

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J84C19000370009

U.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA A.V./A.C. MILANO-VERONA

NODO DI BRESCIA

POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA

IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E F.M.

Relazione Tecnica: Verifiche Scariche Atmosferiche

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I N 1 M 1 1 D 1 8 C L L F 0 0 0 0 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	L. Giorgini <i>L. Giorgini</i>	Novembre 2021	C. Vacca <i>C. Vacca</i>	Novembre 2021	L. Barchi <i>L. Barchi</i>	Novembre 2021	G. Guidi Buffarini Novembre 2021

REPUBBLICA ITALIANA
Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Ufficio Nazionale per la Sicurezza delle Infrastrutture e dei Trasporti
Via Cassanese, 157 - 20139 Milano
P. 02/76111 - F. 02/76112

File IN1M11D18CLLF0000002A

n. Elab.:

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	ABBREVIAZIONI.....	3
3	BASE NORMATIVA.....	5
4	RISCHIO E SORGENTE DI DANNO	5
5	DATI SUL PROGETTO – FABBRICATO TECNOLOGICO GA5/GA6	8
	• RISCHI DA CONSIDERARE.....	8
	• PARAMETRI GEOGRAFICI E DELLA STRUTTURA	8
	• SERVIZI ENTRANTI.....	9
	• CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA	10
6	VALUTAZIONE DEL RISCHIO – FABBRICATO TECNOLOGICO	11
	• RISCHIO R1, VITA UMANA.....	11

1 INTRODUZIONE

Il progetto di potenziamento infrastrutturale dello Scalo di Brescia prevede l'adeguamento del fascio A/P del terminal e delle aste di manovra alle esigenze del futuro terminal intermodale di competenza di TERALP, la cui realizzazione è prevista in ambito del PFTE del potenziamento tecnologico dello scalo di Brescia.

2 ABBREVIAZIONI

a	Tasso di ammortamento
a_t	Tempo di ammortamento
c_a	Costo degli animali nella zona, in denaro
c_b	Costo della zona dell'edificio, in denaro
c_c	Costo del contenuto della zona, in denaro
c_s	Valore degli impianti interni (compreso le loro attività) in denaro
c_t	Valore totale della struttura, in denaro
$C_D; C_{DJ}$	Coefficiente di posizione
C_L	Costo annuo della perdita totale senza misure di protezione
C_{PM}	Costo annuo delle misure di protezione scelte
C_{RL}	Costo annuo della perdita residua
EB	Equipotenzializzazione antifulmine
H	Altezza della struttura
H_p	Punto massimo della struttura
i	Tasso di interesse
K_{S1}	Coefficiente relativo all'efficacia dell'effetto schermante della struttura (schermatura esterna)
K_{S1W}	Lato di magliatura dello schermo della struttura
K_{S2}	Coefficiente relativo all'efficacia di uno schermo interno alla struttura (schermatura interna)
K_{S2W}	Lato di magliatura dello schermo interno
L1	Perdita di vite umane
L2	Perdita di servizio pubblico
L3	Perdita di patrimonio culturale insostituibile
L4	Perdita economica

IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E F.M.

Relazione Tecnica: Verifiche Scariche Atmosferiche

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1M	11	D18 CL	LF 00 00 002	A	4 di 11

L	Lunghezza della struttura
LEMP	Lightning electromagnetic impulse – impulso elettromagnetico del fulmine
LP	lightning protection – protezione contro il fulmine (composto dal sistema di protezione contro il fulmine (LPS) e dalle misure di protezione contro il LEMP)
LPL	lightning protection level – livello di protezione
LPS	lightning protection system – sistema di protezione contro il fulmine
LPZ	Lightning protection zone – zone di protezione (zona in cui è definito l'ambiente elettromagnetico creato dal fulmine.)
m	Tasso di manutenzione
N _D	Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura
N _G	Densità di fulmini al suolo
P _B	Probabilità di danno materiale in una struttura (fulminazione sulla struttura)
P _{EB}	Equipotenzializzazione antifulmine
P _{SPD}	Sistema coordinato di SPD
R	Rischio
R ₁	Rischio di perdita di vite umane nella struttura
R ₂	Rischio di perdita di servizio pubblico in una struttura
R ₃	Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile in una struttura
R ₄	Rischio di perdita economica in una struttura
R _A	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulminazione sulla struttura)
R _B	Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulminazione sulla struttura)
R _C	Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulminazione sulla struttura)
R _M	Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulminazione in prossimità della struttura)
R _U	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulminazione sulla linea connessa)
R _V	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulminazione sulla linea connessa)
R _W	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulminazione sulla linea connessa)
R _Z	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulminazione in prossimità della linea connessa)
RT	Rischio tollerabile (valore massimo di un rischio ancora accettabile per la struttura da proteggere)
rf	Coefficiente di riduzione delle perdite dipendente dal rischio di incendio
rp	Coefficiente di riduzione delle perdite correlato alle misure antincendio
SM	Risparmio annuo

IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E F.M.

Relazione Tecnica: Verifiche Scariche Atmosferiche

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1M	11	D18 CL	LF 00 00 002	A	5 di 11

SPD	surgeprotectivedevice – Limitatore di sovratensione
SPM	misure di protezione contro il LEMP (misure per la riduzione del rischio di guasto dovuto al LEMP degli apparecchi elettrici ed elettronici)
t_{ex}	Tempo di permanenza della presenza di una atmosfera esplosiva pericolosa
W	Larghezza della struttura
Z	Zone nella struttura

3 BASE NORMATIVA

La serie di norme IEC 62305 è composta dalle seguenti parti:

IEC 62305-1:2010-12 – “Protezione contro i fulmini – parte 1: Principi generali”

IEC 62305-2:2010-12 – “Protezione contro i fulmini – parte 2: Valutazione del rischio”

IEC 62305-3:2010-12 – “Protezione contro i fulmini – parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone”

IEC 62305-4:2010-12 – “Protezione contro i fulmini – parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture”

4 RISCHIO E SORGENTE DI DANNO

Per evitare danni da fulminazione devono essere effettuate delle misure di protezione mirate sulla struttura da proteggere. La valutazione del rischio descritta nella norma IEC 62305-2:2010-12 contiene un'analisi del rischio con la quale può essere determinata l'esigenza di protezione di una struttura nel caso di fulminazione. L'obiettivo dell'analisi del rischio è di ridurre, tramite misure di protezione, il rischio ad un livello accettabile.

Per individuare il rischio presente, la struttura viene analizzata senza alcun tipo di misure di protezione (stato attuale). Pericoli causati da fulminazioni dirette/indirette nella struttura e nelle linee vengono definiti come rischio R. Il rischio è un indicatore su una possibile perdita annua. Rischi da valutare per una struttura possono essere:

- Rischio R_1 : Rischio di perdita di vite umane;
- Rischio R_2 : Rischio di perdita di servizio pubblico;
- Rischio R_3 : Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile;
- Rischio R_4 : Rischio di perdita economica.

Tali rischi sono da valutare, secondo la prospettiva, tutti assieme o singolarmente. Ogni rischio è definito con un rischio tollerabile numerico. Per ottenere un rischio tollerabile vengono stabilite misure di protezioni tecnicamente ed economicamente ottimali, come p.es. protezioni da fulmine esterne secondo IEC 62305-3:2010-12 e provvedimenti con SPD secondo IEC 62305-4:2010-12.

IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E F.M.

Relazione Tecnica: Verifiche Scariche Atmosferiche

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1M	11	D18 CL	LF 00 00 002	A	6 di 11

Per analizzare al meglio i pericoli, i rischi vengono valutati nel dettaglio. Ogni rischio è composto da un numero di componenti di rischio.

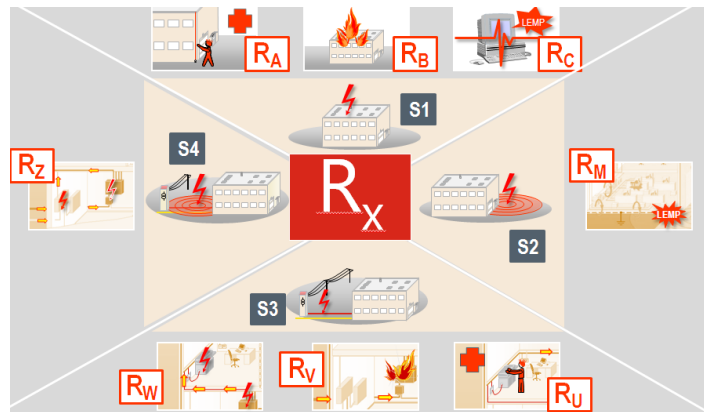
- $R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$
- $R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$
- $R_3 = R_B + R_V$
- $R_4 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$

