illuminazione di Classe I e apparecchi di riscaldamento di Classe I a condizione che i loro circuiti di alimentazione siano protetti per mezzo di interruzione automatica dell'alimentazione usando un interruttore differenziale avente corrente differenziale nominale non superiore a 30 mA;
- apparecchi di illuminazione di Classe II e apparecchi di riscaldamento di Classe II.

PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER L'ELIMINAZIONE DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE (D.P.R. 384/68)

Le seguenti indicazioni vanno rispettate ove sia richiesto l'abbattimento delle barriere architettoniche. In base al DPR 384/68 dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti relativi necessari; in particolare tutti i componenti degli impianti di energia (prese a spina, interruttori, pulsanti ecc.) e degli impianti di

segnalazione (citofoni, pulsanti, quadri, valvole ecc.) devono essere collocati in maniera da essere facilmente individuabili ed utilizzabili anche in condizione di scarsa visibilità, e protetti dagli urti.

Per quanto riguarda le prese energia, TV e telefono, dovranno essere poste ad un'altezza compresa tra 45 e 115cm (consigliata tra 60 e 110cm), tale altezza dovrà essere rispettata anche per prese poste su torrette affioranti dal pavimento, con l'avvertenza che le torrette siano posizionate in maniera da non intralciare i passaggi nonché gli spazi di stazionamento presso gli arredi; i pulsanti di comando, chiamata e i campanelli dovranno essere posti ad un'altezza compresa tra i 40 e 140cm (consigliata tra 60 e 140). L'altezza dei citofoni dovrà essere compresa tra i valori 110 e 130cm (consigliata tra 120 e 130cm); gli interruttori e i quadri elettrici dovranno essere posti ad una altezza compresa tra 60 e 140cm (consigliata tra 75 e 140cm).

Dovranno essere utilizzate le altezze con dicitura "consigliata".

Il comando per l'illuminazione delle scale deve essere individuabile al buio (ad es. pulsante luminoso) e disposto su ogni pianerottolo.

Nei locali da bagno previsti per i portatori di handicap, dovrà essere installato in prossimità della tazza un pulsante di chiamata a tirante collegato con un segnalatore ottico-acustico posto all'esterno dei servizi, con ritenuta sull'ottico e pulsante di sblocco dentro il servizio stesso.

2.4) - Protezione dal sisma - Indicazioni per impianti

In accordo con il paragrafo 7.2.4 delle Norme Tecniche per le Costruzioni per impianti si intende l'insieme di: impianto vero e proprio, dispositivi di alimentazione dell'impianto, collegamenti tra gli impianti e la struttura principale. A meno di contrarie indicazioni della legislazione nazionale di riferimento, della progettazione antisismica degli impianti è responsabile il produttore, della progettazione antisismica degli elementi di alimentazione e collegamento è responsabile l'installatore, della progettazione antisismica degli orizzontamenti, delle tamponature e dei tramezzi a cui si ancorano gli impianti è responsabile il progettista strutturale. La capacità dei diversi elementi funzionali costituenti l'impianto, compresi gli elementi strutturali che li sostengono e collegano, tra loro e alla struttura principale, deve essere maggiore della domanda sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite da considerare (v. § 7.3.6 NTC 2018). È compito del progettista della struttura individuare la domanda, mentre è compito del fornitore e/o dell'installatore fornire impianti e sistemi di collegamento di capacità adeguata.

Gli impianti non possono essere vincolati alla costruzione contando sull'effetto dell'attrito, bensì devono essere collegati ad essa con dispositivi di vincolo rigidi o flessibili; gli impianti a dispositivi di vincolo flessibili sono quelli che hanno periodo di vibrazione $T > 0,1s$ valutato tenendo conto della sola deformabilità del vincolo. Se si adottano dispositivi di vincolo flessibili, i collegamenti di servizio dell'impianto devono essere flessibili e non possono far parte del meccanismo di vincolo. Deve essere limitato il rischio di fuoriuscite incontrollate di gas o fluidi, particolarmente in prossimità di utenze elettriche e materiali infiammabili, anche mediante l'utilizzo di dispositivi d'interruzione automatica della distribuzione. I tubi per la fornitura di gas o fluidi, al passaggio dal terreno alla costruzione, devono essere progettati per sopportare senza rotture i massimi spostamenti relativi costruzione- terreno dovuti all'azione sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite considerati (v. § 7.3.6).

