Firmato digitalmente da

Pablo Miguel Otin Pintado

CN = Pablo Miguel Otin Pintado
C = IT

"MIADONNA"

REV.	DESCRIZIONE E REVISIONE	Sigla	Data	Firma
1	PROGETTO REV 00	MR	11/21	
		EMESSO		

PROGETTAZIONE

GVC SERVIZI DI INGEGNERIA

Via della Pineta 1 - 85100 - Potenza
email: info@gvcingegneria.it -
website: www.gvcingegneria.it
C.F e P.IVA 01737760767
P.E.C: gvcsrl@gigapec.it

Direttore Tecnico:
dott. ing. MICHELE RESTAINO

Collaboratori GVC s.r.l. per il progetto:
dott. ing. GIORGIO MARIA RESTAINO
dott. ing. CARLO RESTAINO
dott. ing. ATTILIO ZOLFANELLI

GVC S.r.l.
Direttore Tecnico
Ing.Michele Restaino

GEOLOGIA

Nuova Atlantide soc. coop. a r.l.

Località Palazzo snc - 75011 Accettura - Matera
email: progettazione@nuovaatlantide.com

Direttore Tecnico:
geol. ANTONIO DI BIASE

Collaboratore per il progetto:
geol. TOMMASO SANTOCHIRICO

"Nuova Atlantide" Società Cooperativa
Località Palazzo s.r.l. 75011 Accettura (MT)

ORDINE DEI GEOLOGI DI BASILICATA
Dott. Geol. DIBIASE Antonio
N. Iscriz. 257

ARCHEOLOGIA

Dott. Antonio Bruscella

Piazza Alcide De Gasperi 27 - 85100 - Potenza
email: antoniobruscella@hotmail.it

Dott. Antonio Bruscella
Antonio Bruscella
ANTONIO BRUSCELLA
Archeologo Specializzato

AGRONOMIA

Dott. agr. Paolo Castelli

Viale Croce Rossa 25 - 90144 - Palermo
email: paolo:castelli@hotmail.it
P.IVA 0546509826

ORDINE DEI DOTTORI AGRONOMI E DOTTORI FORESTALI - PALERMO - ITALY
Dott. CASTELLI PAOLO N. 1196 ALBO SEZ. A

Committente

AMBRA SOLARE 44 s.r.l.
Via Tevere n.41 - 00198 ROMA, Italia
ambrasolare44srl@legalmail.it
C.F. e P.IVA 16221101005
SOCIETA' DEL GRUPPO POWERTIS s.r.l.

Powertis
Via Tevere, 41 - 00198 ROMA, Italia
www.powertis.com

Soltec
Via Tevere, 41 - 00198 ROMA, Italia
www.soltech.com

Comune

COMUNE DI CRACO (MT)

COD. RIF	G/139/07/A/01/PD	
ELABORATO		FILE
Categoria	N.°	
PD		Scala - - - - - - -

Opera

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA NOMINALE PARI A 19.994,88 kWp DENOMINATO "MIADONNA" - UBICATO NEL COMUNE DI CRACO (MT) - REGIONE BASILICATA

Oggetto

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Protezione contro i fulmini

A.5.c

Questo disegno é di nostra proprietà riservata a termine di legge e ne é vietata la riproduzione anche parziale senza nostra autorizzazione scritta

Firmato digitalmente da

MICHELE RESTAINO

C = IT

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

A.5.c. Protezione contro i fulmini

IMPIANTO "MIADONNA"

Powertis S.R.L.
Powertis S.A.U. socio unico di Powertis S.R.L.
Via Venti Settembre 1
00187, Roma, Italia
C.F. e P.IVA: 15448121002
info@powertis.com

Powertis S.A.U
Calle Príncipe de Vergara, 43
Planta 6 oficina 1
28001, Madrid, España
info@powertis.com

