



TRANSIZIONE ECOLOGICA



REGIONE SICILIA



COMUNE DI RAMACCA



COMUNE DI CASTEL DI IUDICA

NOME PROGETTO:

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,500-205,490 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca (CT) - Impianto "FICURINIA".

ID. PROGETTO DEL MITE: ID_VIP 8434

PROCEDURA:

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

PROPONENTE:



INE FICURINIA S.R.L.
Piazza Walther Von Vogelweide 8,
Bolzano (BZ) 39100
pec: 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 16311151002
Sede legale: Piazza Walther Von Vogelweide 8,
39100 Bolzano (BZ)
ineficuriniasrl@legalmail.it

Legale rappresentante: Ing. Sergio Chiericoni

ELABORATO REDATTO DA:



IDENTIFICATORE ELABORATO:

RS06REL105A0_rev.01

CARTELLA:

VIA_16

TITOLO ELABORATO:

Relazione preliminare valutazione campi elettromagnetici

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 Lanza
Ordine degli Ingegneri, Prov. di Taranto, n. A2166
via Costa 25/b - 74027 S. Giorgio Jonico (TA)
marcellolanza@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 Acireale (CT)

IDRAULICA



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.fumari@gmail.com

N. REV.	DATA	REVISIONE
0	apr-22	Emissione
1	sett-23	Integrazioni con modifica sostanziale del progetto in riscontro a richieste MASE prot. m_ante.CTVA. REGISTRO UFFICIALE.U.0006731.08-06-2023

ELABORATO	VERIFICATO	VALIDATO
Ing. Mancini/Ing. Mastroserio Ing. Mancini/Ing. Lapenna	Ing. Pomponio Ing. Pomponio	INE FICURINIA S.R.L. INE FICURINIA S.R.L.

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,500 205,490 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**



Sommario

1	OGGETTO	2
2	GENERALITÀ SULLE EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE	2
3	NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	3
3.1	Definizioni	3
4	INQUADRAMENTO NORMATIVO	4
5	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	7
5.1	Caratteristiche generali del parco fotovoltaico	7
5.2	Cabine di conversione e/o trasformazione, raccolta, monitoraggio e magazzino	7
5.3	Linee di distribuzione in MT	8
6	METODO DI CALCOLO CAMPO MAGNETICO	8
6.1	Cenni teorici	8
6.2	Metodo di calcolo	9
7	VALUTAZIONE PREVENTIVA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DALLE COMPONENTI DELL'IMPIANTO	9
7.1	Applicazione della normativa sulla tutela della popolazione	9
7.2	Applicazione della normativa sulla tutela dei lavoratori	10
8	LINEE DI DISTRIBUZIONE MT	10
8.1	Determinazione dei campi magnetici	10
8.1.1	Determinazione dei campi magnetici per i cavidotti interni all'impianto fotovoltaico	11
8.1.2	Determinazione dei campi magnetici per i cavidotti esterni all'impianto fotovoltaico	15
9	DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE LINEE MT	21
10	SOTTOSTAZIONE ELETTRICA 150/30 KV	21
11	LINEA DI CONNESSIONE IN AT	23
11.1	Determinazione dei campi magnetici	23
11.2	Distanze di prima approssimazione	25
12	CONCLUSIONI	25

La presente relazione è stata integralmente rieditata a seguito della modifica del layout determinata dalla nota prot. M_ amte.CTVA.REGISTRO UFFICIALE.U.0006731.08-06-2023.

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a ~~240,500~~ 205,490 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 OGGETTO

Il presente studio è finalizzato al calcolo preventivo delle emissioni elettromagnetiche non ionizzanti determinate dalle installazioni elettriche previste dal progetto di un nuovo impianto agrivoltaiico con produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica denominato "FICURINIA" e delle relative opere connesse, da realizzarsi nei Comuni di Ramacca e Castel di Iudica (CT), della potenza nominale DC di 217,84 MWp (Potenza AC in immissione 205,49 MW).

2 GENERALITÀ SULLE EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE

I campi elettromagnetici consistono in onde elettriche (E) e magnetiche (H) che viaggiano insieme. Esse si propagano alla velocità della luce e sono caratterizzate da una frequenza ed una lunghezza d'onda.

I campi ELF si identificano nei campi a frequenza fino a 300 Hz. A frequenze così basse corrispondono lunghezze d'onda in aria molto grandi e, in situazioni pratiche, il campo elettrico e quello magnetico agiscono in modo indipendente l'uno dall'altro e vengono misurati e valutati separatamente.

I campi elettrici sono prodotti dalle cariche elettriche. Essi governano il moto di altre cariche elettriche che vi siano immerse. La loro intensità viene misurata in volt al metro (V/m) o in chilovolt al metro (kV/m). Quando delle cariche si accumulano su di un oggetto, fanno sì che cariche di segno uguale od opposto vengano, rispettivamente, respinte o attratte. L'intensità di questo effetto viene caratterizzata attraverso la tensione, misurata in volt (V).

L'intensità dei campi elettrici è massima vicino alla sorgente e diminuisce con la distanza (proporzionale alla tensione della sorgente). Molti materiali comuni, come il legno ed il metallo, costituiscono uno schermo per questi campi.

I campi magnetici sono prodotti dal moto delle cariche elettriche, cioè dalla corrente. Essi governano il moto delle cariche elettriche. La loro intensità si misura in ampere al metro (A/m), ma è spesso espressa in termini di una grandezza corrispondente, l'induzione magnetica, che si misura in tesla (T), millitesla (mT) o microtesla (μ T).

I campi magnetici sono massimi vicino alla sorgente e diminuiscono con la distanza (proporzionale alla corrente della sorgente). Essi non vengono schermati dalla maggior parte dei materiali di uso comune, e li attraversano facilmente.

Ai fini dell'esposizione umana alle radiazioni non ionizzanti, considerando le caratteristiche fisiche delle grandezze elettriche in gioco in un impianto fotovoltaico (tensioni fino a 150.000 V e frequenze di 50 Hz) i campi elettrici e magnetici sono da valutarsi separatamente perché disaccoppiati.

Come già accennato il campo elettrico, a differenza del campo magnetico, subisce una attenuazione per effetto della presenza di elementi posti fra la sorgente e il punto irradiato. Pertanto le situazioni più critiche sono rappresentate dagli impianti installati in ambiente esterno, rappresentando le schermature dei cavi, la presenza di opere civili e la blindatura degli scomparti validi elementi di schermatura. Inoltre la distanza tra le apparecchiature e le recinzioni sono tali da contenere i valori di campo elettrico entro i valori limite da eventuali ricettori sensibili. Ai fini del presente studio si valuteranno, quindi, i soli campi magnetici.

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a ~~240,500~~ 205,490 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 NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".
- DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".
- DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo".
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore a 100 kV",
- CEI 20-21 "Calcolo della portata di corrente" (IEC 60287).
- CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte I: linee elettriche aeree e in cavo".
- D.Lgs. 09.04.2008 n.81 ss.mm.ii. "Testo unico per la sicurezza";
- D.Lgs. 19.11.2007 n.257 "Attuazione della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettro-magnetici)".

3.1 Definizioni

Si introducono le seguenti definizioni anche in riferimento a quanto indicato nell'allegato del D.M. del 29 Maggio 2008 "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto":

Corrente

Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.

Portata in corrente in servizio normale

Corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 e sue successive modifiche e integrazioni.

La corrente di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è la "portata di corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata":

- Per le linee con tensione >100 kV, è definita dalla norma CEI 11-60;
- Per gli elettrodotti aerei con tensione < 100 kV, i proprietari/gestori fissano la portata in corrente in regime permanente in relazione ai carichi attesi con riferimento alle condizioni progettuali assunte per il dimensionamento dei conduttori;
- Per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17 come portata in regime permanente;

Portata in regime permanente

Massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato.

Fascia di rispetto

Spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

Distanza di prima approssimazione

È la distanza in pianta dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto, la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA, si trovi all'esterno della fascia di rispetto. Per le cabine è la distanza da tutte le facce del parallelepipedo della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a ~~240,500~~ 205,490 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**



Limite di esposizione

È il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori.

Esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici

È ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

Esposizione della popolazione

È ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ad eccezione dell'esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici.

Sottostazione utente

La sottostazione è un impianto elettrico che ha la funzione di è l'energia in ingresso in alta tensione (solitamente 120kV, 132kV o **150kV**, raramente anche 60kV o 220kV) in media tensione (8.4, 10, 15, 20 o **30 kV**).

4 INQUADRAMENTO NORMATIVO

La normativa nazionale per la tutela della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici disciplina separatamente le basse frequenze (es. elettrodotti) e le alte frequenze (es. impianti radiotelevisivi, stazioni radiobase, ponti radio).

Il 14 febbraio 2001 è stata approvata dalla Camera dei deputati la legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico (L.36/01). In generale il sistema di protezione dagli effetti delle esposizioni agli inquinanti ambientali distingue tra:

- Effetti acuti (o di breve periodo), basati su una soglia, per cui si fissano limiti di esposizione che garantiscono, con margini cautelativi, la non insorgenza di tali effetti;
- Effetti cronici (o di lungo periodo), privi di soglia e di natura probabilistica (all'aumentare dell'esposizione aumenta non l'entità ma la probabilità del danno), per cui si fissano livelli operativi di riferimento per prevenire o limitare il possibile danno complessivo.

È importante dunque distinguere il significato dei termini utilizzati nelle leggi (riportiamo nella tabella 1 le definizioni inserite nella legge quadro).

