

IMPIANTO FV E BESS EX AEROPORTO DI CASTELVETRANO

Impianto FV e BESS – Ex Aeroporto Castelvetroano

Castelvetroano (TP) – Progetto Definitivo

RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

EV-FS	00	09/05/2022	Emissione	D.Stangalino	C. Camiciotti	D.Stangalino	M.A.Bracale	A. Luce
Stato di Validità	Numero Revisione	Data	Descrizione	Stantec Preparato	Stantec verificato	Stantec Approvato	Eni Plenitude Approvato	Eni Plenitude Approvato
Indice Revisione								
Logo Committente e Denominazione Commerciale				Nome progetto		ID Documento Committente		
				Impianto Fotovoltaico FV e BESS - Ex Aeroporto Castelvetroano		082600BERU00021 Commessa N. - 		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale						ID Documento Appaltatore		
 Stantec S.p.A						N. Commessa 45503406.06		
Nome d'Impianto e Oggetto						Scala	Numero di Pagine	
IMPIANTO FV e BESS EX AEROPORTO DI CASTELVETRANO Castelvetroano (TP) – Progetto Definitivo						-	18	
Titolo Documento								
Relazione scariche atmosferiche								

	ID Documento Committente 082600BERU000021	Pagina 1	
		Stato di Validità	Numero Revisione

SOMMARIO

1. SCOPO DEL DOCUMENTO	2
2. NORME DI RIFERIMENTO	2
3. GENERALITA'	2
4. PROCEDURA ADOTTATA	4
5. CRITERI DI PROGETTO	4
6. DATI DI PROGETTO	9
6.1 OGGETTO DELLA VERIFICA	9
6.2 CONDIZIONI AMBIENTALI	9
6.3 LOCALITÀ	9
6.4 INDIVIDUAZIONE DELLE STRUTTURE	9
6.5 ASSUNZIONI PER I CALCOLI	9
6.6 DATI DI PROGETTO PER LA STRUTTURA A: CONTAINER BATTERIE	10
6.7 DATI DI PROGETTO PER LA STRUTTURA B: CONTAINER PS BESS	11
6.8 DATI DI PROGETTO PER LA STRUTTURA C: CONTAINER DC BOX	12
6.9 DATI DI PROGETTO PER LA STRUTTURA D: CONTAINER PS IMPIANTO FV	12
6.10 DATI DI PROGETTO PER LA STRUTTURA E: CABINA MTR	13
6.11 DATI DI PROGETTO PER LA STRUTTURA F: INSEGUITORI FOTOVOLTAICI	14
7. DETERMINAZIONE DEI TIPI DI RISCHIO E DELLE LORO COMPONENTI	15
7.1 STRUTTURA METALLICHE ALL'APERTO	15
7.2 STRUTTURA E: CABINA MTR	15
8. CONCLUSIONI	16

	ID Documento Committente 082600BGRU00001	Pagina 2	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

1. SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione tecnica ha come scopo la valutazione dei rischi dovuti al fulmine per le strutture costituenti il sistema fotovoltaico e il sistema di accumulo che saranno installati all'interno dell'area di progetto con estensione di circa 98 ettari identificato come ex Aeroporto Militare di Castelvetro sito nel Comune di Castelvetro, in accordo alle prescrizioni della Norma CEI EN 62305 II Edizione.

2. NORME DI RIFERIMENTO

La presente relazione tecnica è stata elaborata in accordo alle prescrizioni delle seguenti pubblicazioni:

- CEI 81-10/1 (EN 62305-1): "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali". Ed. 2013-02.
- CEI 81-10/2 (EN 62305-2): "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio". Ed. 2013-02.
- CEI 81-10/3 (EN 62305-3): "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone". Ed. 2013-02.
- CEI 81-10/4 (EN 62305-4): "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture". Ed. 2013-02.
- Guida CEI 81-29: "Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305".