INDICE

1 PREMESSA 4
2 ANALISI E VALUTAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE 5
2.1 SIMBOLI 5
3 VALUTAZIONE DEL RISCHIO FULMINAZIONE 9
3.1 METODO DI VALUTAZIONE 10
3.2 COMPONENTI DI RISCHIO 11
3.3 DETERMINAZIONE DEL RISCHIO DI PERDITA DI VITE UMANE (R1) 15
3.4 DETERMINAZIONE DEL RISCHIO DI PERDITA DEL SERVIZIO PUBBLICO 15
3.5 DETERMINAZIONE DEL RISCHIO DI PERDITA DI PATRIMONIO CULTURALE INSOSTITUIBILE (R3) 16
3.6 DETERMINAZIONE DEL RISCHIO DI PERDITA ECONOMICA (R4) 16
3.7 ESITO DELLA VALUTAZIONE 16
4 DATI IMPIANTO 18
4.1 ZONE DI IMPIANTO 18
4.1.1 Zona Z1 – “Cabina STS” 18
4.1.2 Zona Z2 – “Cabina di distribuzione MT” 19
4.1.3 Zona Z3 – “Impianto Agrivoltaico” 20
4.2 LINEE 21
4.2.1 Linea elettrica “L1” 21
4.3 ESITO DELLA VALUTAZIONE 22
4.3.1 Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1 22
5 CONCLUSIONI 25

ELENCO FIGURE

Figura 1 - Inquadramento su ortofoto dell'impianto (stralcio tavola A12a1-3) 4

1 PREMESSA

La presente relazione è redatta al fine di illustrare le valutazioni condotte sulla protezione da fulmini del progetto di un impianto agrivoltaico di potenza nominale pari a 19.994,88 KWp da installarsi sui terreni nel comune di Craco (MT) e relativa sottostazione AT/MT MONTALBANO JONICO. La denominazione dell'impianto sarà "MIADONNA".

La viabilità presente garantisce una buona accessibilità a ogni tipo di mezzo ai fini della cantierizzazione e della realizzazione del parco fotovoltaico, infatti la Strada Provinciale 103 (ex SS 103) e la Strada Comunale Stigliano hanno una larghezza di circa 5.5 metri.

L'energia elettrica prodotta sarà immessa nella rete di trasmissione nazionale RTN con allaccio in Alta Tensione tramite collegamento in antenna a 150 kV con la sezione a 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) a 380/150 kV.

Il Soggetto Responsabile, così come definito, ex art. 2, comma 1, lettera g, del DM 28 luglio 2005 e s.m.i., è la società "AMBRA SOLARE 44 s.r.l." del gruppo POWERTIS S.r.l., che dispone delle disponibilità all'utilizzo delle aree oggetto di intervento.

Il sito di interesse è ubicato nel Comune di Craco (MT).

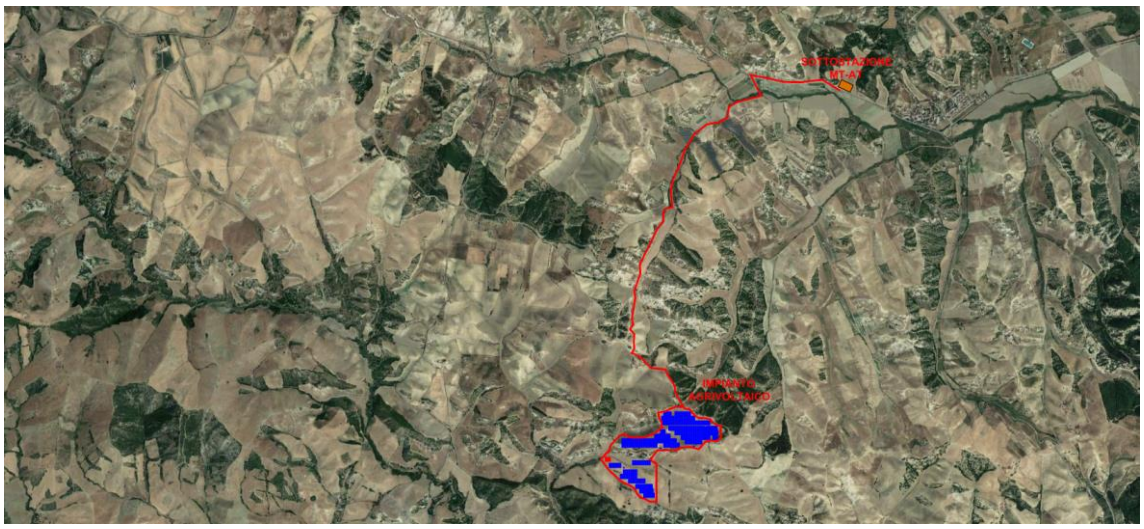


Figura 1 - Inquadramento su ortofoto dell'impianto (stralcio tavola A12a1-3)

L'impianto agrivoltaico in progetto, di potenza complessiva pari a 19.994,88 Kwp, occuperà una superficie pari a circa 31 ha e sarà connesso alla S.E. di Terna mediante un cavidotto interrato MT a 30 kV di lunghezza pari a circa 5 ,2 km, una Sottostazione di trasformazione MT/AT 30/150kV e un cavidotto in AT a 150 kV; i terreni interessati dall'intervento, della tipologia green field, ricadono in "Zona 15 – Aree agricole ordinarie" di P.R.G. del Comune di Craco (MT).
Nella presente relazione, vista la natura dell'impianto, è stato valutato solo il rischio di perdita di vite umane R1 in quanto i rischi R2 (Rischio di perdita di un servizio pubblico in una struttura) ed R3 (rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile) non sono applicabili e il rischio R4 (perdita economica), vista la bassissima probabilità, è stato accettato dalla committenza pertanto per quest'ultimo non sono stati previsti eventuali accorgimenti tecnici.