Le strutture che sostengono un impianto devono essere pensate per resistere alle sollecitazioni prodotte dal sisma mediante l'installazione di staffaggi antisismici, andando ad integrare i supporti statici con opportuni controventi.

Le staffe antisismiche devono essere disposte a una distanza reciproca (b) che deve essere valutata in relazione all'accelerazione sismica, alla massa dei tubi (o del sistema in generale) e al tipo dei rinforzi stessi.

E' possibile distinguere tre tipi fondamentali di staffaggi antisismici con relativi controventi:

- Controvento longitudinale: rinforzo sismico disposto longitudinalmente rispetto alla direzione principale dell'impianto (resistenza alle sollecitazioni orizzontali che agiscono lungo l'asse principale del tubo).
- Controvento trasversale: rinforzo antisismico perpendicolare alla direzione principale del supporto (resistenza alle sollecitazioni orizzontali che agiscono trasversalmente rispetto al tubo).
- Controvento a 4 vie: struttura composta da rinforzi sia longitudinali che trasversali resistenti alle sollecitazioni in entrambe le direzioni orizzontali. È utile che il controvento si trovi a una distanza che è un multiplo della normale distanza (s) di fissaggio statico dell'impianto, di modo che, ad esempio, ogni terza o quarta staffa statica ne venga posizionata una con rinforzo antisismico.

Laddove il tubo cambia direzione, è necessario che i rinforzi non siano forniti solo in una direzione, ma sarà necessario disporre alcune serie identiche di rinforzi in successione lungo l'asse del tubo.

La norma NFPA13 e l'Allegato E della norma EN12845 stabiliscono restrizioni in merito alle distanze massime tra le staffe antisismiche.

Per le linee rette, la massima distanza longitudinale dei rinforzi è di 24 m e la massima distanza trasversale è di 12 m. A partire dalle estremità, i tubi devono essere rinforzati trasversalmente entro 2 m e longitudinalmente entro 12 m. In corrispondenza di angoli perpendicolari, i rinforzi trasversali entro 0,6 m dall'angolo possono essere considerati rinforzi longitudinali della direzione perpendicolare. Per un generico impianto (meccanico, elettrico, aeraulico) gli elementi di controvento sono distinti in base alla tipologia costruttiva, cioè:

- Controventi realizzati con cavi metallici o barre filettate, che impediscono i movimenti laterali e longitudinali e sono in grado di resistere a forze di trazione
- Controventi realizzati con elementi metallici rigidi, che resistono sia a forze di trazione che di compressione.
- Mensole a parete con controventi in barre filettate o elementi metallici rigidi.

Nel caso in cui il materiale degli elementi di impianto non fosse "duttile" ma "fragile" (come ad esempio plastica o ghisa per le tubazioni, fibra di vetro o plastica per i canali) il valore dell'interasse tra due controventi trasversali e/o longitudinali consecutivi assume valore pari alla metà rispetto ai valori stabiliti dalle Normative e indicati in precedenza.

Si ricorda che in merito agli ancoraggi delle staffe e dei diversi dispositivi a sostegno degli impianti agli elementi strutturali e non strutturali vale quanto riportato al paragrafo 11.4 delle Norme Tecniche per le Costruzioni. Nello specifico con riferimento alla tabella 1.1 del paragrafo 1.2 dell'Annesso E della citata Linea guida ETAG 001, riguardante le categorie minime raccomandate per la qualificazione degli ancoranti in presenza di azioni sismiche, per tutte le classi d'uso di cui al punto 2.4.2 delle NTC 2018, **la categoria di prestazione da soddisfare per gli ancoraggi è la C2**, definita nella predetta Linea guida (Annesso E).

E' possibile l'utilizzo di ancoraggi in classe C1 per le classi d'uso 2 e 3 per elementi non strutturali sono nel caso in cui l'accelerazione sismica sia compresa tra 0,05 g e 0,1 g.

2.5) – Sistema di controllo e monitoraggio

Il sistema di controllo e monitoraggio del sistema di illuminazione risulta efficiente e funzionale in ambienti ampi, complessi e con utilizzo vario; nel nostro edificio che è dotato principalmente dell'area cucina (con presenza di lavoratori) e dell'area refettorio utilizzato per orari specifici, non si ritiene di installare un sistema di supervisione.

3) - REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

Tutti gli impianti elettrici che costituiscono l'oggetto del presente capitolato dovranno essere eseguiti secondo i più moderni criteri della tecnica impiantistica, a **regola d'arte**, nel costante scrupoloso rispetto di tutte le leggi e normative vigenti in materia all'atto dell'esecuzione.

In particolare si fa riferimento alle disposizioni seguenti:

1. prescrizioni ed indicazioni della società o ente distributore, per quanto di sua competenza nei punti di consegna;
2. disposizioni di Legge (con relative s.m.i.):

- | | | |
|------|---|--|
| 2.1. | Legge n°186 (01/03/1968) | Sull'esecuzione a regola d'arte degli impianti elettrici; |
| 2.2. | Decreto Ministeriale 37/08 | Norme per la sicurezza degli impianti (ex Legge 46/90); |
| 2.3. | Decreto Legislativo 81/2008 | Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro (ex D.L n°626/1994); |
| 2.4. | L.R. N°31/2015 (B.U.R.L. 9 ottobre 2015, n. 41) | Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso; |
| 2.5. | Decreto Legislativo 199/2021 | Promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili |

3. Norme CEI e UNI:

- 3.1. CEI 0-21 Regole tecniche di connessione in Bassa Tensione
- 3.2. CEI EN 61439-(1-6) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
Parte 1: "Regole Generali";
Parte 2: "Quadri di potenza";
Parte 3: "Quadri di distribuzione";
Parte 4: "Quadri per cantiere";
Parte 5: "Quadri per distribuzione di potenza";
Parte 6: "Sistemi di condotti sbarre";
- 3.3. CEI 20 (N°) riguardante i cavi
- 3.4. **CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. e successive varianti (nona edizione);**
- 3.5. Tabelle CEI-UNEL e le altre norme inerenti ai materiali ed apparecchiature elettriche da installare;
- 3.6. UNI EN 1838 Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza
- 3.7. UNI 9795:2021 Sistemi fissi e automatici di rivelazione e segnalazione manuale di incendio
- 3.8. UNI 10819 Luce e illuminazione – Impianti di Illuminazione esterna – limitazione delle dispersioni verso l'alto del flusso luminoso
- 3.9. UNI EN 12464-1:2011 Light and Lighting – Lighting of work places – Part 2: Indoor work places
- 3.10. UNI EN 12464-2Light and Lighting – Lighting of work places – Part 2: Outdoor work places

L'installazione degli impianti sarà conforme scrupolosamente alle disposizioni di cui sopra, alle quali si fa riferimento anche nella scelta dei materiali ed apparecchiature, che in ogni caso dovranno essere provvisti della marcatura CE per quanto riguarda la normativa bassa tensione.

4) - DESCRIZIONE IMPIANTI E CRITERI DI PROGETTO

Criteri di progetto e dati di utenza

Le caratteristiche indicate sono quelle riferibili alla parte oggetto del presente progetto.

DATI UTENZE COMUNI e DIREZIONALI

- sistema distribuzione	TT;	
- tensione di distribuzione	400V concatenata;	
- tensione di distribuzione	230V fase-neutro;	
- valore Icc. Trifase nel punto di consegna	20 kA;	cosfi cc=0,3
- valore Icc. monofase nel punto di consegna	15 kA;	cosfi cc=0,7
- protezione di backup linee basse tensione	SI;	
- coefficienti contemporaneità illuminazione	1;	
- coefficienti contemporaneità carichi fissi	non disponibile;	
- potenza stimata	77 kW;	
- potenza massima installata	80 kW;	

Gli impianti elettrici saranno installati nel complesso in esame secondo le condizioni e le modalità descritte in seguito.

Ogni linea e ogni tronco di distribuzione viene verificato con calcolo mediante elaboratore per le seguenti varianti:

- Corrente di corto circuito massima
- Portata dei cavi in regime permanente

Quadri Elettrici

La distribuzione dell'energia elettrica agli impianti utilizzatori in BT a 230/400 V si effettuerà dal punto di consegna ai quadri elettrici; le caratteristiche di tali quadri sono indicate negli allegati schemi elettrici.

I centralini eventualmente installati, all'interno dell'attività e degli ambienti, per l'alimentazione di piccole utenze sparse e luci localizzate che non hanno linea dedicata saranno allacciati o ai quadri di zona o alle linee di distribuzione FM. Essi sono costituiti da interruttori magnetotermici di potere di interruzione adeguato al punto di installazione, di taratura adatta al carico da alimentare ed alle condutture utilizzate e sono preposti alla protezione e al sezionamento di dette utenze.

