



PROGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO PORTO TORRES AREE SUD (SS)

Progetto Definitivo

RELAZIONE DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA SCARICHE ATMOSFERICHE

CD-FE	00	07/07/2023	Emissione	F.Mastroserio	T.Mancini	F.Somma	Project team	G.B. Tore
Stato di Validità	Numero Revisione	Data	Descrizione	BFP Preparato	BFP Verificato	BFP Approvato	Eni Plenitude Verificato	Eni Plenitude Approvato
Indice Revisione								
Logo Committente e Denominazione Commerciale  Eni New Energy S.p.A.				Nome progetto PROGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO PORTO TORRES AREE SUD		ID Documento Committente SY2400BERU00021 Commessa N.		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale  BFP [®] Studio Tecnico BFP S.r.l. Via degli Arredatori n°8 CAP 70132 - Modugno (BA)						ID Documento Appaltatore ----		
Nome d'Impianto e Oggetto PORTO TORRES (SS) Fotovoltaico – Porto Torres Aree Sud						Scala n.a.	Numero di Pagine 1 / 35	
Titolo Documento RELAZIONE DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA SCARICHE ATMOSFERICHE								

Software: Microsoft Word

File Name: Relazione Scariche Atmosferiche

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	DEFINIZIONI	6
3	LEGGI, NORME E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	10
3.1	INDIVIDUAZIONE DELLE STRUTTURE DA PROTEGGERE	11
3.2	MISURE DI PROTEZIONE PRE-ESISTENTI	13
3.2.1	Generatore fotovoltaico	13
3.2.2	Cabina di conversione e trasformazione	13
3.2.3	Cabina di raccolta (MTR)	13
3.2.4	Cabina di conversione e trasformazione BESS	13
3.2.5	Palo per sistema antintrusione e TVcc	13
3.3	SUDDIVISIONE IN ZONE	14
3.3.1	Generatore fotovoltaico	15
3.3.2	Cabina di conversione e trasformazione	15
3.3.3	Cabina di raccolta (MTR)	15
3.3.4	Cabina di conversione e trasformazione BESS	15
3.3.5	Palo per illuminazione e TVcc	15
3.4	SERVIZI ENTRANTI	15
3.5	RISCHIO D'INCENDIO E MISURE ANTINCENDIO	16
3.5.1	Generatore fotovoltaico	16
3.5.2	Cabina di conversione e trasformazione	17
3.5.3	Cabina di raccolta (MTR)	17
3.5.4	Cabina di conversione e trasformazione BESS	17
3.5.5	Palo per antintrusione e TVcc	17
3.6	LIVELLO DI PANICO	18
3.6.1	Generatore fotovoltaico	18
3.6.2	Cabina di conversione e trasformazione	18
3.6.3	Cabina di raccolta (MTR)	18
3.6.4	Cabina di conversione e trasformazione BESS	18
3.6.5	Palo per illuminazione e TVcc	18
3.7	DATI DI CALCOLO DELLE ZONE	19
4	MODELLO DI CALCOLO E AREE DI RACCOLTA	20
4.1	MODELLO DI CALCOLO	20
4.2	AREE DI RACCOLTA	20
5	RELAZIONE DI CALCOLO DELLA STRUTTURA	23
5.1	DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA	23
5.2	CARATTERISTICHE DELLE LINEE	24
5.3	CARATTERISTICHE DELLE ZONE	25
5.4	CIRCUITI INTERNI	28
5.5	VALUTAZIONE DEI RISCHI SELEZIONATI	30
5.5.1	Valutazione delle probabilità	30
5.5.2	Valutazione delle perdite	31
5.5.3	Valutazione del rischio di perdita di vita	31
6	CONCLUSIONI	33
7	ALLEGATI	34
7.1	CERTIFICATO DEL VALORE DI N_G	34

	SY2400BERU00021	Pagina 2 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di valutare il rischio dovuto ai fulmini, secondo la CEI EN 62305, di un impianto fotovoltaico denominato “Porto Torres Aree Sud” avente una potenza in immissione pari a 63 MW sito nella Regione Sardegna, nella Provincia di Sassari.

I fulmini a terra sono pericolosi per le strutture e ad essi possono essere dovuti:

- danni alla struttura stessa ed al suo contenuto,
- guasti dei relativi impianti elettrici ed elettronici,
- danni agli esseri viventi all’interno o in prossimità della struttura.

La norma CEI EN 62305-4 (CEI 81-10) utilizza metodi di analisi del rischio basati su considerazioni di tipo probabilistico che consentono, se correttamente applicati, di ridurre notevolmente il rischio dovuto al fulmine fino ad un livello accettabile. Ciò avviene attraverso l’individuazione di adeguate misure di protezione la cui scelta è quella economicamente più conveniente, da stabilire in base alle caratteristiche della struttura e alla sua destinazione d'uso.

Infatti il rischio è definito dalla suddetta norma come “la probabile perdita media annua dovuta al fulmine in una struttura e in un servizio” e dipende da:

- il numero annuo di fulmini che interessano la struttura ed il servizio,
- la probabilità che un fulmine che interessi la struttura o il servizio provochi danno,
- l’ammontare medio della perdita conseguente.

La probabilità di danno da fulmine dipende dalla struttura, dal servizio, dalle caratteristiche della corrente da fulmine, nonché dal tipo e dall’efficienza delle misure di protezione adottate. Dall’entità dei danni e dai conseguenti effetti derivano, invece, le perdite. Le perdite possibili sono classificate in quattro gruppi principali:

- L₁ – perdita di vite umane
- L₂ – perdita di servizio pubblico
- L₃ – perdita di patrimonio culturale insostituibile

	SY2400BERU00021	Pagina 3 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

- L₄ – perdita economica (struttura e suo contenuto, servizio e perdita di attività)

Il rischio è la misura della probabile perdita annua. I rischi da valutare sono:

- R₁ – rischio di perdita di vite umane
- R₂ – rischio di perdita di servizio pubblico
- R₃ – rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile
- R₄ – rischio di perdita economica

Ogni rischio è caratterizzato da un proprio livello di tolleranza, definito da un indice numerico. Per ottenere un rischio tollerabile sono stabilite misure di protezione tecnicamente ed economicamente ottimali, ad esempio protezioni da fulmine da esterno secondo la CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) e protezioni interne secondo la CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4).

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

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

Ogni componente di rischio descrive un tipo di pericolo e una possibile perdita derivante da esso. In particolare, i rischi R_C, R_M, R_W e R_Z vanno considerati, per R₁, solo in caso di strutture con pericolo di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui i guasti di impianti elettrici provocano immediato pericolo per la vita umana. Invece i rischi R_A e R_U vanno considerati per R₄ solo in strutture ad uso agricolo in cui si può verificare la perdita di animali.

I componenti di rischio vengono suddivisi per sorgenti di danno S₁, S₂, S₃ ed S₄.