Limiti di esposizione	Valori di CEM che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela dagli effetti acuti.
Valori di attenzione	Valori di CEM che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Essi costituiscono la misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti di lungo periodo.
Obiettivi di qualità	Valori di CEM causati da singoli impianti o apparecchiature da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, attraverso l'uso di tecnologie e metodi di risanamento disponibili. Sono finalizzati a consentire la minimizzazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori ai CEM anche per la protezione da possibili effetti di lungo periodo.

Tabella 1: Definizioni di limiti di esposizione, di valori di attenzione e di obiettivi di qualità secondo la legge quadro.

La normativa di riferimento in Italia per le linee elettriche è il DPCM del 08/07/2003 (G.U. n. 200 del 29.08.2003) "Fissazione dei limiti massimi di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti"; tale decreto, per effetto di quanto fissato dalla legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico, stabilisce:

- I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute della popolazione nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze non contemplate dal D.M. 381/98, ovvero i campi a bassa frequenza (ELF) e a frequenza industriale (50 Hz);
- Parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici
Codice elaborato: RS06REL105A0_rev01	Pag. 4 di 25

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a ~~240,500~~ 205,490 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**



Relativamente alla definizione di limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità per l'esposizione della popolazione ai campi di frequenza industriale (50 Hz) relativi agli elettrodotti, il DPCM 08/07/03 propone i valori descritti in tabella 2, confrontati con la normativa europea.

Normativa	Limiti previsti	Induzione magnetica B (μ T)	Intensità del campo elettrico E (V/m)
DPCM	Limite d'esposizione	100	5.000
	Limite d'attenzione	10	
	Obiettivo di qualità	3	
Racc. 1999/512/CE	Livelli di riferimento (ICNIRP1998, OMS)	100	5.000

Tabella 2: Limiti di esposizione, limiti di attenzione e obiettivi di qualità del DPCM 08/07/03, confrontati con i livelli di riferimento della Raccomandazione 1999/512CE.

Il valore di attenzione di 10 μ T si applica nelle aree di gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi, negli ambienti scolastici e in tutti i luoghi in cui possono essere presenti persone per almeno 4 ore al giorno. Tale valore è da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

L'obiettivo di qualità di 3 μ T si applica ai nuovi elettrodotti nelle vicinanze dei sopraccitati ambienti e luoghi, nonché ai nuovi insediamenti ed edifici in fase di realizzazione in prossimità di linee e di installazioni elettriche già esistenti (valore inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio). Da notare che questo valore corrisponde approssimativamente al livello di induzione prevedibile, per linee a pieno carico, alle distanze di rispetto stabilite dal vecchio DPCM 23/04/92.

Si ricorda che i limiti di esposizione fissati dalla legge sono di 100 μ T per lunghe esposizioni e di 1000 μ T per brevi esposizioni.

Per quanto riguarda la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, sentite le ARPA, ha approvato, con Decreto 29 Maggio 2008, "La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".

Tale metodologia, ai sensi dell'art. 6 comma 2 del D.P.C.M. 8 luglio 2003, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto. I riferimenti contenuti in tale articolo implicano che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l'obiettivo di qualità: "Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree di gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio" (Art. 4).

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto è stato introdotto nella metodologia di calcolo un procedimento semplificato che trasforma la fascia di rispetto (volume) in una distanza di prima approssimazione (distanza).

Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato, la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
- linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a ~~240,500~~ 205,490 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**



in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i..

Per quanto riguarda l'esposizione dei lavoratori vanno seguite le disposizioni del D.lgs. 81/08 (D.Lgs. 19.11.2007 n.257) che devono essere applicate a qualunque tipo di esposizione dei lavoratori a campi elettromagnetici durante il lavoro, senza alcun riferimento al carattere professionale o meno delle esposizioni.

A seguito della valutazione dei livelli dei campi elettromagnetici effettuata in conformità alla normativa, qualora risulti che siano superati i valori di azione di cui al D.lgs. 81/08 (D.Lgs. 19.11.2007 n.257), il datore di lavoro valuta e, quando necessario, calcola se i valori limite di esposizione sono stati superati.

I luoghi di lavoro dove i lavoratori, in base alla valutazione del rischio di cui al D.lgs. 81/08 (D.Lgs. 19.11.2007 n.257) possono essere esposti a campi elettromagnetici che superano i valori di azione devono essere indicati con un'apposita segnaletica. Tale obbligo non sussiste nel caso che dalla valutazione effettuata a norma, il datore di lavoro dimostri che i valori limite di esposizione non sono superati e che possono essere esclusi rischi relativi alla sicurezza. Dette aree sono inoltre identificate e l'accesso alle stesse è limitato, laddove ciò sia tecnicamente possibile e sussista il rischio di un superamento dei valori limite di esposizione.

In nessun caso i lavoratori devono essere esposti a valori superiori ai valori limite di esposizione. Allorché, nonostante i provvedimenti presi dal datore di lavoro in applicazione del presente titolo i valori limite di esposizione risultino superati, il datore di lavoro adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione, individua le cause del superamento dei valori limite di esposizione e adegua di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento.

Il datore di lavoro adatta le misure alle esigenze dei lavoratori esposti particolarmente sensibili al rischio.

Intervallo di frequenza	Densità di corrente per corpo e tronco J (mA/m ²) (rms)	SAR mediato sul corpo intero (W/kg)	SAR localizzato (corpo e tronco) (W/kg)	SAR localizzato (arti) (W/kg)	Densità di potenza (W/m ²)
Fino a 1 Hz	40	/	/	/	/
1 - 4 Hz	40/f	/	/	/	/
4 - 1000 Hz	10	/	/	/	/
1000 Hz - 100 kHz	f/100	/	/	/	/
100 kHz - 10 Mhz	f/100	0,4	10	20	/
10 MHz- 10 GHz	/	0,4	10	20	/
10 - 300 GHz	/	/	/	/	50

Tabella 3: Valori limite di esposizione, secondo il D.Lgs 19.11.2007 n.257 e D.Lgs 09.04.2008 n. 81 ss.mm.ii

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,500 205,490 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**



Intervallo di frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Induzione magnetica B (μ T)	Densità di potenza di onda piana S_{eq} (W/m ²)	Corrente di contatto I_c (mA)	Corrente indotta attraverso gli arti I_L (mA)
0 - 1 Hz	/	$1,63 \times 10^5$	2×10^5	/	1,0	/
1 - 8 Hz	20000	$1,63 \times 10^5 / f^2$	$2 \times 10^5 / f^2$	/	1,0	/
8 - 25 Hz	20000	$2 \times 10^4 / f$	$2,5 \times 10^4 / f$	/	1,0	/
0,025 - 0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	/	1,0	/
0,82 - 2,5 kHz	610	24,4	30,7	/	1,0	/
2,5 - 65 kHz	610	24,4	30,7	/	0,4f	/
65 - 100 kHz	610	1600/f	2000/f	/	0,4/f	/
0,1 - 1 MHz	610	1,6/f	2/f	/	40	/
1 - 10 MHz	610/f	1,6/f	2/f	/	40	/
10-110 MHz	61	0,16	0,2	10	40	100
110 - 400 MHz	61	0,16	0,2	10	/	/
400 - 2000 MHz	$3f^{1/2}$	$0,008f^{1/2}$	$0,01f^{1/2}$	f/40	/	/
2 - 300 GHz	137	0,36	0,45	50	/	/

Tabella 4: Valori limite di azione, secondo il D.Lgs 19.11.2007 n.257 e D.Lgs 09.04.2008 n. 81 ss.mm.ii

5 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

5.1 Caratteristiche generali del parco fotovoltaico

L'impianto sarà costituito da strutture fisse con moduli fotovoltaici orientati a sud della potenza di 610 Wp. Per la conformazione delle varie aree disponibili, si sono utilizzati sia inverter centralizzati che di stringa.

L'ottimizzazione del numero di moduli e quindi delle stringhe installabili ha previsto l'installazione di un totale, per le varie aree, di 108 inverter centralizzati con potenza nominale in c.a. tra 831 e 2535 kVA e n. 9 inverter di stringa di cui tre di potenza nominale in c.a. di 225 kVA e sei di potenza nominale in c.a. pari a 125 kVA, settati in modo che la potenza AC in uscita non superi il valore autorizzato per ogni singolo impianto. Tali numeri potranno variare a seconda delle caratteristiche tecniche dei convertitori scelti in fase esecutiva.

5.2 Cabine di conversione e/o trasformazione, raccolta, monitoraggio e magazzino

All'interno dell'area saranno presenti cabine di conversione e trasformazione, cabine di trasformazione, cabine di raccolta, cabine di monitoraggio e magazzini.

Le cabine saranno prefabbricate realizzate in cemento armato vibrato (c.a.v.), complete di vasca di fondazione del medesimo materiale, assemblate con inverter (dove previsto) e quadri di media tensione, posate su un magrone di sottofondazione in cemento. Le cabine di conversione e trasformazione saranno internamente suddivise nei seguenti vani:

- il vano conversione, in cui sono alloggiati gli inverter (dove previsto) e il trasformatore per i servizi ausiliari della cabina;
- il vano di trasformazione in cui è alloggiato il trasformatore elevatore MT/BT
- il vano quadri di media tensione, in cui sono alloggiati i quadri elettrici di media tensione.

Le cabine di trasformazione, invece, saranno internamente suddivise nei seguenti vani:

- il vano di parallelo inverter, in cui sono alloggiati i quadri di parallelo inverter e il trasformatore per i servizi ausiliari della cabina;
- il vano di trasformazione in cui è alloggiato il trasformatore elevatore MT/BT
- il vano quadri di media tensione, in cui sono alloggiati i quadri elettrici di media tensione.