Ogni componente di rischio descrive un tipo di pericolo e una possibile perdita derivante da esso. Le perdite che si possono subire per colpa di una fulminazione sono definite nel seguente modo:

- L1 = Perdita di vite umane;
- L2 = Perdita di servizio pubblico;
- L3 = Perdita di patrimonio culturale insostituibile;
- L4 = Perdita economica.

Le possibili perdite sono, come di seguito esposto, abbinate nel seguente modo ai componenti di rischio.

I componenti di rischio vengono suddivisi per sorgenti di danno.




Sorgente di danno S1: Componenti di rischio per una struttura dovuto a fulminazione diretta della struttura

R_A Componente relativa ai danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto e di passo all'interno della struttura e all'esterno in zone fino a 3 m attorno alle calate. Possono verificarsi perdite di tipo L 1 e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 con possibile perdita di animali.

R_B Componente relativa ai danni materiali causati da scariche pericolose all'interno della struttura che innescano l'incendio e l'esplosione e che possono anche essere pericolose per l'ambiente. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita (L1, L2, L3 ed L4).

R_C Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipe L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO-VERONA NODO DI BRESCIA POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA					
IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E F.M. Relazione Tecnica: Verifiche Scariche Atmosferiche	COMMESSA IN1M	LOTTO 11	CODIFICA D18 CL	DOCUMENTO LF 00 00 002	REV. A	FOGLIO 7 di 11

immediato pericolo per la vita umana.

Sorgente di danno S2: Componenti di rischio per una struttura dovuto a fulminazione in prossimità della struttura

R_M Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guaste degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

Sorgente di danno S3: Componenti di rischio per una struttura dovuto a fulminazione diretta di una linea entrante

R_U Componente relativa ai danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. Possono verificarsi perdite di tipe L1 e, in caso di strutture ad uso agricolo, anche perdite di tipo L4 con possibile perdita di animali.

R_V Componente relativa ai danni materiali (incendio e esplosione innescati da scariche pericolose fra installazioni esterne e parti metalliche, generalmente nel punto d'ingresso della linea nella struttura) dovuti alla corrente di fulmine trasmessa attraverso la linea entrante. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita (L 1, L2, L3 ed L4).

R_W Componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.


Sorgente di danno S4: Componenti di rischio per una struttura dovuto a fulminazione in prossimità di una linea entrante

R_Z Componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto di impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

In base al valore della singola componente di rischio posso essere analizzati i pericoli e, per evitare eventuali danni, essere scelte delle misure di protezione mirate.

Dalla valutazione del rischio secondo IEC 62305-2:2010-12 per la struttura di seguito eseguita, risulterà la necessità o meno di prevedere delle misure di protezione. Tramite l'analisi viene individuato il potenziale pericolo della struttura e, se necessario, vengono definite le misure di protezione da adottare per ridurre il rischio. Il risultato della valutazione del rischio può essere non solo la classe dell'LPS, ma un intero concetto di protezione, incluso le necessarie misure di schermatura contro il LEMP.

Il risultato sarà la scelta economicamente più sensata delle misure di protezione, adeguate per le presenti caratteristiche della struttura e della sua destinazione d'uso.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO-VERONA NODO DI BRESCIA POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</p>					
<p>IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E F.M. Relazione Tecnica: Verifiche Scariche Atmosferiche</p>	<p>COMMESSA IN1M</p>	<p>LOTTO 11</p>	<p>CODIFICA D18 CL</p>	<p>DOCUMENTO LF 00 00 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 8 di 11</p>

5 DATI SUL PROGETTO – FABBRICATO TECNOLOGICO GA5/GA6

- **Rischi da considerare**

A seconda della tipologia e la destinazione d'uso della struttura sono stati selezionati e analizzati i seguenti rischi:

Rischio R₁: Rischio della perdita di vite umane; R_T: 1,00E-05

Con la scelta dei rischi è stato definito anche il rischio tollerabile R_T.

