



TRANSIZIONE ECOLOGICA



REGIONE SICILIA



COMUNE DI RAMACCA



COMUNE DI CASTEL DI IUDICA

NOME PROGETTO:

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,500 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA".

ID. PROGETTO DEL MITE:

PROCEDURA:

Valutazione di impatto ambientale ai sensi dell'art. 23 c. 1 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii..

PROPONENTE:



INE Ficurinia Srl
A Company of ILOS New Energy Italy

INE FICURINIA S.R.L.
Piazza di Sant Anastasia 7
00186 Roma (RM)

ineficuriniasrl@legalmail.it

RESPONSABILE PROGETTO:

Ing. Jury Mancinelli

INE FICURINIA S.R.L.

a company of ILOS New Energy Italy

P.IVA e C.F.: IT 11311551002

Seve legale: Piazza di Sant Anastasia 7, 00186 Roma

ineficuriniasrl@legalmail.it

Sergio Chiericoni
Firmato Digitalmente

Legale rappresentante: Ing. Sergio Chiericoni

ELABORATO REDATTO



IDENTIFICATORE ELABORATO:

RS06REL106A0

CARTELLA:

\VIA_2

TITOLO ELABORATO:

Relazione valutazione rischio fulminazione

SCALA:

-



PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO

Arato SRL

Dott. Ing. Giada Stella Maria Bolignano

Ordine degli Ingegneri, Prov. di Reggio Calabria, n. A 2508

Via Diaz, 74 - 74023 Grottaglie (TA)

info@aratosrl.com

OPERE ELETTRICHE



Studio Tecnico BFP SRL

Dott. Ing. Danilo Pomponio

Ordine degli Ingegneri, Prov. di Bari, n. A6222

Via Degli Arredatori, 8 - 70026 Modugno (BA)

info@bfpgroup.net

ACUSTICA



Dott. Ing. Marcello Latanza

Ordine degli Ingegneri, Prov. di Taranto, n. A2166

Via Costa 25/b - 74027 S. Giorgio Jonico (TA)

marcellolatanza@gmail.com

ARCHEOLOGIA



GeA Archeologia Preventiva

Dott. Archeologa Ghiselda Pennisi, Abilitazione MIBACT 2192

Via De Gasperi, 4 - 95030 Sant'Agata Li Battiati (CT)

info@aratosrl.com

GEOLOGIA E IDROLOGIA



Dott. Geol. Domenico Boso

Ordine dei Geologi della Sicilia, n. 1005

Geoexpert di Maria Rita Arcidiacono

via Panebianco, 10

95024 Acreale (CT)

IDRAULICA

I3 Ingegneria S.r.l.

I3 Ingegneria S.r.l.

Dott. Ing. Alfredo Foti

Ordine degli Ingegneri, Prov. di Catania, n. A2333

via Galermo, 306 - 95123 Catania (CT)

i3ingegneria@gmail.com

STUDIO PEDO-AGRONOMICO



Dott. Agr. Arturo Urso

Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali,

Prov. di Catania, n. 1280

Via Pulvirenti, 10

95131 Catania (CT)

arturo.urso@gmail.com

STRUTTURE ED OPERE CIVILI



Dott. Ing. Giuseppe Furnari

Ordine degli Ingegneri, Prov. di Catania, n. A6223

Viale del Rotolo, 44

95126 Catania (CT)

sep.furnari@gmail.com

N. REV.
0

DATA
apr-22

REVISIONE
Emissione

ELABORATO
Ing. Manicni
Ing. Mastroserio

VERIFICATO
Ing. Pomponio

VALIDATO
INE Ficurinia S.r.l.


Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



INDICE

1	PREMESSA	4
2	DEFINIZIONI	7
3	LEGGI, NORME E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	9
4	INDIVIDUAZIONE DELLE STRUTTURE DA PROTEGGERE	10
4.1	Misure di protezione pre-esistenti	11
4.1.1	Generatore fotovoltaico	11
4.1.2	Cabine di conversione e/o trasformazione	11
4.1.3	Cabina di raccolta e monitoraggio/magazzino	11
4.1.4	Palo per TVcc e antintrusione	11
4.2	Suddivisione in zone	12
4.2.1	Generatore fotovoltaico	12
4.2.2	Cabine di conversione e/o trasformazione	12
4.2.3	Cabina di raccolta e monitoraggio/magazzino	13
4.2.4	Palo per TVcc e antintrusione	13
4.3	Servizi entranti	13
4.3.1	Generatore fotovoltaico	13
4.3.2	Cabine di conversione e/o trasformazione	14
4.3.3	Cabina di raccolta e monitoraggio/magazzino	15
4.3.4	Palo per TVcc e antintrusione	16
4.4	Rischio d'incendio e misure antincendio	16
4.4.1	Generatore fotovoltaico	16
4.4.2	Cabina di conversione e/o trasformazione	16
4.4.3	Cabina di raccolta e monitoraggio/magazzino	16
4.4.4	Palo per TVcc e antintrusione	16
4.5	Livello di panico	17
4.5.1	Generatore fotovoltaico	17
4.5.2	Cabina di conversione e/o trasformazione	17
4.5.3	Cabina di raccolta e monitoraggio/magazzino	17
4.5.4	Palo per TVcc e antintrusione	17
5	MODELLO DI CALCOLO E AREE DI RACCOLTA	18
5.1	Modello di calcolo	18


Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione
Codice elaborato: RS06REL106A0	Pag. 1 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: INE FICURINIA S.R.L



5.2 Aree di raccolta	20
5.2.1 Generatore fotovoltaico	21
5.2.2 Cabina di conversione e/o trasformazione	23
5.2.3 Cabina di raccolta	25
5.2.4 Palo per TVcc e antintrusione	27
6 RISULTATI DI CALCOLO PER IL GENERATORE FOTOVOLTAICO	29
6.1 Dati relativi alla struttura	29
6.2 Caratteristiche delle linee	30
6.3 Caratteristiche delle zone	31
6.4 Circuiti interni	32
6.4.1 Zona 1 – Esterno	32
6.5 Valutazione dei rischi selezionati	33
6.5.1 Valutazione delle probabilità	33
6.5.2 Valutazione del rischio di perdita di vita	34
7 RISULTATI DI CALCOLO PER LA CABINA DI CONVERSIONE E/O TRASFORMAZIONE	36
7.1 Dati relativi alla struttura	36
7.2 Caratteristiche delle linee	37
7.3 Caratteristiche delle zone	39
7.4 Circuiti interni	40
7.4.1 Zona 1 – Esterno	40
7.5 Valutazione dei rischi selezionati	41
7.5.1 Valutazione delle probabilità	41
7.5.2 Valutazione del rischio di perdita di vita	41
8 RISULTATI DI CALCOLO PER LA CABINA DI RACCOLTA E MONITORAGGIO/MAGAZZINO	43
8.1 Dati relativi alla struttura	43
8.2 Caratteristiche delle linee	44
8.3 Caratteristiche delle zone	46
8.4 Circuiti interni	47
8.4.1 Zona 1 – Esterno	47
8.5 Valutazione dei rischi selezionati	48
8.5.1 Valutazione delle probabilità	48
8.5.2 Valutazione del rischio di perdita di vita	48
9 RISULTATI DI CALCOLO PER IL PALO PER TVCC E ANTINTRUSIONE	50


Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione
Codice elaborato: RS06REL106A0	Pag. 2 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



9.1	Dati relativi alla struttura	50
9.2	Caratteristiche delle linee	51
9.3	Caratteristiche delle zone	52
9.4	Circuiti interni	53
9.4.1	Zona 1 – Esterno.....	53
9.5	Valutazione dei rischi selezionati	54
9.5.1	Valutazione delle probabilità	54
9.5.2	Valutazione del rischio di perdita di vita	54
10	CONCLUSIONI	56
11	ALLEGATI	57
11.1	Certificato del valore di Ng	57

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione
Codice elaborato: RS06REL106A0	Pag. 3 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di valutare il rischio dovuto ai fulmini, secondo la CEI EN 62305, per l'impianto agrovoltaiico della potenza nominale DC di 261,65 MWp e potenza AC, ai fini della connessione, pari a 240,5 MW, denominato "Ficuria" e sito nella Regione Sicilia, nella Provincia di Catania, più precisamente nell'agro dei Comuni di Ramacca e Castel di Iudica.

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
- 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).

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 4 di 59</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**

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 R_1 , 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 R_4 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 S_1 , S_2 , S_3 ed S_4 .

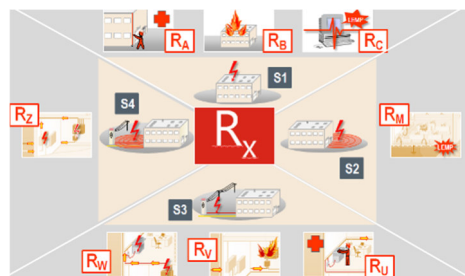


Figura 1 – Schema di composizione del rischio

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	S₂

Consulente: Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione	
	Codice elaborato: RS06REL106A0	Pag. 5 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**




	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.	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

Tabella.1 - Componenti di rischio nelle diverse zone per la struttura

In questa relazione viene trattato solo il rischio R₁, 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.

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 6 di 59</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



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)

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.


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.

Zona di protezione LPZ

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 7 di 59</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



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 U_w

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.

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).

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 8 di 59</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



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.

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.

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 9 di 59</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**

4 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.

Il parco fotovoltaico "Ficuria" è localizzato nella Regione Sicilia, nella provincia di Catanzaro, ed è costituito dalle seguenti strutture:

- n°5 generatori fotovoltaici
- n°127 cabine di conversione e trasformazione
- n°4 cabine di trasformazione
- n°5 cabine di raccolta
- n°5 cabine di monitoraggio e magazzino
- n°1268 pali per TVcc e antintrusione



Figura 2 – Ubicazione geografica del parco fotovoltaico

La presente valutazione del rischio è riferita a tutte le strutture elencate, che compongono il parco fotovoltaico in oggetto. In particolare:

- Generatore fotovoltaico, costituito da strutture in acciaio zincato per il supporto dei moduli fotovoltaici, con altezza minima di 0,25 m e massima di 2,3 m; per motivi di sicurezza si considera l'altezza di 2,5 m per tutte le strutture; ogni struttura è considerata circondata da strutture di altezza uguale o inferiore; l'intero generatore fotovoltaico è, invece, isolato. Il modello preso in considerazione, consiste in una struttura avente planimetria coincidente con i limiti in pianta dell'area maggiore d'impianto, potendo considerarla elettricamente indipendente dalle restanti quattro aree, ed altezza pari a 2,5 m.
- Cabine di conversione e/o trasformazione, composta da un'unica struttura; per motivi di sicurezza è considerata la struttura più grande, tra le tre previste, avente dimensioni (L x P x A) 16,22 x 2,40 x 2,99 m; questa struttura è considerata isolata, senza oggetti e altre installazioni vicine.