2 ANALISI E VALUTAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

Valgono le seguenti definizioni:

- ***Fulmine su una struttura:*** Fulmine che colpisce una struttura da proteggere;
- ***Fulmine in prossimità di una struttura:*** Fulmine che colpisce tanto vicino ad una struttura da
- ***Fulmine su una linea:*** Fulmine che colpisce una linea connessa alla struttura da proteggere.
- ***Fulmine in prossimità di una linea:*** Fulmine che colpisce tanto vicino ad una linea connessa alla struttura da proteggere, da essere in grado di generare sovratensioni pericolose.
- ***Danni ad esseri viventi:*** Danni, inclusa la perdita della vita, causati ad uomini o animali per elettrocuzione provocata da tensioni di contatto e di passo generate dal fulmine.
- ***LEMP:*** Impulso elettromagnetico del fulmine, tutti gli effetti elettromagnetici della corrente di fulmine che possono generare impulsi e campi elettromagnetici mediante accoppiamento resistivo, induttivo e capacitivo
- ***LPL:*** Livello di protezione, 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.
- ***Misure di protezione:*** Misure da adottare nella struttura da proteggere per ridurre il rischio.
- ***LP:*** 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 SPM.
- ***ZS:*** 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.
- **SL:** sezione di una linea, parte di una linea con caratteristiche omogenee, in cui può essere usato un unico gruppo di parametri per la valutazione di una componente di rischio.
- **LPS**: Sistema di protezione contro il fulmine, impianto completo usato per ridurre il danno materiale dovuto alla fulminazione diretta della struttura.
- **SPM**: Misure di protezione contro il LEMP, misure usate per la protezione degli impianti interni contro gli effetti del LEMP.
- **SPD**: Limitatore di sovratensione, dispositivo che limita le sovratensioni e scarica le correnti impulsive; contiene almeno un componente non lineare.
- **Sistema di SPD**: Gruppo di SPD adeguatamente scelto, coordinato ed installato per ridurre i guasti degli impianti elettrici ed elettronici.

2.1 SIMBOLI

AD Area di raccolta dei fulmini su una struttura isolata.

ADJ Area di raccolta dei fulmini su una struttura adiacente.

AI Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una linea.

AL Area di raccolta dei fulmini su una linea.

AM Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una struttura.

B Struttura.

CD Coefficiente di posizione.

CDJ Coefficiente di posizione di una struttura adiacente.

CE Coefficiente ambientale.

CI Coefficiente di installazione di una linea.

CL Costo annuo della perdita totale senza misure di protezione.

CLD Coefficiente dipendente dalla schermatura, dalle condizioni di messa a terra e di separazione di una linea per fulmini sulla linea stessa.

CLI Coefficiente dipendente dalla schermatura, dalle condizioni di messa a terra e di separazione di una linea per fulmini in prossimità della linea stessa.

CT Coefficiente di correzione per un trasformatore AT/BT sulla linea.

D1 Danno ad esseri viventi per elettrocuzione.

D2 Danno materiale.

D3 Guasto di impianti elettrici ed elettronici.

KS1 Coefficiente relativo all'efficacia dell'effetto schermante della struttura.

KS2 Coefficiente relativo all'efficacia di uno schermo interno alla struttura.

KS3 Coefficiente relativo alle caratteristiche dei circuiti interni alla struttura.

KS4 Coefficiente relativo alla tensione di tenuta ad impulso di un impianto interno.

LF Tipica percentuale di perdita per danni materiali in una struttura.

LO Tipica percentuale di perdita per guasto di impianti interni in una struttura.

LT Tipica percentuale di perdita per danni ad esseri viventi per elettrocuzione.

L1 Perdita di vite umane.

L2 Perdita di servizio pubblico.

L3 Perdita di patrimonio culturale insostituibile.

L4 Perdita economica.