L'obiettivo della valutazione del rischio è ridurre il rischio presente, tramite una scelta economicamente sensata delle misure di protezione, ad un rischio tollerabile (accettabile) R_T.

- **Parametri geografici e della struttura**

La base per la valutazione del rischio secondo IEC 62305-2:2010-12 è la densità di fulmini al suolo N_g. Essi definisce il numero di fulminazioni all'anno per km².

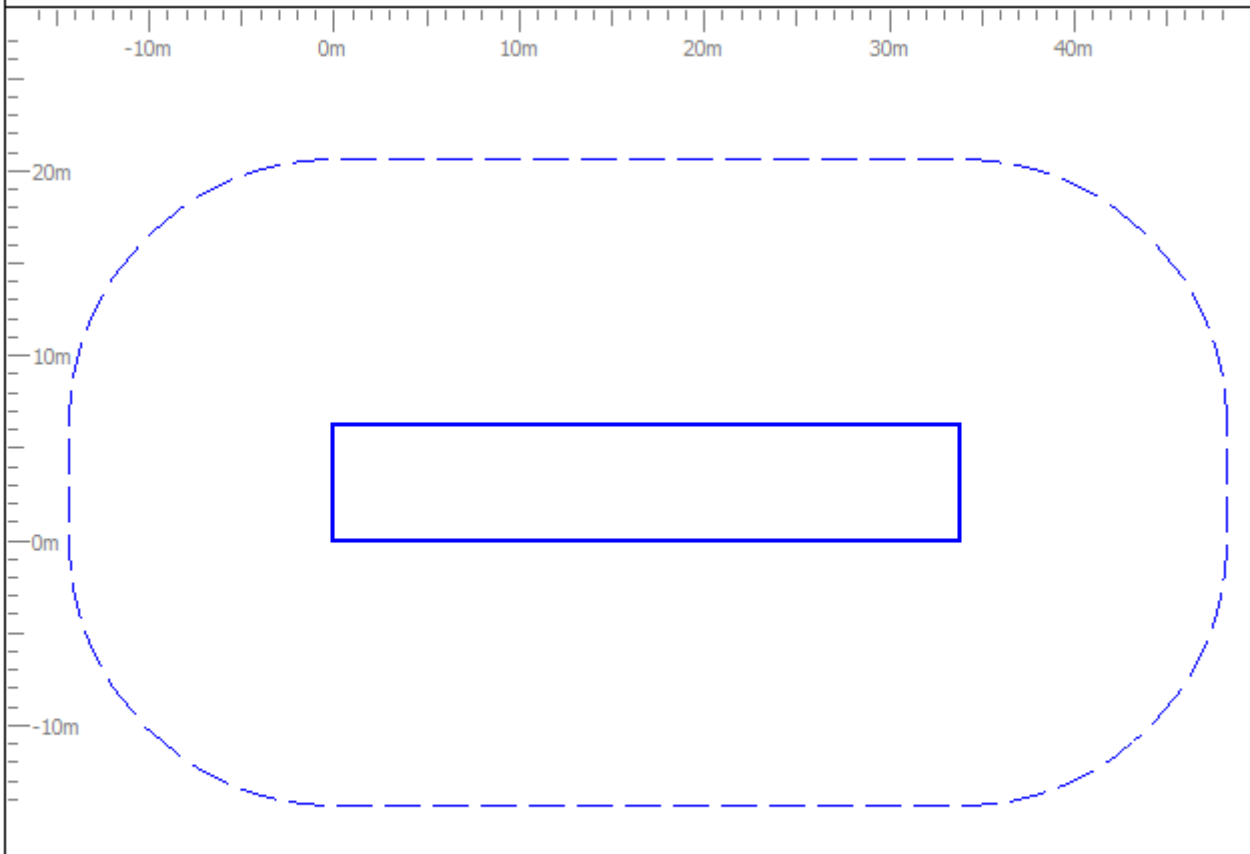
Per la posizione della struttura è stato determinato un valore di **N_g = 3,62 fulminazioni/anno/km²**.

Da questo risulta il numero equivalente di giornate temporalesche all'anno di 36,20 giorni.