La terminologia adottata è in accordo a quanto stabilito dalle suddette pubblicazioni.

3. GENERALITA'

In accordo alle indicazioni e prescrizioni di cui alla vigente Norma CEI EN 62305-2 II Edizione (Febbraio 2013), scopo della presente Relazione Tecnica sarà quello di verificare se le strutture in esame necessitano di un sistema di protezione nei confronti delle scariche di origine atmosferica e delle relative sovratensioni indotte (LPS o SPD).

Verranno pertanto valutati i tipi di danno che un fulmine potrebbe provocare nella struttura stessa, e per ogni tipo di danno verrà determinato il corrispondente rischio. I diversi tipi di rischio saranno poi confrontati con i valori dei rischi massimi ammissibili dalla Norma, al fine di determinare la necessità o meno di un impianto di protezione dalle scariche atmosferiche (LPS).

Verrà inoltre valutata la necessità della installazione di dispositivi SPD, con indicazione delle relative caratteristiche tecniche.

Un fulmine colpendo direttamente una struttura o una linea elettrica entrante in essa, oppure cadendo nelle immediate vicinanze della struttura o della linea (fulminazione diretta e indiretta), può provocare danni alle persone, alla struttura e alle attività svolte in funzione delle caratteristiche della struttura, quali: il tipo di costruzione, il contenuto e la destinazione d'uso, i servizi entranti.

I danni causati dal fulmine comportano rischi di diverso tipo che la Norma CEI EN 62305-2 classifica nei seguenti quattro tipi:

- rischio R1 - perdita di vite umane;
- rischio R2 - perdita di servizio pubblico;

	ID Documento Committente 082600BGRU00001	Pagina 3	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

- rischio R3 - perdita di patrimonio culturale insostituibile;
- rischio R4 - perdita economica.

Al fine di ridurre il rischio che ad una fulminazione diretta o indiretta segua un danno è possibile adottare delle misure di protezione che consentono di limitarlo a livelli accettabili.

Tali misure di protezione possono essere attuate secondo le prescrizioni normative fornite dalla Norma CEI EN 62305-3 e CEI EN 62305-4.

Occorre tenere presente che gli impianti di protezione contro i fulmini trattati nella Norma CEI EN 62305 non possono evitare la formazione del fulmine stesso; ne consegue anche che nessun provvedimento attuabile dall'uomo può essere in grado di garantire la sicurezza assoluta. Un sistema di protezione progettato ed installato secondo la Norma CEI EN 62305 non può quindi assicurare una protezione assoluta alle persone ed alle strutture.

Tuttavia l'applicazione delle prescrizioni della Norma CEI EN 62305 consentirà di ridurre in maniera significativa il rischio di danno provocato dal fulmine alle strutture, ai beni e soprattutto alle persone, rendendo il livello di rischio collegato a tale tipo di evento di valore accettabile e paragonabile a quello di una qualsiasi situazione di vita normale.

La stessa norma, però, al fine di tenere conto del carattere aleatorio del fenomeno della fulminazione, nella sua introduzione premette che:

“Non si conoscono ad oggi dispositivi o metodi per i quali sia stata scientificamente accertata la capacità di impedire la formazione del fulmine o di prevenire la fulminazione di una struttura. Anche gli impianti di protezione contro i fulmini trattati nella presente Norma non possono evitare la formazione del fulmine.


Occorre tenere presente che, nei limiti di una spesa giustificata dai benefici conseguenti, nessun provvedimento può garantire la sicurezza assoluta.

Parimenti un sistema di protezione progettato ed installato secondo questa Norma, non può assicurare una protezione assoluta alle strutture, alle persone ed alle cose; tuttavia l'applicazione di questa Norma ridurrà significativamente il rischio di danno provocato dal fulmine alle strutture, anche se non può evitare che in circostanze eccezionali possano comunque verificarsi danni a persone o cose.”

