

COMUNE DI CASTAGNETO CARDUCCI

AMPLIAMENTO DELLA EX SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO IN FRAZ. DONORATICO, PIAZZALE EUROPA

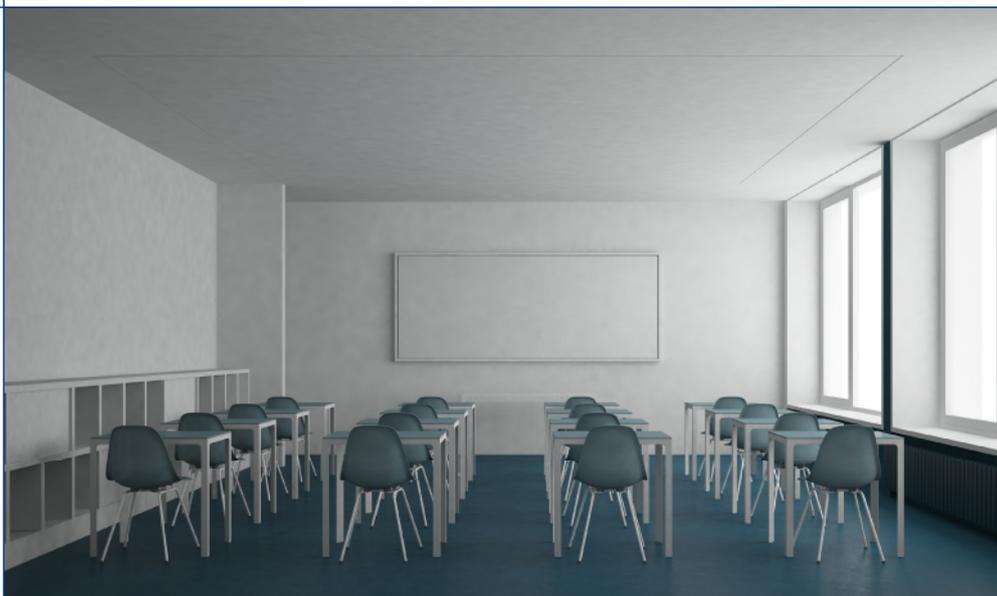
CODICE ELABORATO

IE.RT.01

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICO, TD/TP E SPECIALI



Elaborati descrittivi	ED	
Stato attuale	SA	
Sistemazioni esterne	SE	
Progetto Architettonico	AR	
Progetto Strutturale	PS	
Impianto Prevenzione Incendi	PI	
Impianto Idrico Sanitario	ID	
Impianti Termomeccanici	IM	
Impianti Elettrici e Speciali	IE	



Responsabile della Commessa: Ing. Bruno PERSICHETTI
 Responsabile dell'Attività: Ing. Andrea DI LUPO
 Resp. prevenzione incendi: Ing. Antonfranco PASQUALE
 Collaboratori: Ing. Riccardo BONSANTI
 Ing. Francesco PARRI
 Ing. Davide BORDO
 P.I. Enrico PUGLIESE
 P.I. Federico ROCCHI



A.I.C.E. Consulting S.r.l. - Via G. Boccaccio, 20 - 56017 San Giuliano Terme (PI)
 Tel. +39 050 8755011 - Fax +39 050 877017 - E-mail: info@aiceconsulting.it - PEC: aiceconsulting@legalmail.it
 Web: www.aiceconsulting.it - P.I. 01149980508 - Iscr. Trib. n° 14352 - C.C.I.A.A. n° 103626 - Cap. Soc. € 100.000 i.v.



CODE	SCALA
	DATA
NOME FILE	

REV.	DATA	OGGETTO	REDATTO	APPROVATO
00	06/12/2021	EMISSIONE	RB	BP

0	Dicembre 2021	Prima emissione	RB	ADL	BP
Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Validato

INDICE

1	SOMMARIO	5
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.1	Aspetti generali.....	5
2.1.1	<i>Urbanistica ed edilizia</i>	5
2.1.2	<i>Lavori pubblici</i>	5
2.2	Impianti elettrici	5
2.2.1	<i>Radiodisturbi, compatibilità elettromagnetica ed esposizione ai campi elettromagnetici</i>	6
2.2.2	<i>Inquinamento luminoso</i>	6
2.3	Sicurezza del lavoro	7
2.4	Prevenzione incendi.....	7
3	INTRODUZIONE	7
3.1	Descrizione degli impianti in progetto	7
4	IMPIANTO ELETTRICO	8
4.1	Tipologia dei locali.....	8
4.1.1	<i>Prescrizioni per ambienti MARCI</i>	8
4.2	Impianto elettrico nei diversi locali/aree dell'immobile in progetto.....	10
4.2.1	<i>Scuola</i>	10
4.2.2	<i>Centrale termica a gas</i>	10
4.3	Punto di consegna dell'energia e corrente di corto-circuito presunta	11
4.4	Quadri elettrici.....	11
4.5	Impianto di terra	12
4.6	Protezione.....	12
4.6.1	<i>Protezione contro i contatti diretti</i>	12
4.6.2	<i>Protezione contro i contatti indiretti</i>	12
4.6.3	<i>Protezione contro le scariche atmosferiche</i>	12
5	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	13
5.1	Illuminazione ordinaria.....	13
5.2	Illuminazione di sicurezza	14
6	CABLAGGIO STRUTTURATO	14
7	IMPIANTO RIVELAZIONE FUMI	15
7.1	Descrizione dell'impianto.....	15
7.2	Elementi di connessione	15
8	RELAZIONE DI CALCOLO	16
8.1	Stima dei carichi.....	16
8.2	Dimensionamento dei cavi	16
8.3	Integrale di Joule	17
8.4	Cadute di tensione	18
8.5	Dimensionamento dei conduttori di neutro	18
8.6	Dimensionamento dei conduttori di protezione.....	19
8.7	Scelta delle protezioni	19
8.8	Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture.....	20

ALLEGATI

1. Calcoli di verifica dei circuiti elettrici
2. Relazione di verifica della protezione contro le scariche atmosferiche con allegati

1 SOMMARIO

La presente Relazione Tecnica di Calcolo degli impianti elettrici si riferisce al progetto definitivo dell'intervento di ampliamento della scuola sita in piazzale Europa a Donoratico (LI). Il progetto è stato commissionato ad A.I.C.E. Consulting S.r.l. dal Comune di Castagneto Carducci e prevede la realizzazione dei seguenti impianti:

- Quadri elettrici e linee di distribuzione interne;
- Sistemi di canali e tubi per impianti elettrici, TD/TP e speciali;
- impianti di illuminazione, prese di energia ed allacciamento utenze meccaniche;
- impianti telefonici e trasmissione dati;
- rivelazione fumi ed allarme manuale incendio;
- impianto di campanelli;
- impianto di illuminazione a servizio dei percorsi comuni;
- distribuzione generale esterna sia elettrica sia per impianti telefonici e speciali.

La relazione è redatta ai sensi dell'art. 5 del D.M. 22/01/08, n. 37, "Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11-quaterdecies, comma 13, lettera a, della Legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. La relazione illustra la consistenza e la tipologia dell'installazione dell'impianto, con particolare riguardo all'individuazione dei materiali e componenti da utilizzare e alle misure di prevenzione e di sicurezza da adottare.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si elencano di seguito i principali riferimenti normativi utilizzati per lo svolgimento dell'incarico ed, in particolare, per la redazione del presente documento.

2.1 Aspetti generali

2.1.1 *Urbanistica ed edilizia*

- **D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380**, Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- **D.M. 17 gennaio 2018** "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni";
- **Circolare applicativa 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.** «Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni» di cui al D.M. 17 gennaio 2018;
- **Legge Regionale Toscana 10 novembre 2014, n. 65**, Norme per il governo del territorio.