L'elevazione di tensione a 30.000 V in corrente alternata avverrà mediante un trasformatore ubicato all'interno del vano trasformatore, così da poter convogliare l'energia prodotta dal campo fotovoltaico verso la cabina di raccolta della relativa area e quindi, da qui, verso la sottostazione elettrica per essere ceduta all'Ente distributore. Tali apparecchi saranno dotati di idonei dispositivi atti a sezionare e proteggere sia il lato in corrente continua che il lato in corrente alternata.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici
	Codice elaborato: RS06REL105A0_rev01

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,500 205,490 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**



All'interno delle aree presenti, inoltre, saranno presenti cabine di raccolta. All'interno di queste cabine sono presenti gli arrivi delle celle di media del campo fotovoltaico e le celle di media di partenza per il collegamento dell'impianto fotovoltaico in sottostazione elettrica. Sarà altresì presente una cabina di monitoraggio e magazzino, all'interno della quale, in un apposito vano saranno installati i dispositivi di monitoraggio di ogni area del campo fotovoltaico e il sistema di condizionamento dell'aria.

5.3 Linee di distribuzione in MT

La potenza elettrica raccolta dalle aree di produzione sarà trasferita in elettrodotto MT interrato al punto di consegna. L'elettrodotto si comporrà delle seguenti sezioni fondamentali:

- collegamenti a 30 kV tra le cabine di conversione e/o trasformazione, e tra queste e le cabine di raccolta;
- collegamento a 30 kV tra le cabine di raccolta e la sottostazione elettrica AT/MT.

Dovranno essere impiegate terne di cavi disposti a trifoglio, tipo ARE4H5E 18/30 kV¹ o similari di sezioni pari a 95 mm², 185 mm², 300 mm², 500 mm² e 630 mm² per il collegamento tra le cabine di conversione/trasformazione e le cabine di raccolta e fra queste e la sottostazione elettrica MT/AT.

Il conduttore sarà in alluminio a corda rotonda compatta di alluminio e tra il conduttore e l'isolante in mescola in polietilene reticolato (qualità XLPE), sarà interposto uno strato di semiconduttore estruso. Tra l'isolante e lo schermo metallico invece sarà interposto uno strato di semiconduttore a mescola estrusa che, a sua volta sarà coperto da un rivestimento protettivo costituito da un nastro semiconduttore igroespandente. La schermatura sarà realizzata mediante nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. La guaina sarà costituita da una mescola a base di PVC di colore rosso.

In fase di installazione sarà prevista la posa all'interno del proprio scavo del tegolino di protezione. Il cavo suddetto è definito a campo radiale in quanto, essendo ciascuna anima rivestita da uno schermo metallico, le linee di forza elettriche risultano perpendicolari agli strati dell'isolante.

La sezione dei singoli cavi componenti le terne, presenta le seguenti caratteristiche:

6 METODO DI CALCOLO CAMPO MAGNETICO

6.1 Cenni teorici

L'induzione magnetica B generata da NR conduttori filiformi, numerati da 0 a (NR-1), può essere calcolata con l'espressione riportata di seguito. Si fa notare che solo i conduttori reali contribuiscono al campo magnetico, perché si assume il suolo perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico e non si considerano quindi i conduttori immagine.

$$\vec{B} = -\frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{k=0}^{NR-1} \int_{C_k} \frac{i}{r^3} \vec{r} \times d\vec{l}$$

Dove μ_0 è la permeabilità magnetica del vuoto, NR è il numero dei, i la corrente, Ck il conduttore generico, dl un suo tratto elementare, r la distanza tra questo tratto elementare ed il punto dove si vuole calcolare il campo.

Il modello adottato (conduttori cilindrici rettilinei orizzontali indefiniti paralleli tra di loro) consente di eseguire facilmente l'integrazione e semplificare i calcoli.

Indicato con Q il punto dove si vuole determinare il campo, definiamo sezione normale il piano verticale passante per Q e ortogonale ai conduttori; indichiamo quindi con Pk il punto dove il generico conduttore Ck interseca la sezione normale, e con Ik la corrente nel singolo conduttore (si è preso l'asse z nella direzione dei conduttori).

Con queste posizioni, per l'induzione magnetica in Q si ottiene l'espressione

¹ Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto ([D.lgs n 106 del 16/06/2017](#))

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a ~~240,500~~ 205,490 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**



$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{k=0}^{NR-1} \frac{i_k \vec{z} \times (Q - P_k)}{|Q - P_k|^2}$$

La formula indica che l'induzione magnetica è inversamente proporzionale al quadrato della distanza del punto di interesse dai conduttori; esiste inoltre una proporzionalità diretta tra l'induzione e la distanza tra i singoli conduttori di ogni terna.

Per il calcolo del campo elettrico, invece, si ricorre al principio delle immagini in base al quale il terreno, considerato come piano equipotenziale a potenziale nullo, può essere simulato con una configurazione di cariche immagini. In altre parole per ogni conduttore reale, sia attivo che di guardia, andrà considerato un analogo conduttore immagine la cui posizione è speculare, rispetto al piano di terra, a quella del conduttore reale e la cui carica è opposta rispetto a quella del medesimo conduttore reale.

In particolare il campo elettrico di un conduttore rettilineo di lunghezza infinita con densità lineare di carica costante può essere espresso come:

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 d} \vec{u}_r$$

Dove: λ = densità lineare di carica sul conduttore;
 ϵ_0 = permittività del vuoto;
 d = distanza del conduttore rettilineo dal punto di calcolo;
 u_r = versore unitario con direzione radiale al conduttore.

6.2 Metodo di calcolo

Lo studio dell'impatto elettromagnetico nel caso di linee elettriche aeree e non, si traduce nella determinazione di una fascia di rispetto. Per l'individuazione di tale fascia si deve effettuare il calcolo dell'induzione magnetica basata sulle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea presa in esame. Esso deve essere eseguito secondo modelli tridimensionali o bidimensionali con l'applicazione delle condizioni espresse al paragrafo 6.1 della norma CEI 106-11.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione è possibile:

- Calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco;
- Proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
- Individuare l'estensione rispetto alla proiezione del centro linea (DPA).

Come già accennato il campo Elettrico, a differenza del campo Magnetico, subisce una attenuazione per effetto della presenza di elementi posti fra la sorgente e il punto irradiato risultando nella totalità dei casi inferiore ai limiti imposti dalla norma.

Ai fini del presente studio si valuteranno i soli campi magnetici per tutte le apparecchiature elettriche costituenti l'impianto.

7 VALUTAZIONE PREVENTIVA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DALLE COMPONENTI DELL'IMPIANTO

7.1 Applicazione della normativa sulla tutela della popolazione

Per tutto ciò che attiene la valutazione dei campi magnetici ed elettrici all'interno dell'impianto, essendo l'accesso ammesso esclusivamente a personale lavoratore autorizzato, non trova applicazione il DPCM 8 luglio 2003.

Essendo le zone direttamente confinanti con l'impianto non adibite né ad una permanenza giornaliera non inferiore alle 4 ore né a zone gioco per l'infanzia ad abitazioni o scuole, vanno verificati esclusivamente i limiti di esposizione. Non trovano applicazione, per le stesse motivazioni, gli obiettivi di qualità del DPCM 8 luglio 2003.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici
Codice elaborato: RS06REL105A0_rev01	Pag. 9 di 25

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,500 205,490 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 Applicazione della normativa sulla tutela dei lavoratori

Nella fase di esercizio dell'impianto non si esclude la presenza di lavoratori sugli elementi dell'impianto agrovoltaiico, sia per la manutenzione dell'impianto fotovoltaico che per la gestione agronomica. Il suddetto personale sarà addestrato ad utilizzare tutti gli accorgimenti di legge per assicurare la massima sicurezza in fase di lavoro comprendendo quindi anche la sosta limitata davanti alle sorgenti di campi elettromagnetici. Particolare attenzione dovrà essere posta nella formazione ed informazione dei lavoratori sensibili che hanno accesso all'impianto apponendo adeguata segnaletica di avviso in prossimità delle sorgenti di campi elettromagnetici potenzialmente interferenti.

Al fine di valutare l'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici, di seguito, riportiamo le sorgenti individuabili all'interno dell'impianto fotovoltaico:

1. Cavidotti AT;
2. Cavidotti BT in corrente alternata e in corrente continua;
3. Le cabine elettriche (aree esterne ed interne);
4. Inverter;
5. I moduli fotovoltaici;
6. I motori di azionamento dei tracker (se presenti);

Considerato che la frequenza dell'impianto è 50 Hz ($f=0,050$ kHz), con riferimento alla tabella 4, risultano i seguenti valori di riferimento per l'esposizione dei lavoratori:

- Intensità del campo elettrico: 10 kV/m
- Intensità del campo di induzione magnetica: 500 μ T

Il valore massimo della tensione di esercizio presente nell'impianto, pari a 30 kV per le linee MT esterne alle aree e per le linee di distribuzione interna tra le cabine, è tale che i corrispondenti limiti al campo elettrico (10kV/m) sono raggiunti a distanze dai conduttori già reclusi all'accesso in quanto interrate o entro cabine (quadri MT). Allo stesso modo i valori di riferimento dell'induzione magnetica non sono mai superati sia per le linee elettriche (vedasi lo studio dei casi di seguito riportato) che per le apparecchiature (si fa riferimento alle certificazioni CEM delle apparecchiature).

8 LINEE DI DISTRIBUZIONE MT

8.1 Determinazione dei campi magnetici

Ai fini della valutazione dei campi magnetici, di seguito descritta, sono state considerate come portate in servizio normale le correnti massime generate dall'impianto fotovoltaico. Tali valori di corrente risultano sovradimensionati e quindi di tipo conservativo in quanto i valori massimi reali, comunque inferiori ai valori indicati, si otterranno solo in determinate condizioni di funzionamento, funzione di diversi parametri quali per esempio le condizioni atmosferiche, rendimento delle apparecchiature ecc.