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



- Cabina di raccolta e monitoraggio/magazzino, dimensioni 10,0 x 3,50 x 2,99 m; questa struttura è considerata isolata, senza oggetti e altre installazioni vicine. Si è presa in considerazione, come modello, la sola cabina di raccolta, essendo il caso peggiore tra le cabine prese in esame, avendo maggiori linee elettriche entranti e uguali dimensioni rispetto alla cabina di monitoraggio/magazzino.
- Pali per il sistema a telecamere a circuito chiuso, dimensioni 0,15 x 0,15 x 5 m; questa struttura è considerata isolata, senza oggetti e altre installazioni vicine.

Nella valutazione del rischio da fulmini verranno utilizzati:

- n°3 valori di N_g rilevati in punti rappresentativi in corrispondenza dei generatori fotovoltaici, pari a 2,63 fulmini/anno.

Le certificazioni dei valori di N_g utilizzati sono riportati in allegato alla presente relazione.

4.1 Misure di protezione pre-esistenti

4.1.1 Generatore fotovoltaico

Le strutture porta-moduli non sono dotate di misure esterne di protezione dai fulmini e quindi non sono dotate di LPS. Gli string box e gli inverter di stringa 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. Ad ogni modo, a vantaggio della sicurezza nei calcoli non si considererà la presenza di SPD, la cui presenza nella installazione migliora la tenuta dei circuiti in questa struttura nei confronti degli effetti induttivi della corrente di fulmine.

4.1.2 Cabine di conversione e/o trasformazione


Gli inverter sono dotati di SPD di tipo 2 sia in corrispondenza degli ingressi DC che di quelli AC. Il quadro di parallelo degli inverter di stringa e il quadro elettrico dei circuiti ausiliari, collegato tramite trasformatore BT/BT ai circuiti AC dell'inverter, sono dotati anch' essi di un proprio SPD di tipo 2. A vantaggio della sicurezza nei calcoli non si considererà la presenza di SPD.

4.1.3 Cabina di raccolta e monitoraggio/magazzino

Il quadro elettrico dei servizi ausiliari è dotato di un SPD di tipo 1 in corrispondenza dell'arrivo linea. Lo stesso quadro non è dotato di SPD in corrispondenza delle linee, di alimentazione BT e di segnale, in partenza verso parti interne del campo fotovoltaico. A vantaggio della sicurezza, nei calcoli non si considererà la presenza di SPD all'interno di questa struttura.

4.1.4 Palo per TVcc e antintrusione

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

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 11 di 59</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



4.2 Suddivisione in zone

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

- Zona LPZ 0_A
- Zona LPZ 0_B
- Zona LPZ 1
- Zona LPZ 2...n

La zona **LPZ 0_A** 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 0_B** 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 0_B 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. Deve, inoltre, essere preso in considerazione anche il tipo di suolo o pavimentazione che contraddistingue la zona in questione.

4.2.1 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). Per la determinazione del numero di ore di presenza di persone in questa zona, si ritiene, nell'interesse della sicurezza, che il personale faccia manutenzione, all'interno del campo fotovoltaico, solo sugli string box (o inverter di stringa nelle poche aree in cui sono presenti), il cui numero è inferiore a quello delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici. In particolare, considerando che l'operatore possa trovarsi nelle vicinanze di non oltre 4 string box e/o inverter di stringa, dividendo il numero totale di ore di lavoro annuali (2080 ore/uomo) per il numero totale di string box e inverter di stringa (n.402), nell'area d'esame, è possibile stimare il numero di ore di presenza di n.1 persona presso uno string box e/o inverter di stringa per circa 5,5 ore all'anno (22 ore nelle vicinanze di n. 4 string box). Poiché si ipotizza che la squadra sia composta da almeno 5 operatori, per svolgere contemporaneamente le medesime operazioni nell'area d'impianto fotovoltaico, il numero di ore precedentemente stimato va moltiplicato per n. 5 ottenendo quindi 110 ore. Tale stima comprende le risorse utilizzate per la manutenzione ordinaria e straordinaria.

4.2.2 Cabine di conversione e/o trasformazione

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). Nell'interesse della sicurezza, si stima la presenza regolare di n.1 persona per 2080 ore durante tutto l'anno. Tale stima comprende le risorse utilizzate per la manutenzione ordinaria e straordinaria.

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 12 di 59</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



4.2.3 Cabina di raccolta e monitoraggio/magazzino

Si è presa in considerazione, come modello, la sola cabina di raccolta, essendo il caso peggiore tra le cabine considerate, avendo maggiori linee elettriche entranti e uguali dimensioni rispetto alla cabina di monitoraggio/magazzino.

Sono state considerate una zona esterna (LPZ 0_B) ed una zona interna (LPZ 1). Nell'interesse della sicurezza, si stima la presenza regolare di n.1 persona per zona per 2080 ore durante tutto l'anno. Tale stima comprende le risorse utilizzate per la manutenzione ordinaria e straordinaria.

4.2.4 Palo per TVcc e antintrusione

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). Dividendo il numero totale di ore lavorative annuali (2080 ore) per il numero totale di pali (n.384), nell'area d'impianto in esame, è possibile stimare il numero di ore di presenza di n.1 persona presso un palo per circa 5,5 ore all'anno. Poiché si ipotizza che la squadra manutentiva sia composta da almeno 5 operatori, per svolgere contemporaneamente le medesime operazioni nell'area d'impianto fotovoltaico, il numero di ore precedentemente stimato va moltiplicato per n. 5 ottenendo quindi 27,5 ore. Tale stima comprende le risorse utilizzate per la manutenzione ordinaria e straordinaria.

4.3 Servizi entranti

Alle cabine di conversione e/o trasformazione confluiscono tutte le linee in corrente continua, le linee in corrente alternata nel caso delle cabine di sola trasformazione e quelle di monitoraggio provenienti dalle altre cabine elettriche e dagli inverter di stringa. Benché si tratta di circuiti aventi diverse caratteristiche, queste linee sono tutte in bassa tensione e pertanto occupano il medesimo scavo. In tal caso, gli effetti di un'eventuale fulminazione diretta o in prossimità dello scavo si ripartiscono equamente tra tutti i cavi ivi contenuti. Per questo motivo, per ogni scavo sarà pertanto considerata un'unica linea formata da più cavi. Nel caso di linee, aventi destinazioni differenti e che occupano, per buona parte della loro estensione, lo stesso scavo, è presa in considerazione solo quella avente la lunghezza maggiore. Nel caso in oggetto sono distinguibili non più di 4÷5 linee aventi percorsi differenti all'interno di un sottocampo; tuttavia, a vantaggio della sicurezza, saranno considerate 5 linee separate tra cabine elettriche e string box o inverter di stringa, con percorsi diversi.


Riguardo alle linee in media tensione, nel peggiore dei casi, da ogni cabina elettrica partono n. 4 linee che vanno verso un'altra cabina di conversione e/o trasformazione e verso la cabina di raccolta.

I cavi in fibra ottica, previsti per la trasmissione dei segnali tra le cabine elettriche e tra queste e la cabina di raccolta e monitoraggio, non sono presi in considerazione.

Per il contributo delle linee entranti, nei calcoli relativi alle strutture, si è considerato quanto segue:

4.3.1 Generatore fotovoltaico

- Collegamento in bassa tensione alla cabina di conversione e/o trasformazione mediante linea in bassa tensione interrata, senza schermo, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 20 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.
- Collegamento in bassa tensione alla cabina di conversione e/o trasformazione mediante linea in bassa tensione interrata, senza schermo, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 45 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 13 di 59</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"


Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



- Collegamento in bassa tensione alla cabina di conversione e/o trasformazione mediante linea in bassa tensione interrata, senza schermo, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 165 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.
- Collegamento in bassa tensione alla cabina di conversione e/o trasformazione mediante linea in bassa tensione interrata, senza schermo, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 190 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.
- Collegamento in bassa tensione alla cabina di conversione e/o trasformazione mediante linea in bassa tensione interrata, senza schermo, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 300 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.

4.3.2 Cabine di conversione e/o trasformazione

- Collegamento alla cabina di raccolta mediante una linea in media tensione interrata, schermata con schermo a terra, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 2110 m e con struttura (cabina di raccolta) alla fine della linea.
- Collegamento ad un'altra cabina di conversione e/o trasformazione mediante una linea in media tensione interrata, schermata con schermo a terra, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 380 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.
- Collegamento ad un'altra cabina di conversione e/o trasformazione mediante una linea in media tensione interrata, schermata con schermo a terra, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 440 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.
- Collegamento ad un'altra cabina di conversione e/o trasformazione mediante una linea in media tensione interrata, schermata con schermo a terra, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 670 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.
- Collegamento in bassa tensione ad uno stringbox (inverter di stringa) mediante linea in bassa tensione interrata, senza schermo, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 20 m e con struttura (fila di strutture porta moduli) alla fine della linea.
- Collegamento in bassa tensione a n. 2 stringbox (inverter di stringa) mediante linea in bassa tensione interrata, senza schermo, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 45 m e con struttura (fila di strutture porta moduli) alla fine della linea.
- Collegamento in bassa tensione a n. 3 stringbox (inverter di stringa) mediante linee in bassa tensione interrate, senza schermo, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 165 m ciascuna e con struttura (fila di strutture porta moduli) alla fine della linea.
- Collegamento in bassa tensione a n.4 stringbox (inverter di stringa) mediante linee in bassa tensione interrate, senza schermo, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 190 m ciascuna e con struttura (fila di strutture porta moduli) alla fine della linea.

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 14 di 59</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"


Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



- Collegamento in bassa tensione a n. 3 stringbox (inverter di stringa) mediante linea in bassa tensione interrata, senza schermo, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 300 m e con struttura (fila di strutture porta moduli) alla fine della linea.
- Collegamento ad un palo per TVcc e antintrusione mediante una linea interrata in bassa tensione, non schermata, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), con lunghezza pari a 100 m e con struttura (palo) alla fine della linea.

4.3.3 Cabina di raccolta e monitoraggio/magazzino

- Collegamento alla SSE mediante una linea in media tensione interrata, schermata con schermo a terra, estesa in zona considerata di tipo rurale, di lunghezza pari a 4900 m; non si considera la struttura alla fine della linea.
- Collegamento ad una cabina di conversione e/o trasformazione mediante una linea in media tensione interrata, schermata con schermo a terra, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 40 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.
- Collegamento ad una cabina di conversione e/o trasformazione mediante una linea in media tensione interrata, schermata con schermo a terra, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 185 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.
- Collegamento ad una cabina di conversione e/o trasformazione mediante una linea in media tensione interrata, schermata con schermo a terra, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 200 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.
- Collegamento ad una cabina di conversione e/o trasformazione mediante una linea in media tensione interrata, schermata con schermo a terra, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 265 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.
- Collegamento ad una cabina di conversione e/o trasformazione mediante una linea in media tensione interrata, schermata con schermo a terra, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 390 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.
- Collegamento ad una cabina di conversione e/o trasformazione mediante una linea in media tensione interrata, schermata con schermo a terra, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 1020 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.
- Collegamento ad una cabina di conversione e/o trasformazione mediante una linea in media tensione interrata, schermata con schermo a terra, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 1760 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.
- Collegamento ad una cabina di conversione e/o trasformazione mediante una linea in media tensione interrata, schermata con schermo a terra, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 2110 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 15 di 59</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



- Collegamento ad una cabina di conversione e/o trasformazione mediante una linea in media tensione interrata, schermata con schermo a terra, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), di lunghezza pari a 2960 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.
- Collegamento ad un palo per TVcc e antintrusione mediante una linea interrata in bassa tensione, non schermata, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), con lunghezza pari a 100 m e con struttura (palo) alla fine della linea.