Descrizione della distribuzione

La distribuzione planimetrica e la disposizione delle utenze, dei corpi illuminanti e degli utilizzatori sono indicate negli elaborati grafici allegati alla presente relazione.

E' prevista la realizzazione dei seguenti impianti:

- Alimentazione al quadro generale
- Distribuzione principale con alimentazione ai sotto quadri di derivazione
- Impianto di energia
- Impianto di illuminazione (punti luce) normale e di emergenza
- Impianto al servizio della climatizzazione
- Impianti speciali: Telefono e dati
- Impianto allarme evacuazione
- Impianto allarme rivelazione gas
- Impianto allarme antintrusione
- Impianto di produzione energia (fotovoltaico)

Gli impianti elettrici saranno installati nel complesso in esame secondo le condizioni e le modalità descritte in seguito.

Gli impianti elettrici ed ausiliari nei diversi ambienti dovranno essere realizzati secondo la classificazione indicata in conformità alle norme di riferimento; la protezione dai contatti diretti comunque dovrà essere assicurata mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere tali da garantire un grado di protezione almeno IPXXB per le superfici superiori orizzontali e

IPXXD per le superfici a portata di mano; gli involucri e le barriere dovranno essere removibili entrambi solo con uso di attrezzi.
Tutti i materiali elettrici utilizzati per la realizzazione dell'impianto dovranno essere dotati di marcatura CE.

4.1) Quadri elettrici

I quadri elettrici verranno realizzati come indicato nelle tavole allegate ed hanno la funzione di comandare e proteggere tutti i circuiti di alimentazione e regolazione delle utenze tecnologiche e tutti i circuiti di alimentazione luce e FM presenti negli ambienti oggetto del presente elaborato.

Gli schemi dei quadri sono allegati in una tavola a parte, rinominata schemi elettrici unifilari, la quale esplica nel dettaglio tutti i componenti che compongono l'intero impianto elettrico di potenza. Gli interruttori dovranno essere conformi alla norma CEI 23-3; salvo diversa specificazione essi dovranno essere di curva C.

Al termine dei lavori dovrà essere consegnata la **Dichiarazione di conformità dei quadri con i relativi allegati** (prove effettuate, schemi elettrici definitivi con indicazione delle connessioni interne, dei circuiti ausiliari e delle numerazioni).

4.2) Alimentazione generale

Il punto di consegna del Distributore è accessibile direttamente da suolo pubblico. Da esso si deriva la linea per l'alimentazione al quadro generale.

Dal quadro generale saranno alimentati i quadri di zona.

4.3) Distribuzione impianti interni (energia e speciali)

I circuiti avranno origine dai quadri generale e dai quadri di zona. Ogni linea di alimentazione è protetta sia dai sovraccarichi e cortocircuiti (protezione magnetotermica) che dai contatti indiretti (protezione differenziale e impianto di terra).

Tutti i conduttori dovranno essere a bassissima emissione di fumi e gas tossici e corrosivi; in particolare i cavi dell'impianto energia dovranno essere sei seguenti tipi.

I conduttori posati in tubazioni interrate saranno con guaina esterna antiabrasiva di qualità M16; quelli installati entro canalizzazioni metalliche o isolanti saranno, salvo diversa specificazione, con guaina esterna (FG16(O)M16 (colore verde) mentre ne saranno sprovvisti (FG17) se installati entro canalette di piccole dimensioni in PVC (minicanali o a battiscopa) o tubi protettivi incassati o da esterno. All'interno di canali in PVC o materiale isolante potranno essere usati cavi con guaina non antiabrasiva.

I cavi di energia saranno:

a) Cavi con tensione $U_0/U = 0,6/1$ kV

• FG16OM16 Cca-s1b,d1,a1

b) Cavi con tensione $U_0/U = 450/750$ V

• FG17 Cca-s1b,d1,a1

I cavi per gli impianti speciali saranno:

a) Cavi categoria 6a Cca-s1b,d1,a1

La distribuzione principale dell'impianto è realizzata in canale metallico posto in controsoffitto.

4.4) IMPIANTO LUCE E FM

Le tubazioni e le dorsali sono dimensionate in modo tale da avere la sfilabilità dei conduttori e in particolare le tubazioni corrugate (serie pesante) dovranno avere colorazione diversa a secondo del circuito a cui sono destinate sia per ciò che riguarda la dorsale che per le derivazioni.

