

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria

Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

**LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**FERMATA CAMPOMARINO
Verifica scariche atmosferiche**

L'Appaltatore

Ing. Gianguido Babini **A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.**
Il Direttore Tecnico
(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data 18/12/2022

firma

Data 18/12/2022

firma



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	Z Z	R H	L F 0 2 0 0	0 0 3	A	/

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Emissione Esecutiva	Scognamiglio	Gennaio 2024	Cicero	Gennaio 2024	Allegretti	Gennaio 2024	



FERMATA CAMPOMARINO
Verifica scariche atmosferiche

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RH	LF	02	00	003	A	2

INDICE

1.	PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO.....	3
2.	METODO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE.....	6
3.	VALUTAZIONE DEL RISCHIO FULMINAZIONE.....	11
4.	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO.....	16
5.	DATI INIZIALI.....	17
5.1	DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA.....	17
5.2	DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA.....	17
5.3	DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	18
5.4	DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE.....	18
5.5	CALCOLO AREE RACCOLTA DELLA STRUTTURA/LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	18
6.	VALUTAZIONE DEI RISCHI.....	20
6.1	RISCHIO R1: PERDITA DI VITE UMANE.....	20
6.1.1.	<i>Calcolo del rischio R1.....</i>	20
6.1.2.	<i>ANALISI DEL RISCHIO R1.....</i>	20
7.	SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE.....	21
8.	CONCLUSIONI.....	22
9.	APPENDICI ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO.....	23
9.1	APPENDICE - CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA.....	23
9.2	APPENDICE - CARATTERISTICHE DELLE LINEE ELETTRICHE.....	23
9.3	APPENDICE - CARATTERISTICHE DELLE ZONE.....	24
9.4	APPENDICE – FREQUENZA DI DANNO.....	25
9.5	APPENDICE – AREE DI RACCOLTA E NUMERO DI EVENTI PERICOLOSI.....	25
9.6	APPENDICE – VALORI DELLE PROBABILITÀ P PER LA STRUTTURA NON PROTETTA.....	26
10.	ALLEGATO – VALORE NG.....	27

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA													
	FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
				LI0B	02	E	ZZ	RH	LF	02	00	003	A	3

1. PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO

Il progetto della Linea Pescara-Bari, raddoppio tratta Termoli-Lesina, si inquadra nell'ambito degli interventi relativi alle Infrastrutture strategiche di cui al capo IV del D.Lgs. n.163/2006 (ex Legge Obiettivo n.443/2001).

Facendo seguito ad un complesso percorso progettuale e di confronto con gli Enti, nel 2013 è stato sviluppato il progetto preliminare del raddoppio della tratta Termoli-Lesina, che prevedeva la suddivisione in tre lotti funzionali:

- Lotto 1: Ripalta-Lesina, dal km 24+200 al km 31+044, sviluppo di circa 6,8 km;
- Lotto 2: Termoli-Campomarino, dal km 0+000 al km 5+940, sviluppo di circa 5,9 km;
- Lotto 3: Campomarino-Ripalta, dal km 5+940 al km 24+200, sviluppo di circa 18,3 km.

Il CIPE, con Delibera n. 2 del 28/1/2015, ha approvato il Progetto Preliminare con prescrizioni e raccomandazioni.

Per il Lotto 1 è stato sviluppato il Progetto Definitivo e, in data 23/10/2018, è stato pubblicato il bando di gara sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea (GUUE n. 2018/S 204-466416).

I Lotti 2 e 3 sono stati invece interessati dalla prescrizione n. 50 che il CIPE ha formulato in sede di approvazione del Progetto Preliminare, in cui veniva richiesto di “valutare gli impatti economici sul progetto, derivanti dalla soluzione proposta dalla Regione Molise per l’ottimizzazione urbanistica e territoriale del tracciato tra la prog. 1+940 (lotto 2) e 8+298 (lotto 3) (prescrizione n. 1 Regione Molise)”.

Tale soluzione (cosiddetta “Variante Molise”) prevede una variante localizzativa in prossimità del Comune di Campomarino, con l’arretramento del tracciato rispetto alla costa, in luogo del raddoppio della linea esistente.