4.3.4 Palo per TVcc e antintrusione

- Collegamento alla cabina di conversione e/o trasformazione mediante una linea interrata in bassa tensione, non schermata, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), con lunghezza pari a 100 m e con struttura (cabina di conversione e/o trasformazione) alla fine della linea.
- Collegamento ad un altro palo mediante una linea interrata in bassa tensione, non schermata, estesa in zona considerata di tipo suburbano (per la grande estensione dell'impianto fotovoltaico), con lunghezza pari a 25 m e con struttura (palo) alla fine della linea.

Tutte le zone interne della struttura sono dotate di uno o più impianti interni, collegati, ognuno, alle linee entranti elencate.

4.4 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 carichi di incendio ed i rispettivi rischi di incendio, rilevati secondo la CEI EN 62305-2:

4.4.1 Generatore fotovoltaico

- **Zona esterna** – rischio di incendio ordinario
Non sono presenti protezioni antincendio.

4.4.2 Cabina di conversione e/o trasformazione

- **Zona esterna** – rischio di incendio ordinario
Non sono presenti protezioni antincendio.


4.4.3 Cabina di raccolta e monitoraggio/magazzino

- **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.

4.4.4 Palo per TVcc e antintrusione

- **Zona esterna** – rischio di incendio ordinario
Non sono presenti protezioni antincendio.

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 16 di 59</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



4.5 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. In particolare:

4.5.1 Generatore fotovoltaico

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

4.5.2 Cabina di conversione e/o trasformazione


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

4.5.3 Cabina di raccolta e monitoraggio/magazzino

- nella zona esterna questo parametro è ininfluenza 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.

4.5.4 Palo per TVcc e antintrusione

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

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 17 di 59</p>

5 MODELLO DI CALCOLO E AREE DI RACCOLTA

5.1 Modello di calcolo

Per procedere con i calcoli relativi ai rischi da fulmine del fabbricato in oggetto, sono stati introdotti dei modelli geometrici delle strutture appena descritte. Riguardo al generatore fotovoltaico, il modello preso in considerazione, consiste in una struttura avente planimetria coincidente con i limiti in pianta dell'area maggiore d'impianto, potendo considerarla elettricamente indipendente dalle restanti quattro aree, ed altezza pari a 2,5 m.

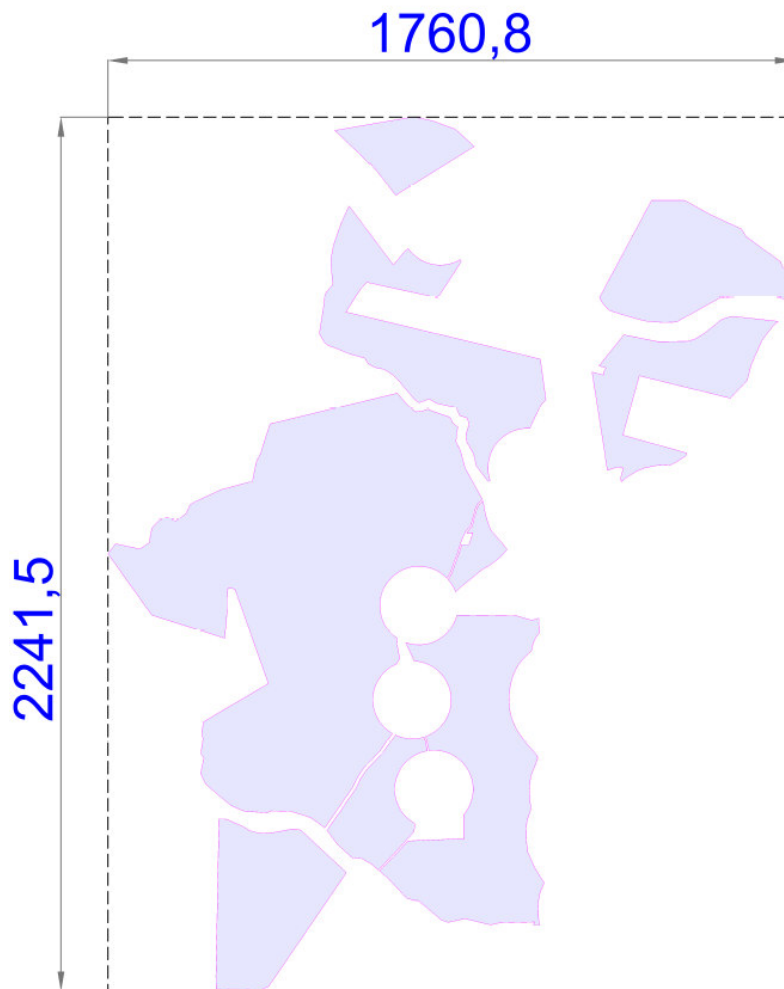



Fig. 3 – Modello geometrico del Generatore fotovoltaico

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 18 di 59</p>

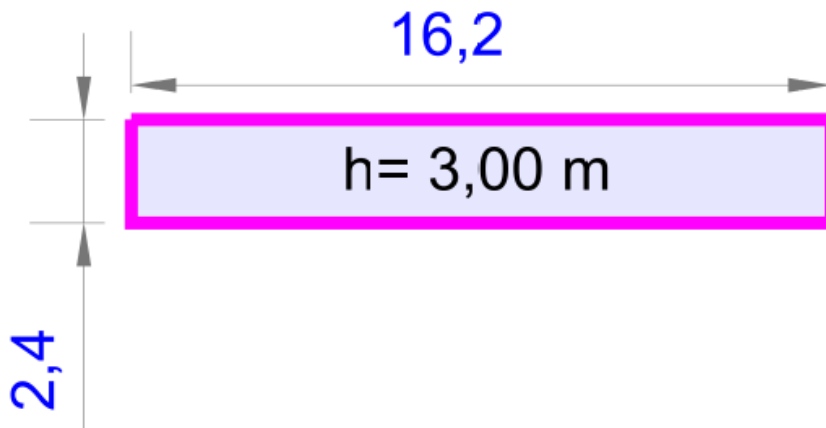


Fig. 4 – Modello geometrico della cabina di conversione e/o trasformazione

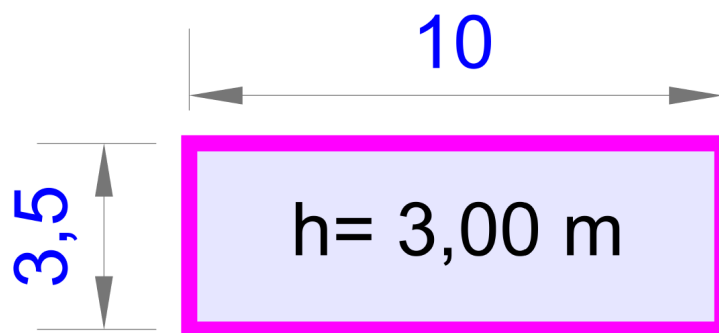


Fig. 5 – Modello geometrico della cabina di raccolta

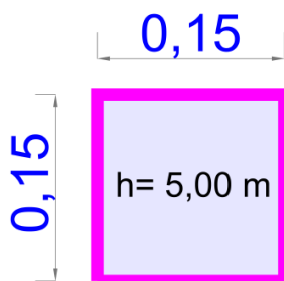


Fig. 6 – Modello geometrico del palo per TVcc e antintrusione

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



5.2 Aree di raccolta

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

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

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.

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 20 di 59</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**