NG Densità di fulmini al suolo.

nz Numero delle possibili persone danneggiate (vittime o utenti non serviti).

nt Numero totale di persone (o utenti serviti).

P Probabilità di danno.

PA Probabilità di danno ad esseri viventi per elettrocuzione (fulminazione sulla struttura).

PB Probabilità di danno materiale in una struttura (fulm. sulla struttura).

PC Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. sulla struttura).

PM Probabilità di guasto degli impianti interni (fulmine in prossimità della struttura).

PU Probabilità di danno ad esseri viventi (fulm. sulla linea connessa).

PV Probabilità di danno materiale nella struttura (fulm. sulla linea connessa).

PW Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. sulla linea connessa).

PX Probabilità di danno nella struttura.

PZ Probabilità di guasto degli impianti interni (fulm. in prossimità della linea connessa).

PEB Probabilità che riduce PU e PV dipendente dalle caratteristiche della linea e dalla tensione di tenuta degli apparati in presenza di EB (equipotenzializzazione al fulmine).

PSPD Probabilità che riduce PC, PM, PW e PZ, quando sia installato un sistema di SPD.

PTA Probabilità che riduce PA dipendente dalle misure di protezione contro le tensioni di contatto e di passo.

rt Coefficiente di riduzione associato al tipo di superficie.

rf Coefficiente di riduzione delle perdite dipendente dal rischio di incendio.

rp Coefficiente di riduzione delle perdite correlato alle misure antincendio.

RT Rischio tollerabile, valore massimo del rischio che può essere tollerato nella struttura da proteggere.

RA Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulm. sulla struttura).

RB Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulm. sulla struttura).

RC Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. sulla struttura).

RM Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. in prossimità della struttura).

RU Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulm. sulla linea connessa).

RV Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulm. sulla linea connessa).

RW Componente di rischio (danno agli impianti – fulm. sulla linea connessa).

RZ Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. in prossimità di una linea).

R1 Rischio di perdita di vite umane nella struttura.

R2 Rischio di perdita di un servizio pubblico in una struttura.

R3 Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile in una struttura.

R4 Rischio di perdita economica in una struttura.

S Struttura.

S1 Sorgente di danno (fulm. sulla struttura).

S2 Sorgente di danno (fulm. in prossimità della struttura).

S3 Sorgente di danno (fulm. sulla linea).

S4 Sorgente di danno (fulm. in prossimità della linea).

tz Tempo di permanenza delle persone in un luogo pericoloso (ore/anno).

wm Lato di maglia.

3 VALUTAZIONE DEL RISCHIO FULMINAZIONE

La normativa CEI EN 62305-2 specifica una procedura per la valutazione del rischio dovuto a fulminazione e, se necessario, individua le misure di protezione necessarie da realizzare per ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma.

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. Essi sono le seguenti:

- D1 Danno ad 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 diverse perdite conseguenti nell'oggetto da proteggere. Il tipo di perdita che può verificarsi dipende dalle caratteristiche dell'oggetto stesso ed al suo contenuto.

- L_1 Perdita di vite umane (compreso danno permanente).
- L_2 Perdita di servizio pubblico.
- L_3 Perdita di patrimonio culturale insostituibile.
- L_4 Perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

Rischio, R

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.

- - R_1 Rischio di perdita di vite umane (inclusi danni permanenti).
- - R_2 Rischio di perdita di servizio pubblico.
- - R_3 Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile.
- - R_4 Rischio di perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

Rischio tollerabile, R_T

La definizione dei valori di rischio tollerabili R_T riguardanti le perdite di valore sociale sono stabilite 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).

Per ogni tipologia di rischio (R_1, R_2, R_3 o R_4), nella tabella seguente sono riportate le sue componenti:

Sorgente	**S1**			**S2**	**S3**			**S4**
Danno	**D1**	**D2**	**D3**	**D3**	**D1**	**D2**	**D3**	**D3**
Comp. di rischio	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
R_1	SI	SI	SI(1)	SI(1)	SI	SI	SI(1)	SI(1)
R_2	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
R_3	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO
R_4	SI(2)	SI	SI	SI	SI(2)	SI	SI	SI