	SY2400BERU00021	Pagina 4 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

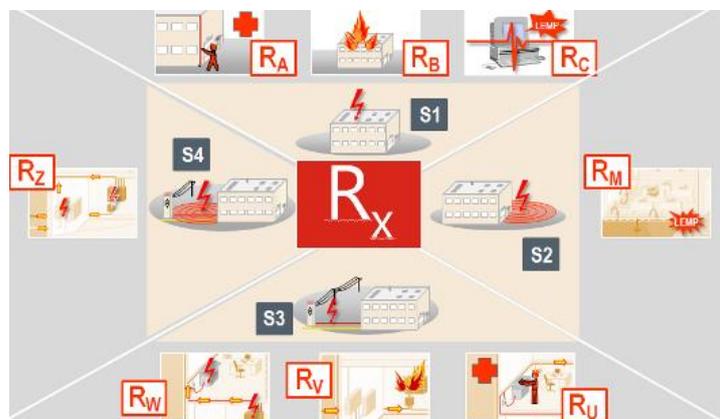


Fig. 1 – Schema di composizione del rischio

In questa relazione viene trattato solo il rischio R_1 , relativo alla perdita di vite umane. In tal caso il rischio tollerabile è pari a $R_T = 10^{-5}$.

La procedura per il calcolo del rischio è dedotta dalla norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2):2013.

R_2 non viene preso in considerazione perché si ritiene che un eventuale fuori servizio dell'impianto fotovoltaico non influisca sul dispacciamento dell'alimentazione, quindi non vi è alcuna perdita di servizio pubblico e gli utenti non sono interessati da eventuali interruzioni nell'approvvigionamento energetico.

R_3 non viene presa in considerazione perché un eventuale danno parziale o globale dell'impianto fotovoltaico non comporta la perdita di un patrimonio culturale insostituibile.

L'analisi del rischio R_4 è legata alle perdite economiche dell'impianto in caso di fulmini. Questa analisi non è effettuata in quanto non obbligatoria.

	SY2400BERU00021	Pagina 5 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

Tab. 1.1 - Componenti di rischio nelle diverse zone per la struttura

Rischio	Descrizione	Sorgente
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 distanti fino a 3m dalle calate. Possono verificarsi perdite di tipo L ₁ e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L ₄ con possibile perdita di animali.	S₁ fulminazione diretta della struttura
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 (L ₁ , L ₂ , L ₃ ed L ₄).	S₁ fulminazione diretta della struttura
R_C	Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L ₂ ed L ₄ , unitamente al tipo L ₁ 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.	S₁ fulminazione diretta della struttura
R_M	Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L ₂ ed L ₄ , unitamente al tipo L ₁ 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.	S₂ fulminazione in prossimità della struttura
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 L ₁ e, in caso di strutture ad uso agricolo, anche perdite di tipo L ₄ con possibile perdita di animali.	S₃ fulminazione diretta di una linea entrante
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 , L ₂ , L ₃ ed L ₄).	S₃ fulminazione diretta di una linea entrante
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 L ₂ ed L ₄ , unitamente al tipo L ₁ 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.	S₃ fulminazione diretta 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 L ₂ ed L ₄ , unitamente al tipo L ₁ 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.	S₄ fulminazione in prossimità di una linea entrante

	SY2400BERU00021	Pagina 6 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

2 DEFINIZIONI

Rischio R

Valore della probabile perdita media annua (uomini e beni) dovuta al fulmine, riferito al valore complessivo (uomini e beni) della struttura da proteggere.

Probabilità di danno P

Probabilità che un evento pericoloso possa provocare danno alla struttura da proteggere o al suo contenuto.

Perdita L

Ammontare medio della perdita (uomini e beni) conseguente ad un determinato tipo di danno dovuto ad un evento pericoloso, riferito al valore complessivo (uomini e beni) della struttura da proteggere.

Danno materiale

Danno ad una struttura (o a quanto in essa contenuto) o a un servizio causato dagli effetti meccanici, termici, chimici o esplosivi del fulmine.

Danno ad esseri viventi

Danni, inclusa la perdita della vita, causati a uomini o animali per elettrocuzione provocata da tensioni di contatto e di passo generate dal fulmine.

LPS – sistema di protezione contro il fulmine

Impianto completo usato per ridurre il danno materiale dovuto alla fulminazione diretta della struttura.

SPD (Surge Protective Device)

Nota comunemente come “scaricatore” o “limitatore” di sovratensione, è il dispositivo progettato per proteggere i sistemi e le apparecchiature elettriche contro le sovratensioni transitorie e impulsive.

SPD di classe di prova I o di tipo 1 (secondo IEC 61643-11)

SPD atto a sopportare una parziale corrente di fulmine avente la tipica forma d'onda 10/350 μ s e che richiede un corrispondente impulso di corrente di prova I_{imp} .

SPD di classe di prova II o di tipo 2 (secondo IEC 61643-11)

	SY2400BERU00021	Pagina 7 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

SPD atto a sopportare impulsi di corrente indotti aventi la tipica forma d'onda 8/20 μ s e che richiede un corrispondente impulso di corrente di prova I_n .

SPD di classe di prova III o di tipo 3 (secondo IEC 61643-11)

SPD atto a sopportare impulsi di corrente indotti aventi la tipica forma d'onda 8/20 μ s e che richiede un corrispondente impulso di corrente di prova I_{sc} mediante generatore di prova combinato avente impedenza interna di 2 Ω atto a generare la tensione a vuoto U_{oc} 1,2/50 μ s e la corrente di cortocircuito I_{sc} 8/20 μ s.

SPD con intervento a "innesco"

Un SPD che ha un'alta impedenza in assenza di sovratensioni, ma che può cambiare rapidamente verso una bassa impedenza in presenza di una sovratensione impulsiva (spinterometri, spinterometri a gas, tiristori e triac).

SPD con intervento a "limitazione"

Un SPD che presenta un'alta impedenza in assenza di sovratensioni e che la riduce con continuità con l'aumentare della tensione e della corrente impulsiva (varistori e diodi soppressori).

SPD combinato

SPD che incorpora sia il tipo ad innesco che quello a limitazione e che può presentare comportamenti tipici di componenti ad innesco, di quelli a limitazione e di entrambi in funzione della tensione applicata.

Sistema coordinato di SPD

Gruppo di SPD adeguatamente scelto, coordinato ed installato per ridurre guasti degli impianti elettrici ed elettronici.

Zona di una struttura

Parte di una struttura con caratteristiche omogenee, in cui può essere usato un gruppo unico di parametri per la valutazione di una componente di rischio.

	SY2400BERU00021	Pagina 8 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

Zona di protezione LPZ

Zona in cui è definito l'ambiente elettromagnetico creato dal fulmine. I confini di zona di una LPZ non sono necessariamente costituiti da elementi fisici (es. pareti, pavimento e soffitto).

Interfacce di separazione

Dispositivi atti ad attenuare gli impulsi condotti sulle linee entranti in una LPZ. Sono compresi i trasformatori di separazione muniti di schermo connesso a terra tra gli avvolgimenti, cavi in fibra ottica privi di parti metalliche ed opto-isolatori. Le caratteristiche di tenuta di detti dispositivi sono intrinsecamente adatte allo scopo o rese tali mediante SPD.

Impulso elettromagnetico del fulmine LEMP

Tutti gli effetti elettromagnetici della corrente di fulmine che possono generare impulsi e campi elettromagnetici mediante accoppiamento resistivo, induttivo e capacitivo.

Tensione nominale di tenuta ad impulso Uw

Tensione di tenuta ad impulso assegnata dal costruttore all'apparato o a parte di esso, che caratterizza la tenuta del suo isolamento nei confronti delle sovratensioni.