5.2.1 Generatore fotovoltaico

$A_D = 1.342.605 \text{ m}^2$

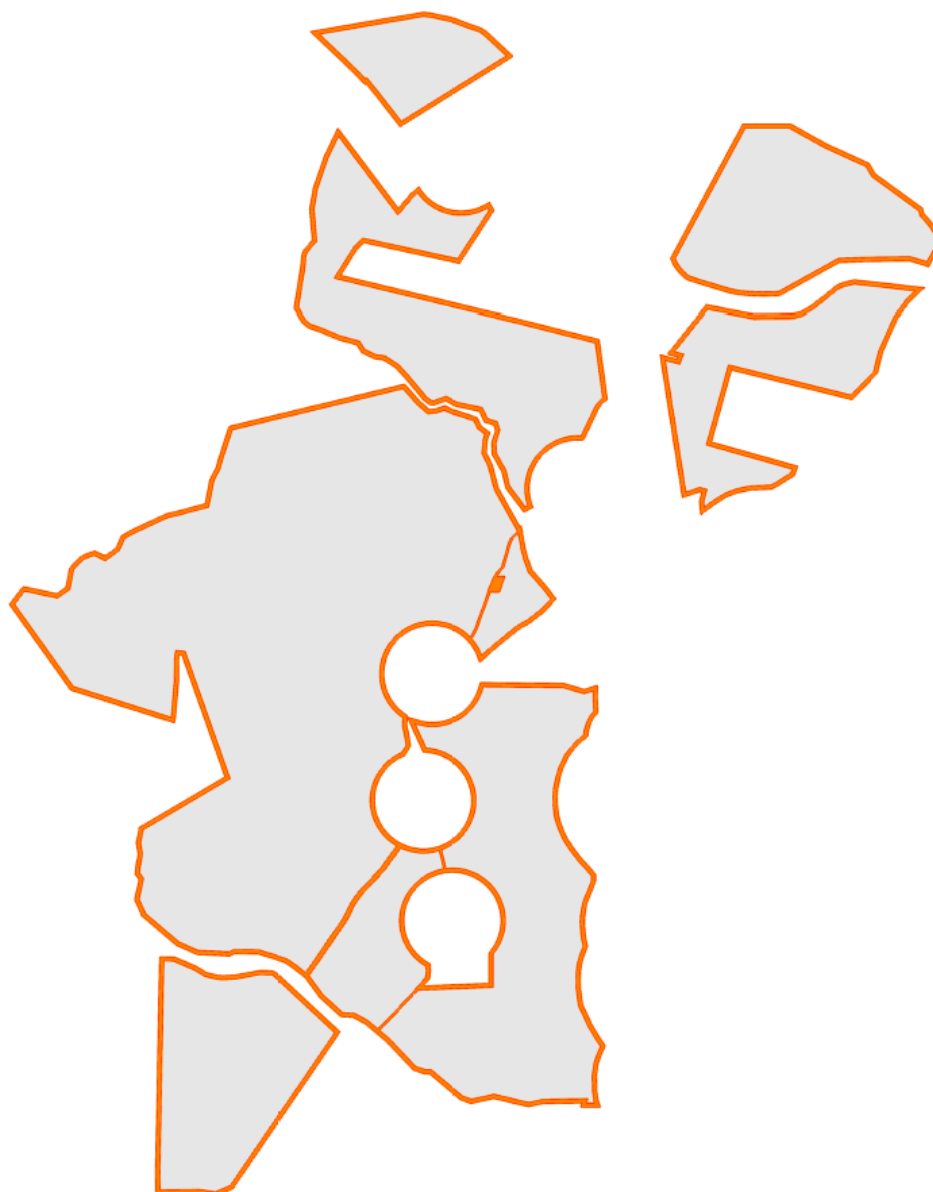


Fig. 7 – Area di raccolta del generatore fotovoltaico

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**

$A_M = 5.576.059 \text{ m}^2$

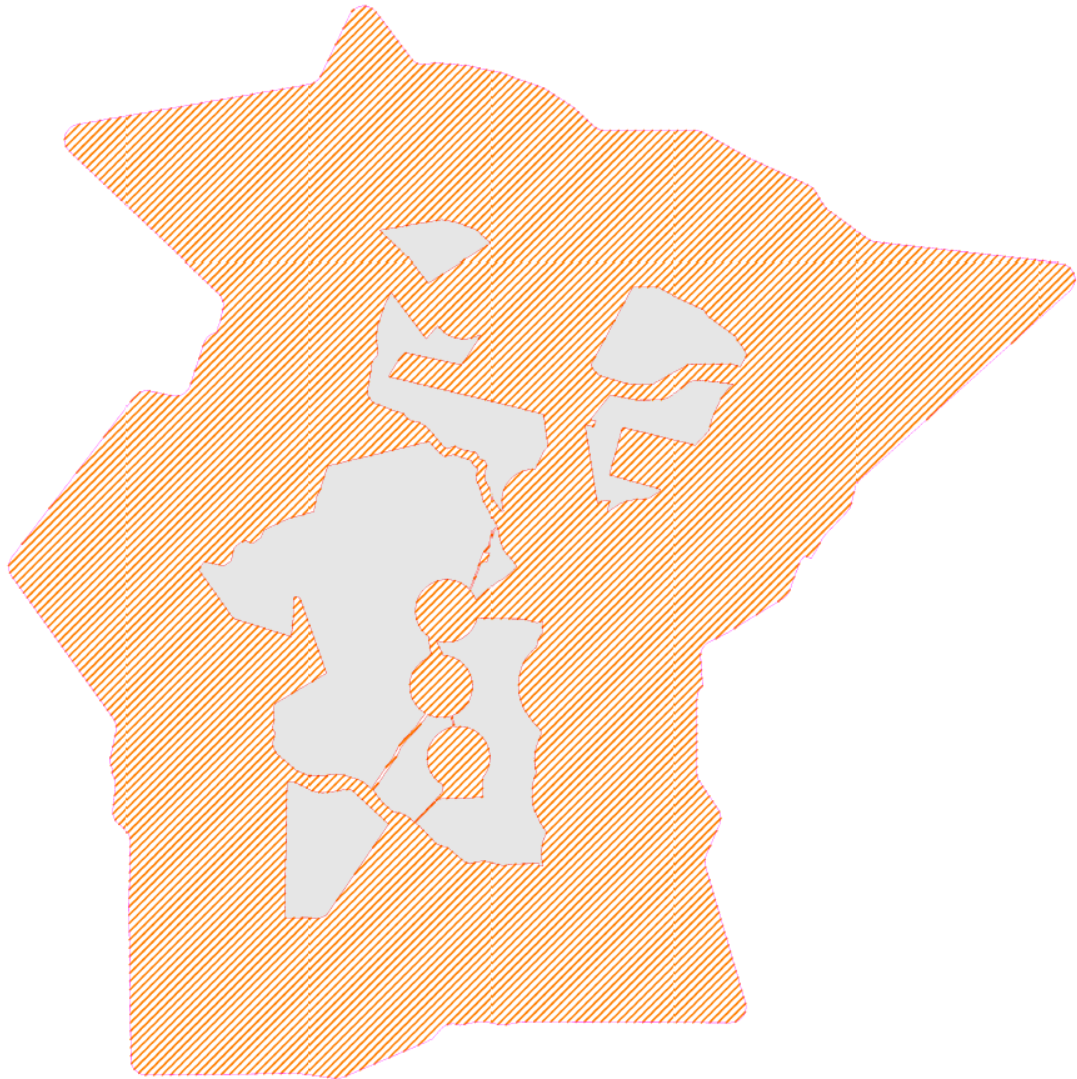



Fig. 8 – Area di raccolta dei fulmini in prossimità del generatore fotovoltaico

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 22 di 59</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**

5.2.2 Cabina di conversione e/o trasformazione

$A_D = 612 \text{ m}^2$

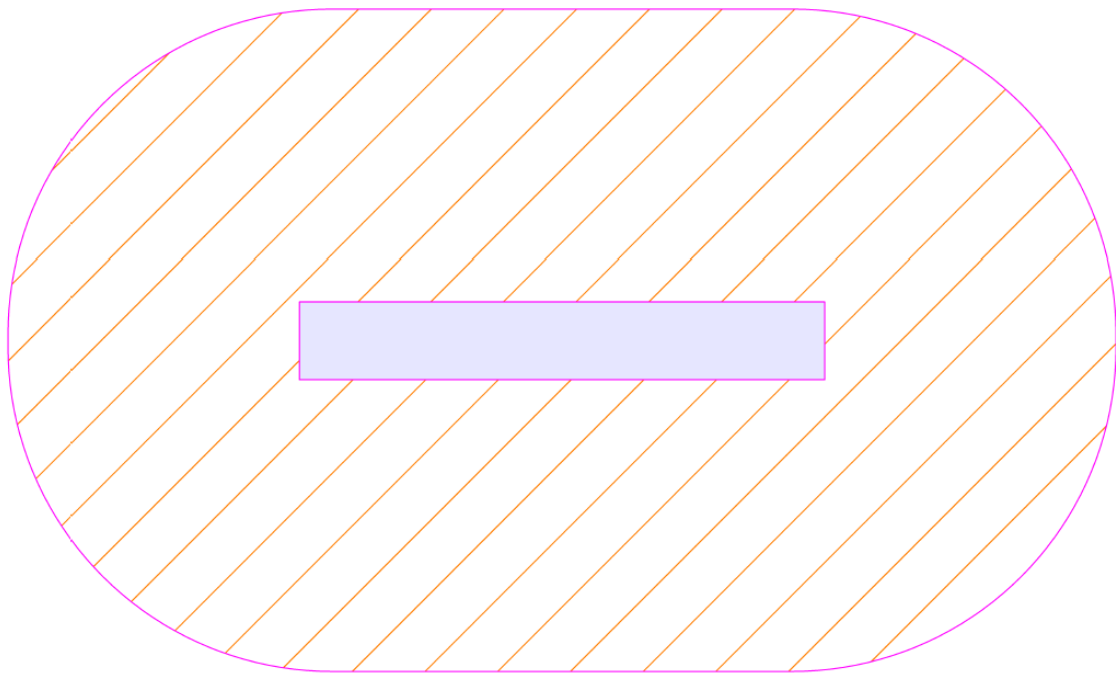


Fig. 9 – Area di raccolta della cabina di conversione e/o trasformazione

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**

$A_M = 804.015 \text{ m}^2$

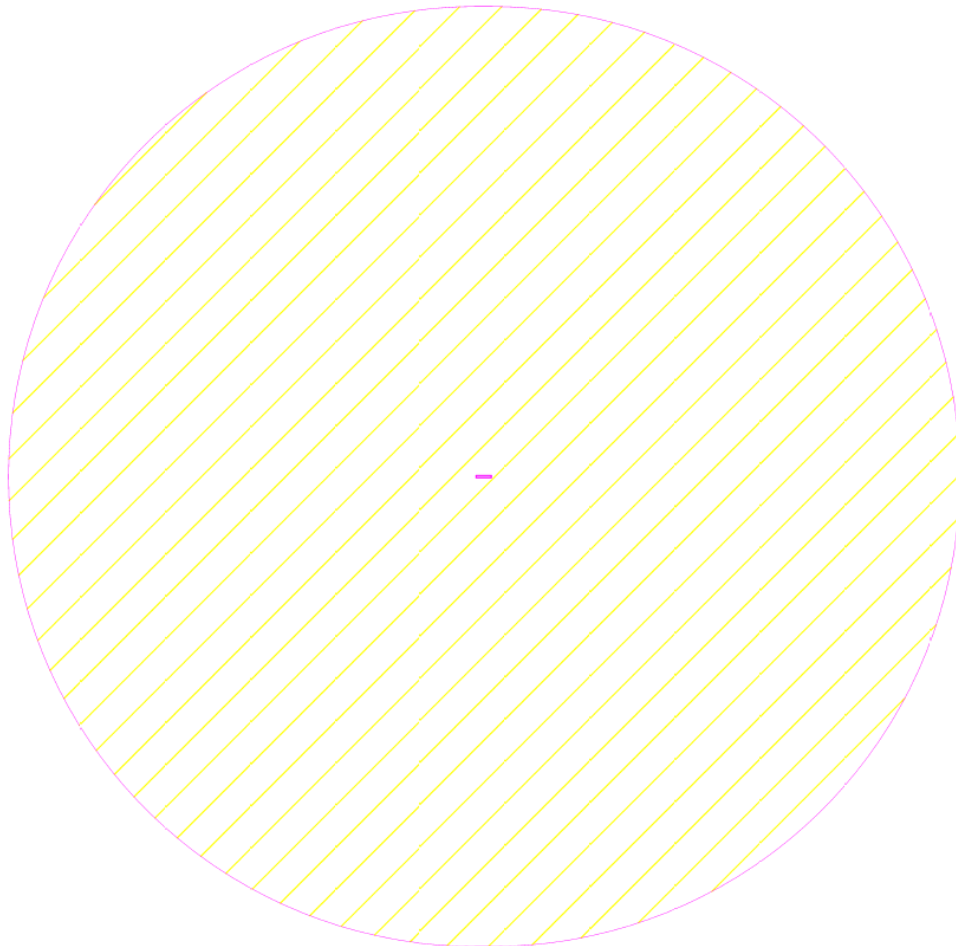


Fig. 10 – Area di raccolta dei fulmini in prossimità della cabina di conversione e/o trasformazione