Determinante per il pericolo di una fulminazione diretta sono le dimensioni della struttura. In base alle dimensioni vengono determinate le aree di raccolta delle fulminazioni dirette/indirette. Sulla base delle dimensioni dell'edificio inserite, risulta:

- un'area di raccolta per le fulminazioni dirette: 2.022,00 m²
- un'area di raccolta per le fulminazioni indirette (in prossimità della struttura): 825.598,00 m²

Descrizione struttura



Dimensioni struttura

Nome	Lunghezza (m)	Larghezza (m)	Altezza (m)	X	Y
Fabbricato Tecnologico	33,90	6,30	4,80	0,00	0,00

L'ambiente circostante alla struttura è un elemento importante nella determinazione del numero di possibili fulminazioni dirette/indirette. Per la struttura in oggetto l'ambiente circostante è stato definito nel seguente modo:

Coefficiente di posizione C_{db} : 0,50

Considerando la densità di fulmini al suolo in funzione alla grandezza e all'ambiente circostante alla struttura, risulta un numero di eventi N_D diretti sulla struttura di 0,0037 fulminazioni/anno e un numero di eventi N_M indiretti sulla struttura di 2,9887 fulminazioni/anno.

- **Servizi entranti**

Nella valutazione del rischio devono essere considerati tutti i servizi entranti o uscenti dalla struttura.

Nella valutazione del rischio per la struttura Oggetto sono state definite le seguenti linee:



**PROGETTO DEFINITIVO
LINEA A.V./A.C. MILANO-VERONA
NODO DI BRESCIA**

POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA

IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E F.M.

Relazione Tecnica: Verifiche Scariche Atmosferiche

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1M	11	D18 CL	LF 00 00 002	A	10 di 11

Coefficiente d'installazione: Linea interrata

Tipo di linea: Linee di energia

Ambiente: Urbano

Collegamento della linea: Nessuna condizione particolare

Trasformatore: Servizio con trasformatore a due avvolgimenti - linea con trasformatore AT/BT

Schermatura della linea: Esterna: linea aerea o interrata non schermata

In base a queste indicazioni è stata calcolata un'area di raccolta per la linea:

- area di raccolta delle fulminazioni dirette sulla linea: 40.000,00 m²

- area di raccolta delle fulminazioni indirette in prossimità della linea: 4.000.000,00 m²

La tensione di tenuta degli apparecchi elettrici collegati alla Servizio 1, è stata definita a $U_w \leq 1,0$ kV.

La posta della linea nella struttura avviene tramite: Cavi non schermati - nessuna precauzione nella scelta del percorso al fine di evitare spire

- **Caratteristiche della struttura**

Il rischio d'incendio è uno dei criteri più importanti nella determinazione delle misure di protezioni necessarie. Il rischio d'incendio per la struttura Oggetto è stato definito:

- Rischio d'incendio ridotto

Le seguenti misure di protezione sono state selezionate nella valutazione del rischio per ridurre le conseguenze di un incendio:

- Estintori, impianto fisso di estinzione operato manualmente, impianto di allarme manuale, idranti, compartimentazione antincendio, vie di fuga protette.

Il pericolo di panico nella struttura è stato classificato, in base al numero di persone, nel seguente modo:

- Nessun pericolo particolare

Schermatura all'esterno della struttura Oggetto:

- Nessuna schermatura.

6 VALUTAZIONE DEL RISCHIO – FABBRICATO TECNOLOGICO

Di seguito vengono valutati i rischi definiti precedentemente.

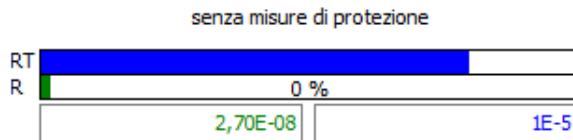
Per ogni rischio viene indicato con una barra blu il rischio accettabile e con una barra verde/rossa il rischio calcolato.

- **Rischio R1, Vita umana**

Per le persone all'esterno ed all'interno della struttura è stato calcolato il seguente rischio:

Rischio tollerabile R_T : 1,00E-05

Rischio calcolato R1 (non protetto): 2,70E-08



Poiché il rischio calcolato è inferiore al rischio tollerabile, la struttura risulta autoprotetta.