



COMUNE di **SERRENTI**
(Provincia del MEDIO CAMPIDANO)

Via Nazionale N°280 tel. 0709159037 fax 070-9159791 e-mail comune.serrenti@tiscali.it www.comune.serrenti.ca.it

**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI UN CENTRO
SCOLASTICO POLIVALENTE
PROGETTO ESECUTIVO 2° LOTTO**

**CALCOLI ESECUTIVI DEGLI
IMPIANTI ELETTRICI**

1. VERIFICHE ELETTRICHE

Il dimensionamento di tutte le linee elettriche è stato effettuato, nel rispetto delle norme CEI esistenti, in particolare della norma CEI 64-8/1/2/3/4/5/6/7 del 2004 V edizione e successive varianti 2006 “impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e 1500V in c.c.”, della norma CEI 17-13/1 “apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione quadri B.T. parte 1°” e della norma CEI 17-13/3 “apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione quadri B.T.. parte 3°”.

Nei calcoli di verifica ci si è avvalsi del programma Tisystem relase 5.1. Il programma presenta due moduli integrati di particolare utilità;

- **Tisystem-reti** che ha consentito il dimensionamento completo della rete elettrica in bassa tensione, verificando il valore delle correnti in ogni linea, la sezione dei cavi e la relativa caduta di tensione, le correnti di corto circuito minime e massime trifasi e monofasi. Sono stati quindi determinati gli interruttori idonei a garantire la protezione dalle sovracorrenti e dai contatti indiretti, scelti su una vasta gamma di prodotti commerciali;
- **Tisystem-quadri** che ha permesso la progettazione sia elettrica che strutturale dei quadri di distribuzione, prelevando le informazioni necessarie dal Tisystem-reti.

Seguono le schede relative delle verifiche elettriche principali nella situazione ante intervento e dopo intervento.

Nota: Resta inteso che, ancorché il software utilizzato, indichi un prodotto specifico di una certa casa (proprietaria del software), possono essere utilizzati prodotto di altre case con caratteristiche equivalenti, come sarà meglio indicato nelle voci dell'Elenco Prezzi del progetto esecutivo.

Seguono le schede relative delle verifiche elettriche di tutte le linee e dei quadri elettrici previsti nel 2° lotto, che riguarda i due laboratori e la sala polivalente.

2. VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE

Le verifiche illuminotecniche e la scelta dei corpi illuminanti e delle lampade è stata effettuata nel rispetto della normativa UNI-EN 12464-1.

Si riportano appresso le verifiche effettuate per tutti gli ambienti previsti nel 2° lotto del Centro Polivalente con l'ausilio del software illuminotecnico Dlux versione 5.5 del gruppo Disano-Fosonva-Sirius, utilizzando le specifiche ottiche dei corpi illuminanti indicati. È comunque possibile utilizzare altri corpi illuminanti di case diverse con caratteristiche generali ed illuminotecniche equivalenti che permettano di conseguire gli stessi livelli illuminotecnici, da dimostrare con verifiche da condurre con le ottiche proposte.

3. VERIFICA PROTEZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

In occasione del progetto esecutivo la verifica è stata effettuata per tutta la struttura, comprensiva anche dei volumi previsti nel secondo lotto, in base alla Norma CEI 81-4, 1° edizione dicembre 1996 e successiva modifica, attraverso il metodo completo della *Valutazione del Rischio dovuto al fulmine*.

La struttura è stata classificata come Scuola con carico specifico d'incendio ELEVATO (C.I.> 45 kg/m²).

Sono stati valutati i seguenti Rischi:

1) Rischio di tipo 1: Perdite di vite umane

Risultati:

Rischio complessivo $R=1,296 \times 10^{-6}$
Rischio accettabile $R_a=1,000 \times 10^{-5}$

Rischio diretto $R_d=1,296 \times 10^{-6}$
Rischio indiretto $R_i=0$

Nessun LPS da aggiungere

2) Rischio di tipo 2: Perdita inaccettabile di servizio pubblico

Rischio non considerato

3) Rischio di tipo 3: Perdita di patrimonio culturale insostituibile

Rischio non considerato

4) Rischio di tipo 4: Perdite economiche

Risultati:

Rischio complessivo $R=4,899 \times 10^{-7}$
Rischio accettabile $R_a=1,000 \times 10^{-3}$

Rischio diretto $R_d=4,899 \times 10^{-7}$
Rischio indiretto $R_i=0$

Conclusioni: STRUTTURA PROTETTA

Interventi da effettuare: NESSUNO

Il dettaglio delle verifiche eseguite con l'ausilio del software professionale Dek 81.1+81.4 era stato riportato integralmente nei calcoli e verifiche del 1° lotto.

Pur tuttavia avendo la normativa interessata avuto profonde modifiche, si è ritenuto opportuno effettuare nuovamente le verifiche sulla protezione dalla scariche atmosferiche per tutta la struttura nel rispetto della nuova normativa "NORME CEI EN 62305-1/2/3/4", che si riporta appresso.