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**

5.2.3 Cabina di raccolta

$A_D = 516 \text{ m}^2$

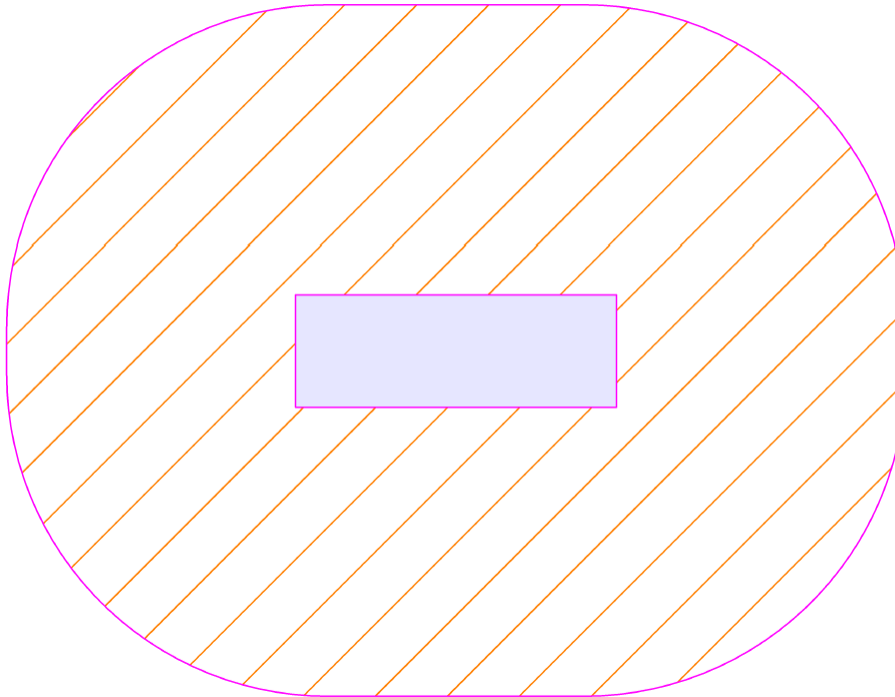


Fig. 11 – Area di raccolta della cabina di raccolta

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**

$A_M = 798.898 \text{ m}^2$

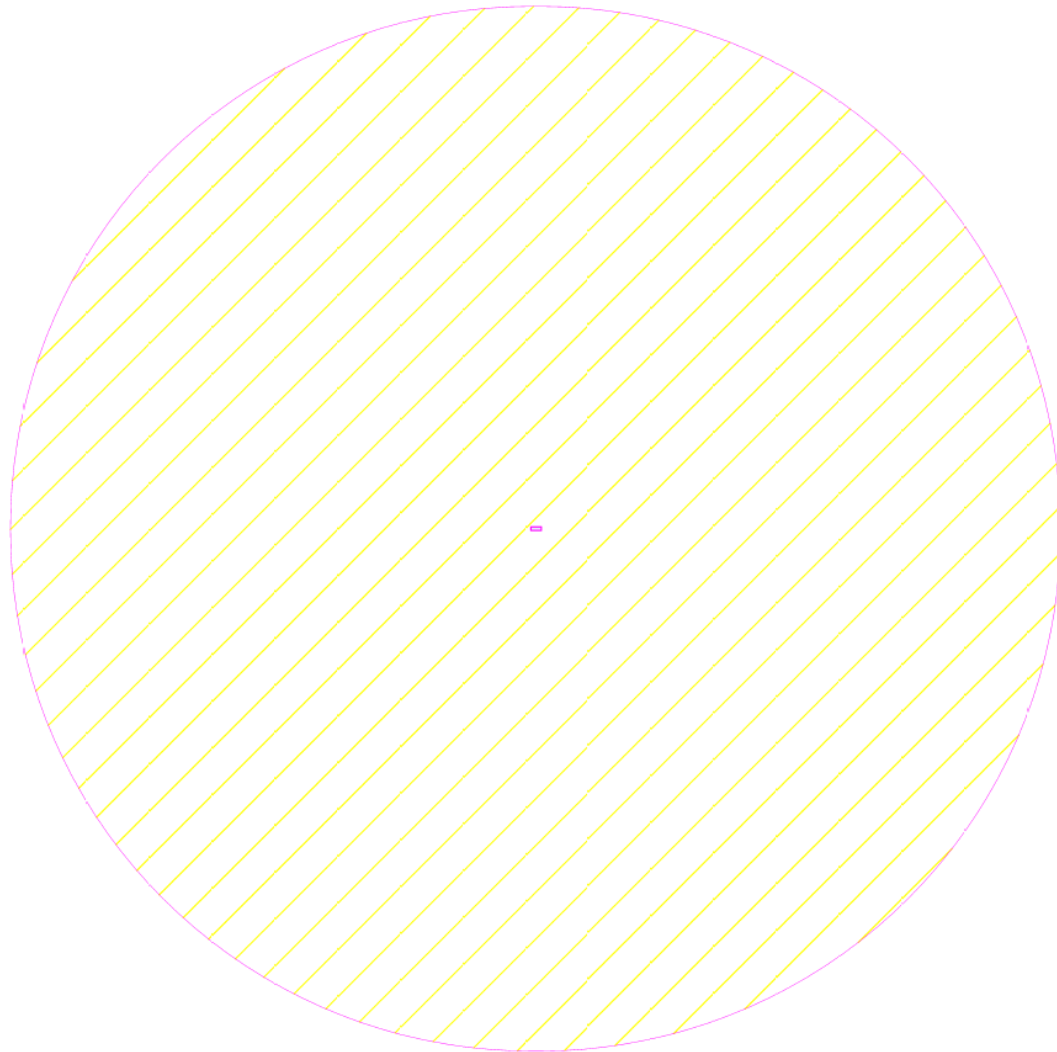


Fig. 12 – Area di raccolta dei fulmini in prossimità della cabina di raccolta

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**

5.2.4 Palo per TVcc e antintrusione

$A_D = 716 \text{ m}^2$

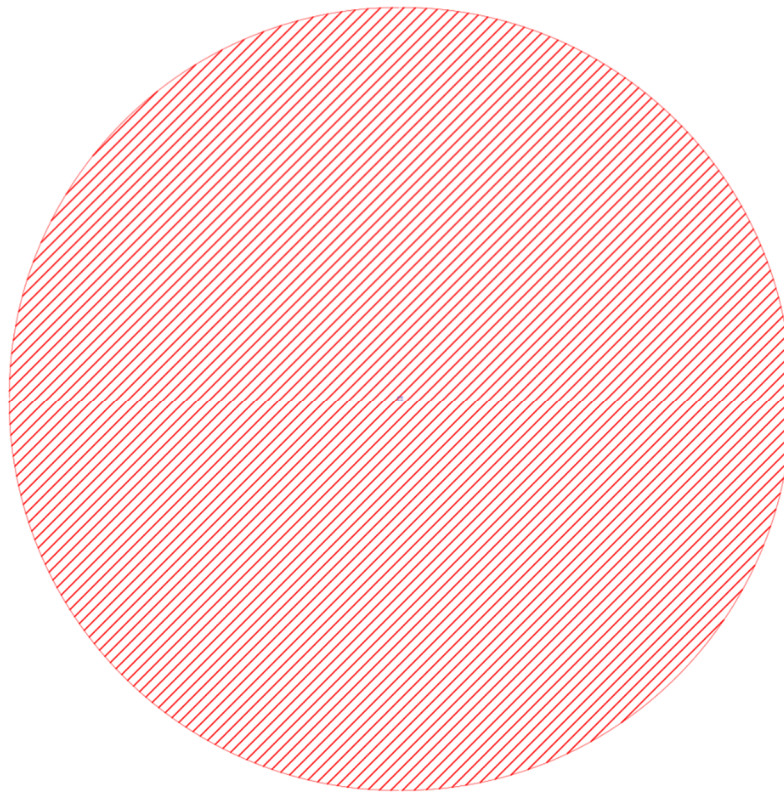



Fig. 13 – Area di raccolta del palo per TVcc e antintrusione

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 27 di 59</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**

$A_M = 785.400 \text{ m}^2$

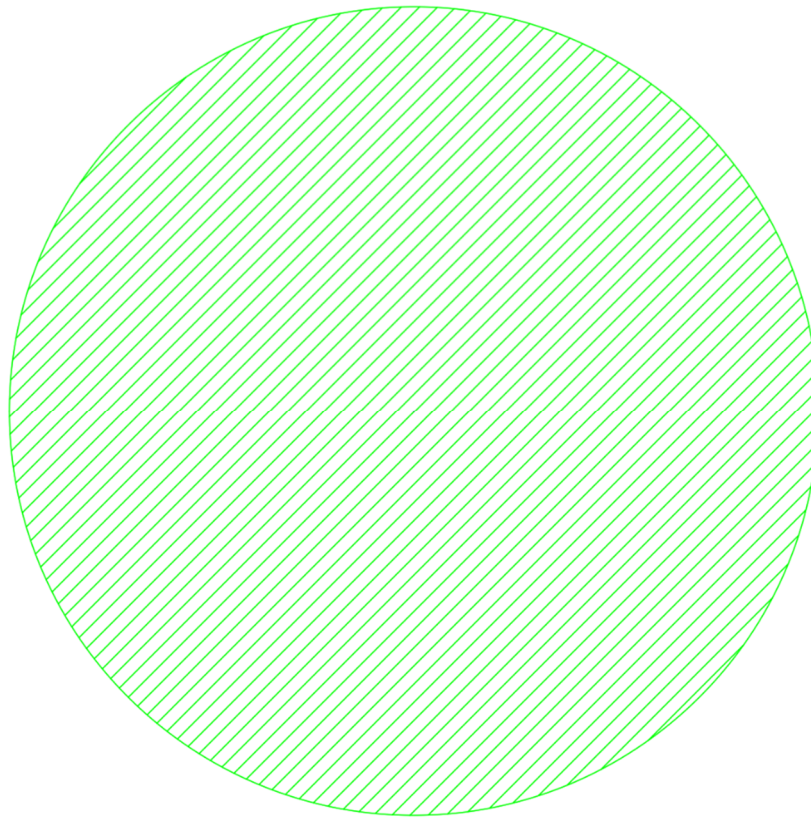



Fig. 14 – Area di raccolta dei fulmini in prossimità del palo per TVcc e antintrusione

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 28 di 59</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



6 RISULTATI DI CALCOLO PER IL GENERATORE FOTOVOLTAICO

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

6.1 Dati relativi alla struttura


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

Tab.2 - Caratteristiche della struttura

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Dimensioni	Vedasi capitolo 5.1		
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	2,63
Area di raccolta per fulminazione diretta	m ²	A_D	1.342.605
Area di raccolta per fulminazione indiretta	m ²	A_M	5.576.059
n° eventi pericolosi per fulminazione diretta	1/anno	N_D	3,55
n° eventi pericolosi per fulminazione indiretta	1/anno	N_M	14,7

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.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione
Codice elaborato: RS06REL106A0	Pag. 29 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**




6.2 Caratteristiche delle linee

I principali dati e caratteristiche delle linee elettriche entranti nella struttura sono specificati nella seguente tabella:

Tab.3 – Caratteristiche delle Linee

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Linea elettrica in Bassa Tensione 1		
Resistività del suolo	Ωm	r_o	400
Lunghezza	m	L_c	20 - 350
Tipo di installazione	Linea interrata	C_i	0,5
Sezione schermo	Schermo assente		
Trasformatore MT/BT tra la struttura e la linea	Assente	C_t	1,0
Coefficiente ambientale della linea	Suburbano	C_e	0,5
Protezione con SPD ad arrivo linea	Assente	P_{EB}	1,0
Area di raccolta dei fulmini sul servizio ¹	km ²	A_l	0,012
Area di raccolta dei fulmini in prossimità del servizio ¹	km ²	A_i	1,2
Frequenza di fulminazione diretta sul servizio ¹	1/anno	N_L	0,0079
Frequenza di fulminazione in prossimità del servizio ¹	1/anno	N_i	0,789
Dimensioni della struttura adiacente	m	$(L_j \cdot W_j \cdot H_j)$	16,2 x 2,4 x 3
Coefficiente di posizione della struttura adiacente	Isolata	C_{Dj}	1,0
Frequenza di fulminazione della struttura adiacente ¹	1/anno	N_{Dj}	0,00083

¹ È riportato il valore peggiore tra quelli risultanti dall'analisi di tutte le linee

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione	
	Codice elaborato: RS06REL106A0	Pag. 30 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



6.3 Caratteristiche delle zone

La struttura è stata suddivisa nelle seguenti zone:

- Zona 1 Esterno

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

Tab.4 - Caratteristiche della zona n.1

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Esterno		
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	Circuiti di segnale per gli inverter di stringa		
Protezione contro la tensione di passo e contatto	Cartelli ammonitori	p_a	0,1
Persone potenzialmente in pericolo			1

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione valutazione rischio fulminazione

Codice elaborato: RS06REL106A0

Pag. 31 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



6.4 Circuiti interni

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

6.4.1 Zona 1 – Esterno


In questa zona non sono presenti impianti.