Utenze

I frutti presa saranno normalmente bipasso (10/16A) per le prese FM e universali (schuko, 10A, 16A

ecc.), per le utenze importanti e per quelle alimentate direttamente da quadro o con interruttore localizzato.

Le utenze di potenza superiore ad 1 kW saranno alimentate e comandate direttamente da un interruttore bipolare; queste utenze saranno alimentate tramite prese UNEL di tipo universale (con presa piatta 10/16A oltre che quella con terra laterale).

Illuminazione

L'illuminazione nei vari locali e ambienti dovrà rispettare le indicazioni della norma UNI EN 12464-1.

L'illuminamento degli ambienti sarà ottenuto con corpi illuminanti a incasso in controsoffitto e a soffitto.

LIVELLI DI ILLUMINAMENTO

Gli illuminamenti medi minimi previsti sono i seguenti:

- refettorio.: 300 lx
- corridoi: 100 lx
- locali tecnici: 200 lx
- locali spogliatoi :100 lx
- bagni : 200 lx
- cucina: 500 lx

Regolazione della luce

La regolazione viene effettuata in modalità diverse nei vari ambienti in funzione del tipo di utilizzo e delle esigenze di sicurezza degli stessi.

1-Refettorio

Nell'ambiente refettorio le plafoniere sono di tipo dimmerabile; la regolazione viene effettuata da un sistema dotato di un sensore di luce diurna e da una centralina che regola il livello di illuminazione dei vari canali (aree) del refettorio stesso. Sono presenti dei pulsanti che permettono l'accensione, lo spegnimento e la regolazione automatica dell'illuminazione. Sono presenti inoltre dei sensori di presenza che consentono lo spegnimento temporizzato dell'illuminazione quando manca la presenza di persone all'interno dell'ambiente.

2-Servizi e Wc

In questi ambienti non è effettuata la regolazione del valore di illuminamento ma il rilevamento della presenza di persone. Lo spegnimento è automatico e temporizzato.

3-Ambienti di lavoro cucina

In questi ambienti vi è la presenza di macchine operatrici e prodotti in fase di cottura ad alta temperatura per cui la riduzione dell'illuminamento o lo spegnimento delle luci potrebbe indurre dei rischi per i lavoratori presenti. Si ritiene, quindi, di non inserire un sistema di regolazione automatico ma utilizzare comandi on-off manuali.

Illuminazione di sicurezza/emergenza

Nei luoghi in cui è possibile la presenza di personale e in quelle in cui vi sono delle macchine operatrici deve essere installato un impianto di illuminazione di emergenza che entri in funzione al mancare dell'illuminazione artificiale.

La norma di riferimento è la UNI EN 1838. In tutti gli ambienti è prevista una illuminazione di sicurezza antipanico e sui percorsi di esodo l'illuminazione di sicurezza per l'esodo.

Tutte le uscite sono dotate di lampada con indicazione dell'uscita.

Impianto a servizio della climatizzazione

Verranno realizzati gli impianti elettrici a servizio dell'impianto di riscaldamento, climatizzazione e acqua calda sanitaria che saranno gestiti e alimentati da pompe di calore poste all'esterno dell'edificio.

4.5) IMPIANTO DATI/TELEFONICO

L'impianto sarà dotato di un rack da 19 unità del tipo a parete con un pannello di permutazione da 24 punti RJ45, un'alimentazione da 5/6 prese P40 e da pannelli fissi.

In campo saranno realizzati dei punti rete in cucina, refettorio e in locale tecnico. Saranno installati dei punti per eventuale realizzazione di impianto WiFi.

Il nuovo impianto di rete/dati avrà origine da fornitura adiacente a quella esistente, mentre la distribuzione interna sarà del tipo categoria 6A.

4.6) IMPIANTI TELEVISIVI

Non previsto

4.7) IMPIANTO CITOFONICO

Non previsto

4.8) IMPIANTO ALLARME INTRUSIONE

E' prevista la realizzazione di un impianto antintrusione dotato di centrale di rivelazione, sensori sia perimetrali che volumetrici con remotizzazione dell'allarme. L'inserimento e il disinserimento saranno effettuati tramite schede magnetiche o trasponder. La centrale allarme sarà dotata di alimentazione ausiliaria per una autonomia minima di 24 ore.