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

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

3.1 METODO DI VALUTAZIONE

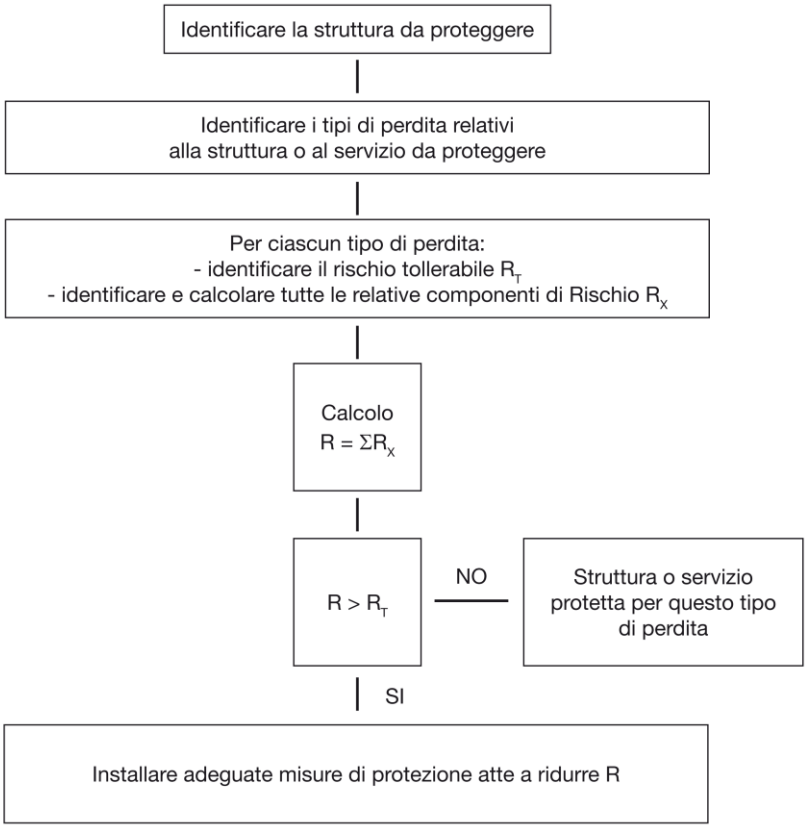
Ai fini della valutazione del rischio (R_1, R_2, R_3 o R_4) si deve provvedere a:

- determinare le componenti R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W e R_Z che lo compongono;
- determinare il corrispondente valore del rischio R_x;
- confrontare il rischio R_x con quello tollerabile R_T (tranne per R_4);

Per ciascun rischio devono essere effettuati i seguenti passi (vedi anche figura successiva):

- identificazione delle componenti R_X che contribuiscono al rischio;
- calcolo della componente di rischio identificata R_X;
- calcolo del rischio totale R;

- identificazione del rischio tollerabile R_T;
- confronto del rischio R con quello tollerabile R_T.



1.Se Rx ≤ RT la protezione contro il fulmine non è necessaria.
2.Se RX > RT devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere RX ≤ RT per tutti i rischi a cui è interessato l'oggetto.

Per il rischio R4, oltre a determinare le componenti e il valore del rischio R4, deve essere effettuata la valutazione della convenienza economica della protezione effettuando il confronto tra il costo totale della perdita con e senza le misure di protezione.

3.2 COMPONENTI DI RISCHIO

Le componenti di rischio sono raggruppate secondo la sorgente di danno ed il tipo di danno, come si evince dalla precedente tabella.
Ciascuna delle componenti di rischio può essere calcolata mediante la seguente equazione generale:

$$R_X = N_X \times P_X \times L_X$$

dove

N_X è il numero di eventi pericolosi [Allegato A, CEI EN 62305-2].

P_X è la probabilità di danno alla struttura [Allegato B, CEI EN 62305-2].

L_X è la perdita conseguente [Allegato C, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura), R_A

Componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto e di passo in zone fino a 3 m all'esterno della struttura. Possono verificarsi perdite di tipo L1 (perdita di vite umane) e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 (perdita economica) con possibile perdita di animali.

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

dove:

- R_A Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura);
- N_D Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_A Probabilità di danno ad esseri viventi (fulmine sulla struttura) [§ B.2, CEI EN 62305-2].
- L_A Perdita per danno ad esseri viventi [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla 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 essere pericolose per l'ambiente. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita: L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di un servizio pubblico), L3 (perdita di patrimonio culturale insostituibile) e L4 (perdita economica).

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

dove:

- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- N_D Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_B Probabilità di danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura) [§ B.3, CEI EN 62305-2].
- L_B Perdita per danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura), R_C

Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine). In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

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

dove:

- R_C Componente di rischio (guasto di apparati del servizio - fulmine sulla struttura);

- N_D Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_C Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine sulla struttura) [§ B43, CEI EN 62305-2].
- L_C Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine sulla struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura), R_M

Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine). In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

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

dove:

- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura);
- N_M Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità della struttura) [§ A.3, CEI EN 62305-2];
- P_M Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità della struttura) [§ B.5, CEI EN 62305-2];
- L_M Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità della struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso), R_U

Componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto all'interno della struttura dovute alla corrente di fulmine iniettata nella linea entrante nella struttura. Possono verificarsi perdite di tipo L1 (perdita di vite umane) e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 (perdita economica) con possibile perdita di animali.