Protezione contro il fulmine

Sistema completo usato per la protezione contro il fulmine delle strutture, dei loro impianti interni, del loro contenuto e delle persone, costituito in generale da un LPS e dalle misure di protezione contro il LEMP (SPM).

Livello di protezione LPL

Numero, associato ad un gruppo di valori dei parametri della corrente di fulmine, relativo alla probabilità che i correlati valori massimo e minimo di progetto non siano superati in natura. Il livello di protezione è usato per dimensionare le misure di protezione sulla base del corrispondente gruppo di parametri della corrente di fulmine.

Collegamento equipotenziale

Connessione tra corpi metallici e l'LPS, mediante connessione diretta o tramite limitatore di sovratensioni, per ridurre le differenze di potenziale dovute alle correnti di fulmine.

	SY2400BERU00021	Pagina 9 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

Nodo

Punto di una linea oltre il quale la propagazione di impulsi si assume trascurabile. Esempi di nodo sono la barra di distribuzione a valle di un trasformatore AT/BT su una linea di energia, un multiplexer o un apparato xDSL su una linea di telecomunicazione.

Schermo magnetico

Schermo metallico chiuso, continuo o a maglia, che racchiude la struttura da proteggere, o una parte di essa, usato per ridurre i guasti degli impianti elettrici ed elettronici.

Cavo di protezione contro il fulmine

Cavo speciale con isolamento incrementato il cui schermo è in continuo contatto con il suolo sia direttamente che attraverso la guaina di plastica.

Condotto per la protezione dei cavi contro il fulmine

Condotto per cavi avente bassa resistività ed in contatto con il suolo (p.es. calcestruzzo con ferri di armatura interconnessi o condotto metallico).

	SY2400BERU00021	Pagina 10 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

3 LEGGI, NORME E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

L'art. 29 del D.Lgs. 81/08 (Modalità di effettuazione della valutazione dei rischi) impone al Datore di Lavoro di effettuare la valutazione di tutti i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori. Tra i rischi è compreso quello dovuto al fulmine e tale obbligo prescinde dalle dimensioni e dalla natura, metallica o non metallica, della struttura.

In merito alla protezione dai fulmini, l'Art. 84 del D.Lgs. 81/08 (Protezione dai fulmini) indica che:

“Il Datore di lavoro provvede affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dagli effetti dei fulmini secondo le norme tecniche”.

Questo documento, contenente la valutazione del rischio da fulminazione sulla struttura in oggetto, è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme tecniche:

- CEI EN 62305-1 "Protezione contro il fulmine - Parte 1: Principi generali". Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2 "Protezione contro il fulmine - Parte 2: Gestione del rischio". Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3 "Protezione contro il fulmine - Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone". Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4 "Protezione contro il fulmine - Parte 4: Sistemi elettrici ed elettronici all'interno delle 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.

Per la valutazione del rischio da fulminazione su una struttura è necessario conoscere il valore della densità di fulmini al suolo (N_g) in corrispondenza della struttura stessa. Questo valore è ottenibile dalle reti di localizzazione di fulmini al suolo (LLS: Lightning Location System), i cui requisiti sono specificati dalla Norma CEI EN 62858. I valori di N_g utilizzati nella presente valutazione del rischio soddisfano i requisiti della Norma CEI EN 62858.

	SY2400BERU00021	Pagina 11 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

Per l'acquisizione del valore di N_g , nel caso in oggetto, si è ricorso ai dati acquisiti, con licenza d'uso, dalla società TNE S.r.l., conformi alle indicazioni della Norma CEI EN 62858 e pertanto idonei alla valutazione del rischio secondo la norma CEI EN 62305-2.

3.1 INDIVIDUAZIONE DELLE STRUTTURE DA PROTEGGERE

L'individuazione delle strutture da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione delle aree di raccolta. Queste ultime sono superfici calcolate, intorno alla struttura, per determinare il numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta o indiretta della struttura stessa.

L'impianto è localizzato nella Regione Sardegna, nella provincia di Sassari, ed è costituito dalle seguenti strutture:

- n°1 generatore fotovoltaico
- n°15 cabine di conversione e trasformazione
- n°1 cabina di raccolta (MTR)
- n. 28 cabine area BESS;
- n.1 area Idrogeno (futura realizzazione);
- n. 179 pali per antintrusione e TVcc



Fig. 2 – Ubicazione geografica del parco fotovoltaico

La presente valutazione del rischio è riferita all'intero campo fotovoltaico, composto da tutte le strutture elencate. In particolare:

- Generatore fotovoltaico, costituito da strutture per il supporto dei moduli fotovoltaici, con altezza massima di 4,65 m (elemento più alto considerato 5 m ai fini del presente studio, a vantaggio di sicurezza) ; ogni struttura è considerata circondata da strutture di altezza uguale o inferiore; l'intero generatore fotovoltaico è, invece, isolato.

	SY2400BERU00021	Pagina 12 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

- Cabina di conversione e trasformazione, costituita da strutture aventi dimensioni massime (L x P x A) 12,2 x 2,44 x 3,00 m; queste strutture sono considerate isolate, senza oggetti e altre installazioni vicine.
- Cabina di raccolta (MTR), costituita da strutture aventi dimensioni (L x P x A) 12,00 x 6,00 x 3,00 m; questa struttura è considerata isolata, senza oggetti e altre installazioni vicine.
- Cabina di conversione e trasformazione BESS costituita da strutture aventi dimensioni varie di cui al fine del presente studio viene considerata quella avente dimensione massima pari a (L x P x A) 18,00 x 4,00 x 3,50 m; questa struttura è considerata isolata, senza oggetti e altre installazioni vicine.
- Pali per il sistema antintrusione e telecamere a circuito chiuso, dimensioni 0,15 x 0,15 x 4,00 m; questa struttura è considerata isolata, senza oggetti e altre installazioni vicine .

Nella valutazione del rischio da fulmini verrà utilizzato:

- n°1 valore di N_g rilevato in corrispondenza del baricentro del generatore fotovoltaico, pari a 0,95 fulmini/km²/anno.

La certificazione del valore di N_g utilizzato è riportata nell'allegato *7.1 Certificato del valore di N_g* .

	SY2400BERU00021	Pagina 13 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

3.2 Misure di protezione pre-esistenti

3.2.1 Generatore fotovoltaico

Le strutture porta-moduli non sono dotate di misure esterne di protezione dai fulmini e quindi non sono dotate di LPS. Gli inverter contengono SPD di tipo 2, il cui beneficio esiste solo in presenza di effetti elettromagnetici della corrente di fulmine (LEMP) e non in caso di fulminazione diretta della struttura. Questo tipo di SPD, pertanto, è considerato utile ai fini della protezione delle linee in ingresso solo per quelle linee il cui percorso è protetto da strutture o oggetti di altezza rilevante (linee che si trovano interamente all'interno della zona LPZ 0_B) per le quali la probabilità di rottura del SPD a causa della fulminazione diretta può essere ignorata, come indicato nella norma IEC 62305-4, sezione c.2.2. Per questa struttura, questa condizione è considerata valida per la totalità delle linee in arrivo, in quanto solo una minima parte di esse, che si può ritenere percentualmente trascurabile, si trova in scavi isolati.