Occorre precisare che la realizzazione di un sistema di protezione contro i fulmini non può prescindere dalla valutazione del rischio cui è soggetta la struttura, al fine di stabilire se la protezione della struttura sia effettivamente necessaria e, in caso affermativo, di individuare le misure di protezione più idonee da adottare.

Infatti un fulmine può provocare danni differenti a seconda delle caratteristiche della struttura, in funzione del tipo di costruzione, del contenuto e della destinazione d'uso, dei servizi entranti, delle misure adottate per limitare il rischio, ecc.

La valutazione del rischio comporta l'analisi dei diversi parametri che concorrono alla determinazione delle cause, della probabilità di verificarsi e dell'ammontare del danno.

	ID Documento Committente 082600BGRU00001		Pagina 5	
			Stato di Validità	Numero Revisione
			00	

Rischio per ciascun tipo di perdita								
R1	◆	◆	◆ ⁽¹⁾	◆ ⁽¹⁾	◆	◆	◆ ⁽¹⁾	◆ ⁽¹⁾
R2		◆	◆	◆		◆	◆	◆
R3		◆				◆		
R4	◆ ⁽²⁾	◆	◆	◆	◆ ⁽²⁾	◆	◆	◆
⁽¹⁾ Solo nel caso di strutture con rischio di esplosione, ospedali o di altre strutture, in cui i guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana								
⁽²⁾ Soltanto in strutture ad uso agricolo in cui si può verificare la perdita di animali								

Di seguito si riporta la descrizione di ogni componente di rischio.

Di seguito si riporta la descrizione di ogni componente di rischio.

Componente 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 alle calate. Possono verificarsi perdite di tipo L1 e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 con possibile perdita di animali.

Componente RB: 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).


Componente RC: 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 guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

Componente RM: 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 guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

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

Componente RV: componente relativa ai danni materiali (incendio o 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 (L1, L2, L3 ed L4).

Componente RW: 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

	ID Documento Committente 082600BGRU00001	Pagina 6	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

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.

Componente RZ: 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.

Ciascuna componente di rischio può essere calcolata con l'equazione generale:

$$R_x = N_x \cdot P_x \cdot L_x$$

dove:

N_x è il numero di eventi pericolosi per anno (vedi anche Allegato A);

P_x è la probabilità di danno alla struttura (vedi anche Allegato B);

L_x è la perdita conseguente (vedi anche Allegato C).

Il numero N_x di eventi pericolosi dipende dalla densità di fulmini al suolo (NG) e dalle caratteristiche geometriche della struttura da proteggere, dai suoi dintorni, dalle linee connesse e dal suolo.

La probabilità di danno P_x dipende dalle caratteristiche della struttura da proteggere delle linee connesse e dalle misure di protezione adottate.

La perdita conseguente L_x dipende dall'uso a cui la struttura è destinata, la presenza di persone, il tipo di servizio pubblico, il valore dei beni danneggiati e dalle misure di protezione adottate per limitare l'ammontare della perdita.

Determinazione delle componenti di rischio dovute al fulmine sulla struttura (S1)

Per la valutazione delle componenti di rischio relative alla fulminazione diretta della struttura si applicano le relazioni seguenti:

- componente relativa al danno ad esseri viventi per elettrocuzione (D1)

$$R_A = N_D \times P_A \times L_A$$

- componente relativa al danno materiale (D2)

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B$$

- componente relativa ai guasti degli impianti interni (D3)

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C$$


Determinazione delle componenti di rischio dovute al fulmine in prossimità della struttura (S2)

Per la valutazione delle componenti di rischio relative alle fulminazioni in prossimità della struttura si applicano le seguenti relazioni:

- componente relativa ai guasti negli impianti interni (D3)

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M$$

Determinazione delle componenti di rischio dovute a fulmini su una linea connessa alla struttura (S3)

	ID Documento Committente 082600BGRU00001	Pagina 7	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