Per la realizzazione dei cavidotti di collegamento, sono stati considerati tutti gli accorgimenti che consentono la minimizzazione degli effetti elettromagnetici sull'ambiente e sulle persone. In particolare, la scelta di operare con linee in MT interrate permette di eliminare la componente elettrica del campo, grazie all'effetto schermante del terreno; inoltre la limitata distanza tra i cavi (ulteriormente ridotta grazie all'impiego di terne posate "a trifoglio") fa sì che l'induzione magnetica risulti significativa solo in prossimità dei cavi.

I valori del campo magnetico sono stati misurati all'altezza dei conduttori (-1,20 dal livello del suolo), al suolo e ad altezza dal suolo di 1,50 m. Più precisamente, i risultati di seguito riportati illustrano l'andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori e l'andamento del campo magnetico su di un asse ortogonale all'asse dei conduttori.

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL105A0_rev01</p>	<p>Pag. 10 di 25</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a ~~240,500~~ 205,490 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**



8.1.1 Determinazione dei campi magnetici per i cavidotti interni all'impianto fotovoltaico

Per i cavidotti interni all'area del campo agrivoltaiico, saranno utilizzati cavi del tipo unipolari tipo ARE4H5E 18/30 kV con posa in cavidotto a "trifoglio".

In dettaglio saranno simulati i seguenti tratti di cavidotto alla tensione nominale di 30 kV:

- Caso S1: cinque terne interrate ad una profondità di 1,20 m; la sezione delle terne risulta essere pari a 300mm², 95mm², 95mm², 95mm², 185mm². Le terne sono distanti fra loro 20 cm, con una portata in servizio nominale, pari rispettivamente a 155.5A, 36.8A, 32A, 32A, 121.5A (si tratta del tratto di cavidotto in prossimità della cabina CI12 dell'area 0.1).
- Caso S2: quattro terne interrate ad una profondità di 1,20 m; la sezione delle terne risulta essere pari a 185mm², 95mm², 95mm², 95mm². Le terne sono distanti fra loro 20 cm, con una portata in servizio nominale, pari rispettivamente a 110.4A, 23.4A, 29.9A, 46.5A (si tratta del tratto di cavidotto in prossimità della cabina CI03 dell'area 0.2).
- Caso S3: sei terne interrate ad una profondità di 1,20 m; la sezione delle terne risulta essere pari a 630mm², 500mm², 185mm², 185mm², 185mm², 500mm². Le terne sono distanti fra loro 20 cm, con una portata in servizio nominale, pari rispettivamente a 247.1A, 180.7A, 129.6A, 111.8A, 105.6A, 180.7A (si tratta del tratto di cavidotto interno in prossimità della cabina CI07 dell'area 0.3).
- Caso S4: sei terne interrate ad una profondità di 1,20 m; la sezione delle terne risulta essere pari a 500mm², 300mm², 185mm², 185mm², 300mm², 300mm². Le terne sono distanti fra loro 20 cm, con una portata in servizio nominale, pari rispettivamente a 203.4A, 142.9A, 109.3A, 111.4A, 144.7A, 153.4A (si tratta del tratto di cavidotto in arrivo alla cabina di raccolta dell'area 0.4 denominata CR0.4).
- Caso S5: quattro terne interrate ad una profondità di 1,20 m; la sezione delle terne risulta essere pari a 300mm², 185 mm², 185mm², 185mm². Le terne sono distanti fra loro 20 cm, con una portata in servizio nominale, pari rispettivamente a 187.4A, 132,8A, 137.6A, 142.4A (si tratta del tratto di cavidotto in arrivo alla cabina di raccolta dell'area 0.5 denominata CR0.5).

Maggiori dettagli sono riportati nella tabella di seguito:

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici
Codice elaborato: RS06REL105A0_rev01	Pag. 11 di 25

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,500 205,490 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

Tratto	N. di terne	Portata in servizio normale massima	Sezione conduttore	Diametro conduttore	Diametro sull'isolante	Diametro cavo	Portata al limite termico del cavo ⁽¹⁾
	N.	[A]	[mm ²]	[mm]	[mm]	[mm]	[A]
Caso S1	5	155.50	300	20.80	34.70	44	369
		36.80	95	11.40	26.50	35	196
		32.00	95	11.40	26.50	35	196
		32.00	95	11.40	26.50	35	196
		121.50	185	15.80	29.50	38	283
Caso S2	4	110.40	185	15.80	29.50	38	283
		23.40	95	11.40	26.50	35	196
		29.90	95	11.40	26.50	35	196
		45.50	95	11.40	26.50	35	196
Caso S3	6	247.10	630	30.50	45.60	56	545
		180.70	500	26.70	41.00	51	479
		129.60	185	15.80	29.50	38	283
		111.80	185	15.80	29.50	38	283
		105.60	185	15.80	29.50	38	283
		206.30	500	26.70	41.00	51	479
Caso S4	6	203.40	500	26.70	41.00	51	479
		142.90	300	20.80	34.70	44	369
		109.30	185	15.80	29.50	38	283
		111.40	185	15.80	29.50	38	283
		144.70	300	20.80	34.70	44	369
		153.40	300	20.80	34.70	44	369
Caso S5	4	187.40	300	20.80	34.70	44	369
		132.80	185	15.80	29.50	38	283
		137.60	185	15.80	29.50	38	283
		142.40	185	15.80	29.50	38	283

Tabella 5: Caratteristiche dimensionali dei cavi in MT

(1) posa interrata a trifoglio e resistività del terreno $\rho=2 \text{ }^\circ\text{Cm/W}$ (valore ricavato dalla scheda tecnica del cavo)

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,500 205,490 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

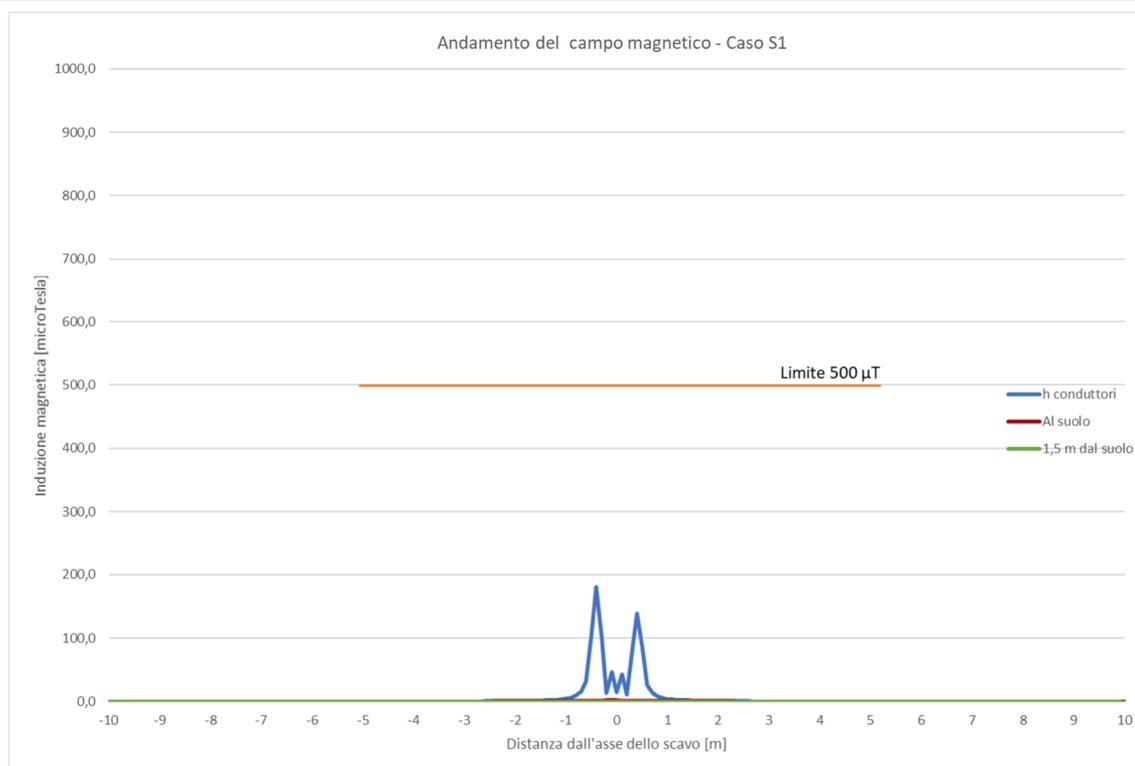


Figura 1: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa al CASO S1; la curva è abbondantemente al di sotto del limite mostrato di 500 μT