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

dove:

- R_U Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio);
- N_L Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- N_{DJ} Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2 della CEI EN 62305-2].
- P_U Probabilità di danno ad esseri viventi (fulmine sul servizio connesso) [§ B.6, CEI EN 62305-2].
- L_U Perdita per danni ad esseri viventi (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso), R_V

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 il servizio entrante. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita: L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di un servizio pubblico), L3 (perdita di patrimonio culturale insostituibile) e L4 (perdita economica).

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

dove:

- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- N_L Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- N_{Da} Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_V Probabilità di danno materiale nella struttura (fulmine sul servizio connesso) [§ B.7, CEI EN 62305-2].
- L_V Perdita per danno materiale in una struttura (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso), R_W

Componente relativa al guasto di impianti interni causati da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

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

dove:

- R_W Componente di rischio (danno agli apparati - fulmine sul servizio connesso).
- N_L Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- N_{Da} Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_W Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine sul servizio connesso) [§ B.8, CEI EN 62305-2].
- L_W Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso), R_Z

Componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di

esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

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

dove:

- R_Z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità del servizio).
- N_I Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità del servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- P_Z Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità del servizio) [§ B.9, CEI EN 62305-2].
- L_Z Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità del servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

3.3 DETERMINAZIONE DEL RISCHIO DI PERDITA DI VITE UMANE (R1)

Il rischio di perdita di vite umane è determinato come somma delle componenti di rischio precedentemente definite.

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^{(1)} + R_M^{(1)} + R_U + R_V + R_W^{(1)} + R_Z^{(1)}$$

(1)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.

dove:

- R_A Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura).
- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- R_C Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).
- R_U Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso).
- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- R_W Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- R_Z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

3.4 DETERMINAZIONE DEL RISCHIO DI PERDITA DEL SERVIZIO PUBBLICO

Il rischio di perdita di servizio pubblico è determinato dalla formula:

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$$

dove:

- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).

- R_C Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).
- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- R_W Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- R_Z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

3.5 DETERMINAZIONE DEL RISCHIO DI PERDITA DI PATRIMONIO CULTURALE INSOSTITUIBILE (R3)

Il rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile è dato dalla formula:

$$\mathbf{R_3 = R_B + R_V}$$

dove:

- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura)
- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso)

3.6 DETERMINAZIONE DEL RISCHIO DI PERDITA ECONOMICA (R4)

Il rischio di perdita economica è determinato secondo la formula:

$$R_4 = R_A^{(1)} + R_B + R_C + R_M + R_U^{(1)} + R_V + R_W + R_Z$$

(1)Solo in strutture in cui si può verificare la perdita di animali

dove:

- RA Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura).
- RB Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- RC Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- RM Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).
- RU Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso).
- RV Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- RW Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- RZ Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

3.7 ESITO DELLA VALUTAZIONE

Una volta noti i valori di rischio per la struttura bisogna verificare che essi siano inferiori ai rischi tollerabili.

Caso 1 - Struttura autoprotetta

Se per ogni rischio calcolato i valori sono inferiori ai rispettivi R_T e non sono state adottate misure di protezione, la struttura oggetto di verifica può considerarsi "Autoprotetta".

Caso 2 - Struttura protetta

Se per ogni rischio calcolato i valori sono inferiori ai rispettivi R_T e sono state adottate misure di protezione, la struttura oggetto di verifica può considerarsi "Protetta".

Caso 3 - Struttura NON protetta

Se almeno un rischio calcolato è superiore al rispettivo R_T devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere il rischio inferiore.

4 DATI IMPIANTO

Dati generali	
Denominazione	Impianto Agrivoltaico "Miadonna"
Destinazione d'uso	Servizio - elettricità
Indirizzo	C.da Santa Fornella
Comune	Craco (MT)
Cap	75010
N_G	2.50 fulmini/anno km² (CEI EN 62305-3 3° Edizione)
Rischio Valutato	Rischio perdita vite umane R1

4.1 ZONE DI IMPIANTO

L'impianto nel suo complesso è costituito da:

- Cabina STS;
- Cabina di Distribuzione MT;
- Impianto FTV.