3.2.2 Cabina di conversione e trasformazione

Gli inverter delle Cabine di conversione e trasformazione sono dotati di SPD di tipo 2 sia in corrispondenza degli ingressi DC che di quelli AC (come nello standard costruttivo di questi apparati). Il quadro elettrico dei circuiti ausiliari, collegato tramite trasformatore BT/BT ai circuiti AC dell'inverter, è dotato anche esso di un proprio SPD di tipo 2.

3.2.3 Cabina di raccolta (MTR)

Il quadro elettrico, all'interno delle cabine, è dotato di un SPD di tipo 2 in corrispondenza dell'arrivo linea.

3.2.4 Cabina di conversione e trasformazione BESS

I quadri elettrici, all'interno delle cabine, sono dotate di un SPD di tipo 1+2 in corrispondenza dell'arrivo linea.

3.2.5 Palo per sistema antintrusione e TVcc

I dispositivi contenuti all'interno di questa struttura non sono dotati di protezioni contro fulmini e sovratensioni.

	SY2400BERU00021	Pagina 14 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

3.3 Suddivisione in zone

Per consentirne l'analisi, ogni struttura deve essere suddivisa in zone di protezione distinte:

- Zona LPZ 0A
- Zona LPZ 0B
- Zona LPZ 1
- Zona LPZ 2...n

La zona **LPZ 0A** è quella in cui il pericolo è dovuto alla fulminazione diretta e dall'esposizione al totale campo magnetico. Gli impianti interni possono essere soggetti alla corrente di fulmine (totale o parziale).

La zona **LPZ 0B** è quella protetta contro la fulminazione diretta ma dove, però, rimane il pericolo dovuto all'esposizione al totale campo elettromagnetico. Gli impianti interni a questa zona possono essere soggetti a frazioni della corrente di fulmine.

La zona **LPZ 1** è quella in cui gli elementi ivi contenuti non sono esposti alla fulminazione diretta e dove le correnti che fluiscono attraverso di essi sono ulteriormente ridotte rispetto a quelle che si possono verificare in quelli posti in zona LPZ 0B in funzione delle caratteristiche dell'eventuale schermatura esistente e grazie alla presenza d'interfacce di separazione e/o SPD al confine della zona stessa.

La zona **LPZ2...n** è quella in cui la corrente è ulteriormente limitata dalla suddivisione della corrente di fulmine e dalla presenza d'interfacce di separazione e/o di ulteriori SPD ai confini delle diverse zone. Schermi locali addizionali possono essere utilizzati per attenuare ulteriormente il campo elettromagnetico.

Ai fini dell'analisi del rischio, per ogni zona deve essere definito sia il numero di persone presenti che il periodo di tempo in cui esse sono presenti. Questa valutazione viene fatta ipotizzando la presenza media di n. 4 operatori, all'interno di ogni zona, per un tempo pari a quota parte del totale delle ore lavorative annue. Quest'ultimo valore è

	SY2400BERU00021	Pagina 15 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

valutato ipotizzando un impegno settimanale, nelle aree di impianto, di 2 giorni lavorativi settimanali della durata di 7 ore ciascuno, per un totale di circa 700 ore annue. Tale stima comprende le risorse utilizzate per la manutenzione ordinaria e straordinaria.

Deve, inoltre, essere preso in considerazione anche il tipo di suolo o pavimentazione che contraddistingue la zona in questione.

3.3.1 Generatore fotovoltaico

Non sono presenti aree interne. Per questa struttura si considera, pertanto, un'unica area, in particolare l'area esterna, in cui le persone presenti sono esposte, in caso di fulminazione, ai rischi di folgorazione (R_A , R_U) e di incendio (R_B , R_V).

3.3.2 Cabina di conversione e trasformazione

Sono state considerate una zona esterna (LPZ 0_B) ed una zona interna (LPZ 1).

3.3.3 Cabina di raccolta (MTR)

Sono state considerate una zona esterna (LPZ 0_B) ed una zona interna (LPZ 1).

3.3.4 Cabina di conversione e trasformazione BESS

Sono state considerate una zona esterna (LPZ 0_B) ed una zona interna (LPZ 1).

3.3.5 Palo per illuminazione e TVcc

Non sono presenti aree interne. È pertanto considerata un'unica area, in particolare l'area esterna, in cui le persone presenti sono esposte, in caso di fulminazione, ai rischi di folgorazione (R_A , R_U) e di incendio (R_B , R_V).

Le informazioni sulla presenza di persone e sul tipo di suolo o pavimento di ogni zona sono riassunte nel paragrafo 3.7 *Dati di calcolo delle zone*.

3.4 Servizi entranti

Alle cabine di conversione e trasformazione confluiscono tutte le linee in corrente continua provenienti dai quadri di campo.

I cavi in fibra ottica, previsti per la trasmissione dei segnali tra cabina e cabina e tra cabina e cabina di raccolta (MTR), non sono presi in considerazione.

	SY2400BERU00021	Pagina 16 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

Riguardo alle linee in alta tensione, da ogni cabina di conversione e trasformazione parte una sola linea diretta verso la cabina successiva a formare n. 5 circuiti radiali in ingresso alla cabina di raccolta (MTR), alla quale, pertanto, giungono in totale n.5 linee provenienti dal campo, dove è localizzato il punto di arrivo della linea esterna.

Per il contributo delle linee entranti, nei calcoli relativi all'area di impianto presa come modello di analisi, è stata presa in considerazione l'unica linea in alta tensione entrante nel campo fotovoltaico:

- Collegamento tra la cabina di consegna e la cabina primaria mediante una linea in alta tensione interrata, schermata con schermo a terra, estesa in zona di tipo rurale, di lunghezza maggiore di 1 km; ai fini dell'analisi, la lunghezza presa in considerazione è pari a 1 km, secondo le indicazioni della norma CEI EN 62305-2; non è presa in considerazione la struttura a fine linea.

Non si considerano le linee di connessione interne alla centrale fotovoltaica.

Tutte le zone interne della struttura sono dotate di uno o più impianti interni, collegati, ognuno, alle linee entranti elencate. Le informazioni relative ai collegamenti degli impianti interni con le linee esterne sono riassunte nel paragrafo *3.7 Dati di calcolo delle zone*.

3.5 Rischio d'incendio e misure antincendio

Per la determinazione del rischio d'incendio delle strutture si è considerato il carico d'incendio associato alle attività prevalenti esercitate all'interno di ogni zona, pertanto sono stati considerati i seguenti rischi di incendio, rilevati secondo la CEI EN 62305-2:

3.5.1 Generatore fotovoltaico

- **Zona esterna** – rischio di incendio ordinario

Non sono presenti protezioni antincendio.

	SY2400BERU00021	Pagina 17 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

3.5.2 Cabina di conversione e trasformazione

- **Zona esterna** – il rischio di incendio è ininfluenza ai fini della valutazione del rischio
- **Zona interna** – rischio di incendio ordinario

Nella zona interna della cabina elettrica sono presenti, come protezioni antincendio, estintori manuali.

3.5.3 Cabina di raccolta (MTR)

- **Zona esterna** – il rischio di incendio è ininfluenza ai fini della valutazione del rischio
- **Zona interna** – rischio di incendio ordinario

Nella zona interna della cabina elettrica sono presenti, come protezioni antincendio, estintori manuali.