2.1.2 *Lavori pubblici*

- **Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50**, Codice dei contratti pubblici.
- **Legge di conversione 14 giugno 2019, n. 55**, «Disposizioni urgenti per il rilancio del settore dei contratti pubblici, per l'accelerazione degli interventi infrastrutturali, di ri-generazione urbana e di ricostruzione a seguito di eventi sismici.».

2.2 Impianti elettrici

- **Legge 1 marzo 1968, n. 186**, Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione e impianti elettrici ed elettronici.
- **Legge 8 ottobre 1977, n. 791**, Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n. 73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che devono possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione.

- **D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626**, Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione.
- **D.Lgs. 31 Luglio 1997, n. 277**, Modificazioni al DLGS n.626 del 2006...
- **DM 22 gennaio 2008, n.37** "Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11-quaterdecies, comma 13, lettera a, della Legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- **D.Lgs. 19 Maggio Luglio 2016, n. 86** "Attuazione della direttiva 2014/35/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione."
- **DLgs 106/17** "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE" (G.U. n. 159 del 10/7/17)
- **Norme tecniche CEI ed UNI applicabili.**

2.2.1 *Radiodisturbi, compatibilità elettromagnetica ed esposizione ai campi elettromagnetici*

- **D.Lgs. 4 dicembre 1992, n. 476**, Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992.
- **D. M. 30 dicembre 1993**, Elenco delle norme armonizzate sulla compatibilità elettromagnetica.
- **D.Lgs. 12 novembre 1996, n. 615**, Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata ed integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22 luglio 1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29 ottobre 1993.
- **D.M. 18 maggio 1999**, Norme armonizzate in materia di compatibilità elettromagnetica.
- **Legge 22 febbraio 2001, n. 36**, Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.
- **D.P.C.M. 8 luglio 2003**, Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.
- **Legge 23 agosto 2004, n. 239**, Riordino del settore energetico...
- **D.Lgs. 8 febbraio 2007, n. 20**, Attuazione della direttiva 2004/8/CE sulla promozione della cogenerazione basata su una domanda di calore utile sul mercato interno dell'energia, nonché modifica alla direttiva 92/42/CEE
- **D.Lgs. 6 novembre 2007, n. 194**, Attuazione della direttiva 2004/108/CE relativa alla compatibilità elettromagnetica
- **DM 29/05/08**, Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti
- **D.Lgs. 18 Maggio 2016, n. 80**, Modifiche al Decreto Legislativo 6 novembre 2007 n.194 di attuazione della direttiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 26 febbraio 2014, concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica (rifusione)
- **D.Lgs N. 159, 1 AGOSTO 2016**, "Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE"

2.2.2 *Inquinamento luminoso*

- **UNI 10819:2021, Luce e illuminazione** - Impianti di illuminazione esterna - grandezze illuminotecniche e procedure di calcolo per la valutazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
- **Delibera G.R. Toscana 27 settembre 2004, n. 962**, Linee Guida per la progettazione, l'esecuzione e l'adeguamento degli impianti di illuminazione esterna.
- **Legge Regionale Toscana 24 febbraio 2005, n. 39**, Disposizioni in materia di energia.

2.3 Sicurezza del lavoro

- **DPR 462 2001** “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”
- **D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81**, testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro.
- **Decreto Legislativo 3 agosto 2009, n°106** “Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n°81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
- **Prescrizioni, Circolari e Linee guida** dei Vigili del Fuoco, dell’ISPESL, delle Aziende Unità Sanitarie Locali, dell’Ispettorato del Lavoro, ecc.

2.4 Prevenzione incendi

- **D.M. Interno 16 maggio 1987, n. 246**, Norme di sicurezza antincendi per gli edifici di civile abitazione.
- **Legge 11 gennaio 1996 n.23** “Norme per l’edilizia scolastica”
- **DM 26/8/1992** “Norme di prevenzione incendi per l’edilizia scolastica”
- **DM 19/08/1996** “Regola tecnica di prevenzione incendi nei locali d’intrattenimento e pubblico spettacolo”.
- **DM 10-03/1998** “Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell’emergenza nei luoghi di lavoro -PREVENZIONE INCENDI - Norme generali - Prevenzione e Protezione”
- **DPR 151/2011** “Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell’articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122”
- **D.lgs. 7/08/2012** “Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell’articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n.151”.
- **DECRETO 18 dicembre 2012** “Modifica al decreto 19 agosto 1996, concernente l’approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo.”
- **DM 3 Agosto 2015** “Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell’articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139”
- **Circolari del Ministero dell’Interno.**
- **Prescrizioni** dei Vigili del Fuoco.

3 INTRODUZIONE

3.1 Descrizione degli impianti in progetto

Il presente progetto riguarda la realizzazione degli impianti di illuminazione, prese di energia, alimentazione degli impianti di ventilazione e riscaldamento, rivelazione ed allarme manuale incendi e telefonico/trasmissione dati a servizio dei locali di ampliamento della scuola esistente in piazzale Europa a Donoratico nel comune di Castagneto Carducci (LI).

In accordo con le prescrizioni del D.Lgs. 81/2008 per la tutela della salute dei lavoratori, del DM 10/8/92 e del DM10/3/98 sono state previste le seguenti dotazioni per gli impianti di sicurezza:

- illuminazione di sicurezza;
- comando di emergenza atto a porre fuori tensione l’impianto elettrico.

Per la scuola sono inoltre previsti:

- impianto di rivelazione fumi ed allarme manuale incendio.

L'impianto di allarme manuale incendio e rivelazione fumi è una estensione dell'impianto esistente e dovrà essere conforme alla norma UNI 9795.

L'alimentazione degli impianti è in bassa tensione a 400/230 V alla frequenza di 50 Hz, derivata dai contatori ENEL, contratto con potenza disponibile 16kW; il sistema di distribuzione sarà di tipo TT.

L'Impresa appaltatrice dovrà procedere alla realizzazione degli impianti secondo le modalità descritte in questa relazione e sugli elaborati grafici di progetto.

Al termine dei lavori l'Impresa appaltatrice dovrà procedere all'esecuzione delle verifiche tecniche sull'impianto secondo le indicazioni della norma CEI 64-8, parte 6 e quindi rilascerà la dichiarazione di conformità ai sensi del DM 22/1/2008 n.37, completa degli allegati obbligatori.

4 IMPIANTO ELETTRICO

4.1 Tipologia dei locali

All'interno dell'edificio sono presenti aree che corrispondono a tipologie di locali non ordinarie secondo le classificazioni delle Norme CEI. In particolare, si distinguono:

a) locali MARCI (a MAggior Rischio in Caso d'Incendio);

In tali ambienti la progettazione e realizzazione degli impianti deve tenere conto, oltre che delle indicazioni della norma CEI 64-8 per gli impianti elettrici utilizzatori in ambienti ordinari, anche delle prescrizioni aggiuntive riportate nella parte 7 della norma stessa.

4.1.1 Prescrizioni per ambienti MARCI

Gli ambienti MARCI si suddividono in tre categorie:

- A) per elevata densità di affollamento di persone all'interno dei locali o per l'elevato tempo di sfollamento o per elevato danno probabile ad animali e cose;
- B) per la presenza di strutture portanti combustibili;
- C) per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito.

Esistono prescrizioni generali che si applicano a tutte le tipologie di ambienti MARCI e prescrizioni specifiche per ogni categoria. Nel caso in cui i locali appartengano a più di una categoria, le prescrizioni particolari da adottare si sommano.