Di seguito si riportano i dati relativi alle zone.

4.1.1 Zona Z1 – "Cabina STS"

Caratteristiche della zona	
Ubicazione	Isolata [C_D = 1]
Geometria della struttura	Struttura regolare: Lunghezza: 6.50 m Larghezza: 2.50 m Altezza: 2.60 m Altezza protrusione: 0.5 m Area raccolta della struttura isolata **A_D: 350.33 m²** Area raccolta fulmini in prossimità della struttura **A_M: 390.950 m²**
Schermatura	Assente K_{S1}= 1
LPS	Struttura non protetta con LPS [PB = 1.00]
N° persone totali nella struttura (L1)	n_T = 6

Dati generali	
Denominazione	Cabina STS
Tipo di zona	Interna
Pavimentazione	Cemento (R ≤ 1kΩ) [rt = 10^{-2}]
Pericoli particolari	Nessuno [hz = 1]
Rischio d'incendio	Rischio d'incendio ordinario [rf =10^{-2}]
Schermatura	Assente K_{S2}= 1
Misure antincendio	Misure di protezione manuali [rp = 0.5]
Perdita di vite umane (L1)	
N° persone presenti (n_Z)	2
Ore presenza/anno (t_Z)	100
L_T	10^{-2}
L_F	2 x 10^{-3}

Legenda:

- LT è la percentuale media di vittime per elettrocuzione (danno D1) causato da un evento pericoloso.
- LF è la percentuale media di vittime per danno materiale (danno D2) causato da un evento pericoloso.
- LO è la percentuale media di vittime per guasto degli impianti interni (danno D3) causato da un evento pericoloso.

4.1.2 Zona Z2 – "Cabina di distribuzione MT"

Caratteristiche della zona	
Ubicazione	Isolata [C_D = 1]
Geometria della struttura	Struttura regolare: Lunghezza: 9.50 m Larghezza: 2.50 m Altezza: 2.60 m Altezza protrusione: 0.5 m Area raccolta della struttura isolata **A_D: 535.88 m²** Area raccolta fulmini in prossimità della struttura **A_M: 393.050 m²**

Schermatura	Assente K_{S1}= 1
LPS	Struttura non protetta con LPS [PB = 1.00]
N° persone totali nella struttura (L1)	n_T = 2

Dati generali	
Denominazione	Cabina di campo
Tipo di zona	Interna
Pavimentazione	Cemento (R ≤ 1kΩ) [rt = 10^{-2}]
Pericoli particolari	Nessuno [hz = 1]
Rischio d'incendio	Rischio d'incendio ordinario [rf =10^{-2}]
Schermatura	Assente K_{S2}= 1
Misure antincendio	Misure di protezione manuali [rp = 0.5]
Perdita di vite umane (L1)	
N° persone presenti (n_Z)	2
Ore presenza/anno (t_Z)	100
L_T	10^{-2}
L_F	2 x 10^{-3}

Legenda:

- LT è la percentuale media di vittime per elettrocuzione (danno D1) causato da un evento pericoloso.
- LF è la percentuale media di vittime per danno materiale (danno D2) causato da un evento pericoloso.
- LO è la percentuale media di vittime per guasto degli impianti interni (danno D3) causato da un evento pericoloso.

4.1.3 Zona Z3 – "Impianto Agrivoltaico"

Caratteristiche della zona	
Ubicazione	Isolata [C_D = 1]
Schermatura	Assente K_{S1}= 1

LPS	Struttura non protetta con LPS [PB = 1.00]
N° persone totali nella struttura (L1)	n_T = 6

Dati generali	
Denominazione	Campo FTV
Tipo di zona	Esterna
Pavimentazione	Agricolo (R ≤ 1kΩ) [rt =10^{-2}]
Protezioni dalle tensioni di passo e di contatto	Nessuna [PTA = 1]

Perdita di vite umane (L1)	
N° persone presenti (n_Z)	2
Ore presenza/anno (t_Z)	100
L_T	10^{-2}
L_F	2 x 10^{-3}

Legenda:

- LT è la percentuale media di vittime per elettrocuzione (danno D1) causato da un evento pericoloso.
- LF è la percentuale media di vittime per danno materiale (danno D2) causato da un evento pericoloso.
- LO è la percentuale media di vittime per guasto degli impianti interni (danno D3) causato da un evento pericoloso.