Per la valutazione delle componenti di rischio relative a fulmini su una linea entrante si applicano le seguenti relazioni:

- componente relativa al danno ad esseri viventi per elettrocuzione (D1)

$$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$$

- componente relativa al danno materiale (D2)

$$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$$

- componente relativa ai guasti negli impianti interni (D3)

$$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W$$

Determinazione delle componenti di rischio dovute a fulmini in prossimità di una linea connessa alla struttura (S4)

Per la valutazione delle componenti di rischio relative a fulmini in prossimità di una linea connessa ad una struttura si applicano le seguenti relazioni:

- componente relativa ai guasti negli impianti interni (D3)

$$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z$$

I parametri necessari alla determinazione delle singole componenti di rischio sono riportati nella seguente tabella.

Simbolo	Denominazione	Valore secondo l'Articolo
Numero annuo medio di eventi pericolosi dovuti al fulmine		
N_D	– Sulla struttura	A.2
N_M	– In prossimità della struttura	A.3
N_L	– Sulla linea entrante nella struttura	A.4
N_I	– In prossimità della linea entrante nella struttura	A.5
N_{DJ}	– Sulla struttura adiacente (Fig. A.5)	A.2
Probabilità che un fulmine sulla struttura sia causa di		
P_A	– Danno ad esseri viventi	B.2
P_B	– Danni materiali	B.3
P_C	– Guasti negli impianti interni	B.4
Probabilità che un fulmine in prossimità della struttura sia causa di		
P_M	– Guasti negli impianti interni	B.5
Probabilità che un fulmine su una linea sia causa di		
P_U	– Danno ad esseri viventi per elettrocuzione	B.6
P_V	– Danni materiali	B.7
P_W	– Guasti negli impianti interni	B.8
Probabilità che un fulmine in prossimità di una linea sia causa di		
P_Z	– Guasti negli impianti interni	B.9
Perdita dovuta a		
$L_A = L_U$	– Danno ad esseri viventi	C.3
$L_B = L_V$	– Danni materiali	C.3, C.4, C.5, C.6
$L_C = L_M = L_W = L_Z$	– Guasti negli impianti interni	C.3, C.4, C.6

Il rischio totale, per ciascun tipo di perdita, è dato da: $R = \sum R_x$

Le componenti di rischio per le strutture, in funzione dei diversi tipi di danno e delle diverse sorgenti di danno, sono sintetizzate nella tabella seguente:



ID Documento Committente
082600BGRU00001

Pagina

8


Stato di
Validità

Numero
Revisione

00

Sorgente di danno

Danno	S1 Fulmine sulla struttura	S2 Fulmine in prossimità della struttura	S3 Fulmine su una linea entrante	S4 Fulmine in prossimità di una linea
D1 Danno ad esseri viventi per elettrocuzione	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$		$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$	
D2 Danno materiale	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$		$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$	
D3 Guasti negli impianti elettrici ed elettronici	$R_C = N_D \times P_C \times L_C$	$R_M = N_M \times P_M \times L_M$	$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W$	$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z$

	ID Documento Committente 082600BGRU00001	Pagina 9	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

6. DATI DI PROGETTO

6.1 Oggetto della verifica

La verifica della protezione contro i fulmini, oggetto della presente relazione tecnica, interesserà le strutture di seguito indicate.

Su espressa richiesta della Committente la verifica della protezione contro le scariche atmosferiche sarà eseguita per il solo rischio R1 (perdita di vita umana).