Il 22/9/2015, con nota RFI-AD\A0011\P\2015\0002531, RFI ha inviato al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) lo studio relativo alla valutazione degli impatti economici sul progetto derivante dalla soluzione proposta dalla Regione Molise. Il 16/5/2017, con nota RFI-DIN-DIS.AD\A0011\P\2017\0000365, RFI ha trasmesso lo Studio di Fattibilità della Variante Molise al MIT. In detta nota si richiedeva la

convocazione di un tavolo tecnico con gli Enti interessati finalizzato alla condivisione del nuovo tracciato della “Soluzione Regione Molise”.

Il MIT, con nota M INF.TFE.REGISTRO UFFICIALE.U.0003974 del 5/7/2017, ha convocato Regione Molise, Regione Puglia, Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo e Ministero dell’Ambiente e della

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA												
		FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RH	OPERA 7 DISCIPLINA LF 02 00			PROGR 003

Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), oltre a RFI, per il giorno 25/7/2017 al fine di condividere la soluzione progettuale sviluppata.

La Regione Molise non ha formulato osservazioni al tracciato presentato.

A seguito dell'introduzione della "Variante Molise" è venuta meno la possibilità di prevedere due lotti funzionali per la tratta in oggetto, Lotto 2 e Lotto 3.

Pertanto, il presente Progetto Definitivo, considera un unico lotto funzionale (denominato Lotto 2-3) tra Termoli e Ripalta, con uno sviluppo complessivo di 24.9 km.

L'intervento prevede:

- Nel tratto iniziale, tra il km 0+000 e il km 2+400, l'utilizzo del sedime ferroviario esistente. Non si prevede quindi l'ampliamento della sede ferroviaria lato mare per la realizzazione del binario di raddoppio ma si prevede l'utilizzo della linea per Campobasso. Quindi l'attuale binario Termoli-Lesina risulta essere il futuro binario dispari e l'attuale binario della linea per Campobasso risulta essere il futuro binario pari. Il collegamento verso Campobasso è garantito attraverso un bivio a raso al km 2+400 circa;
- tra il km 2+400 e il km 24+700 circa il tracciato è tutto in variante;
- tra il km 24+700 e il km 24+930 il progetto prevede l'ampliamento della sede esistente per la realizzazione del binario di raddoppio, con allaccio al raddoppio del 1° Lotto Funzionale.

Il presente documento contiene la valutazione dei rischi dovuti ai fulmini relativa al fabbricato "Fermata Campomarino"

Nel seguito della relazione, a valle dell'elencazione dei riferimenti normativi vigenti, verranno descritte nell'ordine:

- le valutazioni del livello di protezione da scariche atmosferiche dell'intero impianto, con descrizione dettagliata dei calcoli, del metodo e delle procedure utilizzate per ottenere il valore risultante di rischio esistente;
- laddove le verifiche di calcolo dimostrino la necessità di attuare misure di protezione compensative del rischio rilevato, le eventuali misure saranno descritte illustrando in termini qualitativi e quantitativi gli interventi da effettuare per rendere le strutture protette dai fulmini, nel rispetto delle norme di riferimento.

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTI</p> 	<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>										
<p>FERMATA CAMPOMARINO</p> <p>Verifica scariche atmosferiche</p>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	RH	LF	02	00	003	A	5

- i risultati dello studio ed i valori utilizzati per la simulazione, insieme alle diverse caratteristiche elettriche ipotizzate per il calcolo.

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA													
	FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RH	OPERA 7 DISCIPLINA LF 02 00			PROGR 003	REV A

2. METODO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE

Sorgente di rischio (S)

La corrente di fulmine è la principale sorgente di danno. Le sorgenti sono distinte in base al punto d'impatto del fulmine:

- S1 Fulmine sulla struttura;
- S2 Fulmine in prossimità della struttura;
- S3 Fulmine su una linea;
- S4 Fulmine in prossimità di una linea.

Tipo di danno (D)

Un fulmine può causare danni in funzione delle caratteristiche dell'oggetto da proteggere. Nelle pratiche applicazioni della determinazione del rischio è utile distinguere tra i tre tipi principali di danno che possono manifestarsi come conseguenza di una fulminazione. In particolare:

- D1 Danno a esseri viventi per elettrocuzione;
- D2 Danno materiale;
- D3 Guasto di impianti elettrici ed elettronici.