Protezione contro i fulmini: Valutazione del rischio scelta delle misure di protezione del Centro Scolastico Polivalente in Via G.Fara a Serrenti

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

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene:

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

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme CEI:

- CEI 81-10/1 (EN 62305-1): "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali"
Aprile 2006;
Variante V1 (Settembre 2008);
- CEI 81-10/2 (EN 62305-2): "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"
Aprile 2006;
Variante V1 (Settembre 2008);
- CEI 81-10/3 (EN 62305-3): "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"
Aprile 2006;
Variante V1 (Settembre 2008);
- CEI 81-10/4 (EN 62305-4): "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"
Aprile 2006;
Variante V1 (Settembre 2008);
- CEI 81-3 : "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico."
Maggio 1999.

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.2.1.2 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

Come rilevabile dalla Norma CEI 81-3, la densità annua di fulmini a terra per chilometro quadrato nel comune di SERRENTI in cui è ubicata la struttura vale :

$$N_t = 2,5 \text{ fulmini/km}^2 \text{ anno}$$

4.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 40 B (m): 37 H (m): 6 Hmax (m): 7

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 copertura metallica e 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: LINEA ELETTRICA TRIFASE 400 V
- Linea di energia: LINEA TELEFONO

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: Tutta la Struttura

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 analiticamente come indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.2.

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 analiticamente come indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.3.

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

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: Tutta la Struttura

RB: 3,29E-07

Totale: 3,29E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 3,29E-07

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 3,29E-07 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 3,29E-07$ 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 STRUTTURA E' PROTETTA CONTRO LE FULMINAZIONI.

In forza della legge 1/3/1968 n.186 che individua nelle Norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche.

9. APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 40 B (m): 37 H (m): 6 Hmax (m): 7

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/km² anno) $Nt = 2,5$

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: LINEA ELETTRICA TRIFASE 400 V

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $Lc = 20$

Resistività (ohm x m) $\rho = 100$

Coefficiente di posizione (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Coefficiente ambientale (Ce): urbano ($10 < h \leq 20$ m)

Caratteristiche della linea: LINEA TELEFONO

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $Lc = 20$

Resistività (ohm x m) $\rho = 100$

Coefficiente di posizione (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Coefficiente ambientale (Ce): urbano ($10 < h \leq 20$ m)

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Tutta la Struttura

Tipo di zona: interna

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

Rischio di incendio: ordinario ($rf = 0,01$)

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

Protezioni antincendio: manuali ($rp = 0,5$)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: Tutta la Struttura

Perdita per tensioni di contatto (relativa a R1) $Lt = 0,01$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $L_f = 0,005$
Perdita per danno fisico (relativa a R4) $L_f = 0,2$
Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $L_o = 0,001$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Tutta la Struttura
Rischio 1: Rb Ru Rv
Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $A_d = 5,27E-03 \text{ km}^2$
Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $A_m = 2,36E-01 \text{ km}^2$
Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $N_d = 6,59E-03$
Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $N_m = 5,83E-01$

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (A_l) e indiretta (A_i) delle linee:

LINEA ELETTRICA TRIFASE 400 V

$A_l = 0,000020 \text{ km}^2$

$A_i = 0,005000 \text{ km}^2$

LINEA TELEFONO

$A_l = 0,000020 \text{ km}^2$

$A_i = 0,005000 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (N_l) e indiretta (N_i) delle linee:

LINEA ELETTRICA TRIFASE 400 V

$N_l = 0,000013$

$N_i = 0,001250$

LINEA TELEFONO

$N_l = 0,000013$

$N_i = 0,001250$

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Tutta la Struttura

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

$P_c = 1,00E+00$

$P_m = 1,00E+00$

Poiché risulta il **rischio complessivo $R_1 = 3,29E-07 < R_T = 1E-05$ rischio accettabile, non essendo il rischio residuo superiore a quello tollerato secondo la NORMA CEI 81-10/1/2/3/4 LE STRUTTURE SONO PROTETTE CONTRO LE FULMINAZIONI.**

4. IMPIANTI SPECIALI

4.1 Impianto TV terrestre e satellitare

Nel presente intervento viene completato l'impianto di distribuzione TV terrestre e satellitare realizzato nel primo lotto. Nel primo lotto è stato realizzato l'impianto di ricezione con n.1 antenna terrestre in grado di ricevere i segnali UHF e VHF ed una antenna parabolica idonea per ricevere i segnali satellitari e n.4 prese Tv nelle 4 aule e n.1 prese TV-SAT e RAD nella reception. Nel 2° lotto è prevista n.1 presa TV in ciascun laboratorio ed una presa TV-SAT-RAD nella sala riunioni.