3.5.4 Cabina di conversione e trasformazione BESS

- **Zona esterna** – il rischio di incendio è ininfluenza ai fini della valutazione del rischio
- **Zona interna** – rischio di incendio ordinario

Nella zona interna della cabina elettrica sono presenti, come protezioni antincendio, estintori manuali.

3.5.5 Palo per antintrusione e TVcc

- **Zona esterna** – rischio di incendio ordinario

Non sono presenti protezioni antincendio.

Le informazioni relative al rischio di incendio ed alle protezioni adottate sono riassunte nel paragrafo *3.7 Dati di calcolo delle zone*.

	SY2400BERU00021	Pagina 18 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

3.6 Livello di panico

La valutazione del rischio tiene conto anche dei pericoli particolari derivanti da un'eventuale evacuazione della struttura, in particolare del cosiddetto "livello di panico". Il livello di panico di ogni zona è stato valutato su scala qualitativa, in base alla posizione della zona stessa all'interno della struttura e alla tipologia di persone che la frequentano. Le informazioni relative al livello di panico sono riassunte nel paragrafo 3.7 *Dati di calcolo delle zone*.

In particolare:

3.6.1 Generatore fotovoltaico

- nella zona esterna questo parametro è ininfluente ai fini della valutazione del rischio.

3.6.2 Cabina di conversione e trasformazione

- nella zona esterna questo parametro è ininfluente ai fini della valutazione del rischio;
- nella zona interna è stato considerato un livello di panico ridotto, in quanto localizzata al piano terra e nella quale c'è solitamente personale tecnico a cui si attribuiscono buone capacità di evacuare la zona stessa.

3.6.3 Cabina di raccolta (MTR)

- nella zona esterna questo parametro è ininfluente ai fini della valutazione del rischio;
- nella zona interna è stato considerato un livello di panico ridotto, in quanto localizzata al piano terra e nella quale c'è solitamente personale tecnico a cui si attribuiscono buone capacità di evacuare la zona stessa.

3.6.4 Cabina di conversione e trasformazione BESS

- nella zona esterna questo parametro è ininfluente ai fini della valutazione del rischio.
- nella zona interna è stato considerato un livello di panico ridotto, in quanto localizzata al piano terra e nella quale c'è solitamente personale tecnico a cui si attribuiscono buone capacità di evacuare la zona stessa.

3.6.5 Palo per illuminazione e TVcc

- nella zona esterna questo parametro è ininfluente ai fini della valutazione del rischio.

	SY2400BERU00021	Pagina 19 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

3.7 Dati di calcolo delle zone

Si riassumono qui di seguito i dati relativi a struttura e zone, utili per il calcolo del rischio di danno da fulminazione secondo la CEI EN 62305.

Tab. 3.1 - Dati di calcolo delle zone

	Zona esterna¹	Generatore fotovoltaico	Zona interna cabine e locali²
N° persone	4	4	4
Ore di presenza annuali	70	175	455
Suolo o pavimento	terreno	terreno	cemento
N° Linee elettriche BT entranti	1 (L1)		
N° Linee segnale entranti	-		
Connesso a linea elettrica	-	L1	L1
Connesso a linea segnale	-	-	-
Rischio d'incendio	-	ordinario	ordinario
Protezioni antincendio	-	-	estintori
Livello di panico	-	-	ridotto

¹ Per zona esterna si intende l'insieme delle aree esterne non associate ad altre zone (generatore fotovoltaico, cabine elettriche, eventuali pali).

² Per zona interna si intende l'insieme delle aree interne individuate dalle cabine elettriche, dai locali tecnici, dagli eventuali magazzini e nei pressi dei pali.

	SY2400BERU00021	Pagina 20 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

4 MODELLO DI CALCOLO E AREE DI RACCOLTA

4.1 Modello di calcolo

Per procedere con i calcoli relativi ai rischi da fulmine della struttura, è stato introdotto un modello geometrico dell'intero campo fotovoltaico, che consiste in una struttura avente planimetria coincidente con i limiti recinzione del campo stesso con altezza pari alla massima delle apparecchiature presenti (5 m delle strutture tracker), come indicato in Fig. 3.

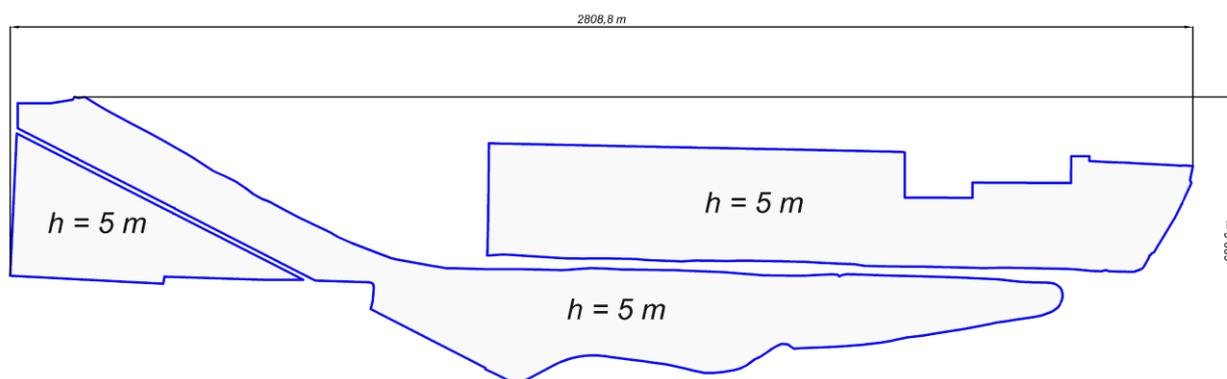


Fig. 3 – Modello geometrico del campo fotovoltaico

È stata indicata l'area totale del campo fotovoltaico in quanto soluzione ammissibile, come indicato dalla norma CEI 81-28 nel paragrafo A.2.

Inoltre, il rischio di ogni struttura è proporzionale all'area di raccolta della struttura stessa e quelle calcolate per ogni cabina e per ogni struttura porta moduli sono singolarmente molto più piccole rispetto quella del campo preso nella sua interezza. Ne consegue che se la valutazione del campo nella sua interezza risulta soddisfatta, automaticamente lo saranno quelle di ogni singola struttura.

4.2 Aree di raccolta

L'area di raccolta della struttura, indicata con "A_d", è valutata secondo il metodo indicato nella norma a 62305-2 del 2013 e, per una struttura con pianta rettangolare isolata, è pari a:

$$A_d = L \times W + 6 \times H \times (L + W) + 9 \times \pi \times (H)^2$$

	SY2400BERU00021	Pagina 21 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

Dove:

- L è la lunghezza della struttura,
- W è la larghezza della struttura,
- H è l'altezza della struttura.

Per le strutture di forma complesse l'area totale di raccolta è costituita dalla somma delle aree di raccolta dei singoli blocchi elementari.