Tipo di perdita (L)

Ciascun tipo di danno, solo o in combinazione con altri, può produrre perdite diverse conseguenti nell'oggetto da proteggere. Il tipo di perdita che può verificarsi dipende dalle caratteristiche dell'oggetto stesso e al suo contenuto. In particolare:

- L1 Perdita di vite umane (compreso danno permanente);
- L2 Perdita di servizio pubblico;
- L3 Perdita di patrimonio culturale insostituibile;
- L4 Perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA												
		FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RH	OPERA 7 DISCIPLINA LF 02 00			PROGR 003

Come definito dalla CEI EN 62305, il legame tra punto di impatto del fulmine, sorgenti di danno, tipi di danno e tipi di perdita, è riassunto nella seguente Tabella:

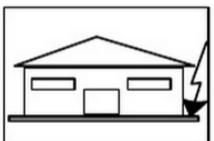
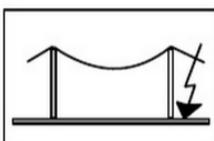
Fulminazione		Struttura	
Punto d'impatto	Sorgente di danno	Tipo di danno	Tipo di perdita
	S1	D1 D2 D3	L1, L4 ^(a) L1, L2, L3, L4 L1 ^(b) , L2, L4
	S2	D3	L1 ^(b) , L2, L4
	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ^(a) L1, L2, L3, L4 L1 ^(b) , L2, L4
	S4	D3	L1 ^(b) , L2, L4
(a) Solo nel caso di strutture in cui si può verificare la perdita di animali. (b) Solo nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture in cui guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana.			

Tabella 1: legame tra punto di impatto del fulmine, sorgenti di danno, tipi di danno e tipi di perdita

Rischio (Rn)

Il rischio R è la misura della probabile perdita media annua. Per ciascun tipo di perdita che può verificarsi in una struttura può essere valutato il relativo rischio.

- R1 Rischio di perdita di vite umane (inclusi danni permanenti);
- R2 Rischio di perdita di servizio pubblico
- R3 Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA													
	FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RH	OPERA 7 DISCIPLINA LF 02 00			PROGR 003	REV A

- R4 Rischio di perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

I primi tre tipi di rischio coinvolgono valori sociali: considerarli, ove presenti, è pertanto un obbligo imposto dalla norma. Trascurare un rischio R1, R2 o R3 è una deviazione dall'obbligo normativo, che deve pertanto essere accuratamente motivata dal progettista.

Il rischio R4 è relativo invece a perdite di natura puramente economica che ricadono solo sul soggetto (proprietario della struttura/attività) che sarebbe chiamato a sostenere il costo dell'eventuale protezione: tener conto o no di questo tipo di rischio è pertanto una libera scelta del progettista, con il consenso del proprietario della struttura/attività, e non rientra fra gli obblighi previsti dalla norma.

Componenti di rischio (RX)

I rischi R1, R2, R3, R4 sopra elencati possono essere calcolati come somma delle relative componenti di rischio. Le componenti di rischio definite dalla UNI EN 62305 sono le seguenti:

- RA - 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 alla struttura stessa.
- RB - componente relativa ai danni materiali causati da scariche pericolose all'interno della struttura che innescano incendio ed esplosione.
- RC - componente relativa al guasto di impianti causato da effetti elettromagnetici della corrente di fulmine dovute alla fulminazione in prossimità della struttura (S2).
- RM - componente relativa al guasto di impianti causato da effetti elettromagnetici della corrente di fulmine dovute alla fulminazione diretta di un servizio connesso alla struttura (S3).
- RU - componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura dovute alla corrente di fulmine iniettata nella linea entrante nella struttura.
- RV – componente relativa ai danni materiali dovuti alla corrente di fulmine trasmessa attraverso il servizio entrante.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA												
		FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RH	OPERA 7 DISCIPLINA LF 02 00			PROGR 003

- RW - componente relativa al guasto di impianti causato da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse sulla struttura dovute alla fulminazione in prossimità di un servizio connesso alla struttura (S4).
- RZ - componente relativa al guasto di impianti causato da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse sulla struttura.

Ciascuna delle componenti di rischio RX succitate, può essere calcolata mediante la seguente equazione generale:

$$R_X = N_X * P_X * L_X$$

dove: - NX è il numero di eventi pericolosi (Allegato A, CEI EN 62305-2);

- PX è la probabilità di danno alla struttura (Allegato B, CEI EN 62305-2);

- LX è la perdita conseguente (Allegato C, CEI EN 62305-2).