Tab.5 - Caratteristiche impianti interni BT

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Circuiti in bassa tensione DC		
Collegato alla linea entrante	Linea elettrica in Bassa Tensione		
Tensione nominale sistema BT verso terra	V		1.500
Sezione schermo	Schermo assente		
Precauzioni nel cablaggio interno	Area spira fino a 50 m ²	K_{S3}	1,0
Tensione di tenuta degli apparati U_w	6.000 V	K_{S4}	0,17
Protezione con sistema coordinato di SPD	Assente	P_{SPD}	1,0

Tab.6 - Caratteristiche impianti interni segnali

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Circuiti di segnale		
Collegato alla linea entrante	Linea elettrica in Bassa Tensione		
Tensione nominale sistema BT verso terra	V		12÷24
Sezione schermo	Schermo assente		
Precauzioni nel cablaggio interno	Area spira fino a 50 m ²	K_{S3}	1,0
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

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato	
	Relazione valutazione rischio fulminazione	
Codice elaborato: RS06REL106A0	Pag. 32 di 59	

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



6.5 Valutazione dei rischi selezionati

6.5.1 Valutazione delle probabilità

Il valore di rischio calcolato per la struttura in esame è pari alla somma di più componenti di rischio, come spiegato nel capitolo 0. 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.7 – Valori di probabilità

			<i>Zona 1</i>
P_A			1,0
P_B			1,0
P_U	Linea elettrica in Bassa Tensione n.1 ²	Circuiti DC	1,3
		Circuito di segnale	1,3
P_V	Linea elettrica in Bassa Tensione n.1 ²	Circuiti DC	13,0
		Circuito di segnale	13,0

² È riportato il valore peggiore tra quelli risultanti dall'analisi di tutte le linee

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



6.5.2 Valutazione del rischio di perdita di vita

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

Tab.8 – Valori di perdita

	<i>Zona 1</i>
L_A = L_U	1,26E-06
L_B = L_V	2,51E-07

Il rischio R₁ 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 R₁, 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 R₁ è composto dalle seguenti componenti di rischio:

Tab.9 - Rischio R₁ - Valori delle componenti di rischio per la struttura allo stato attuale

<i>Rischio</i>	<i>Zona 1</i>	<i>Valore</i>
R_A	4,45E-06	4,45E-06
R_B	8,91E-07	8,91E-07
R_U	3,77E-08	3,77E-08
R_V	7,53E-08	7,53E-08
Totale		5,46E-06

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione valutazione rischio fulminazione

Codice elaborato: RS06REL106A0

Pag. 34 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**

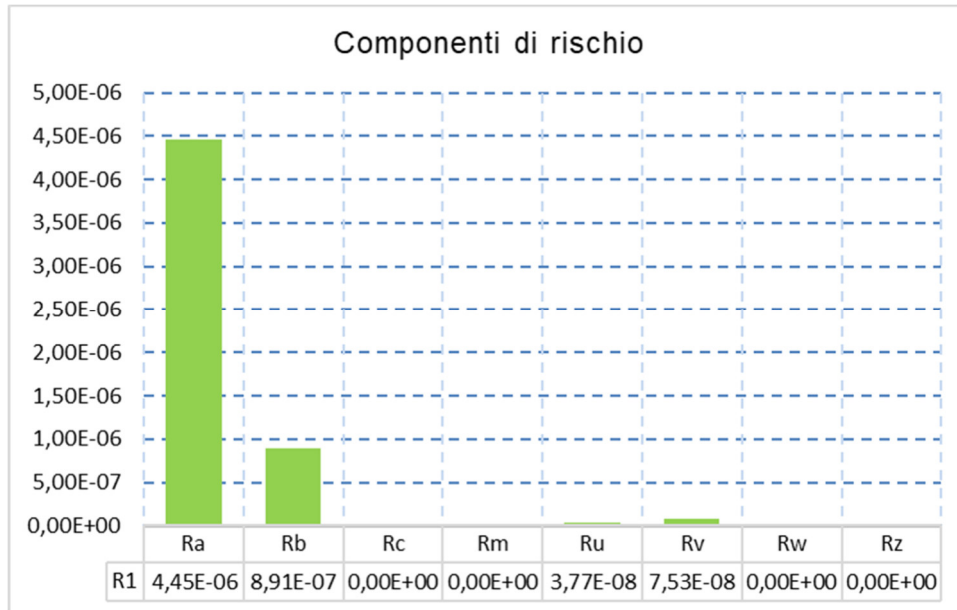
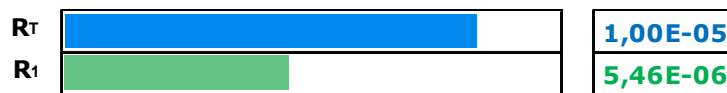


Fig. 15 – Diagramma delle componenti del rischio R₁



Poiché il rischio calcolato $R_1 = 5,46 \cdot 10^{-6}$ 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.**

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



7 RISULTATI DI CALCOLO PER LA CABINA DI CONVERSIONE E/O TRASFORMAZIONE

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

7.1 Dati relativi alla struttura


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

Tab.10 - Caratteristiche della struttura

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Dimensioni	16,2 x 2,4 x 3 m		
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	2,63
Area di raccolta per fulminazione diretta	m ²	A_D	612
Area di raccolta per fulminazione indiretta	m ²	A_M	804.015
n° eventi pericolosi per fulminazione diretta	1/anno	N_D	$1,74 \cdot 10^{-3}$
n° eventi pericolosi per fulminazione indiretta	1/anno	N_M	2,29

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.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione
Codice elaborato: RS06REL106A0	Pag. 36 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



7.2 Caratteristiche delle linee

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


Tab.11 – Caratteristiche della Linea MT

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Linea elettrica in Media Tensione		
Resistività del suolo	Ωm	r_o	400
Lunghezza	m	L_c	380 - 2110
Tipo di installazione	Linea interrata	C_i	0,5
Sezione schermo	Schermo con resistenza $1\Omega/\text{km} < R \leq 5\Omega/\text{km}$		
Trasformatore AT/BT tra la struttura e la linea	Presente	C_t	0,2
Coefficiente ambientale della linea	Suburbano	C_e	0,5
Protezione con SPD ad arrivo linea	Assente	P_{EB}	1,0
Area di raccolta dei fulmini sul servizio ³	km^2	A_l	0,0844
Area di raccolta dei fulmini in prossimità del servizio	km^2	A_i	8,44
Frequenza di fulminazione diretta sul servizio	1/anno	N_L	0,0120
Frequenza di fulminazione in prossimità del servizio	1/anno	N_i	1,2027
Dimensioni della struttura adiacente	m	$(L_j \cdot W_j \cdot H_j)$	16,2x2,4x3
Coefficiente di posizione della struttura adiacente	Isolata	C_{Dj}	1,0
Frequenza di fulminazione della struttura adiacente	1/anno	N_{Dj}	0,00036

Tab.12 – Caratteristiche della Linea BT

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Linea elettrica in Bassa Tensione		
Resistività del suolo	Ωm	r_o	400
Lunghezza	m	L_c	20 - 300
Tipo di installazione	Linea interrata	C_i	0,5
Sezione schermo	Schermo assente		
Trasformatore AT/BT tra la struttura e la linea	Presente	C_t	1,0
Coefficiente ambientale della linea	Suburbano	C_e	0,5

³ È riportato il valore peggiore tra quelli risultanti dall'analisi di tutte le linee

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione
Codice elaborato: RS06REL106A0	Pag. 37 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



Protezione con SPD ad arrivo linea	Assente	P_{EB}	1,0
Area di raccolta dei fulmini sul servizio	km ²	A_1	0,012
Area di raccolta dei fulmini in prossimità del servizio	km ²	A_i	1,2
Frequenza di fulminazione diretta sul servizio	1/anno	N_L	0,0086
Frequenza di fulminazione in prossimità del servizio	1/anno	N_i	0,6855
Dimensioni della struttura adiacente	m	$(L_j \cdot W_j \cdot H_j)$	350x2,2x2,5
Coefficiente di posizione della struttura adiacente	Oggetti altezza uguale o inferiore	C_{Dj}	0,5
Frequenza di fulminazione della struttura adiacente	1/anno	N_{Dj}	0,00888

Tab.13 – Caratteristiche della Linea segnale

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Linea segnale		
Resistività del suolo	Ωm	r_o	400
Lunghezza	m	L_c	100
Tipo di installazione	Linea interrata	C_i	0,5
Sezione schermo	Schermo assente		
Trasformatore AT/BT tra la struttura e la linea	Assente	C_t	1,0
Coefficiente ambientale della linea	Suburbano	C_e	0,5
Protezione con SPD ad arrivo linea	Assente	P_{EB}	1,0
Area di raccolta dei fulmini sul servizio	km ²	A_1	0,0040
Area di raccolta dei fulmini in prossimità del servizio	km ²	A_i	0,4000
Frequenza di fulminazione diretta sul servizio	1/anno	N_L	0,0029
Frequenza di fulminazione in prossimità del servizio	1/anno	N_i	0,2850
Dimensioni della struttura adiacente	m	$(L_j \cdot W_j \cdot H_j)$	0,15x0,15x5
Coefficiente di posizione della struttura adiacente	Oggetti altezza uguale o inferiore	C_{Dj}	0,5
Frequenza di fulminazione della struttura adiacente	1/anno	N_{Dj}	0,00102

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione valutazione rischio fulminazione

Codice elaborato: RS06REL106A0

Pag. 38 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



7.3 Caratteristiche delle zone


La struttura è stata suddivisa nelle seguenti zone:

- Zona 1 Esterno

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

Tab.14 - Caratteristiche della zona n.1

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Esterno		
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		
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			1