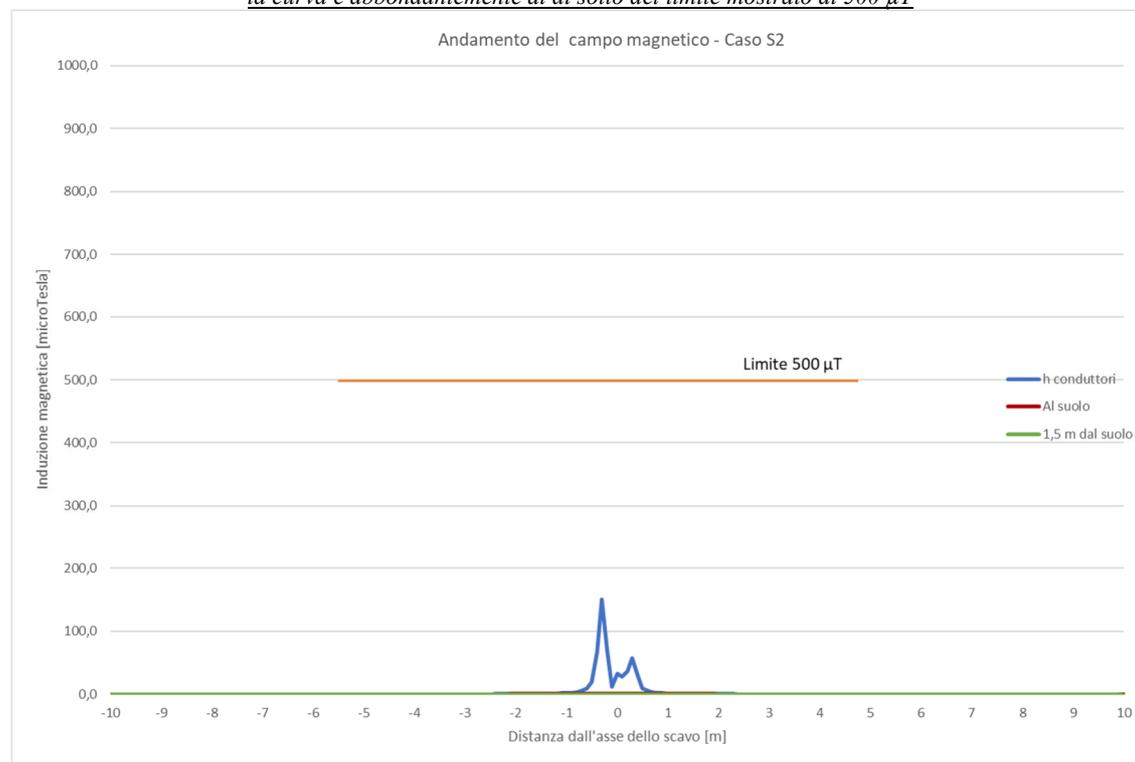


Figura 2: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa al CASO S2; la curva è abbondantemente al di sotto del limite mostrato di 500 μT

Consulente:

BFP
Via degli Arredatori 8
70026 Modugno (BA)

Titolo elaborato

Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaico avente potenza in immissione pari a 240,500 205,490 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

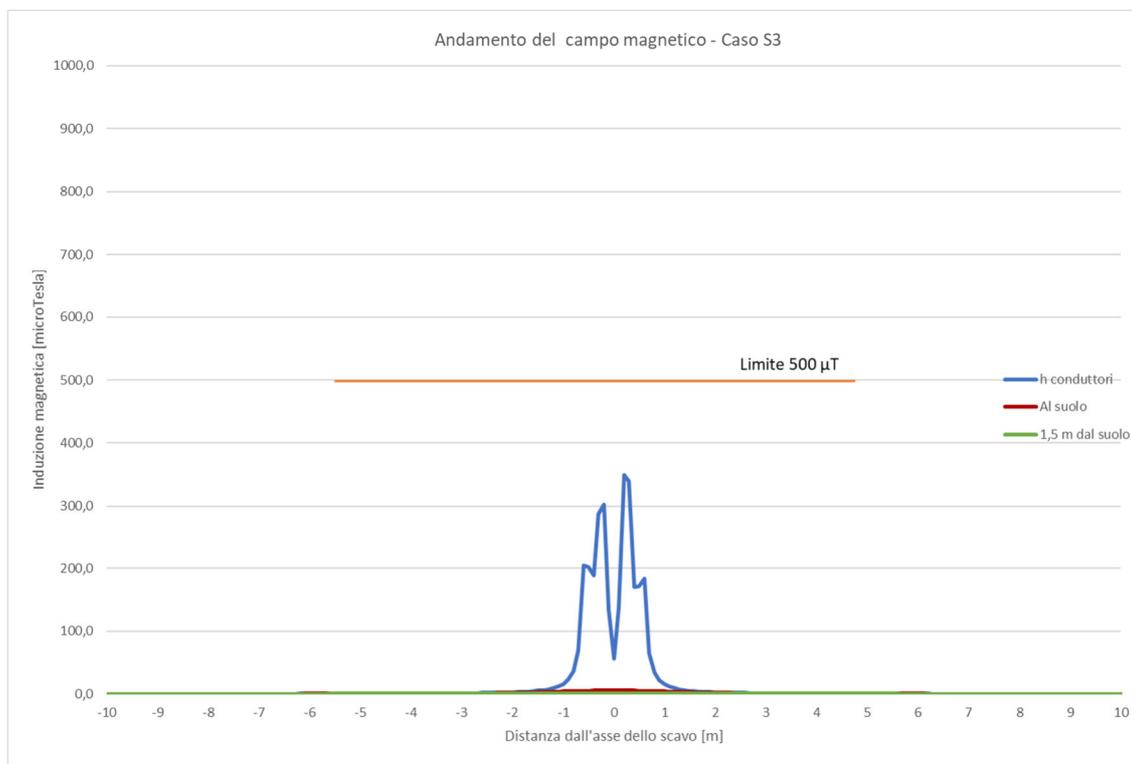


Figura 3: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa al CASO S3; la curva è abbondantemente al di sotto del limite mostrato di 500 μT

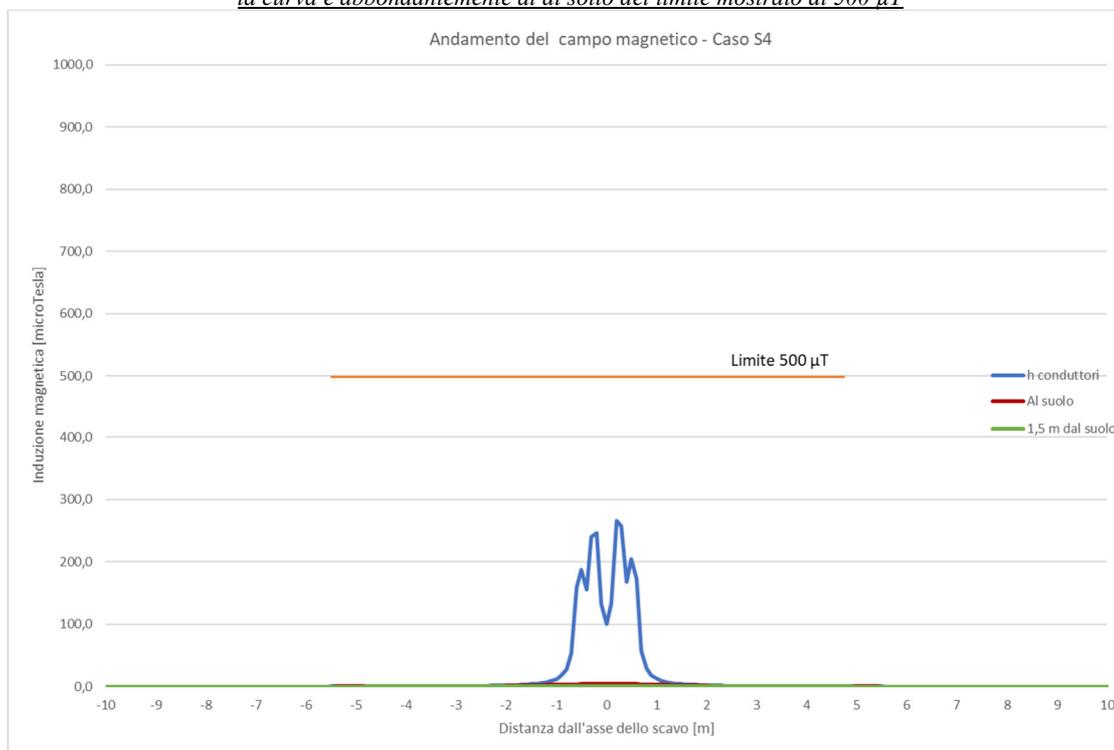


Figura 4: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa al CASO S4; la curva è abbondantemente al di sotto del limite mostrato di 500 μT

Consulente:

BFP
 Via degli Arredatori 8
 70026 Modugno (BA)

Titolo elaborato

Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,500 205,490 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**

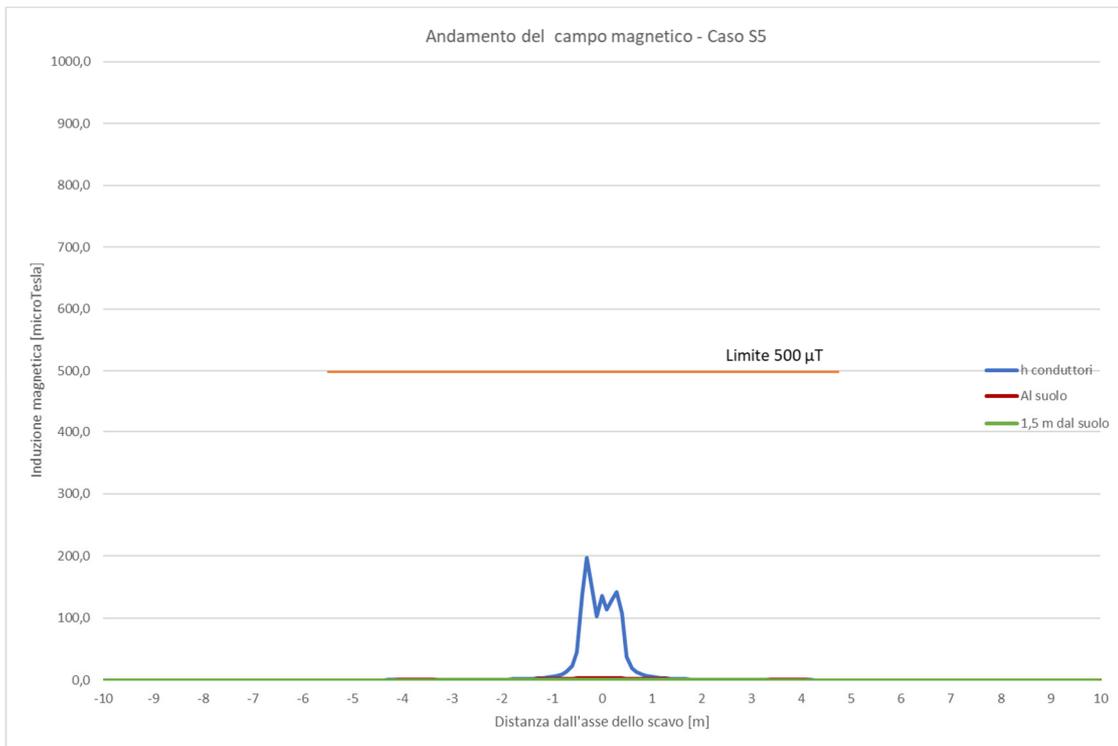


Figura 5: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa al CASO S5; la curva è abbondantemente al di sotto del limite mostrato di 500 μT