L'area di captazione dei fulmini al suolo nei pressi della struttura, indicata con "A_m", è quella che può danneggiare i sistemi interni a causa di sovratensioni indotte. A_m è calcolata come l'area racchiusa entro 500 m dal perimetro della struttura. Per una struttura con base rettangolare e dimensioni L (lunghezza) e W (larghezza), l'area di raccolta A_m può essere calcolata come:

$$A_m = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2$$

Se la struttura non ha la forma di un parallelepipedo, ma ha una forma più complessa, si può costruire un modello di questa struttura dividendola in diversi elementi (strutture) semplici (parallelepipedi). Per ogni singola struttura vengono costruite le aree di raccolta con le formule sopra indicate. Le aree di raccolta A_d e A_m sono così la somma di tutte le aree di raccolta delle strutture elementari. In tal caso vanno considerate univocamente le eventuali sovrapposizioni tra una o più aree elementari.

	SY2400BERU00021	Pagina 22 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

$A_D = 1.082.983 \text{ m}^2$

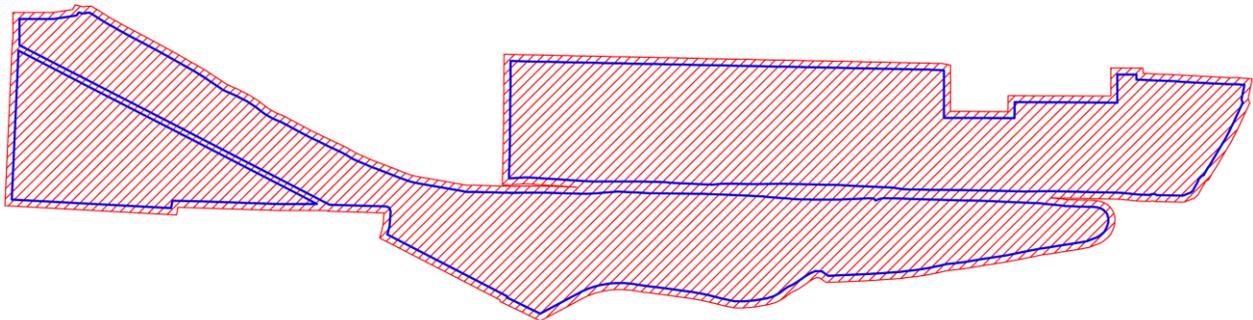


Fig. 4 – Area di raccolta della struttura

$A_M = 5.389.375 \text{ m}^2$

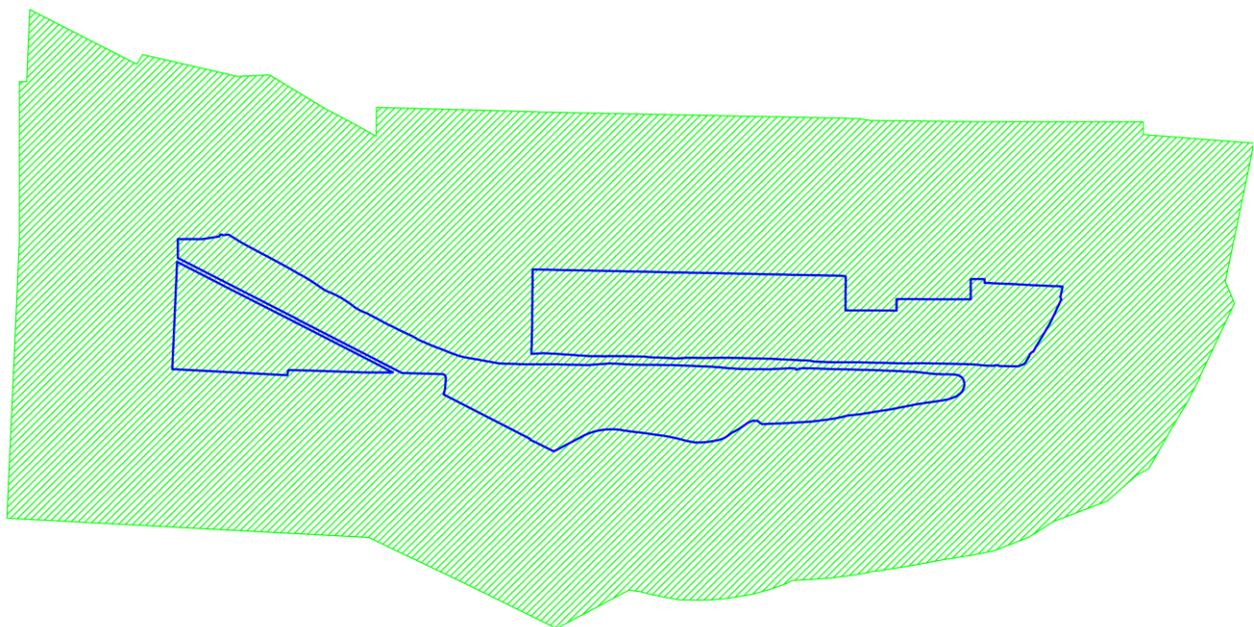


Fig. 5 – Area di raccolta dei fulmini in prossimità della struttura

	SY2400BERU00021	Pagina 23 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

5 RELAZIONE DI CALCOLO DELLA STRUTTURA

La presente relazione si riferisce ad una struttura adibita ad attività industriale.

5.1 Dati relativi alla struttura

I principali dati e caratteristiche della struttura sono specificati nella seguente tabella:

Tab. 5.1 - Caratteristiche della struttura

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Dimensioni	Vedasi capitolo 4.1		
Coefficiente di posizione	Isolata	C_d	1,0
LPS	Assente	P_B	1,0
Schermatura della struttura	Assente	K_{S1}	1,0
Densità di fulmini al suolo	1/km ² /anno	N_g	0,95
Area di raccolta per fulminazione diretta	m ²	A_D	1.082.983
Area di raccolta per fulminazione indiretta	m ²	A_M	5.389.375
n° eventi pericolosi per fulminazione diretta	1/anno	N_D	1,03
n° eventi pericolosi per fulminazione indiretta	1/anno	N_M	5,12

Per questa struttura è effettuata la valutazione del rischio di perdita di vite umane R_1 .

I valori indicati nelle tabelle del presente paragrafo sono utilizzati per la valutazione del rischio di fulmini conformemente alla norma IEC 62305-2.

	SY2400BERU00021	Pagina 24 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

5.2 Caratteristiche delle linee

I principali dati e caratteristiche delle linee elettriche entranti nella struttura sono specificati nelle seguenti tabelle:

Tab. 5.2 – Caratteristiche delle Linee

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	n. 1 Linea elettrica in Alta Tensione		
Resistività del suolo	Ωm	r_o	400
Lunghezza	m	L_c	3.900
Tipo di installazione	Linea interrata	G_i	0,5
Sezione schermo	Schermo assente		
Trasformatore AT/BT tra la struttura e la linea	Presente	G_t	0,2
Coefficiente ambientale della linea	Rurale	C_e	1,0
Protezione con SPD ad arrivo linea	LPL I	P_{EB}	0,01
Area di raccolta dei fulmini sul servizio	km^2	A_l	0,1560
Area di raccolta dei fulmini in prossimità del servizio	km^2	A_i	15,600
Frequenza di fulminazione diretta sul servizio	1/anno	M_L	0,0148
Frequenza di fulminazione in prossimità del servizio	1/anno	M_i	1,482
Dimensioni della struttura adiacente	m	$(L_j \cdot W_j \cdot H_j)$	-
Coefficiente di posizione della struttura adiacente	Isolata	C_{Dj}	-
Frequenza di fulminazione della struttura adiacente	1/anno	M_{Dj}	-