La seguente Tabella riassume il legame tra componenti di rischio (RX), rischi (Rn) e sorgenti di rischio (Sn):

Sorgente di danno	Fulminazione diretta della struttura S1			Fulminazione in prossimità della struttura S2	Fulminazione diretta di una linea entrante S3			Fulminazione in prossimità di una linea entrante S4
	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Componente di rischio								
Rischio per ciascun tipo di perdita								
R_1	*	*	* ^(a)	* ^(a)	*	*	* ^(a)	* ^(a)
R_2		*	*	*		*	*	*
R_3		*				*		
R_4	* ^(b)	*	*	*	* ^(b)	**	*	*

(a) Solo nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana.

(b) Soltanto in strutture in cui si può verificare la perdita di animali.

Tabella 2: legame tra componenti di rischio (RX), rischi (Rn) e sorgenti di rischio (Sn)

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA												
		FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR
				LI0B	02	E	ZZ	RH	LF	02	00	003	A	10

Da cui si ottengono le seguenti formule:

- $R_1 = R_A + R_B + R_C^{(1)} + R_M^{(1)} + R_U + R_V + R_W^{(1)} + R_Z^{(1)}$
- $R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$
- $R_3 = R_B + R_V$
- $R_4 = R_A^{(2)} + R_B + R_C + R_M + R_U^{(2)} + R_V + R_W + R_Z$

1) Solo nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana.

2) Solo nel caso di strutture a uso agricolo in cui si può verificare la perdita di animali.

Rischio tollerabile, (RT)

La definizione dei valori di rischio tollerabili RT riguardanti le perdite di valore sociale sono stabiliti dalla norma CEI EN 62305-2 e di seguito riportati.

- Rischio tollerabile per perdita di vite umane o danni permanenti (RT = 10⁻⁵ anni⁻¹);
- Rischio tollerabile per perdita di servizio pubblico (RT = 10⁻³ anni⁻¹);
- Rischio tollerabile per perdita di patrimonio culturale insostituibile (RT = 10⁻⁴ anni⁻¹).

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
		FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche			COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RH	OPERA 7 DISCIPLINA LF 02 00			PROGR 003

3. VALUTAZIONE DEL RISCHIO FULMINAZIONE

La normativa CEI EN 62305-2 "Protezione dai fulmini. Valutazione del rischio", specifica la procedura per la valutazione del rischio dovuto a fulmini a terra in una struttura. Una volta stabilito il limite superiore per il "Rischio tollerabile (RT)", la procedura permette la scelta delle appropriate misure di protezione da adottare per ridurre il "Rischio (R)" al minimo tollerabile o a valori inferiori.

Per ciascun rischio considerato devono essere effettuati i seguenti passi:

- identificazione delle componenti R_x che contribuiscono al rischio;
- calcolo della componente di rischio identificata R_x ;
- calcolo del rischio totale R come sommatoria delle componenti di rischio R_x ;
- identificazione del rischio tollerabile RT ;
- confronto del rischio R con quello tollerabile RT .

Se $R \leq RT$ la protezione contro il fulmine non è necessaria. Se $R > RT$ devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere $R \leq RT$ per tutti i rischi a cui è interessato l'oggetto.

Il seguente diagramma a blocchi riassume la procedura individuata dalla Norma UNI EN 62305 per effettuare la valutazione del rischio.