6.2 Condizioni ambientali

Luogo di installazione:	Castelvetrano, Trapani (Italia)
Altitudine:	187 m.s.l.m.
Temperatura ambiente di riferimento:	+20 °C
Temperatura ambiente massima:	+40 °C
Temperatura ambiente minima:	- 5 °C
Umidità relativa a 20°C:	75%
Ambiente:	industriale

6.3 Località

Località della struttura:	Castelvetrano
Densità di fulmini a terra per anno:	Ng=1,5 fulmini/km2anno (Da sito CEI)
Numero di giornate temporalesche per anno:	Td=1,5 giorni
Ubicazione della struttura:	terreno pianeggiante

6.4 Individuazione delle strutture

La verifica della protezione contro i fulmini, oggetto della presente relazione tecnica, interesserà le seguenti strutture installate all'interno del sistema di accumulo:


- Struttura A – Container batterie
- Struttura B – Container PS BESS
- Struttura C – DC BOX
- Struttura D – Container PS impianto FV
- Struttura E – Cabina MTR
- Struttura F – Pannelli fotovoltaici

La disposizione dell'impianto è deducibile dal documento allegato n 082600BADG00020 - "Layout di installazione".

Le suddette strutture sono ritenute indipendenti per gli aspetti relativi alla sicurezza, in quanto costituiti da locali non comunicanti o intenzionalmente separati per altri scopi (ad esempio compartimento ai fini della prevenzione incendi), pertanto saranno valutate in modo indipendente.

6.5 Assunzioni per i calcoli

Il calcolo del numero annuo N di eventi pericoli su una struttura o in prossimità della stessa, su un servizio o in prossimità dello stesso è eseguito utilizzando le formule e i coefficienti dell'allegato A della Norma CEI EN 62305-2 a cui si rimanda per la definizione degli stessi.

	ID Documento Committente 082600BGRU00001	Pagina 10	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

Il calcolo delle probabilità di danno per una struttura è eseguito utilizzando i coefficienti indicati nelle tabelle dell'allegato B della Norma CEI EN 62305-2 a cui si rimanda per la definizione degli stessi.

La valutazione dell'ammontare della perdita di una struttura (Lt, Lf, Lo) è eseguito utilizzando le formule e i coefficienti di correzione (ra, ru, rp, rf) e di incremento (hz) indicati nelle tabelle dell'allegato C della Norma CEI EN 62305-2 a cui si rimanda per la definizione degli stessi.

Il calcolo delle probabilità di danno per un servizio è eseguito utilizzando i coefficienti indicati nelle tabelle dell'allegato D della Norma CEI EN 62305-2 a cui si rimanda per la definizione degli stessi.

La valutazione dell'ammontare della perdita di un servizio (Lf, Lo) è eseguito utilizzando le formule dell'allegato E della Norma CEI EN 62305-2 a cui si rimanda per la definizione degli stessi.

Per le linee elettriche aventi lo stesso percorso, si considera ai fini dei calcoli una sola linea con le condizioni di posa e le caratteristiche più sfavorevoli.

6.6 Dati di progetto per la struttura A: Container Batterie

- Struttura

Dimensioni della struttura: 6,058 m (A) x 2,438 m (B) x 3,5 m (H) – Hmax =3,5 m
Tipo di costruzione: struttura metallica
Coefficiente di posizione: 0,5 (presenza di strutture di altezza uguale)
La struttura è adibita a: contenimento batterie
Numero di persone presenti: struttura non presidiata – 1 persona all'esterno occasionalmente
Tempo annuale di permanenza: non definito

- Suolo

Resistività del terreno: 100 Ωm
Suolo esterno: ghiaia/terreno vegetale
Resistenza di contatto del suolo: <1 kΩ
Pavimentazione interna: laminato
Resistenza di contatto pavimen.: >100 kΩ
Equipotenzialità: dispersore di messa a terra interrato

- Suddivisione delle zone

Zona 1: area esterna

- Linee elettriche esterne

Linea elettrica: linea BT al DC box

- Impianti interni

Tipo di impianti interni: quadro bt – batterie – servizi ausiliari
Tensione di tenuta degli apparati: quadri elettrici (4 kV)
Servizi ausiliari (2 kV)