Le prescrizioni generali per gli ambienti MARCI sono sinteticamente riportate nel seguito:

- i componenti elettrici devono essere limitati a quelli necessari per l'uso negli ambienti, escluse le condutture destinate ad alimentare altri locali, che possono transitare;
- gli apparecchi d'illuminazione devono essere conformi alle norme generali di prodotto, senza altri requisiti particolari salvo per quelli che utilizzano le lampade ad alogeni ed alogenuri, per i quali deve essere previsto uno schermo di protezione; i faretti ed i piccoli proiettori devono essere installati ad una certa distanza dal materiale combustibile (0.50 m per potenze fino a 100 W, 0.80 m da 100 a 300 W ed 1.00 m da 300 a 500 W);

- gli apparecchi d'illuminazione soggetti a sollecitazioni meccaniche (ad esempio installati a meno di 2.50 m di altezza) devono avere le lampade protette dagli urti;
- nei luoghi MARCI dove ha accesso il pubblico i dispositivi di protezione e manovra (interruttori, fusibili, ecc.) devono essere posti entro un quadro chiuso a chiave, oppure in un locale inaccessibile al pubblico;
- devono essere presi provvedimenti contro il guasto serie¹;
- i cavi unipolari dei circuiti in c.a. devono essere disposti vicini in modo da evitare pericolosi surriscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per isteresi o correnti parassite;
- tutti i circuiti devono essere protetti contro il sovraccarico, anche i circuiti luce che non sono soggetti a sovraccarico;
- i dispositivi di protezione contro il sovraccarico od il corto-circuito devono essere posti all'inizio dei circuiti;
- il sistema TN-C non è ammesso nei luoghi MARCI, ammesso invece il TN-S, la prescrizione non vale per le condutture che transitano soltanto;
- le condutture elettriche devono essere tali da non causare l'innescò e/o la propagazione dell'incendio, per conduttura si intende l'insieme costituito da uno o più conduttori elettrici e dagli elementi che assicurano il loro isolamento, il loro supporto, il loro fissaggio e la loro eventuale protezione meccanica; le condutture idonee per gli ambienti MARCI sono stabilite dalla norma; esse sono 10 e sono classificabili in tre grandi gruppi identificati dalle lettere "a", "b" e "c": il gruppo "a" comprende le condutture che non possono né innescare né propagare l'incendio, il gruppo "b" le condutture che non possono innescare ma possono propagare l'incendio, il gruppo "c" le condutture senza particolari requisiti, ossia che possono sia innescare sia propagare l'incendio; le condutture di tipo "c" sono le meno sicure e richiedono provvedimenti contro l'innescò e la propagazione degli incendi;
- quando le condutture attraversano compartimentazioni antincendio si devono interporre delle barriere tagliafiamma per ripristinare la resistenza al fuoco.

Le prescrizioni particolari per ambienti MARCI di tipo A sono sinteticamente riportate nel seguito:

- Il progettista deve effettuare una valutazione del rischio relativo alla perdita di vite umane o di patrimonio culturale o a danno elevato dovuto all'emissione di fumi o acidità per incendio dei cavi e stabilire quindi se è necessario l'impiego di cavi CPR ad elevate prestazioni, ad esempio Cca-s1b,d1,a1 oppure a bassa emissione di fumi e gas tossici e/o corrosivi (LS0H) se non sono richiesti cavi CPR.
- In generale si può affermare che l'impiego di cavi Cca-s1b,d1,a1 o LS0H non è mai necessario per le condutture appartenenti al gruppo indicato con "a" nella norma CEI 64-8/7.
- Per le condutture di tipo "b" e "c" l'impiego dei cavi Cca-s1b,d1,a1 o LS0H è praticamente sempre necessario negli ambienti ad elevato affollamento o con elevato tempo di sfollamento (luoghi di pubblico spettacolo, ospedali, scuole ed uffici con più

¹ Il guasto serie è in pratica un cattivo contatto che genera punti caldi in grado di innescare incendi. A tal fine occorre adottare o dispositivi in grado di rilevare gli effetti di un guasto serie ed attivare allarmi (sonde di temperatura, rivelatori ottici o di fiamma o di fumo o termici) o procedure di verifiche e manutenzione programmate, soprattutto volte a controllare le connessioni elettriche, ad esempio tramite termocamera.

di cento persone, centri commerciali, metropolitane), o in caso di possibili danni al patrimonio artistico e culturale (es:musei, biblioteche, edifici storici).

Le prescrizioni particolari per ambienti MARCI di tipo B sono sinteticamente riportate nel seguito:

- omissis

Le prescrizioni particolari per ambienti MARCI di tipo C sono sinteticamente riportate nel seguito:

- omissis

4.2 Impianto elettrico nei diversi locali/aree dell'immobile in progetto

4.2.1 Scuola

La scuola potrà ospitare un numero di persone pari a 230, quindi compreso tra 101 e 300 è pertanto di tipo 1 ai sensi del DM 26-8-1992; per scuole di questo tipo deve essere prevista l'illuminazione di sicurezza con illuminamento non inferiore a 5lux con autonomia di almeno 30 min lungo le vie di esodo e nei luoghi sicuri² ed un sistema di allarme in grado di avvertire tutti i presenti in caso di pericolo d'incendio.

Gli ambienti sono classificati come MARCI di tipo A, ossia per la elevata presenza di persone e l'elevato tempo di sfollamento.

L'impianto elettrico dovrà essere realizzato in conformità alla norma CEI 64-8/7 sezione 751, le cui prescrizioni generali e particolari sono state sinteticamente riportate all'inizio del paragrafo.

Per quanto riguarda le condutture elettriche ed il rischio di innesco e propagazione dell'incendio, nella parte di scuola già realizzata sono stati adottati:

- cavi elettrici tipo FG16OM16 0.6/1kV posti entro canali in PVC con grado di protezione IP4X,
- cavi FG17 470/750V di tipo NPI (CEI 20-22) posti entro canali in PVC con grado di IP4X.

Per questi locali è richiesto il comando di emergenza posto in corrispondenza degli ingressi.

4.2.2 Centrale termica a gas.

Per valutare il rischio di esplosione all'interno del locale in cui sono presenti due caldaia alimentate a gas metano è stata condotta la verifica in conformità alla norma CEI EN 60079-10-1 (2016). In base al calcolo effettuato e riportato in appendice, un'apertura di ventilazione di superficie netta pari a 0,53mq è sufficiente a scongiurare il pericolo di formazione di atmosfera esplosiva all'interno del locale, la zona pericolosa ha estensione trascurabile. Attualmente l'apertura presenta una superficie lorda pari a 0,63mq, quindi

² Per i dettagli vedi il paragrafo relativo all'illuminazione di sicurezza

la presenza della grigliatura rende insufficiente la superficie netta di scambio con l'esterno, si rende quindi necessario ampliare tale apertura.

L'ambiente non è neppure classificabile come MARCI di tipo C, dato che il gas è contenuto all'interno delle tubazioni, sicché un incendio che abbia origine dall'impianto elettrico non ha conseguenze particolarmente pericolose per la presenza di gas.

L'ambiente è quindi classificabile come **ordinario**.

L'impianto elettrico dovrà essere realizzato in conformità alla norma CEI 64-8.

Per quanto riguarda le condutture elettriche nel caso in esame saranno adottati:

- cavi elettrici tipo FG16OR16 posti entro canali metallici con grado di protezione IP4X,
- cavi FS17 di tipo NPI (CEI 20-22) posti entro tubi e canali metallici con grado di protezione uguale o maggiore ad IP40.

Per questi ambienti è previsto il comando di emergenza.