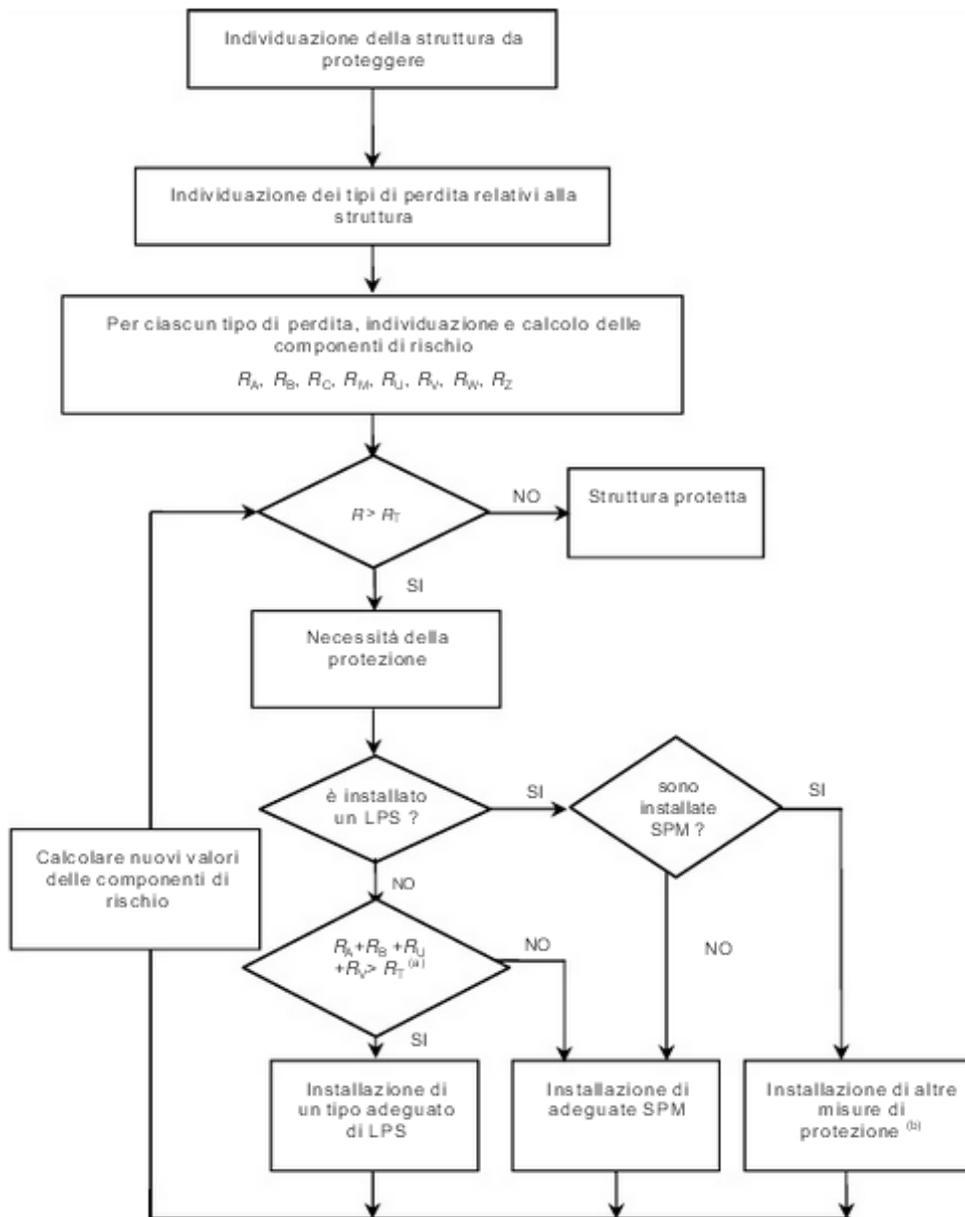


Figura 2: procedura individuata dalla Norma UNI EN 62305 per effettuare la valutazione del rischio

Le caratteristiche della struttura e delle possibili misure di protezione che influenzano le componenti di rischio R_x per una struttura sono riportate nella seguente Tabella:

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RH	OPERA 7 DISCIPLINA LF 02 00			Progr 003	Rev A

Caratteristiche della struttura e degli impianti interni Misure di protezione	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Area di raccolta	X	X	X	X	X	X	X	X
Resistività superficiale del suolo	X							
Resistività della pavimentazione	X				X			
Barriere, isolamento, cartelli ammonitori, equipotenzializzazione del suolo	X				X			
LPS	X	X	X	X ^(a)	X ^(b)	X ^(b)		
Equipotenzializzazione con SPD	X	X			X	X		
Interfacce di separazione			X ^(c)	X ^(c)	X	X	X	X
Sistema di SPD			X	X			X	X
Schermatura locale			X	X				
Schermatura delle linee esterne					X	X	X	X
Schermatura delle linee interne			X	X				
Cablaggio degli impianti interni			X	X				
Rete di equipotenzialità			X					
Misure antincendio		X				X		
Rischio d'incendio		X				X		
Pericoli particolari		X				X		
Tensione di tenuta ad impulso			X	X	X	X	X	X
(a) Solo per LPS esterni a maglia. (b) Dovuto alla presenza di connessioni equipotenziali. (c) Solo se esse appartengono all'apparato.								