- Pericoli

Rischio di incendio: ridotto
Rischio di esplosione: nullo
Pericoli particolari: nessuno

	ID Documento Committente 082600BGRU00001	Pagina 11	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

- Misure di Protezioni

Antincendio: sistema antincendio automatico
LPS esterno: nessuno
SPD su servizi entranti: nessuno
Precauzioni nel cablaggio interno: nessuna

6.7 Dati di progetto per la struttura B: Container PS BESS

Dimensioni della struttura: 12,192m (A) x 2,438m (B) x 3,5m (H) – Hmax =3,5m
Tipo di costruzione: struttura metallica
Coefficiente di posizione: 0,5 (presenza di strutture di altezza uguale)
La struttura è adibita a: contenimento di:
inverter
Trasformatore elevatore
Quadro di alta tensione
Numero di persone presenti: struttura non presidiata – 1 persona all'esterno
Tempo annuale di permanenza: non definito

- Suolo

Resistività del terreno: 100 Ωm
Suolo esterno: ghiaia/terreno vegetale
Resistenza di contatto del suolo: <1 kΩ
Pavimentazione interna: laminato
Resistenza di contatto pavimen.: >100 kΩ
Equipotenzialità: dispersore di messa a terra interrato

- Suddivisione delle zone

Zona 1: area esterna

- Linee elettriche esterne

Linea elettrica: linea BT da DC box
Linea AT da cabina MTR
Linea di segnale: ethernet

- Impianti interni


Tipo di impianti interni: quadro AT, trasformatore elevatore
quadro bt – inverter – servizi ausiliari
Tensione di tenuta degli apparati: quadri elettrici (4 kV)
Servizi ausiliari (2 kV)

- Pericoli

Rischio di incendio: ridotto
Rischio di esplosione: nullo
Pericoli particolari: nessuno

- Misure di Protezioni

Antincendio: sistema antincendio automatico
LPS esterno: nessuno
SPD su servizi entranti: nessuno
Precauzioni nel cablaggio interno: nessuna

	ID Documento Committente 082600BGRU00001	Pagina 12	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

6.8 Dati di progetto per la struttura C: Container DC BOX

Dimensioni della struttura: 3,22m (A) x 1,032m (B) x 3,5m (H) – Hmax =3,5m
 Tipo di costruzione: struttura metallica
 Coefficiente di posizione: 0,5 (presenza di strutture di altezza uguale)
 La struttura è adibita a: contenimento interruttori batterie
 Numero di persone presenti: struttura non presidiata – 1 persona all'esterno
 Tempo annuale di permanenza: non definito

- Suolo

Resistività del terreno: 100 Ωm
 Suolo esterno: ghiaia/terreno vegetale
 Resistenza di contatto del suolo: <1 kΩ
 Pavimentazione interna: laminato
 Resistenza di contatto pavimen.: >100 kΩ
 Equipotenzialità: dispersore di messa a terra interrato

- Suddivisione delle zone

Zona 1: area esterna

- Linee elettriche esterne

Linea elettrica: linea BT da batterie
 Linea BT alla PS
 Linea di segnale: -

- Impianti interni

Tipo di impianti interni: quadro bt – servizi ausiliari
 Tensione di tenuta degli apparati: quadri elettrici (4 kV)
 Servizi ausiliari (2 kV)

- Pericoli

Rischio di incendio: ridotto
 Rischio di esplosione: nullo
 Pericoli particolari: nessuno

- Misure di Protezioni

Antincendio: sistema antincendio automatico
 LPS esterno: nessuno
 SPD su servizi entranti: nessuno
 Precauzioni nel cablaggio interno: nessuna

6.9 Dati di progetto per la struttura D: Container PS impianto FV

Dimensioni della struttura: 12,192m (A) x 2,438m (B) x 3,5m (H) – Hmax =3,5
 Tipo di costruzione: struttura metallica
 Coefficiente di posizione: 0,5 (presenza di strutture di altezza uguale)
 La struttura è adibita a: contenimento di:
 inverter
 Trasformatore elevatore
 Quadro di alta tensione
 Numero di persone presenti: struttura non presidiata – 1 persona all'esterno
 Tempo annuale di permanenza: non definito