Sono presenti:

- contatti d'allarme su tutte le porte verso l'esterno
- rilevatori volumetrici a doppia tecnologia che coprono tutte le aree principali
- inseritori/disinseritori di allarme all'accesso alla cucina e sulle vie d'accesso dalla scuola
- dispositivi ottico-acustici con una potenza sonora di 90dB

4.8) IMPIANTO RIVELAZIONE E ALLARME INCENDIO (IRAI)

L'impianto di rivelazione automatica dell'incendio sarà previsto come da schema allegato, mediante la posa in opera di adeguata centrale a 4 loop e rilevatori puntiformi, Il nuovo refettorio sarà provvisto di un sistema di allarme in grado di diffondere avvisi e segnali attraverso canali diversi di percezione sensoriale: segnali acustici eventualmente integrati da messaggi vocali contenenti le specifiche informazioni relative al tipo di comportamento da adottare; segnali ottici e/o messaggi visivi.

4.9) IMPIANTO DIFFUSIONE SONORA

Previsto, albergato nel sistema unico di segnalazione e comando IRAI.

4.9) IMPIANTO ENERGIA RINNOVABILE (FOTOVOLTAICO)

La realizzazione di un impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione ha lo scopo di fornire il servizio elettrico per soddisfare parzialmente il fabbisogno energetico dell'utenza alla quale è collegato. Più in generale, l'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

- La produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanza inquinante;
- Il risparmio di combustibile fossile;
- Nessun inquinamento acustico;

La potenza complessiva è di 51,52kWp.

La scelta è ricaduta su moduli fotovoltaici monocristallini da 460Wp cad.; le linee montanti dalla copertura al locale tecnico saranno poste all'esterno della muratura.

I moduli fotovoltaici saranno di classe 1.

Sarà installato un pulsante di sgancio specifico per l'impianto fotovoltaico in corrente continua.

L'inverter sarà posato all'interno del locale tecnico come pure i quadri in continua ed alternata. I cavi non devono entrare mai all'interno della struttura scolastica ma solamente nel locale tecnico.

Per la configurazione dell'impianto si veda lo schema elettrico.

5) - CARATTERISTICHE GENERALI

5.1) Criteri generali

I criteri generali, applicabili a tutti gli impianti in questione, sono i seguenti:

- a) gli impianti elettrici dovranno essere del tipo prescritto per la zona di installazione come indicato nel capitolo 2;
- b) i diversi circuiti di alimentazione saranno alimentati alla tensione nominale di 230 Volt (fase-neutro) per utilizzatori monofase ed alla tensione nominale di 400 V (fase-fase) per utilizzatori trifase;
- c) la strutturazione dei vari gruppi sarà effettuata in modo tale da ottenere un bilancio dei carichi;
- d) la colorazione dei conduttori sarà la seguente:
 - neutro = azzurro
 - fase = marrone / nero / grigio
 - terra = giallo-verde
- e) i circuiti a tensioni diverse e di diversa utilizzazione dovranno essere completamente separati dagli altri; avranno quindi condotti separati a meno che non siano realizzati con conduttori isolati per la tensione maggiore esistente nella canalizzazione;
- f) le derivazioni, previste solo al piano interrato, saranno inderogabilmente eseguite in scatole di derivazione, tramite morsetti a pettine.
- g) tutte le utenze e le alimentazioni elettriche dovranno essere collegate al conduttore di protezione giallo-verde. Esso sarà della stessa sezione dei conduttori attivi se inferiori a 16mm², esso sarà pari almeno alla metà di essi se questi ultimi sono maggiori di 16mm².
- h) Le prese a spina di tipo civile avranno protezione magnetotermica tarata al massimo alla portata delle prese stesse (10 o 16A);
- i) I frutti di comando nei locali umidi o bagnati saranno posti in scatole porta apparecchi con grado di protezione almeno IP44 (con portello trasparente).

5.2) Protezione dai contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti viene ottenuta mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere, che dovranno essere tali da garantire un grado di protezione IP2X, rimovibili solo con uso di attrezzi.

5.3) Protezione dai contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti viene ottenuta con l'uso di interruttori differenziali con corrente dispersa pari a 30, 300, 1000, 10.000 mA sulle linee derivate dai quadri; la protezione verrà meglio dettagliata nel capitolo riguardante l'impianto di terra.