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione
	Codice elaborato: RS06REL106A0

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



7.4 Circuiti interni

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

7.4.1 Zona 1 – Esterno

Tab.15 - Caratteristiche impianti interni MT


Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Circuiti in media tensione		
Collegato alla linea entrante	Linee elettriche in Media Tensione		
Tensione nominale sistema MT verso terra	V		30.000
Sezione schermo	Schermo con resistenza $1\Omega/\text{km} < R \leq 5\Omega/\text{km}$		
Precauzioni nel cablaggio interno	Cavi schermati connessi ad entrambe le estremità	K_{S3}	0
Tensione di tenuta degli apparati U_w	6.000 V	K_{S4}	0,2
Protezione con sistema coordinato di SPD	Assente	P_{SPD}	1,0

Tab.16 - Caratteristiche impianti interni BT

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Circuiti in bassa tensione		
Collegato alla linea entrante	Linee elettriche in Bassa Tensione		
Tensione nominale sistema BT verso terra	V		230
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	2.500 V	K_{S4}	0,4
Protezione con sistema coordinato di SPD	Assente	P_{SPD}	1,0

Tab.17 - Caratteristiche impianti interni di segnale

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Circuiti di segnale		
Collegato alla linea entrante	Linee elettriche in Bassa Tensione		
Tensione nominale sistema BT verso terra	V		12÷24
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	1.500 V	K_{S4}	0,67
Protezione con sistema coordinato di SPD	Assente	P_{SPD}	1,0

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione
	Codice elaborato: RS06REL106A0

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



7.5 Valutazione dei rischi selezionati

7.5.1 Valutazione delle probabilità

Il valore di rischio calcolato per la struttura in esame è pari alla somma di più componenti di rischio, come spiegato nel capitolo 0. 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.18 – Valori di probabilità

			<i>Zona 1</i>
P_A			1,0
P_B			1,0
P_U	Linee elettrica in Media Tensione	Circuiti MT	1,00E-02
	Linee elettriche in Bassa Tensione	Circuiti BT ⁴	4,00E-01
		Circuiti di segnale	2,00E-01
P_V	Linee elettrica in Media Tensione	Circuiti MT	1,00E-01
	Linee elettriche in Bassa Tensione	Circuiti BT ⁴	4,0
		Circuiti di segnale 1...11	2,0

7.5.2 Valutazione del rischio di perdita di vita


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

Tab.19 – Valori di perdita

	<i>Zona 1</i>
L_A = L_U	2,37E-05
L_B = L_V	4,75E-06

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.

⁴ È riportato il valore peggiore tra quelli risultanti dall'analisi di tutte le linee

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione
Codice elaborato: RS06REL106A0	Pag. 41 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**

Il rischio R_1 è composto dalle seguenti componenti di rischio:

Tab.20 - Rischio R_1 - Valori delle componenti di rischio per la struttura allo stato attuale

<i>Rischio</i>	<i>Zona 1</i>	<i>Valore</i>
R_A	4,14E-08	4,14E-08
R_B	8,28E-09	8,28E-09
R_U	4,51E-07	4,51E-07
R_V	9,02E-07	9,02E-07
	Totale	1,40E-06

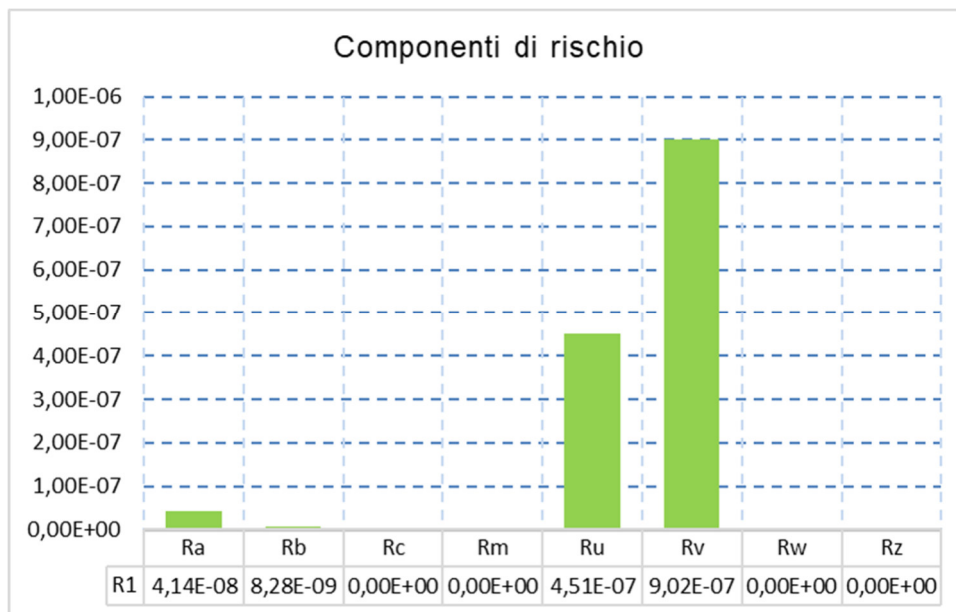
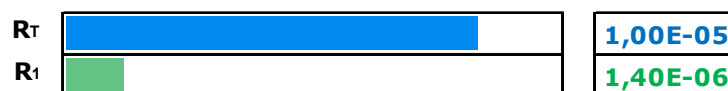


Fig. 16 – Diagramma delle componenti del rischio R_1



Poiché il rischio calcolato $R_1 = 1,40 \cdot 10^{-6}$ 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.**

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



8 RISULTATI DI CALCOLO PER LA CABINA DI RACCOLTA E MONITORAGGIO/MAGAZZINO

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

8.1 Dati relativi alla struttura


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

Tab.21 - Caratteristiche della struttura

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Dimensioni	14 x 2,4 x 3 m		
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	2,63
Area di raccolta per fulminazione diretta	m ²	A_D	516
Area di raccolta per fulminazione indiretta	m ²	A_M	798.898
n° eventi pericolosi per fulminazione diretta	1/anno	N_D	$1,47 \cdot 10^{-3}$
n° eventi pericolosi per fulminazione indiretta	1/anno	N_M	2,28

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.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione
Codice elaborato: RS06REL106A0	Pag. 43 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



8.2 Caratteristiche delle linee

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


Tab.22 – Caratteristiche delle linee di Media Tensione

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Linea elettrica in Media Tensione		
Resistività del suolo	Ωm	r_o	400
Lunghezza	m	L_c	40 - 4.900
Tipo di installazione	Linea interrata	C_i	0,5
Sezione schermo	Schermo con resistenza $1\Omega/\text{km} < R \leq 5\Omega/\text{km}$		
Trasformatore AT/BT tra la struttura e la linea	Presente	C_t	0,2
Coefficiente ambientale della linea	Suburbano - Rurale	C_e	1,0
Protezione con SPD ad arrivo linea	Assente	P_{EB}	1,0
Area di raccolta dei fulmini sul servizio ⁵	km^2	A_l	0,1960
Area di raccolta dei fulmini in prossimità del servizio ⁵	km^2	A_i	19,6
Frequenza di fulminazione diretta sul servizio	1/anno	N_L	0,0559
Frequenza di fulminazione in prossimità del servizio	1/anno	N_i	5,586
Dimensioni della struttura adiacente	m	$(L_j \cdot W_j \cdot H_j)$	-
Coefficiente di posizione della struttura adiacente	-	C_{Dj}	-
Frequenza di fulminazione della struttura adiacente	1/anno	N_{Dj}	-

Tab.23 – Caratteristiche della Linea di Bassa Tensione

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Linea elettrica in bassa tensione		
Resistività del suolo	Ωm	r_o	400
Lunghezza	m	L_c	100
Tipo di installazione	Linea interrata	C_i	0,5
Sezione schermo	Schermo assente		
Trasformatore AT/BT tra la struttura e la linea	Assente	C_t	1
Coefficiente ambientale della linea	Suburbano	C_e	0,5
Protezione con SPD ad arrivo linea	Assente	P_{EB}	1,0

⁵ È riportato il valore peggiore tra quelli risultanti dall'analisi di tutte le linee

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione	
	Codice elaborato: RS06REL106A0	Pag. 44 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



Area di raccolta dei fulmini sul servizio	km ²	A_1	0,004
Area di raccolta dei fulmini in prossimità del servizio	km ²	A_i	0,4
Frequenza di fulminazione diretta sul servizio	1/anno	N_L	0,0029
Frequenza di fulminazione in prossimità del servizio	1/anno	N_I	0,285
Dimensioni della struttura adiacente	m	$(L_j \cdot W_j \cdot H_j)$	0,15x0,15x5
Coefficiente di posizione della struttura adiacente	Isolata	C_{Dj}	1,0
Frequenza di fulminazione della struttura adiacente	1/anno	N_{Dj}	0,00204

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione valutazione rischio fulminazione

Codice elaborato: RS06REL106A0

Pag. 45 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



8.3 Caratteristiche delle zone

La struttura è stata suddivisa nelle seguenti zone:

- Zona 1 Esterno
- Zona 2 Interno


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

Tab.24 - Caratteristiche della zona n.1

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Esterno		
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	Cartelli ammonitori	p_a	0,1
Persone potenzialmente in pericolo			1

Tab.25 - Caratteristiche della zona n.2

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Interno		
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		
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			1

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione	
	Codice elaborato: RS06REL106A0	Pag. 46 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



8.4 Circuiti interni

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

8.4.1 Zona 1 – Esterno

Tab.26 - Caratteristiche impianti interni di Media Tensione


Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Circuiti in Media tensione		
Collegato alla linea entrante	Linee elettriche in Media Tensione		
Tensione nominale sistema BT verso terra	V		30.000
Sezione schermo	Schermo con resistenza $1\Omega/\text{km} < R \leq 5\Omega/\text{km}$		
Precauzioni nel cablaggio interno	Cavi schermati connessi ad entrambe le estremità	K_{S3}	0
Tensione di tenuta degli apparati U_w	6.000 V	K_{S4}	0,2
Protezione con sistema coordinato di SPD	Assente	P_{SPD}	1,0

Tab.27 - Caratteristiche impianti interni di Bassa Tensione

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Circuiti in bassa tensione		
Collegato alla linea entrante	Linee elettriche in Bassa 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}	1,0

Tab.28 - Caratteristiche impianti interni segnale

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Circuiti di segnale		
Collegato alla linea entrante	Linee elettriche in Bassa Tensione		
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

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione
	Codice elaborato: RS06REL106A0

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



8.5 Valutazione dei rischi selezionati

8.5.1 Valutazione delle probabilità

Il valore di rischio calcolato per la struttura in esame è pari alla somma di più componenti di rischio, come spiegato nel capitolo 0. 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.29 – Valori di probabilità

			<i>Zona 1</i>	<i>Zona 2</i>
P_A			1,0	1,0
P_B			1,0	1,0
P_U	Linee elettrica in Media Tensione	Circuiti MT ⁶	0,0	1,00E-02
	Linee elettriche in Bassa Tensione	Circuiti BT	0,0	1,00E-01
		Circuiti di segnale	0,0	1,00E-01
P_V	Linee elettrica in Media Tensione	Circuiti MT ⁶	0,0	1,00E-01
	Linee elettriche in Bassa Tensione	Circuiti BT	0,0	1,0
		Circuiti di segnale	0,0	1,0

8.5.2 Valutazione del rischio di perdita di vita


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

Tab.30 – Valori di perdita

	<i>Zona 1</i>	<i>Zona 2</i>
L_A = L_U	2,37E-05	2,37E-05
L_B = L_V	0,0	4,75E-06

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.