4.3 Punto di consegna dell'energia e corrente di corto-circuito presunta

Il punto di consegna dell'energia è ubicato immediatamente all'esterno della posizione del quadro elettrico generale della scuola. La fornitura è trifase in bassa tensione, 400V con potenza contrattuale pari a 16kW.

In accordo al punto 5.1.3 della norma CEI 0-21:2019-04 il valore della corrente di cortocircuito massima, da considerare per la scelta delle apparecchiature dell'Utente, è convenzionalmente assunto pari a 10 kA per le forniture trifase per Utenti con potenza disponibile per la connessione fino a 33 kW.

4.4 Quadri elettrici

Dovranno essere realizzati i seguenti quadri:

- a) quadro di zona relativo ai locali previsti nell'ampliamento della scuola;

Tutti i quadri dovranno essere conformi alle norme CEI EN 61439-1 e CEI EN 61439-2 (quadri di potenza) oppure CEI 23-51 (quadri per installazioni domestiche e similari per corrente alternata fino a 125 A, tensione fino a 440V, corrente di corto circuito fino a 10kA oppure protetti da dispositivi che limitino il valore di primo picco della corrente di cc a 17kA, temperatura ambiente fino a 25 C, eccezionalmente 35 C, realizzati con involucri conformi alla Norma CEI 23-49) e saranno dotati di certificazione di rispondenza fornita dal costruttore. Le tipologie costruttive, il grado di protezione degli involucri, le caratteristiche delle protezioni sono dettagliatamente riportate negli elaborati di progetto. Il potere di interruzione delle protezioni indicato negli schemi è relativo alla norma CEI 23-3 e dovrà essere rispettato.

Tutti i quadri saranno dotati di porta con serratura a chiave.

Per i cablaggi interni saranno utilizzati conduttori conformi al CPR o sistemi di distribuzione prefabbricati e certificati dal costruttore.

Per tutti i quadri il grado di protezione in caso di rimozione dei pannelli frontali o laterali non dovrà essere inferiore ad IPXXB.

4.5 Impianto di terra

Tutte le masse presenti nell'area oggetto dei lavori saranno allacciate al collettore di terra posto entro il quadro generale attraverso i conduttori di protezione di colore giallo-verde e di sezione conforme alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

L'impianto disperdente della scuola è esistente.

I ferri di armatura della struttura di ampliamento dovranno essere collegati in equipotenzialità alla rete disperdente.

4.6 Protezione

4.6.1 Protezione contro i contatti diretti

Sarà di tipo totale, perché destinata a persone profane di elettricità, e costituita da involucri con grado di protezione minimo IP2X.

La presenza di interruttori differenziali ad alta sensibilità (30 mA) per tutte le utenze terminali costituisce inoltre una misura di protezione addizionale contro i contatti diretti.

4.6.2 Protezione contro i contatti indiretti

Assicura la protezione delle persone dai rischi connessi con il contatto con una massa durante un guasto d'isolamento.

I mezzi di protezione scelti, in conformità alla norma CEI 64-8 sono i seguenti:

- attiva mediante interruzione automatica del circuito;
- mediante impiego di apparecchi con isolamento doppio o rinforzato (cl.II).

Per le utenze esercite con sistema TT, la protezione avviene con dispositivi differenziali coordinati con la resistenza di terra dell'impianto secondo la nota relazione:

$$R_T \leq \frac{U_L}{I_a},$$

dove:

- U_L è la tensione limite di contatto, pari a 50 V per ambienti ordinari o 25V nei cantieri edili, nei locali medici e nelle stalle;
- I_a è la corrente differenziale nominale di intervento dei dispositivi differenziali.

La relazione dovrà essere verificata per una corrente a pari a 0.03 A, corrente nominale diff.le d'intervento delle protezioni poste a monte di tutti i circuiti all'interno della scuola, di conseguenza il massimo valore della resistenza di terra dovrà essere pari a 1660 Ohm, condizione sicuramente verificata dalla rete disperdente dell'edificio.

Tutte le protezioni scelte verificano la condizione sopra indicata.

I risultati dei calcoli sono forniti in allegato.

4.6.3 Protezione contro le scariche atmosferiche

Il valore di NG per la struttura in oggetto ubicata alle seguenti coordinate:

Latitudine: 43,170153° N

Longitudine: 10,567619° E

è pari a 3.67 fulmini per anno al kmq ed è stato ricavato tramite la banca dati TNE in accordo alla CEI EN IEC 62858. Il valore di NG riportato sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2025.

In base alla verifica condotta secondo le norme CEI EN 62305 e le linee guida CEI 81-29 la scuola risulta AUTOPROTETTA contro le fulminazioni, poiché il rischio complessivo $R1 = 2,91 \cdot 10^{-08}$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1 \cdot 10^{-05}$. Per la protezione degli impianti dalle sovratensioni sono stati adottati SPD di classe II secondo CEI EN 61643-11 installati sul quadro generale dall'impresa che ha recentemente realizzato i lavori di adeguamento degli impianti elettrici. L'utilizzo di scaricatori di classe II è consentito qualora la somma della probabilità di fulminazione diretta dell'edificio ND e di quella della linea in arrivo NL è inferiore a 0,01, nel caso in esame abbiamo:

$$ND = 0,0130$$

$$NL = 0,005725$$

Quindi la somma dei termini supera il limite normativo e gli SPD esistenti devono essere sostituiti con dispositivi di classe I.

Gli scaricatori sono dotati di dispositivo di sconnessione in caso di fine vita e protetti contro le sovracorrenti dal dispositivo di protezione con fusibili posto a monte degli scaricatori stessi.

Il fabbricato esistente è dotato di LPS che risulta quindi inutile e che in diverse parti presenta distaccamenti dei captatori dagli ancoraggi, se ne consiglia pertanto la rimozione.

5 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

5.1 Illuminazione ordinaria

Per l'esecuzione dell'impianto di illuminazione ordinaria si dovranno applicare le prescrizioni della norma UNI-EN 12464-1 per l'illuminazione di luoghi di lavoro in ambienti interni e della norma UNI 10840 specifica per ambienti scolastici.

I valori di illuminamento medio mantenuto, abbagliamento limite e resa del colore previsti sono riassunti nella tabella 1 seguente:

Tab. 1 – Illuminamento, indice unificato di abbagliamento limite UGR_L e resa del colore R_a .

Locali	Illuminamento medio [lux]	UGR_L [-]	R_a [-]
Aule scolastiche	300	19	80
Lavagna	500	19	80
Aula musica	300	19	80
Aree di circolazione e corridoi	100	25	80
Scale	150	19	80
Ingressi	200	22	80

Locali	Illuminamento medio [lux]	UGR _L [-]	Ra [-]
Servizi igienici	100	25	80
Sale professori	300	19	80

Gli illuminamenti indicati si riferiscono ad un piano posto ad una altezza di 0,85m dal pavimento per le aule e gli altri ambienti di lavoro, mentre per le zone di transito si deve prendere come riferimento un piano posto ad altezza 0,2m dal pavimento.

La tabella 1 riporta inoltre i valori massimi dell'indice di abbagliamento UGR_L e minimi per l'indice di resa del colore Ra che sono prescritti dalla normativa per gli ambienti indicati.

5.2 Illuminazione di sicurezza

L'illuminazione delle vie di esodo all'interno della scuola sarà realizzata con plafoniere autoalimentate LED equipaggiate con dispositivi ad inverter+batterie, dotati di circuito di controllo del funzionamento (autotest), in grado di assicurare il funzionamento in assenza della tensione di rete per almeno 1 ora, superiore quindi alla richiesta del DM pari a 30 minuti. All'interno delle aule è sufficiente installare un apparecchio autoalimentato a LED con segnaletica di uscita di sicurezza che consenta di imboccare la via di esodo senza che questa rimanga completamente al buio in caso di mancanza della tensione di rete.