5.4) Protezione contro le sovracorrenti

I conduttori attivi devono essere protetti da dispositivi che interrompano l'alimentazione quando si produce un sovraccarico o un cortocircuito. I dispositivi dovranno rispondere alle seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$
$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

I_b	è la corrente di impiego del circuito
I_n	è la corrente nominale del dispositivo di interruzione
I_z	è la portata in regime permanente della conduttura
I_f	è la corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di interruzione entro il tempo convenzionale

I dispositivi di interruzione devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

-
- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito nel punto di installazione;
 - tutte le correnti provocate da un cortocircuito devono essere interrotte in un tempo tale da non portare i conduttori alla temperatura limite ammissibile.

6) - VERIFICHE

6.1) Verifiche Iniziali

Durante la realizzazione o prima della messa in servizio, l'impianto deve essere esaminato a vista e provato per verificare che le prescrizioni siano state rispettate. Nel caso di ampliamenti o modifiche di impianti esistenti si deve verificare che le parti aggiunte o modificate siano rispondenti alle prescrizioni e che non compromettano la sicurezza delle parti di impianto esistenti.

Dovranno essere eseguite inoltre le seguenti prove:

- 1) Verifica della continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali;
- 2) Verifica della resistenza di isolamento dell'impianto;
- 3) Verifica protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione, prova funzionale degli interruttori differenziali ed eventuale misura dell'impedenza dell'anello di guasto;
- 4) Misura della resistenza di terra;
- 5) Prova funzionale dei circuiti elettrici.

Al termine dei lavori dovranno essere consegnate alla Direzione Lavori o alla Committente i documenti che comprovino l'avvenuta realizzazione delle prove con l'indicazione dei risultati ottenuti e delle modalità di prova.

7) - IMPIANTO DI TERRA ED EQUIPOTENZIALE

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

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

Le sezioni minime dei vari componenti dovranno essere rispondenti a quanto stabilito dalla normativa in vigore e dalle norme CEI 64-8 capitolo 54.

7.1) Descrizione dell'impianto di terra

L'impianto di terra sarà realizzato con punte a croce infisse nel terreno e collegate tra loro da corda di rame nudo da 35mmq; ove possibile saranno collegati all'impianto anche i dispersori naturali costituiti dalle fondazioni della costruzione. Il dispersore di terra realizzato si collega tramite cavo giallo verde al collettore nel quadro principale o al montante di terra dell'edificio. Da esso si derivano i conduttori di terra (G-V) ad ogni impianto o quadro.

L'equipotenzialità dell'impianto da installare sarà realizzata mediante il collegamento di tutte le apparecchiature elettriche e delle strutture metalliche.

Il collegamento sarà realizzato con il conduttore di protezione (PE) tramite l'uso di cavi multipolari oppure posato singolarmente con i cavi unipolari.

Tutte le parti conduttrici normalmente non in tensione di apparecchiature elettriche (masse) e i poli di terra delle prese, saranno collegate ai collettori principali di terra mediante conduttori di protezione realizzati con corda in rame isolato, giallo-verde.

Le masse dei motori elettrici saranno collegate mediante conduttore di protezione singolo ad un conduttore di protezione principale. In particolari condizioni, il motore può anche essere collegato direttamente ad un collettore di terra.

Le masse estranee (passerelle portacavi, tubi, serbatoi, ecc.) saranno collegate, con corda isolata giallo-verde, ai collettori tramite conduttori equipotenziali.

Le tubazioni metalliche di acqua, gas, altre tubazioni entranti negli ambienti ed altre eventuali masse estranee, devono essere collegate all'impianto di Terra; il collegamento deve essere effettuato al

collettore di terra con corda isolata giallo-verde; i conduttori devono essere di sezione non inferiore a metà del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto, con un minimo di 6mm².

La continuità elettrica metallica delle tubazioni sarà realizzata mediante cavallotti di colore giallo-verde con capicorda preisolati all'estremità, oppure con cavallotti realizzati in piatto di rame elettrolitico.

Protezioni equipotenziali aggiuntive

Servizi disabili e locali bagno e doccia

Nei locali in cui, per particolari motivi, la resistenza del corpo e la resistenza tra esso e la terra sono ridotte (docce e ambienti bagnati) la tensione massima di contatto ammessa è di 25V, per cui saranno eseguiti dei collegamenti equipotenziali supplementari di tutte le masse estranee e delle griglie metalliche sottopavimento con i conduttori di protezione di tutte le masse delle apparecchiature elettriche esistenti in queste zone che, in ogni caso, saranno protette da differenziale da 30mA.