Tabella 3: Fattori che influenzano le componenti di rischio in una struttura

Nel paragrafi successivi si caratterizzeranno gli elementi di cui alla precedente tabella, con particolare riferimento ai dati specifici del sito in oggetto. Una volta valutato il rischio si dovrà prevedere o meno la presenza di un LPS sul sistema da proteggere.

Un impianto di protezione contro i fulmini LPS (lightning protection system) è l'insieme di dispositivi atti a realizzare la protezione contro i fulmini costituito da:

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR
		LI0B	02	E	ZZ	RH	LF	02	00	003	A	14

- Impianto LPS esterno: per la protezione dalla fulminazione diretta. Comprende gli organi di captazione, calate e i dispersori.
- Impianto LPS interno: per la protezione dalla fulminazione indiretta. Comprende le connessioni equipotenziali, limitatori e scaricatori

In base alla forma degli organi di captazione, si distinguono:

- Impianti ad aste verticali;
- Impianto a funi;
- Impianto a maglia (gabbia di Faraday).

Parametri della corrente di fulmine		Livelli di protezione		
		I	II	III e IV
Valore di picco	$I (kA)$	200	150	100
Carica impulsiva	$Q_{imp} (C)$	100	75	50
Energia specifica	$E_s (MJ/\Omega)$	10	5,6	2,5

Tabella 4: Livelli di protezione

Il sistema LPS deve garantire la capacità di condurre la corrente di fulmine di riferimento per il suo livello (criterio di conduzione, vedi tabella precedente) e di intercettare il minimo fulmine di riferimento per lo stesso livello (criterio di intercettazione).

Livello di protezione	Dimensione del lato della maglia (m)
I	5
II	10
III	15
IV	20

Tabella 5: Metodo della maglia

La procedura di calcolo della valutazione del rischio e la scelta delle misure di protezione è eseguita mediante il software Zeus Plus edito da Tuttonormel.

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
 LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

FERMATA CAMPOMARINO
Verifica scariche atmosferiche

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RH	LF	02	00	003	A	15

I risultati vengono comparati con la situazione esistente per valutare gli interventi necessari.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RH	OPERA 7 DISCIPLINA LF 02 00			PROGR 003

4. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

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

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.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
		FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche			COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR
			LI0B	02	E	ZZ	RH	LF	02	00	003	A	17

5. DATI INIZIALI

5.1 DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA

Il valore di densità annua di fulmini a terra (N_G), per il sito in oggetto è stato ricavato, utilizzando i seguenti dati:

- Posizione geografica del sito (coordinate geografiche);
- Rilevazioni e elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia, ricavati da banca dati fornita dal programma di calcolo ZEUS di TNE srl.

Il valore di N_G , utilizzato per il calcolo è pari a:

$$N_G = 1,51 \text{ fulmini}/(\text{anno km}^2)$$

In allegato è riportato l'estratto del documento di consultazione della suddetta banca dati.

5.2 DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA

Essendo il PGEP composto da 3 fabbricati adiacenti, si considera, al fine del calcolo, un volume unico che ricomprende quello dei 3 fabbricati.

Le dimensioni considerate sono le seguenti:

- ✓ Lunghezza: $L = 60,00\text{m}$;
- ✓ Larghezza: $B = 37,00\text{m}$;
- ✓ Altezza: $H = 10,00\text{m}$;
- ✓ Altezza max : $H_{\max} = 12,00\text{m}$.

La geometria della struttura è a pianta rettangolare con copertura piana.

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: **FERMATA FERROVIARIA**

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

- perdita di vite umane

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RH	OPERA 7 DISCIPLINA LF 02 00			PROGR 003

fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;

L'edificio ha copertura e struttura portante in cemento armato con ferri d'armatura continui. La struttura presenta tutte le parti metalliche collegate fra loro in modo da realizzare una rete di equipotenzialità conforme a quella richiesta dalla norma CEI EN 62305-4.

5.3 DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: ALIMENTAZIONE BT
- Linea di segnale: SEGNALE

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

5.4 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: 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*.