	ID Documento Committente 082600BGRU00001	Pagina 13	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

- Suolo

Resistività del terreno: 100 Ω m
Suolo esterno: ghiaia/terreno vegetale
Resistenza di contatto del suolo: <1 k Ω
Pavimentazione interna: laminato
Resistenza di contatto pavimen.: >100 k Ω
Equipotenzialità: dispersore di messa a terra interrato

- Suddivisione delle zone

Zona 1: area esterna

- Linee elettriche esterne

Linea elettrica: linea BT da impianto fotovoltaico
Linea AT da cabina MTR
Linea di segnale: fibra ottica

- Impianti interni

Tipo di impianti interni: quadro AT, trasformatore elevatore
quadro bt – inverter – servizi ausiliari
quadri elettrici (4 kV)
Tensione di tenuta degli apparati: Servizi ausiliari (2 kV)

- Pericoli

Rischio di incendio: ridotto
Rischio di esplosione: nullo
Pericoli particolari: nessuno

6.10 Dati di progetto per la struttura E: cabina MTR

- Struttura

Dimensioni della struttura: 15 m (A) x 10 m (B) x 5 m (H) – Hmax =5 m
Tipo di costruzione: struttura in muratura
Coefficiente di posizione: 0,5 (presenza di strutture di altezza inferiore)
La struttura è adibita a: cabina elettrica
Numero di persone presenti: struttura non presidiata – 1 persona all'esterno
occasionalmente 2 persone all'interno
Tempo annuale di permanenza: non definito

- Suolo


Resistività del terreno: 100 Ω m
Suolo esterno: ghiaia/terreno vegetale
Resistenza di contatto del suolo: <1 k Ω
Pavimentazione interna: laminato
Resistenza di contatto pavimen.: >100 k Ω
Equipotenzialità: dispersore di messa a terra interrato

- Suddivisione delle zone

Zona 1: area esterna
Zona 2: interno

- Linee elettriche esterne

Linea elettrica: AT, schermata, interrata da sottostazione – 11,6 km

	ID Documento Committente 082600BGRU00001	Pagina 14	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

Linea di segnale: AT, schermata, interrata da PS
BT, non schermata, interrata, da impianto ethernet e fo da impianto

- Impianti interni

Tipo di impianti interni: quadro AT
Trasformatore servizi ausiliari
quadro bt – illuminazione – servizi ausiliari

Tensione di tenuta degli apparati: quadro elettrico AT (36 kV)
quadri elettrici (4 kV)
Illuminazione (2 kV)
HVAC (2 kV)
Sistema di controllo (1,5 kV)

- Pericoli

Rischio di incendio: ridotto
Rischio di esplosione: nullo
Pericoli particolari: nessuno

- Misure di Protezioni

Antincendio: sistema antincendio automatico
LPS esterno: nessuno
SPD su servizi entranti: nessuno
Precauzioni nel cablaggio interno:nessuna

6.11 Dati di progetto per la struttura F: Inseguitori fotovoltaici

- Struttura

Dimensioni della struttura: 16 m (A) x 4,6 m (B) x 3,5 m (H) – Hmax =3,5 m
Tipo di costruzione: struttura metallica
Coefficiente di posizione: 0,5 (presenza di strutture di altezza uguale)
La struttura è adibita a: sostegno pannelli fotovoltaici
Numero di persone presenti: struttura non presidiata – 1 persona all'esterno
Tempo annuale di permanenza: non definito

- Suolo

Resistività del terreno: 100 Ωm
Suolo esterno: ghiaia/terreno vegetale
Resistenza di contatto del suolo: <1 kΩ
Pavimentazione interna: laminato
Resistenza di contatto pavimen.: >100 kΩ
Equipotenzialità: dispersore di messa a terra interrato