	SY2400BERU00021	Pagina 25 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

5.3 Caratteristiche delle zone

La struttura è stata suddivisa nelle seguenti zone:

- Zona 1 Zona esterna
- Zona 2 Generatore fotovoltaico
- Zona 3 Zona interna cabine e locali
- Zona 4 Pali perimetrali

Le caratteristiche di queste zone e degli impianti elettrici e di segnale ivi contenuti sono riportate nelle seguenti tabelle:

Tab. 5.3 - Caratteristiche della zona n.1

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Zona esterna		
Tipo di pavimento	Terreno agricolo, cemento ($R \leq 1k\Omega$)	r_t	0,01
Rischio d'incendio	Nessuno	r_f	0,0
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Nessuno	h	1,0
Protezione antincendio	Nessuna	r_p	1,0
Schermo locale degli ambienti interni	Nessuno	K_{S2}	1,0
Impianti di energia interni presenti	-		
Impianti di segnale interni presenti	-		
Protezione contro la tensione di passo e contatto	Nessuna	p_a	1,0
Persone potenzialmente in pericolo			4

	SY2400BERU00021	Pagina 26 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

Tab. 5.4 - Caratteristiche della zona n.2

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Generatore fotovoltaico		
Tipo di pavimento	Terreno agricolo, cemento ($R \leq 1k\Omega$)	r_t	0,01
Rischio d'incendio	Ordinario	r_f	0,01
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Nessuno	$ h$	1,0
Protezione antincendio	Nessuna	r_p	1,0
Schermo locale degli ambienti interni	Nessuno	K_{S2}	1,0
Impianti di energia interni presenti	Circuiti in bassa tensione (DC)		
Impianti di segnale interni presenti	-		
Protezione contro la tensione di passo e contatto	Cartelli ammonitori	p_a	0,1
Persone potenzialmente in pericolo			4

Tab. 5.5 - Caratteristiche della zona n.3

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Zona interna cabine e locali		
Tipo di pavimento	Terreno agricolo, cemento ($R \leq 1k\Omega$)	r_t	0,01
Rischio d'incendio	Ordinario	r_f	0,01
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Ridotto	$ h$	2,0
Protezione antincendio	Estintori	r_p	0,5
Schermo locale degli ambienti interni	Nessuno	K_{S2}	1,0
Impianti di energia interni presenti	Circuiti in bassa tensione (AC)		
Impianti di segnale interni presenti	Circuiti di segnale		
Protezione contro la tensione di passo e contatto	Cartelli ammonitori	p_a	0,1
Persone potenzialmente in pericolo			4

	SY2400BERU00021	Pagina 27 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

Tab. 5.6 - Caratteristiche della zona n.4

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Pali perimetrali		
Tipo di pavimento	Terreno agricolo, cemento ($R \leq 1k\Omega$)	r_t	0,01
Rischio d'incendio	Nessuno	r_f	0,0
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Nessuno	h	1,0
Protezione antincendio	Nessuna	r_p	1,0
Schermo locale degli ambienti interni	Nessuno	K_{S2}	1,0
Impianti di energia interni presenti	Circuiti in bassa tensione (AC)		
Impianti di segnale interni presenti	Circuiti di segnale		
Protezione contro la tensione di passo e contatto	Nessuna	ρ_a	0,1
Persone potenzialmente in pericolo			4

	SY2400BERU00021	Pagina 28 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

5.4 Circuiti interni

Le caratteristiche degli impianti elettrici e di segnale ivi contenuti sono riportate nelle seguenti tabelle:

Tab. 5.7 - Caratteristiche impianto interno tipo 1

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	n.3603 Circuiti in bassa tensione (DC)		
Collegato alla linea entrante	Linea elettrica in Alta Tensione		
Tensione nominale sistema BT verso terra	V		1.500
Sezione schermo	Schermo assente		
Precauzioni nel cablaggio interno	Area spira fino a 10 m ²	K_{S3}	0,2
Tensione di tenuta degli apparati U_w	6.000 V	K_{S4}	0,17
Protezione con sistema coordinato di SPD	LPL I	P_{SPD}	0,010

Tab. 5.8 - Caratteristiche impianto interno tipo 2

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	n.233 Circuiti in bassa tensione (DC) linee di potenza		
Collegato alla linea entrante	Linea elettrica in Alta Tensione		
Tensione nominale sistema BT verso terra	V		1500
Sezione schermo	Schermo assente		
Precauzioni nel cablaggio interno	Area spira fino a 0,5 m ²	K_{S3}	0,01
Tensione di tenuta degli apparati U_w	4.000 V	K_{S4}	0,25
Protezione con sistema coordinato di SPD	LPL I	P_{SPD}	0,01

Tab. 5.9 - Caratteristiche impianto interno tipo 3

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	n.15 Circuiti in bassa tensione (AC) per servizi ausiliari		
Collegato alla linea entrante	Linea elettrica in Alta Tensione		
Tensione nominale sistema BT verso terra	V		230
Sezione schermo	Schermo assente		
Precauzioni nel cablaggio interno	Area spira fino a 0,5 m ²	K_{S3}	0,01
Tensione di tenuta degli apparati U_w	2.500 V	K_{S4}	0,4
Protezione con sistema coordinato di SPD	LPL I	P_{SPD}	0,01

	SY2400BERU00021	Pagina 29 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

Tab. 5.10 - Caratteristiche impianto interno tipo 4

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	n.15 Circuiti di segnale		
Collegato alla linea entrante	Nessuna linea		
Tensione nominale sistema BT verso terra	V		12÷24
Sezione schermo	Schermo assente		
Precauzioni nel cablaggio interno	Area spira fino a 0,5 m ²	K_{S3}	0,01
Tensione di tenuta degli apparati U_w	1.500 V	K_{S4}	0,67
Protezione con sistema coordinato di SPD	Assente	P_{SPD}	1,0

Tab. 5.11 - Caratteristiche impianto interno tipo 5

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	n.15 Circuiti in bassa tensione (AC) per alimentazione pali		
Collegato alla linea entrante	Linea elettrica in Alta Tensione		
Tensione nominale sistema BT verso terra	V		230
Sezione schermo	Schermo assente		
Precauzioni nel cablaggio interno	Area spira fino a 0,5 m ²	K_{S3}	0,01
Tensione di tenuta degli apparati U_w	2.500 V	K_{S4}	0,4
Protezione con sistema coordinato di SPD	assente	P_{SPD}	1,00

Tab. 5.12 - Caratteristiche impianto interno tipo 6

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	n.15 Circuiti di segnale pali perimetrali		
Collegato alla linea entrante	Nessuna linea		
Tensione nominale sistema BT verso terra	V		12÷24
Sezione schermo	Schermo assente		
Precauzioni nel cablaggio interno	Area spira fino a 0,5 m ²	K_{S3}	0,01
Tensione di tenuta degli apparati U_w	1.500 V	K_{S4}	0,67
Protezione con sistema coordinato di SPD	Assente	P_{SPD}	1,0

	SY2400BERU00021	Pagina 30 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

5.5 Valutazione dei rischi selezionati

5.5.1 Valutazione delle probabilità

Il valore di rischio calcolato per la struttura in esame è pari alla somma di più componenti di rischio. Il valore di ogni componente di rischio R_x è proporzionale al prodotto della probabilità di danno P_x e della perdita L_x , conseguente al danno stesso.