Il calcolo delle attenuazioni eseguito nel 1° lotto alla frequenza più impegnativa di 470 MHz dimostrava (risultati confermati dalle misure per la parte realizzata che su tutte le prese TV i segnali televisivi risultano compresi tra gli 80 dB nelle prese più vicine e i 60 dB in quelle più lontane. Nella tavola "Schema distribuzione TV" sono stati riportati lo schema della centrale di testa, le caratteristiche delle apparecchiature e dei cavi utilizzati ed il livello dei segnali ottenuti in dB/ μ V.

4.2 Impianto Antintrusione e TVcc

Nota: Nel primo intervento, per la ristrettezza dei fondi disponibili, è stato possibile prevedere solo la predisposizione delle linee relative. Per la stessa motivazione anche nel secondo lotto si procederà alla sola predisposizione delle linee relative.

Il calcolo dettagliato del livello di prestazione dei sottosistemi e dell'impianto globale, effettuato nel rispetto della norma CEI 79-3 V1 "*Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione*", verrà riportato nel terzo lotto, quando si procederà alla realizzazione delle apparecchiature relative.

4.3 Impianto Rivelazione E Allarme Incendio

Il dimensionamento dell'impianto di rivelazione e allarme incendio è stato eseguito nel rispetto delle seguenti norme:

- CEI 64-8: Impianti elettrici in bassa tensione
- UNI 9795: Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione d'incendio
- EN 54: Norma europea relativa ai componenti dei sistemi di rivelazione automatica di incendio.

Nota: Nel primo intervento, per la ristrettezza dei fondi disponibili, era stato possibile prevedere solo la predisposizione delle linee relative alle opere edili realizzate (4 aule e atrio). Nel secondo lotto è prevista la realizzazione delle linee ai restanti corpi (laboratorio 1 e 2 e sala) e l'installazione di tutte le apparecchiature necessarie a rendere l'impianto funzionale.

È previsto un impianto con centrale analogica in grado di gestire e riconoscere automaticamente i punti dell'impianto (Rivelatori di fumo, di calore, pulsanti di allarme, targhe ottico-acustiche, elettromagneti per porte REI etc).

Per le caratteristiche tecniche dell'impianto si rimanda agli elaborati di progetto.

4.4 Impianto Diffusione sonora

Nota: Nel primo intervento, per la ristrettezza dei fondi disponibili, è stato possibile prevedere solo la predisposizione delle linee relative. Per la stessa motivazione anche nel secondo lotto si procederà alla sola predisposizione delle linee relative.

Si ricorda che nelle aule e laboratori è stato previsto un impianto di diffusione sonora con l'obiettivo principale di realizzare un impianto di diffusione della messaggistica di sicurezza in relazione al piano di evacuazione in grado di diffondere anche altri segnali audio musicali etc di priorità inferiore. Nel terzo lotto verrà completato l'impianto con l'installazione delle apparecchiature di centrale (presso la reception) e gli stessi diffusori audio.

Sempre nel terzo lotto verrà realizzato un impianto di diffusione sonora per sale riunioni e di video proiezione specifico per la sala riunioni. Nel presente intervento si procederà alla sola predisposizione delle canalizzazioni relative.

5. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

Si rimanda alla relazione tecnica dell'impianto termico, attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici di cui alla L.10/91 e D.L.gs N°311/2006 (All.E).

Sentito il R.U.P. in Alberto Atzeni ed il progettista dell'opera Ing.Molvano Manias, in considerazione del fatto che il carico termico richiesto dalle due attività presenti (scuola e sala polivalente) non avvengono in contemporaneo, se non in qualche rarissima occasione, e che tuttavia è possibile far fronte anche a questa evenienza riducendo le richieste in alcuni ambienti, si è ritenuto opportuno di utilizzare una pompa di calore di potenza leggermente inferiore a quella ottenuta dalla citate verifiche. La macchina proposta ha una potenza frigorifera di 85,3 kW contro i 99,3 kW ed una potenza termica di 96 KW contro i 111 kW e quindi non riduce in modo apprezzabile le prestazioni termiche del complesso.

Questa modifica invece consente di avere una macchina di potenza elettrica necessaria di circa 30 KW massimi contro i 40 kW massimi della prima ipotesi e quindi consente un notevole risparmio sui costi di allaccio e sui costi fissi di *bolletta* proporzionali alla potenza di contratto e soprattutto consente di ridurre apprezzabilmente i costi dovuti ai consumi di energia elettrica.

**IL PROGETTISTA
ING. GIOVANNI MUSIO**

SOMMARIO

1. VERIFICHE ELETTRICHE.....	2
2. VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE.....	3
3. VERIFICA PROTEZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE.....	3
4. IMPIANTI SPECIALI.....	9
4.1 Impianto TV terrestre e satellitare	9
4.2 Impianto Antintrusione e TVcc.....	9
4.3 Impianto Rivelazione E Allarme Incendio.....	9
4.4 Impianto Diffusione sonora	10
5. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE.....	10