4.2 LINEE

4.2.1 Linea elettrica "L1"

Dati generali	
Denominazione	Impianto Agrivoltaico "Miadonna"
Tipo linea	Linea di energia
Protezione	Conduttore di neutro con collegamento multiplo a terra
Ambiente circostante	Rurale [Ce = 1.00]
Protezioni dalle tensioni di contatto	Nessuna misura di protezione [PTU = 1]
SPD su linea entrante	Sistema di SPD con LPL di classe III o IV [PEB = 0.05]

Trasformatore AT/BT	Assente [C_T = 1]

Tratto interrato	
Denominazione	Linea elettrica
Lunghezza	7900 m
Schermatura cavi	Assente
Dispersore fittamente magliato	No

4.3 ESITO DELLA VALUTAZIONE

Per la valutazione dei rischi sono state considerate le seguenti perdite:

L1 - Perdita di vite umane o danni permanenti (Rischio tollerabile $R_T = 10^{-5}$)

4.3.1 Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1

Numero annuo atteso di eventi pericolosi, N_X

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
Eventi	N_D			N_M	$N_L + N_{DJ}$			N_I
Struttura	1.31×10^{-3}			2.00	-			-
Eventi	N_D			N_M	$N_L + N_{DJ}$			N_I
L1	-			-	5×10^{-2}			5

Valori di probabilità di perdita di vite umane, P_X

Sorgente di danno	S1	S2	S3	S4

Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
Probabilità	P_A	P_B	P_C	P_M	P_U	P_V	P_W	P_Z
Z1	1	1	0	0	0	0	0	0
Z2	1	1	0	0	0	0	0	0
Z3	1	0	0	0	0	0	0	0

Ammontare delle perdite di vite umane, LX

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
Perdite	L_A	L_B	L_C	L_M	L_U	L_V	L_W	L_Z
Z1	3.81×10^{-7}	3.81×10^{-8}	0	0	3.81×10^{-7}	3.81×10^{-8}	0	0
Z2	3.81×10^{-7}	3.81×10^{-8}	0	0	3.81×10^{-7}	3.81×10^{-8}	0	0
Z3	3.81×10^{-7}	0	0	0	3.81×10^{-7}	0	0	0

Componenti di rischio di perdita di vite umane, RX

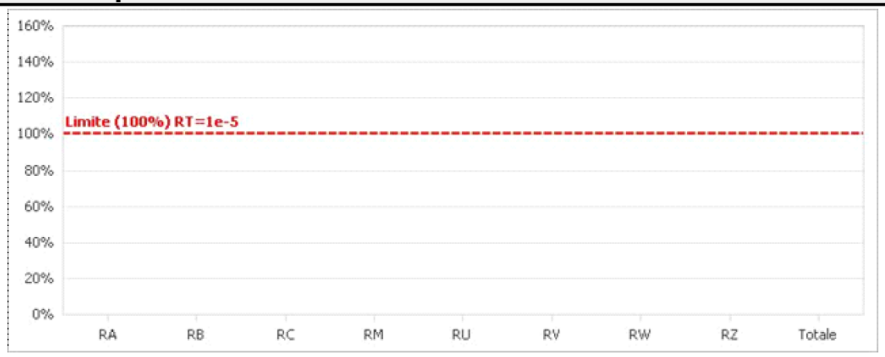
Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
Rischio	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Z1	4.98×10^{-10}	4.98×10^{-11}			0	0		
Z2	4.98×10^{-10}	4.98×10^{-11}			0	0		
Z3	4.98×10^{-10}	0			0	0		

Totale	1.49×10^{-9}	9.95×10^{-11}			0	0		

Rischio di perdita di vita umana, $R_{1,Struttura}$ ($R_{1,Struttura} = R_{A,Struttura} + R_{B,Struttura} + R_{C,Struttura} + R_{M,Struttura} + R_{U,Struttura} + R_{V,Struttura} + R_{W,Struttura} + R_{Z,Struttura}$)	1.59×10^{-9}

Il valore del rischio dovuto al fulmine è inferiore al valore di rischio tollerato

Grafico delle componenti di rischio



5 CONCLUSIONI

Al fine di ridurre il rischio complessivo R1 sono stati previsti degli SPD di classe III e IV su tutte le linee in ingressi agli inverter nonché a tutte le linee elettriche in ingresso alle Cabine di campo ed alla Cabina di consegna pertanto, visti gli esiti delle verifiche effettuate, non è necessario realizzare alcun ulteriore sistema di protezione contro i fulmini per la struttura in questione in quanto il rischio dovuto al fulmine è già al di sotto del limite tollerato.

Quindi la struttura è da considerarsi PROTETTA.