Nella tabella seguente sono indicati i valori di probabilità di danno P con riferimento alle zone individuate:

Tab. 5.13 – Valori di probabilità³

			Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
P_A			1,0	1,0	1,0	1,0
P_B			1,0	1,0	1,0	1,0
P_U	Linea elettrica in Alta Tensione	Circuiti BT DC		1,00E-04		
		Circuiti BT DC potenza		3,00E-04		
		Circuiti BT AC (aux)			6,00E-04	
		Circuiti segnale Aux				6,00E-04
		Circuiti BT AC (pali)				
		Circuiti di segnale pali				
P_V	Linea elettrica in Alta Tensione	Circuiti BT DC		1,00E-03		
		Circuiti BT DC potenza		3,00E-03		
		Circuiti BT AC (aux)			6,00E-03	6,00E-03
		Circuiti segnale Aux				
		Circuiti BT AC (pali)				
		Circuiti di segnale pali				

³ I valori di P_u e P_v sono intesi per ogni circuito interno

	SY2400BERU00021	Pagina 31 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

5.5.2 Valutazione delle perdite

Nella tabella seguente sono indicati i valori delle perdite L con riferimento alle zone individuate:

Tab. 5.14 – Valori di perdita

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
L_A = L_U	7,99E-07	2,00E-06	4,79E-06	4,00E-06
L_B = L_V	0,0	4,00E-07	9,59E-07	0,0

5.5.3 Valutazione del rischio di perdita di vita

Il rischio R_1 descrive la perdita di vite umane inerente al pericolo a seconda della sorgente di danno. Perdite di vite umane possono verificarsi sia all'interno che all'esterno di strutture a causa di tensioni di passo e contatto a seguito di fulminazione. Anche influenze fisiche, come per esempio un incendio o un'esplosione, possono causare perdite di vite umane. Ai fini della valutazione del rischio R_1 , le componenti di rischio R_C , R_M , R_W e R_Z non saranno prese in considerazione, poiché vanno prese in considerazione solo nel caso di strutture a rischio di esplosione, ospedali o altre strutture in cui guasti negli impianti elettrici possono mettere immediatamente in pericolo la vita umana.

Il rischio R_1 ⁴ è composto dalle seguenti componenti di rischio:

Tab. 5.15 - Rischio R_1 - Valori delle componenti di rischio per la struttura allo stato attuale

Rischio	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Valore
R_A	8,22E-07	2,06E-06	4,93E-06	4,11E-07	8,22E-06
R_B	0,00E+00	4,11E-07	9,87E-07	0,00E+00	1,40E-06
R_U	0,00E+00	1,18E-11	4,26E-11	3,55E-12	5,80E-11
R_V	0,00E+00	2,37E-11	8,53E-11	0,00E+00	1,09E-10
	Totale				9,62E-06

⁴ Il rischio di ogni struttura è proporzionale all'area di raccolta della struttura stessa e quelle calcolate per ogni cabina e per ogni struttura porta moduli sono singolarmente molto più piccole rispetto a quella del campo preso nella sua interezza. Ne consegue che se la valutazione del campo nella sua interezza risulta soddisfatta, automaticamente lo saranno quelle di ogni singola struttura.



SY2400BERU00021

Pagina
32 / 36

Stato di
Validità

Numero
Revisione

CD-FE

00

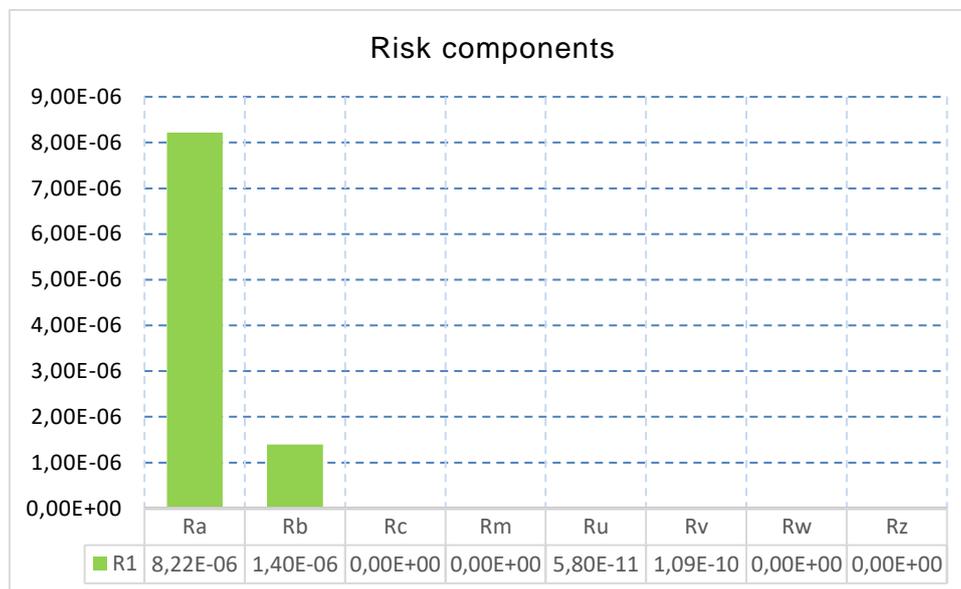


Fig. 6 – Diagramma delle componenti del rischio R_1



Poiché il rischio calcolato $R_1 = 9,62 \cdot 10^{-6}$ è minore del valore di rischio tollerato ($R_T = 1,00 \cdot 10^{-5}$), secondo la norma CEI EN 62305-2

**L'IMPIANTO È PROTETTO CONTRO LE FULMINAZIONI
SENZA RICORRERE AD ULTERIORI MISURE DI PROTEZIONE.**

	SY2400BERU00021	Pagina 33 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

6 CONCLUSIONI

La valutazione del rischio da fulmini del parco fotovoltaico ha rivelato che tutte le strutture in esso contenute sono protette contro le fulminazioni senza ricorrere ad ulteriori misure di protezione.

Pertanto

IL PARCO FOTOVOLTAICO È PROTETTO CONTRO LE FULMINAZIONI SENZA RICORRERE AD ULTERIORI MISURE DI PROTEZIONE.

Ad ogni modo, in caso di temporali non previsti durante le attività di manutenzione all'interno del parco fotovoltaico, al fine di salvaguardare la salute dei lavoratori impegnati si raccomanda non solo di evitare qualsiasi contatto con le parti metalliche delle strutture (ad esempio le strutture porta-moduli) ma anche di mantenersi ad almeno 5 m da esse per minimizzare l'effetto della dispersione a terra della corrente di fulmine nel caso di impatto di quest'ultimo sulle strutture stesse.

Un possibile luogo sicuro è l'automobile che, in quanto gabbia di Faraday, protegge efficacemente gli occupanti contro i fulmini.

	SY2400BERU00021	Pagina 34 / 36	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	00

7 ALLEGATI

7.1 Certificato del valore di N_G



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 0,95 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **40,815246° N**

Longitudine: **8,347172° 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 2028.

Data 07/06/2023