5.5 CALCOLO AREE RACCOLTA DELLA STRUTTURA/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.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
		FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche			COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR
			LI0B	02	E	ZZ	RH	LF	02	00	003	A	19

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 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”*.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche		COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RH	OPERA 7 DISCIPLINA LF 02 00			PROGR 003

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: Struttura

RA: 8,46E-07

RB: 3,38E-09

RU(LINEA BT): 1,55E-09

RV(LINEA BT): 6,21E-11

RU(IMPIANTO TD): 7,76E-08

RV(IMPIANTO TD): 3,10E-09

Totale: 9,32E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 9,32E-07

6.1.2. ANALISI DEL RISCHIO R1

Il rischio complessivo $R1 = 9,32E-07$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	RH	LF	02	00	003	A	21

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 9,32E-07$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR
		LI0B	02	E	ZZ	RH	LF	02	00	003	A	22

8. CONCLUSIONI

Dal momento che il rischio R1 non supera il valore tollerabile:

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA STRUTTURA E' PROTETTA CONTRO LE FULMINAZIONI.

In relazione al valore della frequenza di danno l'adozione di misure di protezione è comunque opportuna al fine di garantire la funzionalità della struttura e dei suoi impianti.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI  S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RH	OPERA 7 DISCIPLINA LF 02 00			PROGR 003

9. APPENDICI ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

9.1 APPENDICE - CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

Dimensioni:

- A (m): 60,0
- B (m): 37,0
- H (m): 10,0
- H_{max} (m): 12,0

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore (CD = 1)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km²) Ng = 1,51

9.2 APPENDICE - CARATTERISTICHE DELLE LINEE ELETTRICHE

Caratteristiche della linea: ALIMENTAZIONE BT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) L = 1000

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

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

Caratteristiche della linea: SEGNALE

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): suburbano

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI  S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA												
		FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR
				LI0B	02	E	ZZ	RH	LF	02	00	003	A	24

9.3 APPENDICE - CARATTERISTICHE DELLE ZONE

Caratteristiche della zona: Struttura

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ($r_t = 0,01$)

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

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

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: cartelli monitori

Impianto interno: LINEA BT

Alimentato dalla linea ALIMENTAZIONE BT

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) ($K_{s3} = 0,2$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Impianto interno: IMPIANTO TD

Alimentato dalla linea SEGNALE

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) ($K_{s3} = 0,2$)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Rischio 1

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RH	LF	02	00	003	A	25

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 4500

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 5,14E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 2,06E-07$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

9.4 APPENDICE – FREQUENZA DI DANNO.

Impianto interno 1

Zona: Struttura

Linea: ALIMENTAZIONE BT

Circuito: LINEA BT

FS Totale: 0,0308

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: Struttura

Linea: SEGNALE

Circuito: IMPIANTO TD

FS Totale: 0,0308

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

9.5 APPENDICE – AREE DI RACCOLTA E NUMERO DI EVENTI PERICOLOSI.

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,09E-02 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,53E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 1,65E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 6,84E-01$

Linee elettriche

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

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RH	OPERA 7 DISCIPLINA LF 02 00			PROGR 003

ALIMENTAZIONE BT

AL = 0,040000 km²

AI = 4,000000 km²

SEGNALE

AL = 0,040000 km²

AI = 4,000000 km²

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

ALIMENTAZIONE BT

NL = 0,015100

NI = 1,510000

SEGNALE

NL = 0,015100

NI = 1,510000

9.6 APPENDICE – VALORI DELLE PROBABILITÀ P PER LA STRUTTURA NON PROTETTA

Zona Z1: Struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (LINEA BT) = 2,00E-02

PC (IMPIANTO TD) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (LINEA BT) = 8,00E-04

PM (IMPIANTO TD) = 4,00E-02

PM = 4,08E-02

PU (LINEA BT) = 2,00E-03

PV (LINEA BT) = 2,00E-02

PW (LINEA BT) = 2,00E-02

PZ (LINEA BT) = 2,00E-02

PU (IMPIANTO TD) = 1,00E-01

PV (IMPIANTO TD) = 1,00E+00

PW (IMPIANTO TD) = 1,00E+00

PZ (IMPIANTO TD) = 1,00E+00

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		FERMATA CAMPOMARINO Verifica scariche atmosferiche	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RH	OPERA 7 DISCIPLINA LF 02 00			PROGR 003

10. ALLEGATO – VALORE NG



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 1,51 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **41,943821° N**

Longitudine: **15,041282° 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 norma 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 2029.

Data 19/01/2024

FERMATA CAMPOMARINO
Verifica scariche atmosferiche

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RH	LF	02	00	003	A	28



Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 41,943821

Longitudine: 15,041282