I dispositivi di sicurezza sono ad intervento istantaneo e garantiranno la ricarica completa delle batterie al ritorno della tensione di rete entro 12 ore.

Dovrà essere garantito un illuminamento medio delle vie di fuga almeno pari a 5 lux ad un metro di altezza dal piano di calpestio. Il calcolo può essere eseguito considerando le riflessioni delle pareti, del soffitto e del pavimento.

Sulle uscite di sicurezza saranno installate plafoniere autoalimentate di tipo sempre acceso (SA) dotate di pittogramma con simbologia unificata.

6 CABLAGGIO STRUTTURATO

All'interno della scuola è stato realizzato un cablaggio strutturato in cat.6 utilizzando cavi UTP e connettori tipo RJ45; il centro stella è situato nell'armadietto rack all'interno della "stanza valori".

L'impianto esistente sarà ampliato fino alla nuova ala dell'edificio, in ogni aula saranno installate due prese RJ45 cat.6 collegate all'armadio rack esistente con cavi UTP cat.6, attestati su un nuovo patch panel, la distanza sarà inferiore a 90m.

La rete telefonica/dati avrà canali, tubazioni e scatole completamente separate dagli altri impianti.

7 IMPIANTO RIVELAZIONE FUMI

7.1 Descrizione dell'impianto.

La scuola è dotata di un sistema di rivelazione fumi e di allarme incendio realizzato in accordo alle prescrizioni della norma UNI 9795. Si prevede il collegamento dei sensori di fumo, dei pulsanti di allarme manuale e degli apparati di notifica degli allarmi della nuova ala in progetto all'impianto esistente.

Il sistema è costituito essenzialmente da una centrale conforme alla UNI EN 54-2 di tipo analogico con combinatore telefonico, da sensori di tipo ottico puntiforme EN 54-7, rivelatori di calore puntiformi termici e termovelocimetrici EN 54-5, rivelatori ottici lineari EN 54-12 e pulsanti manuali di allarme EN 54-11.

Il sistema di rivelazione sarà dotato di due sorgenti di alimentazione, una costituita dalla rete pubblica di distribuzione ed una di riserva ad intervento automatico (entro 15s dalla mancanza della rete) costituita da una batteria di alimentazione in tampone in conformità alla EN 54-4 ed al paragrafo 5.6 della UNI 9795 del gennaio 2010.

L'allarme incendio all'interno dell'edificio sarà dato tramite avvisatori ottico-acustici, mentre il combinatore telefonico invierà un messaggio registrato di allarme ad un massimo di 5 numeri telefonici. I rivelatori installati negli spazi nascosti saranno dotati di ripetitore di allarme posto in posizione visibile.

Il sistema sarà in grado di individuare puntualmente il sensore che ha causato l'allarme (sistema indirizzato). Dovrà inoltre essere possibile controllare gli stati di pre-allarme dei sensori (soglie di attivazione), verificando l'eventuale necessità di manutenzione.

I rivelatori ed i pulsanti di allarme saranno collegati con una linea a loop chiuso posata in tubazione di PVC separata rispetto agli altri impianti presenti nei fabbricati. La linea sarà dotata di opportuni dispositivi di isolamento conformi alla UNI EN 54-17.

La disposizione dei rivelatori all'interno degli ambienti è stata calcolata in base alle indicazioni normative sui raggi di copertura massimi ed è riportata sulla tavola di progetto.

In ciascuna zona è stato inoltre previsto un numero di pulsanti manuali di allarme tale che almeno uno di essi possa essere raggiunto percorrendo un tragitto di lunghezza inferiore a 30m per attività con rischio di incendio basso e medio e di 15m per ambienti a rischio d'incendio elevato.

I punti di segnalazione manuale saranno installati chiaramente visibile e facilmente accessibile, ad una altezza compresa tra 1 ed 1,6m da terra. Ciascun punto di allarme manuale sarà indicato da apposito cartello.

7.2 Elementi di connessione.

I cavi di connessione degli impianti di allarme incendio avranno sezione minima pari a 0,5mmq e saranno resistenti al fuoco per almeno 30 minuti in accordo alla CEI EN 50200, a bassa emissione di fumi e zero alogeni (LS0H) o comunque protetti per tale periodo. Per circuiti ad anello chiuso il percorso dei cavi in uscita dalla centrale sarà differente rispetto al percorso di ritorno.

Le linee saranno posate all'interno dell'area sorvegliata dall'impianto di rivelazione.

8 RELAZIONE DI CALCOLO

8.1 Stima dei carichi

La nuova ala della scuola avrà i seguenti carichi elettrici:

Tab. 2 – Potenze elettriche ampliamento.

Carico	Potenza [W]	Coeff. [-]	Totale [W]
Illuminazione	1698	1	1698
Recuperatore EY3	974	1	974
Recuperatore EY4	1454	1	1454
Fan coil	360	1	360
Prese 230V	1200	1	1200
Pompa 230V in CT	134	1	134
Totale			5820

La potenza installata attualmente nell'impianto è circa 20 kW, il contratto attuale è per una potenza disponibile di 16kW, per cui con l'ampliamento sarà necessario aumentare il contratto di fornitura di circa 5 kW.

I carichi elettrici aggiuntivi saranno alimentati da circuiti derivati dal nuovo quadro di zona, a sua volta alimentato con linea in cavo FG16M16 0.6/1kV 5G6mmq dal quadro generale esistente, nel quale sarà installato un nuovo interruttore MTD 4x25 Id=0,3A selettivo in cl. A, potere d'interruzione Icn=10kA (EN60898-1).

La nuova pompa di circolazione in centrale termica sarà invece alimentata dal quadro CT.

8.2 Dimensionamento dei cavi

Il criterio per il dimensionamento dei cavi sarà tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$a) I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente di impiego I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

L'individuazione della sezione sarà effettuata utilizzando le tabelle indicate nelle norme:

- IEC 448;
- IEC 365-5-523;
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2.

Esse oltre a riportare la corrente ammissibile I_z in funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, riportano anche la metodologia di valutazione dei coefficienti di declassamento.

La portata minima del cavo sarà calcolata come:

$$I_{z \min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente k ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore;
- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione dovrà essere scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia superiore alla $I_{z \min}$. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che essi abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti ai sensi della norme vigenti.

8.3 Integrale di Joule

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la seguente espressione:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però delle note che permettono, in attesa di disposizioni diverse, la loro determinazione.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

- Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma etilpropilenica G5-G7:	K = 143
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
- Cavo in rame serie L nudo:	K = 200
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
- Cavo in rame serie H nudo:	K = 200
- Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 74
- Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	K = 87

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

- Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 143
- Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 166
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 176
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
- Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
- Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
- Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 95
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 110
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 116

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

- Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 143
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
- Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
- Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
- Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 76
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 89
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 94

8.4 Cadute di tensione

È stato realizzato il calcolo delle cadute di tensione, al fine di verificare il rispetto della condizione sulla caduta massima ammessa, pari al 4% . Per ogni utenza si è calcolata la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi è stata considerata la caduta di tensione maggiore che è stata riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale. I risultati dei calcoli sono forniti in allegato.

8.5 Dimensionamento dei conduttori di neutro

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm²;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso;
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16mm² se il conduttore è in rame e a 25 mm² se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base a tali criteri il programma gestisce tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_n = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

È comunque possibile modificare direttamente dalla gestione delle formazioni la sezione del neutro se il progettista lo ritiene opportuno.

8.6 Dimensionamento dei conduttori di protezione

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule.