Per quanto summenzionato si ritiene che l'impatto generato dai campi elettrici e magnetici all'interno delle aree di impianto sia irrilevante ad un'analisi preliminare (Figure 1,2,3,4,5). Il rispetto dei valori di azione assicura il rispetto dei pertinenti limiti di esposizione. A seguito della valutazione dei livelli dei campi elettromagnetici, qualora risulti in fase esecutiva, che siano superati i valori di azione, il datore di lavoro valuta e, quando necessario, calcola se i valori limite di esposizione sono stati superati, effettua delle procedure di valutazione e riduzione del rischio realizzando nei luoghi di lavoro una zonizzazione e valutando l'utilizzo di eventuali accorgimenti che comprendano misure tecniche e organizzative con particolare attenzione ai lavoratori sensibili.

8.1.2 Determinazione dei campi magnetici per i cavidotti esterni all'impianto fotovoltaico

Per i seguenti cavidotti, in gran parte esterni all'area del campo agrivoltaiico, saranno utilizzati cavi del tipo unipolari tipo ARE4H5E 18/30 kV con posa in cavidotto a "trifoglio".

In dettaglio saranno simulati i seguenti tratti di cavidotto alla tensione nominale di 30 kV che riguardano il collegamento fra le diverse aree dell'impianto e la sottostazione elettrica 30/150 kV:

- Caso S6: un circuito di sezione $2 \times (3 \times 1 \times 630) \text{ mm}^2$ (due terne relative allo stesso circuito) interrato ad una profondità di 1,20 m, terne distanti 20 cm, con una portata in servizio nominale, per ciascuna terna, pari a 432,50 A (per il percorso dalla cabina di raccolta CR0.4 alla sottostazione).
- Caso S7: due circuiti di sezione ciascuno pari a $2 \times (3 \times 1 \times 630) \text{ mm}^2$ (due terne per ogni circuito per un totale di quattro terne) interrati ad una profondità di 1,20 m, terne distanti 20 cm, con una portata in servizio nominale, per ciascuna terna, pari a 369A per il primo circuito e 366,3A per il secondo (per il percorso dalla cabina di raccolta CR0.3 alla sottostazione).

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici</p>
<p>Codice elaborato: RS06REL105A0_rev01</p>	<p>Pag. 15 di 25</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,500 205,490 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**



- Caso S8: sei terne interrate ad una profondità di 1,20 m; la sezione delle terne risulta essere pari a 630mm², 500mm², 185mm², 185mm², 500mm², 500mm². Le terne sono distanti fra loro 20 cm, con una portata in servizio nominale, pari rispettivamente a 247.1A, 180.7A, 111.8A, 105.6A, 203.2A, 206.3A (si tratta del tratto di cavidotto di passaggio dalla zona 2 alla zona 5 dell'area 0.3).
- Caso S9: tre terne interrate ad una profondità di 1,20 m; la sezione delle terne risulta essere pari a 300mm², 95mm², 185mm². Le terne sono distanti fra loro 20 cm, con una portata in servizio nominale, pari rispettivamente a 155.5A, 36.8A, 121,5A (si tratta del tratto di cavidotto di passaggio dalla zona 5 alla zona 8 dell'area 0.1).

Maggiori dettagli sono riportati nella di seguito:

Tratto	N. di terne	Portata in servizio normale massima	Sezione conduttore	Diametro conduttore	Diametro sull'isolante	Diametro cavo	Portata al limite termico del cavo ⁽¹⁾
	N.	[A]	[mm ²]	[mm]	[mm]	[mm]	[A]
Caso S6	2	432.50	630	30.50	45.60	56	545
		432.50	630	30.50	45.60	56	545
Caso S7	4	369.00	630	30.50	45.60	56	545
		369.00	630	30.50	45.60	56	545
		366.30	630	30.50	45.60	56	545
		366.30	630	30.50	45.60	56	545
Caso S8	6	247.10	630	30.50	45.60	56	545
		180.70	500	26.70	41.00	51	479
		111.80	185	15.80	29.50	38	283
		105.60	185	15.80	29.50	38	283
		203.20	500	26.70	41.00	51	479
		206.30	500	26.70	41.00	51	479
Caso S9	3	155.50	300	20.80	34.70	44	369
		36.80	95	11.40	26.50	35	196
		121.50	185	15.80	29.50	38	283

Tabella 6: Caratteristiche dimensionali dei cavi in MT

(1) posa interrata a trifoglio e resistività del terreno $\rho=2 \text{ }^\circ\text{Cm/W}$ (valore ricavato dalla scheda tecnica del cavo)

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,500 205,490 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

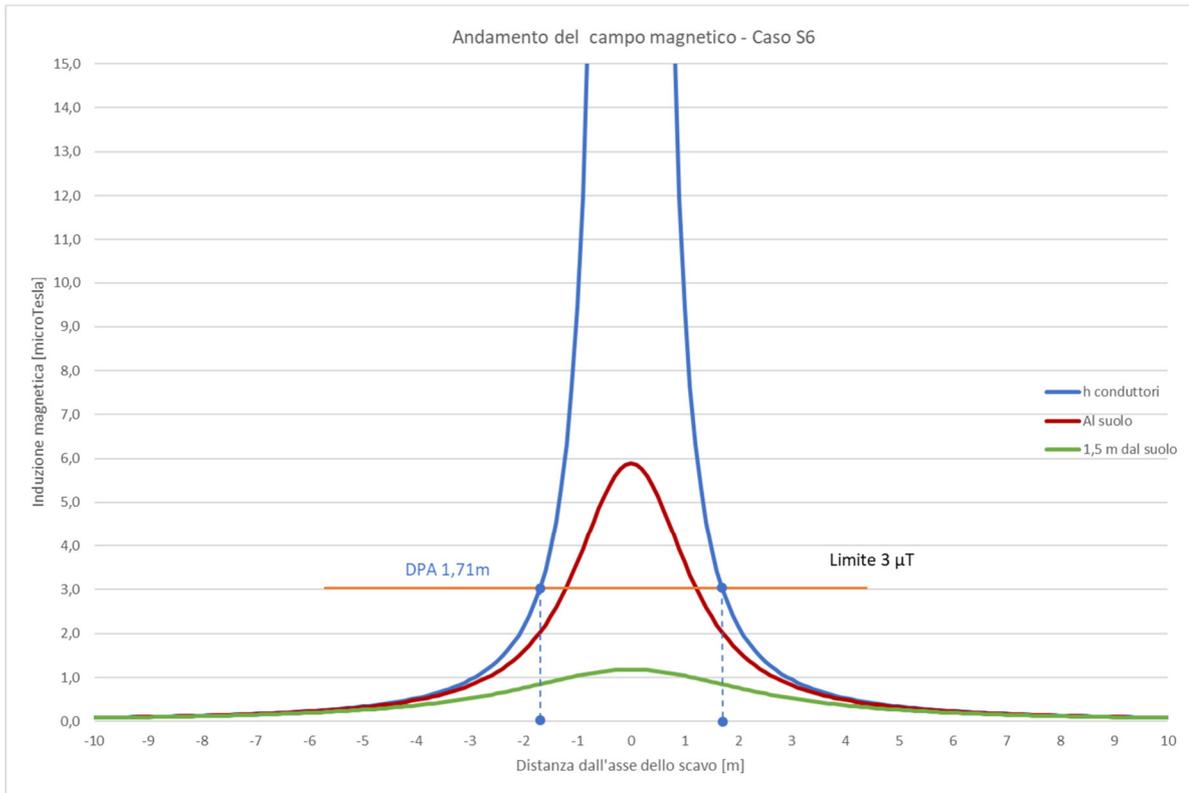


Figura 6: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa CASO S6

Distanza dai cavi [m]	Altezza conduttori [μT]	Al suolo [μT]	A 1,5 m dal suolo [μT]
-10	0,084	0,083	0,079
-9	0,104	0,102	0,095
-8	0,131	0,129	0,118
-7	0,172	0,167	0,150
-6	0,234	0,226	0,196
-5	0,337	0,320	0,263
-4	0,528	0,488	0,366
-3	0,944	0,822	0,526
-2	2,160	1,602	0,763
-1	9,431	3,624	1,041
0	162,972	5,890	1,183
1	9,431	3,624	1,041
2	2,160	1,602	0,763
3	0,944	0,822	0,526
4	0,528	0,488	0,366
5	0,337	0,320	0,263
6	0,234	0,226	0,196
7	0,172	0,167	0,150
8	0,131	0,129	0,118
9	0,104	0,102	0,095
10	0,084	0,083	0,079