⁶ È riportato il valore peggiore tra quelli risultanti dall'analisi di tutte le linee

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato	
	Relazione valutazione rischio fulminazione	
Codice elaborato: RS06REL106A0	Pag. 48 di 59	

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**

Il rischio R_1 è composto dalle seguenti componenti di rischio:

Tab.31 - Rischio R_1 - Valori delle componenti di rischio per la struttura allo stato attuale

<i>Rischio</i>	<i>Zona 1</i>	<i>Zona 2</i>	<i>Valore</i>
R_A	3,49E-08	3,49E-08	6,98E-08
R_B	0,0	6,98E-08	6,98E-08
R_U	0,0	4,93E-08	4,93E-08
R_V	0,0	9,87E-08	9,87E-08
	Totale		2,25E-07

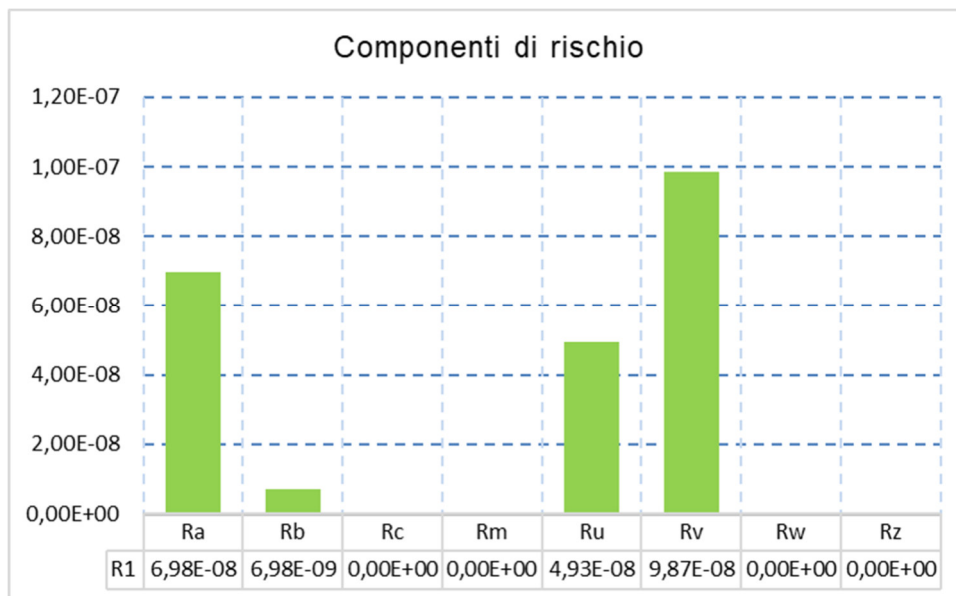
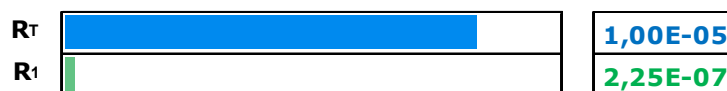


Fig. 17 – Diagramma delle componenti del rischio R_1



Poiché il rischio calcolato $R_1 = 2,25 \cdot 10^{-7}$ 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.**

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



9 RISULTATI DI CALCOLO PER IL PALO PER TVCC E ANTINTRUSIONE

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

9.1 Dati relativi alla struttura


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

Tab.32 - Caratteristiche della struttura

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Dimensioni	0,15 x 0,15 x 5 m		
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	2,63
Area di raccolta per fulminazione diretta	m ²	A_D	716
Area di raccolta per fulminazione indiretta	m ²	A_M	785.400
n° eventi pericolosi per fulminazione diretta	1/anno	N_D	$2,04 \cdot 10^{-3}$
n° eventi pericolosi per fulminazione indiretta	1/anno	N_M	2,24

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.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione
Codice elaborato: RS06REL106A0	Pag. 50 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



9.2 Caratteristiche delle linee

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

Tab.33 – Caratteristiche della Linea 1

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Linea elettrica in Bassa Tensione n.1		
Resistività del suolo	Ωm	r_o	400
Lunghezza	m	L_c	25 - 100
Tipo di installazione	Linea interrata	C_i	0,5
Sezione schermo	Assente		
Trasformatore AT/BT tra la struttura e la linea	Assente	C_t	1,0
Coefficiente ambientale della linea	Suburbano	C_e	0,5
Protezione con SPD ad arrivo linea	Assente	P_{EB}	1,0
Area di raccolta dei fulmini sul servizio	km^2	A_l	0,004
Area di raccolta dei fulmini in prossimità del servizio	km^2	A_i	0,4
Frequenza di fulminazione diretta sul servizio	1/anno	N_L	0,0029
Frequenza di fulminazione in prossimità del servizio	1/anno	N_i	0,2850
Dimensioni della struttura adiacente	m	$(L_j \cdot W_j \cdot H_j)$	16,2x2,4x3
Coefficiente di posizione della struttura adiacente	Isolata	C_{Dj}	1,0
Frequenza di fulminazione della struttura adiacente	1/anno	N_{Dj}	0,00204

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione valutazione rischio fulminazione

Codice elaborato: RS06REL106A0

Pag. 51 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



9.3 Caratteristiche delle zone


La struttura è stata suddivisa nelle seguenti zone:

- Zona 1 Esterno

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

Tab.34 - Caratteristiche della zona n.1

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Esterno		
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		
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			1

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione	
	Codice elaborato: RS06REL106A0	Pag. 52 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



9.4 Circuiti interni

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


9.4.1 Zona 1 – Esterno

Tab.35 - Caratteristiche impianti interni Bassa Tensione

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Circuiti in bassa tensione		
Collegato alla linea entrante	Linee elettriche in Bassa 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}	1,0

Tab.36 - Caratteristiche impianti interni segnale

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Circuiti di segnale		
Collegato alla linea entrante	Linee elettriche in Bassa Tensione		
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

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione
	Codice elaborato: RS06REL106A0

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



9.5 Valutazione dei rischi selezionati

9.5.1 Valutazione delle probabilità

Il valore di rischio calcolato per la struttura in esame è pari alla somma di più componenti di rischio, come spiegato nel capitolo 0. 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.37 – Valori di probabilità

			<i>Zona 1</i>
P_A			1,0
P_B			1,0
P_U	Linee elettriche in Bassa Tensione	Circuiti BT	2,00E-01
		Circuiti di segnale	2,00E-01
P_V	Linee elettriche in Bassa Tensione	Circuiti BT	2,0
		Circuiti di segnale 1-2	2,0

9.5.2 Valutazione del rischio di perdita di vita


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

Tab.38 – Valori di perdita

	<i>Zona 1</i>
L_A = L_U	3,14E-07
L_B = L_V	6,28E-08

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 è composto dalle seguenti componenti di rischio:

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione
Codice elaborato: RS06REL106A0	Pag. 54 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**

Tab.39 - Rischio R₁ - Valori delle componenti di rischio per la struttura allo stato attuale

<i>Rischio</i>	<i>Zona 1</i>	<i>Valore</i>
R_A	6,40E-10	6,40E-10
R_B	1,28E-10	1,28E-10
R_U	4,64E-10	4,64E-09
R_V	9,28E-10	9,28E-10
	Totale	2,16E-09

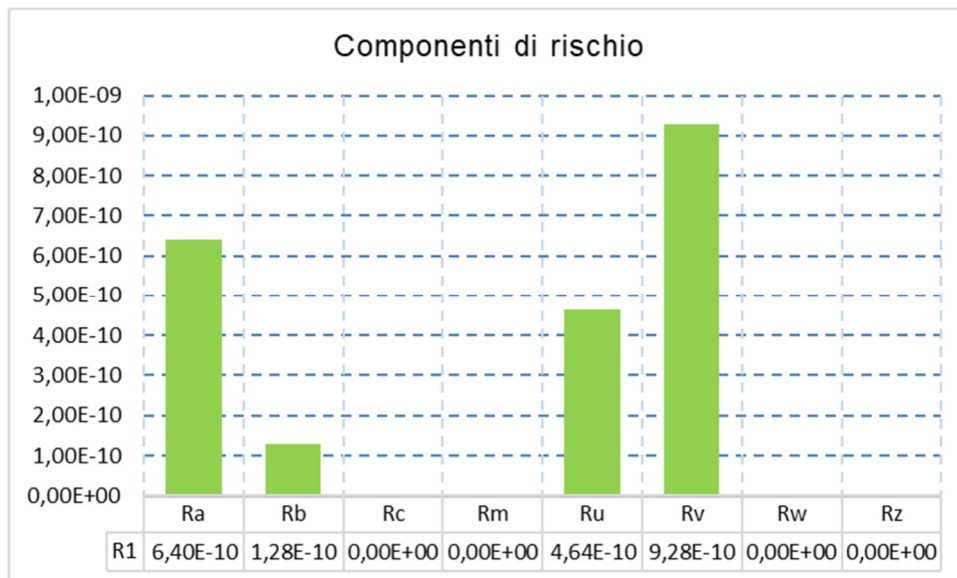




Fig. 18 – Diagramma delle componenti del rischio R₁

R_T		1,00E-05
R₁		2,16E-09

Poiché il rischio calcolato $R_1 = 2,16 \cdot 10^{-9}$ 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.**

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



10 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.

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato Relazione valutazione rischio fulminazione</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL106A0</p>	<p>Pag. 56 di 59</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**

11 ALLEGATI

11.1 Certificato del valore di N_G



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 2,63 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **37,490767° N**

Longitudine: **14,600480° 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 ceramica.
- 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 2027.

Data 03/03/2022

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione valutazione rischio fulminazione

Codice elaborato: RS06REL106A0

Pag. 57 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: **INE FICURINIA S.R.L**



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 2,63 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **37,508525° N**

Longitudine: **14,608759° 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 ceramica.
- 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 2027.

Data 03/03/2022

Consulente:

 **BFP**
Via degli Arredatori 8
70026 Modugno (BA)

Titolo elaborato

Relazione valutazione rischio fulminazione

Codice elaborato: RS06REL106A0

Pag. 58 di 59

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,5 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA"

Proponente: INE FICURINIA S.R.L



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 2,63 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: 37,518237° N

Longitudine: 14,632460° 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 2027.

Data 03/03/2022

Consulente:

 **BFP**
Via degli Arredatori 8
70026 Modugno (BA)

Titolo elaborato

Relazione valutazione rischio fulminazione

Codice elaborato: RS06REL106A0

Pag. 59 di 59