8.7 Scelta delle protezioni

La scelta delle protezioni riportate sugli schemi elettrici è stata effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture e di guasto; in particolare le grandezze che devono essere verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui la quale si è dimensionata la conduttura;
- numero poli, impostato;
- tipo di protezione, impostata;

- tensione di impiego, pari alla tensione nominale della utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dalla utenza $I_{km\ max}$;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag\ max}$).

8.8 Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture

Secondo la norma 64-8 par. 434.3 “Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.”, le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte, protezione di backup);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione deve essere considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

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

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 “Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti” prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

a) Le intersezioni sono due:

- $I_{cc\ min} \geq I_{inters\ min}$ (Quest'ultima riportata nella norma come I_a);
- $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$ (Quest'ultima riportata nella norma come I_b);

b) l'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:

- $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$;

c) l'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:

- $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$.

* * *

RELAZIONE TECNICA

Protezione contro i fulmini

Valutazione del rischio e scelta delle misure di protezione

Dati del progettista / installatore:

Committente:

Committente: Comune di Castagneto Carducci

Descrizione struttura: Scuola

Indirizzo: Piazza Europa Donoratico

Comune: Castagneto Carducci

Provincia: LI

SOMMARIO

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
 - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
 - 4.2 Dati relativi alla struttura
 - 4.3 Dati relativi alle linee esterne
 - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
 - 6.1 Rischio R_1 di perdita di vite umane
 - 6.1.1 Calcolo del rischio R_1
 - 6.1.2 Analisi del rischio R_1
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI
 - Disegno della struttura
 - Grafico area di raccolta AD
 - Grafico area di raccolta AM

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1
"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2
"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3
"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4
"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"
Febbraio 2013;
- CEI 81-29
"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"
Maggio 2020;
- CEI EN IEC 62858
"Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali"
Maggio 2020.

3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

4. DATI INIZIALI

4.1 Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura (in proposito vedere l'allegato "Valore di Ng"), vale:

$$N_g = 3,67 \text{ fulmini/anno km}^2$$

4.2 Dati relativi alla struttura

La pianta della struttura è riportata nel disegno (Allegato *Disegno della struttura*).

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: scolastico

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane
- perdita economica

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

L'edificio ha struttura portante metallica o in cemento armato con ferri d'armatura continui.

4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Elettrica
- Linea di segnale: Telefonica

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle linee elettriche*.

4.4 Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: Esterno

Z2: Interno

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle Zone*.

5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2, ed è riportata nel disegno (Allegato *Grafico area di raccolta AD*).

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3, ed è riportata nel disegno (Allegato *Grafico area di raccolta AM*).

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice *Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi*.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice *Valori delle probabilità P per la struttura non protetta*.

6. VALUTAZIONE DEI RISCHI

6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

6.1.1 Calcolo del rischio R1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1: Esterno

RA: 5,26E-09

Totale: 5,26E-09

Z2: Interno

RA: 1,26E-08

RB: 5,05E-09

RU(Elettrico): 1,11E-10

RV(Elettrico): 4,43E-11

RU(Cablaggio): 4,26E-09

RV(Cablaggio): 1,71E-09

Totale: 2,38E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 2,91E-08

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo $R1 = 2,91E-08$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 2,91E-08$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8. CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

Secondo la norma CEI EN 62305-2 la protezione contro il fulmine non è necessaria.

Data 03/11/2021

Timbro e firma

9. APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore ($CD = 0,5$)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km^2) $N_g = 3,67$

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: Elettrica

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - aerea

Lunghezza (m) $L = 390$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

SPD ad arrivo linea: livello II ($PEB = 0,02$)

Caratteristiche della linea: Telefonica

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) $L = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: $1 < R \leq 5$ ohm/km

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Esterno

Tipo di zona: esterna

Tipo di suolo: erba ($r_t = 0,01$)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: Esterno

Numero di persone nella zona: 25

Numero totale di persone nella struttura: 300

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 424

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R_1) $LA = 4,03E-07$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Esterno

Rischio 1: R_a

Caratteristiche della zona: Interno

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: ceramica ($r_t = 0,001$)

Rischio di incendio: ridotto ($r_f = 0,001$)

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ($h = 2$)

Protezioni antincendio: automatiche ($r_p = 0,2$) manuali ($r_p = 0,5$)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Elettrico

Alimentato dalla linea Elettrica

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a $0,5 \text{ m}^2$) ($K_{s3} = 0,01$)

Tensione di tenuta: 4,0 kV

Sistema di SPD - livello: II ($PSPD = 0,02$)

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Impianto interno: Cablaggio

Alimentato dalla linea Telefonica

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m^2) ($K_{s3} = 0,2$)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

Sistema di SPD - livello: Assente ($PSPD = 1$)

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: Interno

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 300

Numero totale di persone nella struttura: 300

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 848

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 9,68E-07$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 3,87E-07$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 3671178

Valore del contenuto (€): 489490

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 734235

Valore totale della struttura (€): 4894905

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 1,50E-04$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 4,00E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Interno

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

APPENDICE - Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: Interno

Linea: Elettrica

Circuito: Elettrico

FS Totale: 0,0022

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: Interno

Linea: Telefonica

Circuito: Cablaggio
FS Totale: 0,0283
Frequenza di danno tollerabile: 0,1
Circuito protetto: SI

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 7,11E-03 km²
Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 4,62E-01 km²
Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 1,30E-02
Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 1,70E+00

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

Elettrica

AL = 0,015600 km²

AI = 1,560000 km²

Telefonica

AL = 0,040000 km²

AI = 4,000000 km²

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

Elettrica

NL = 0,005725

NI = 0,572520

Telefonica

NL = 0,007340

NI = 0,734000

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Esterno

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

Zona Z2: Interno

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (Elettrico) = 2,00E-02

PC (Cablaggio) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (Elettrico) = 1,25E-07

PM (Cablaggio) = 6,40E-03

PM = 6,40E-03

PU (Elettrico) = 2,00E-02

PV (Elettrico) = 2,00E-02

PW (Elettrico) = 2,00E-02

PZ (Elettrico) = 3,20E-03

PU (Cablaggio) = 6,00E-01

PV (Cablaggio) = 6,00E-01

PW (Cablaggio) = 6,00E-01

PZ (Cablaggio) = 0,00E+00

VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 3,67 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **43,170153° N**

Longitudine: **10,567619° E**

INFORMAZIONI

- Il valore di N_G è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di N_G derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di N_G dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di N_G .
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di N_G a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida CEI EN IEC 62858 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di N_G forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

VALIDITA' TEMPORALE

- Il valore di N_G riportato sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2025.