Tabella 7: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa al CASO S6

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,500 205,490 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

ILOS

INE Ficurinia Srl
A Company of ILOS New Energy Italy

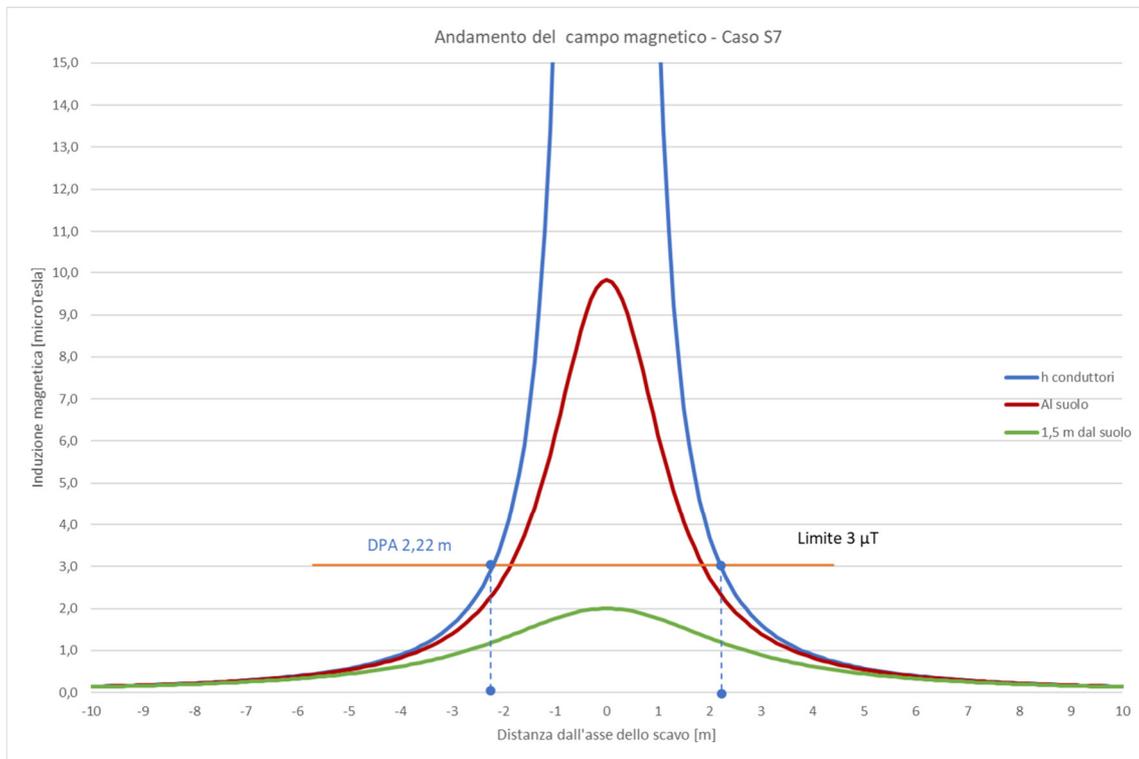


Figura 7: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa CASO S7

Distanza dai cavi [m]	Altezza conduttori [μ T]	Al suolo [μ T]	A 1,5 m dal suolo [μ T]
-10	0,143	0,141	0,134
-9	0,176	0,174	0,162
-8	0,223	0,219	0,201
-7	0,292	0,284	0,255
-6	0,398	0,384	0,333
-5	0,574	0,545	0,447
-4	0,900	0,831	0,623
-3	1,612	1,401	0,895
-2	3,704	2,732	1,296
-1	16,686	6,146	1,765
0	315,612	9,831	2,004
1	16,638	6,138	1,765
2	3,699	2,729	1,295
3	1,610	1,400	0,894
4	0,899	0,830	0,622
5	0,574	0,545	0,447
6	0,398	0,384	0,333
7	0,292	0,284	0,255
8	0,223	0,219	0,201
9	0,176	0,174	0,162
10	0,143	0,141	0,133

Tabella 8: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa al CASO S7

Consulente:

BFP
Via degli Arredatori 8
70026 Modugno (BA)

Titolo elaborato

Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a ~~240,500~~ 205,490 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

ILOS

INE Ficurinia Srl
A Company of ILOS New Energy Italy

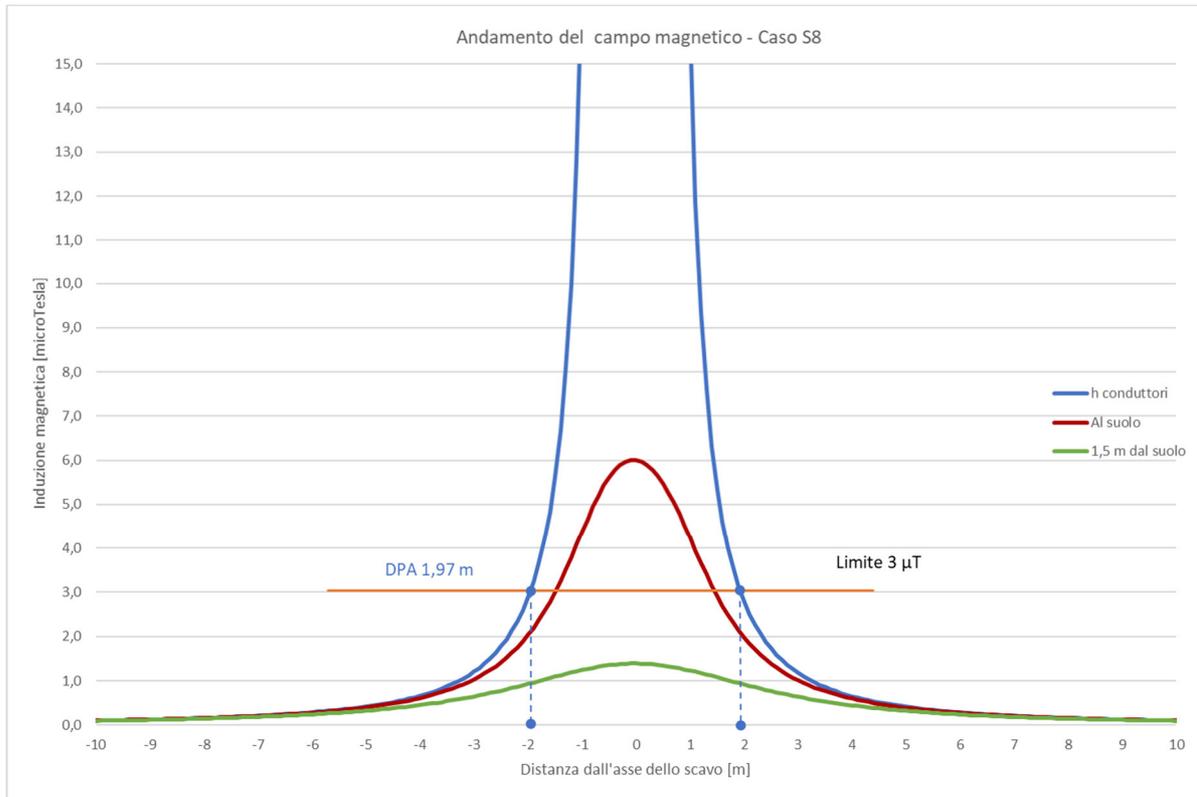


Figura 8: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa CASO S8

Distanza dai cavi [m]	Altezza conduttori [μ T]	Al suolo [μ T]	A 1,5 m dal suolo [μ T]
-10	0,103	0,102	0,096
-9	0,127	0,125	0,117
-8	0,162	0,158	0,145
-7	0,212	0,206	0,185
-6	0,289	0,279	0,241
-5	0,419	0,397	0,324
-4	0,662	0,609	0,452
-3	1,205	1,035	0,647
-2	2,892	2,034	0,930
-1	17,011	4,377	1,243
0	126,063	5,993	1,388
1	15,719	4,225	1,231
2	2,778	1,973	0,916
3	1,173	1,011	0,638
4	0,649	0,598	0,445
5	0,412	0,391	0,320
6	0,285	0,275	0,238
7	0,209	0,204	0,183
8	0,160	0,157	0,144
9	0,126	0,124	0,116
10	0,102	0,101	0,096

Tabella 9: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa al CASO S8

<p>Consulente:</p>  <p>Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato</p> <p>Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici</p>
	<p>Codice elaborato: RS06REL105A0_rev01</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a 240,500 205,490 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