La sezione dei conduttori equipotenziali non deve essere inferiore a 2,5 mm², se posati in tubo, oppure 4 mm² se posati direttamente sotto intonaco o pavimento.

Le connessioni devono essere eseguite con morsetti idonei e tali da impedire la corrosione tra metalli di natura diversa: si possono utilizzare ad esempio morsetti di ottone per collegare conduttori in rame a tubazioni di ferro zincato.

I collegamenti vanno eseguiti solamente se sono presenti masse estranee.

7.2) Coordinamento dell'impianto di terra con i dispositivi di interruzione

Sistema TT

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

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

Affinché detto coordinamento sia efficace deve essere osservata la seguente relazione:

$$R_a \cdot I_a \leq U$$

dove:

- R_a è somma delle resistenze, in Ω, del dispersore R_t dell'intero impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli e dei conduttori di protezione delle masse;
- I_a è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione espressa in Ampere.
- U è il valore in Volt della tensione di contatto (50V per il caso in esame).

Quando il dispositivo è a corrente differenziale, I_a è la corrente differenziale nominale. Per ragioni di selettività, inoltre, si possono utilizzare dispositivi di tipo selettivo in serie a dispositivi di tipo generale; nei circuiti di distribuzione è ammesso un ritardo nel tempo di intervento non superiore ad 1 secondo.

Se la relazione precedente non può essere soddisfatta deve essere realizzato un collegamento equipotenziale supplementare.

7.3) Conclusioni

Sistema TT

Nel caso in esame l'interruzione automatica è ottenuta, mediante dispositivi differenziali tarati ad un valore di corrente differenziale di diverso valore a secondo delle varie linee. Nel sistema TT il valore di corrente differenziale non può essere superiore ad 1A; in questa ipotesi la protezione è garantita fino al limite di

$$R_a < U / I = 50 \Omega$$

Tale valore è stato calcolato osservando quanto specificato dalla norma CEI 64-8 sezione 413.1. Considerando, inoltre, la resistenza del conduttore di terra, dei conduttori di protezione e di quelli equipotenziali delle varie linee, il valore massimo della resistenza di terra per il caso in esame dovrà essere:

$$R_t \max = 40 \, \Omega$$

Durante ed al termine dei lavori sarà eseguita la misura dell'impedenza dell'anello di guasto e dell'impianto di terra per verificare la corrispondenza con la relazione precedente. Se non fosse verificata si dovrà procedere all'ampliamento dell'impianto di terra. La verifica dell'impianto di terra sarà eseguita compilando l'apposito modulo allegato.

7.4) Messa in Esercizio e omologazione dell'impianto

Al termine dei lavori, ai sensi del DPR 22 ottobre 2002 n°462, l'installatore eseguirà la messa in servizio dell'impianto eseguendo la verifica dello stesso e rilasciando la **Dichiarazione di Conformità**, ai sensi della normativa vigente. La dichiarazione di conformità equivale a tutti gli effetti ad omologazione dell'impianto; tale dichiarazione sarà accompagnata dal modulo denominato **"MISURA DELLA RESISTENZA DI TERRA PER OMOLOGAZIONE IMPIANTO"** compilato in ogni sua parte, riportato nell'allegato A1 del presente elaborato.

Per le ditte dotate di dipendenti o personale assimilabile, entro trenta giorni dalla messa in esercizio dell'impianto deve essere presentata la dichiarazione di conformità allo sportello unico per le attività produttive, se tale sportello è stato attivato nel comune dell'attività, oppure all'INAIL e all'ASL (Lombardia) o all'ARPA territorialmente competenti.

Il datore di lavoro o gestore dell'impianto è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni e a far eseguire verifiche periodiche dell'impianto di messa a terra; tali verifiche devono avere periodicità di 2 anni per ambienti medici e per ambienti a maggior rischio in caso d'incendio (CEI 64-8/7) e 5 anni per tutti gli altri impianti.

7.5) Scariche atmosferiche

A seguito del calcolo della probabilità di fulminazione dell'edificio con riferimento alla norma CEI EN 62305-1/2/3/4 la realizzazione dell'LPS esterno (impianto parafulmine) e di protezioni aggiuntive non sono necessarie per l'edificio in oggetto.

Vedasi relazione tecnica verifica scariche atmosferiche.