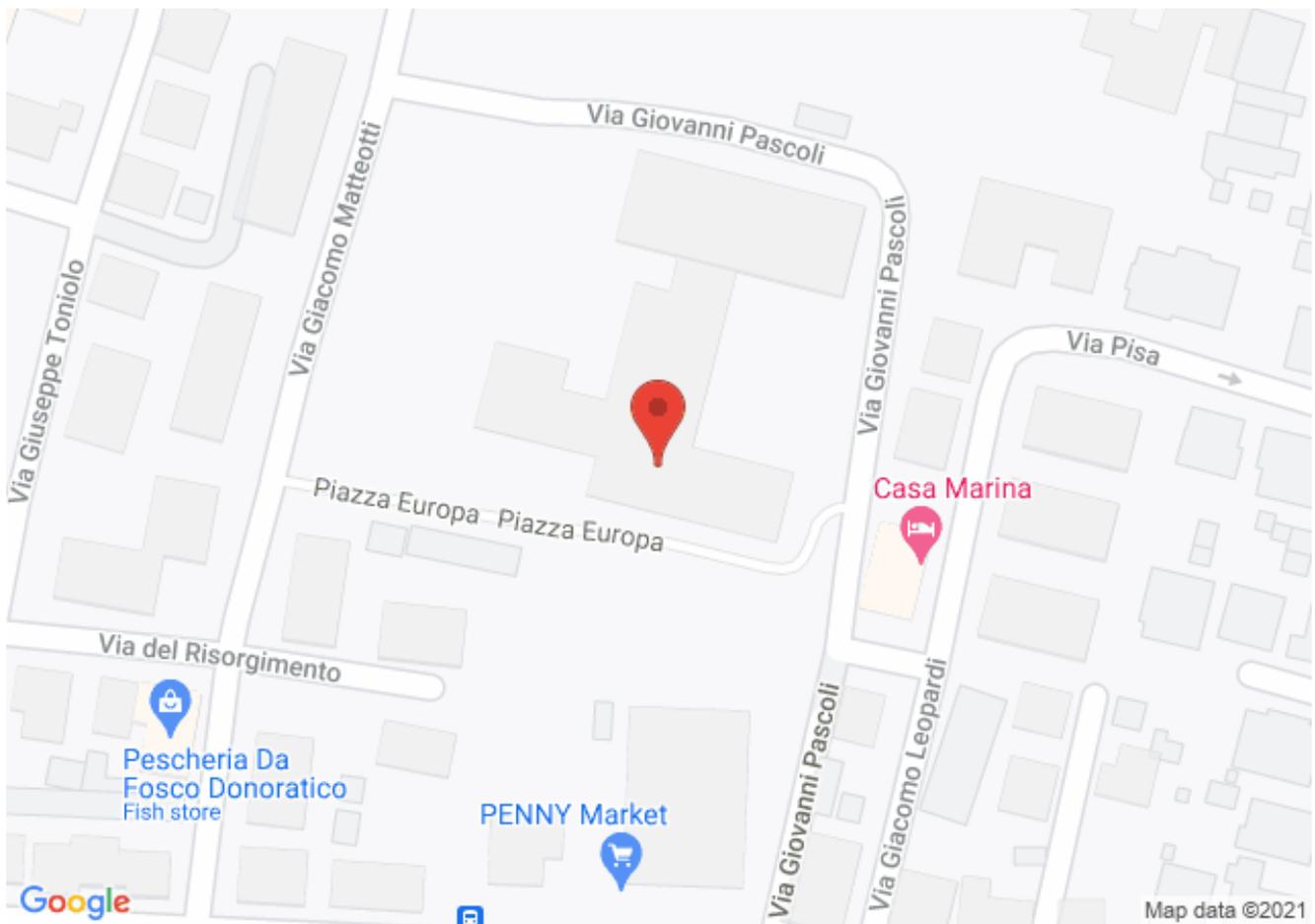
Data 03/11/2021

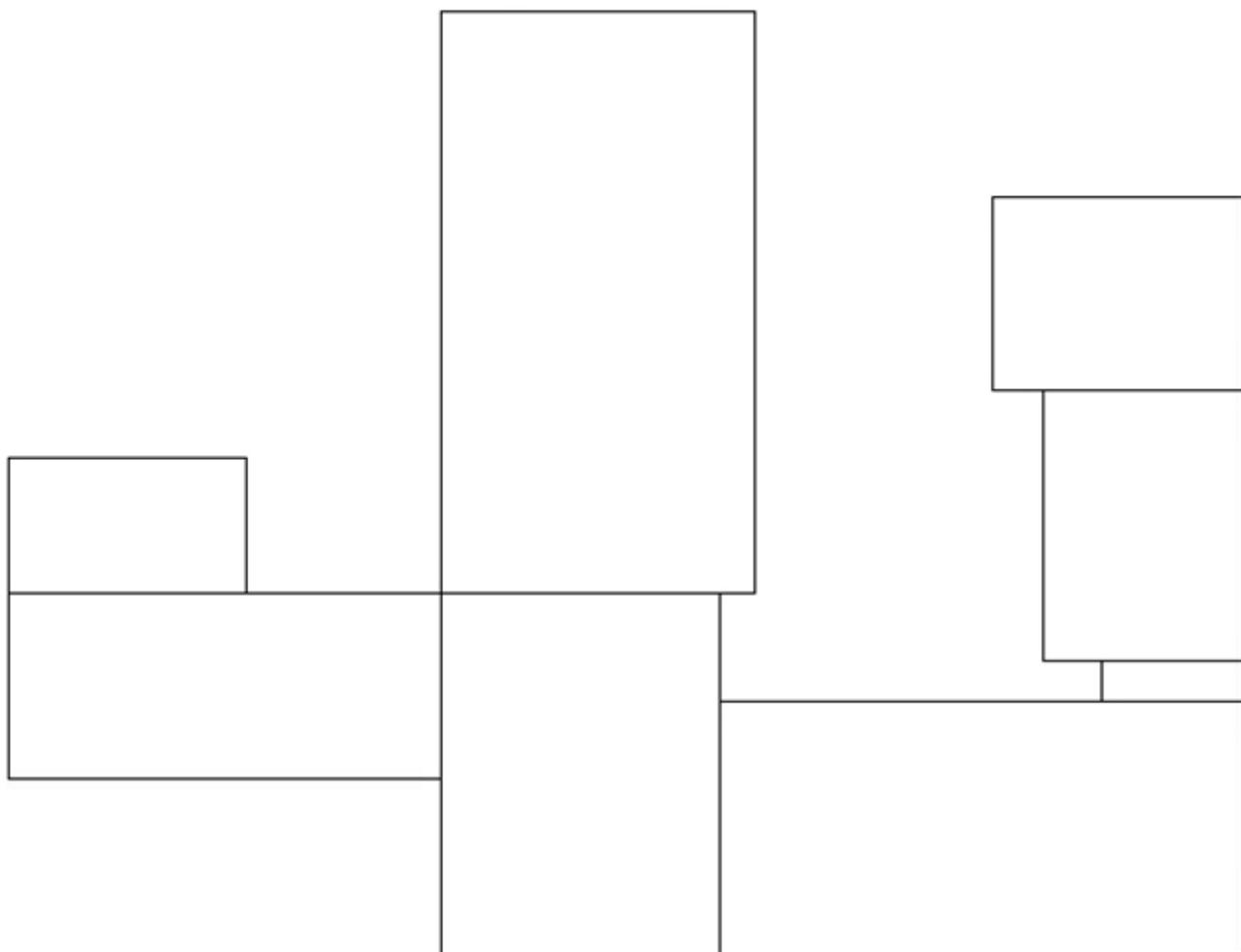
Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 43,170153