- Suddivisione delle zone

Zona 1: area esterna

- Linee elettriche esterne

Linea elettrica: BT, non schermata, interrata, a PS impianto fotovoltaico
Linea di segnale: -

- Impianti interni

Tipo di impianti interni: pannelli FV
Tensione di tenuta degli apparati: pannelli FV (4 kV)

	ID Documento Committente 082600BGRU00001	Pagina 16	
		Stato di Validità	Numero Revisione
			00

Tipi di danno S4 – fulmini in prossimità di un servizio
Tipi di rischio D1 – danno ad esseri viventi
Tipi di rischio R1 - perdita di vita umana
Componenti di rischio Rischio R1 - Perdita di vite umane
Zona 1: R1=RA
Zona 2: R1=RA+RB+RU+RV

Dai calcoli si ottengono i seguenti risultati:

Rischio R1 - Perdita di vite umane – zona 1 Rischio totale R1 = $7,315 \times 10^{-12}$

$$R_A = 7,315 \times 10^{-12}$$

Rischio R1 - Perdita di vite umane – zona 2 Rischio totale R1 = $1,635 \times 10^{-8}$

$$R_A = 1,602 \times 10^{-14}$$

$$R_B = 1,602 \times 10^{-12}$$

$$R_U = 1,618 \times 10^{-10}$$

$$R_V = 1,618 \times 10^{-8}$$

Il rischio tollerato per la perdita di vita umana è il seguente:

- rischio di tipo 1 - perdita di vite umane **$R_{T1} = 0,00001$**

L'analisi dei rischi presenti nella struttura condotta in base al valore delle relative componenti di rischio ha evidenziato quanto di seguito riportato.

Rischio R1 – perdita di vita umana

Valore totale del rischio R1: $1,635 \times 10^{-8}$

Valore di rischio tollerato dalla norma $R_T: 1,00 \times 10^{-5}$

Il rischio complessivo è inferiore al rischio tollerato $R1 < RT$, pertanto non è necessario adottare misure di protezione per ridurre tale rischio.

La struttura risulta PROTETTA contro i rischi dovuti ai fulmini.

8. CONCLUSIONI


Per le strutture analizzate del sistema di accumulo e dell'impianto fotovoltaico che saranno installati nel comune di Castelvetro (TP), si può affermare quanto segue:

In riferimento al Rischio R1 – perdita di vita umana,

Tutte le strutture analizzate risultano auto protette e quindi non necessitano di nessun dispositivo di protezione contro le scariche atmosferiche, in aggiunta a quelli esistenti.

Le strutture analizzate risultano protette sia nei confronti delle fulminazioni dirette che nei confronti delle fulminazioni indirette.

La protezione contro il rischio R1 è obbligatoria e passiva di provvedimenti da parte della Pubblica Amministrazione in accordo alle prescrizioni del DLgs 81/08, in quanto ricadente nell'ambito dei

	<p>ID Documento Committente 082600BGRU00001</p>	<p>Pagina 17</p>	
		<p>Stato di Validità</p>	<p>Numero Revisione</p>
			<p>00</p>

doveri del datore di lavoro ai fini della valutazione dei rischi dei lavoratori.

Dalle verifiche eseguite si evince che per le strutture analizzate non vi è il rischio di perdita umana per gli effetti dei fulmini sia sulle strutture stesse che sui servizi ad esse associati.

In forza della legge n° 186 del 1 marzo 1968 che individua nelle Norme CEI la regola dell'arte, con le situazioni di impianto sopra indicate, le strutture in esame sono in ogni caso pienamente rispondenti ai dettami previsti dalle Leggi applicabili al riguardo per quanto riguarda la perdita di vite umane e si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione dalle scariche atmosferiche.