Longitudine: 10,567619





Scala: 5 m

Hmax: 7 m

Allegato - Disegno della struttura

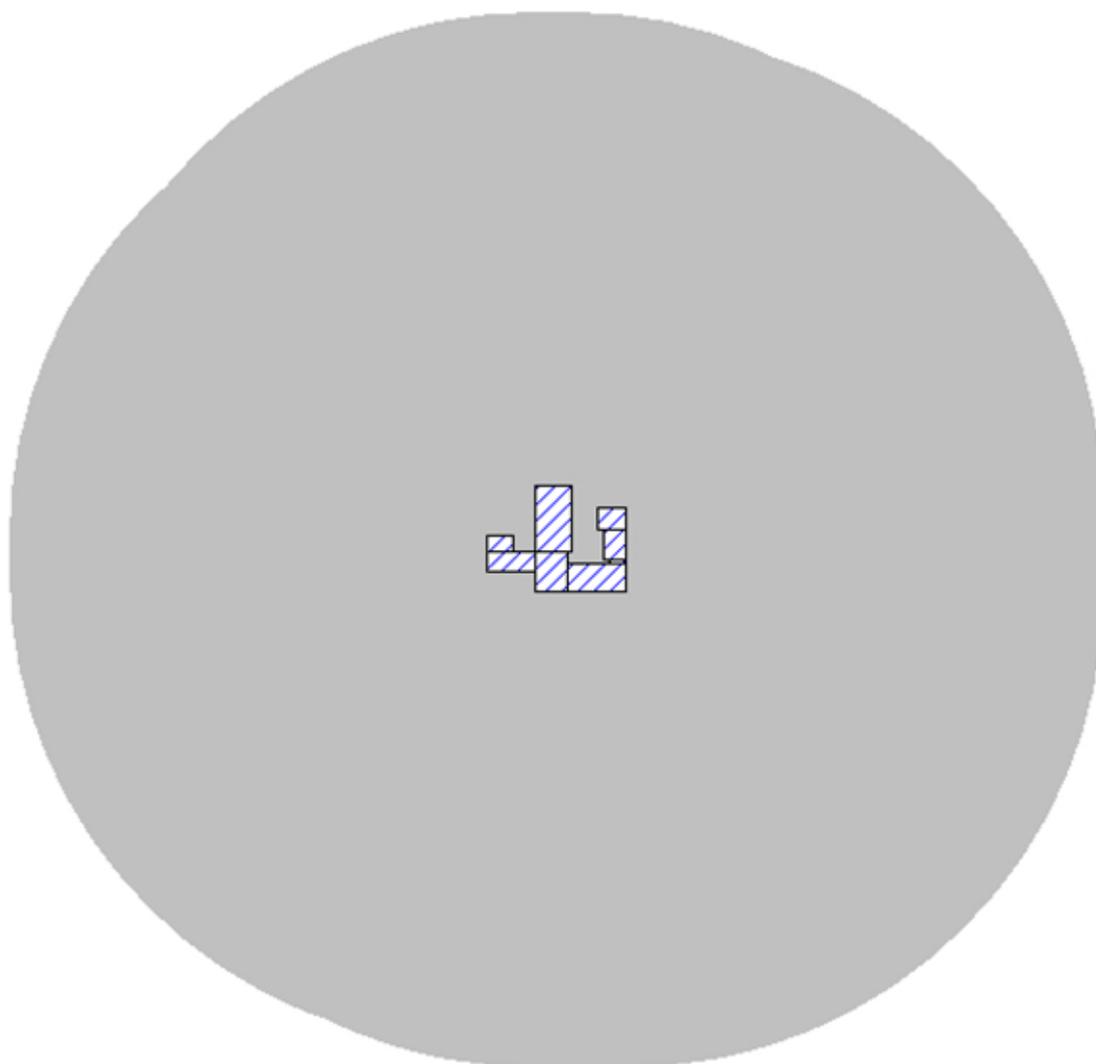
Committente: Comune di Castagneto Carducci

Descrizione struttura: Scuola

Indirizzo: Piazza Europa Donoratico

Comune: Castagneto Carducci

Provincia: LI



Allegato - Area di raccolta per fulminazione indiretta AM

Area di raccolta AM (km²) = 4,62E-01

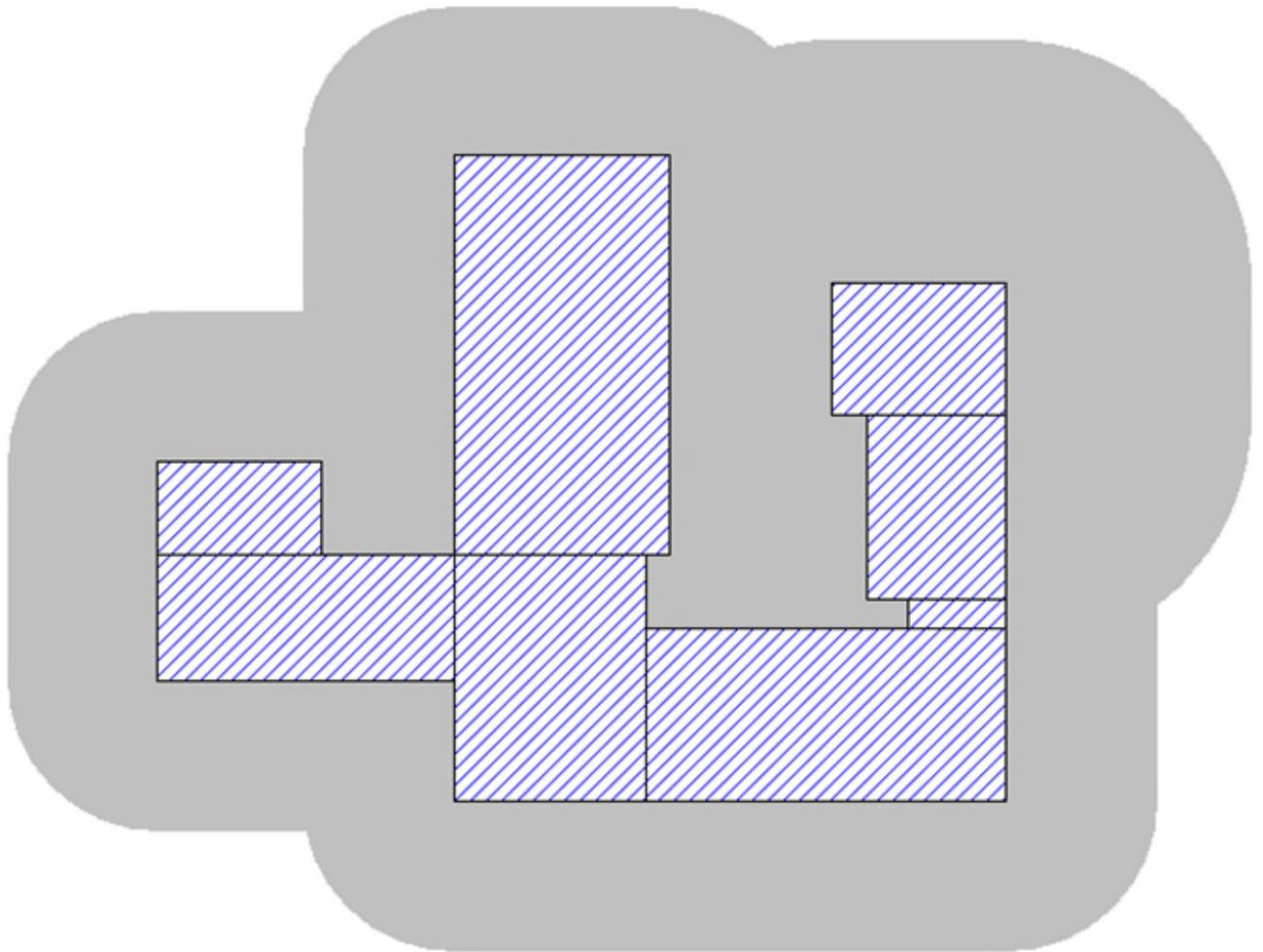
Committente: Comune di Castagneto Carducci

Descrizione struttura: Scuola

Indirizzo: Piazza Europa Donoratico

Comune: Castagneto Carducci

Provincia: LI



Allegato - Area di raccolta per fulminazione diretta AD

Area di raccolta AD (km²) = 7,11E-03

Committente: Comune di Castagneto Carducci

Descrizione struttura: Scuola

Indirizzo: Piazza Europa Donoratico

Comune: Castagneto Carducci

Provincia: LI