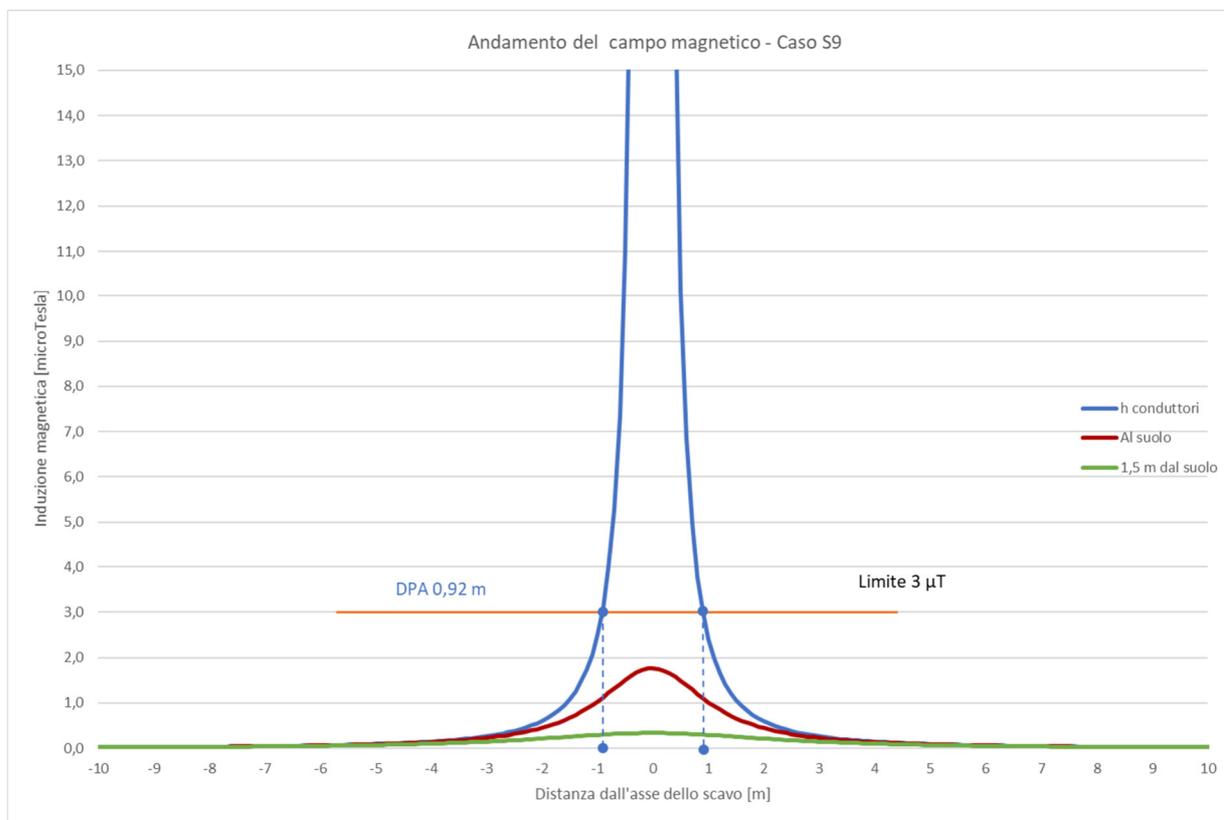


Figura 9: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa CASO S9

Distanza dai cavi [m]	Altezza conduttori [μT]	Al suolo [μT]	A 1,5 m dal suolo [μT]
-10	0,024	0,024	0,022
-9	0,030	0,029	0,027
-8	0,037	0,037	0,034
-7	0,049	0,048	0,043
-6	0,067	0,064	0,056
-5	0,096	0,091	0,075
-4	0,151	0,139	0,104
-3	0,268	0,233	0,150
-2	0,608	0,454	0,217
-1	2,504	1,035	0,298
0	69,570	1,764	0,339
1	2,399	1,016	0,296
2	0,595	0,446	0,216
3	0,265	0,231	0,149
4	0,149	0,137	0,103
5	0,095	0,091	0,074
6	0,066	0,064	0,055
7	0,049	0,047	0,043
8	0,037	0,037	0,034
9	0,029	0,029	0,027
10	0,024	0,024	0,022

Tabella 10: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa al CASO S8

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a ~~240,500~~ 205,490 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 DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE LINEE MT

Il calcolo della DPA per i cavidotti di collegamento in MT simulati (relativi al paragrafo 8.1.2) si traduce graficamente nell'individuazione di una distanza che ha origine dal punto di proiezione dall'asse del cavidotto al suolo e ha termine in un punto individuato sul suolo il cui valore del campo magnetico risulta essere uguale o inferiore ai 3 μ T. Si riportano nella seguente tabella le distanze di prima approssimazione per il tratto di cavidotto preso in esame:

CASO DI STUDIO	N° TERNE	SEZIONI [mm ²]	TIPOLOGIA CAVO	TENSIONE [kV]	DPA [m]
S6	2	630, 630	ARE4H5E	30	2
S7	4	630, 630, 630, 630	ARE4H5E	30	3
S8	6	630, 500, 500, 500, 185, 185	ARE4H5E	30	2
S9	3	300, 185, 95	ARE4H5E	30	1

Tabella 11: Distanza di prima approssimazione per cavidotti AT

In dettaglio si sono ottenuti i seguenti valori:

- **CASO S6** - Valore a 3 μ T: 1,71 m - Valore DPA: 2 m;
- **CASO S7**- Valore a 3 μ T: 2,22 m - Valore DPA: 3 m;
- **CASO S8** - Valore a 3 μ T: 1,97 m - Valore DPA: 2 m;
- **CASO S9** - Valore a 3 μ T: 0,92m - Valore DPA: 1 m;

le cui DPA sono state calcolate con una approssimazione non superiore al metro così come indicato nel paragrafo 5.1.2 della guida allegata al DM del 29/05/2008.

10 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA 150/30 kV

Nella sottostazione elettrica di utenza la tensione viene innalzata da 30 kV a 150 kV.

La sottostazione utente consiste nelle seguenti apparecchiature:

- Trasformatore AT/MT 150/30 kV e stallo trasformatore con apparecchiature di misura, controllo e protezione isolati in aria;
- Sistema di sbarre;
- Stallo di linea con apparecchiature di misura, controllo e protezione isolati in aria e collegamento in cavo interrato alla stazione 150 kV della Rete elettrica nazionale tramite terna di cavi interrati;
- Opere civili contenenti i quadri MT di arrivo e protezione linee, protezione trasformatore e misura, i quadri BT di alimentazione servizi ausiliari, sistema di controllo da locale e da remoto, gruppo elettrogeno di soccorso.

L'area occupata dalla sottostazione è opportunamente recintata e tale recinzione comprende tutta una zona di pertinenza intorno alle apparecchiature, per permettere le operazioni di costruzione e manutenzione con mezzi pesanti. Per questo motivo nel Decreto 29-05-2008 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, si evidenzia che generalmente la fascia di rispetto rientra nei confini della suddetta area di pertinenza, rendendo superflua la valutazione.

Le stazioni ad alta tensione sono caratterizzate da valori di campo elettrico ed induzione magnetica che dipendono, oltre che dall'intensità della corrente di esercizio, dalle caratteristiche degli specifici componenti presenti nella stazione stessa.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato	
	Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici	
Codice elaborato: RS06REL105A0_rev01		Pag. 21 di 25

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a ~~240,500~~ 205,490 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**

I valori più elevati del campo elettrico sono attribuibili al funzionamento dei sezionatori di sbarra (1,2 – 5 kV/m), mentre il valore più elevato di induzione magnetica è registrabile in corrispondenza dei trasformatori (6 – 15 μT), valori che scendono in genere al disotto persino degli obiettivi di qualità in corrispondenza della recinzione della stazione.

A scopo di esempio, di seguito, è riportata l'individuazione delle fasce di rispetto relative ad una cabina primaria di Enel, estratto dalle Linee guida per l'applicazione del par. 5.1.3 dell'allegato al DM 29-05-2008).

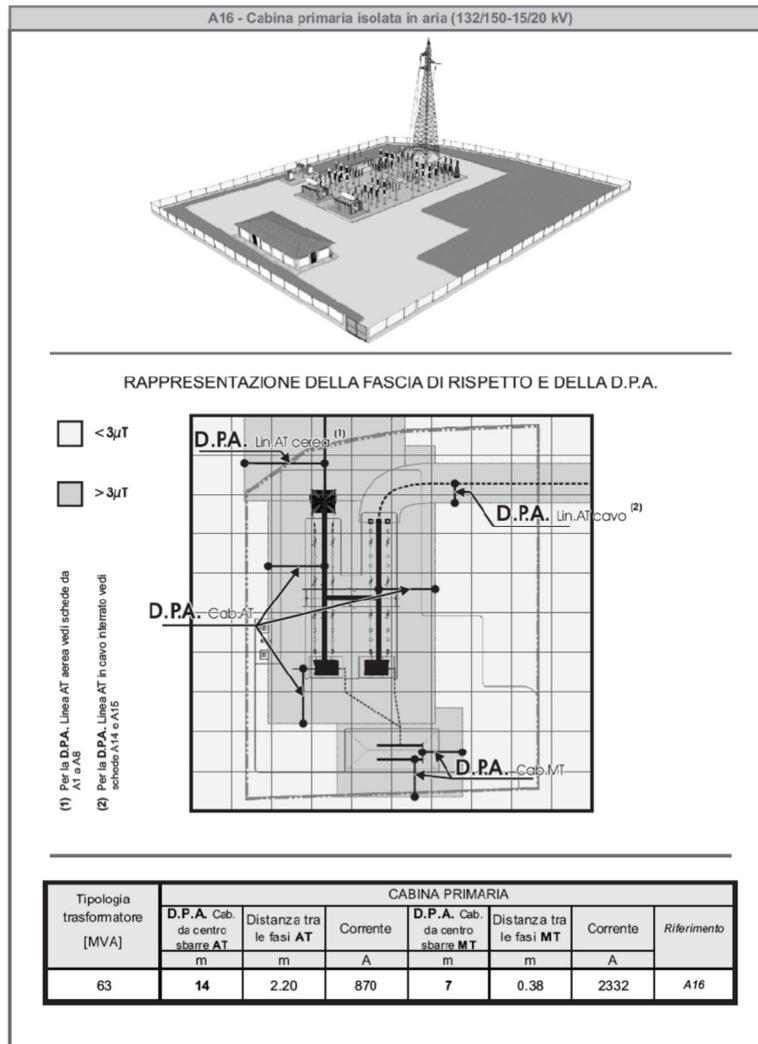


Figura 10: Esempio di fasce di rispetto relative ad una cabina primaria

Le aree esterne alla stazione ad alta tensione, quindi, sono caratterizzate da valori di induzione magnetica e di campo elettrico inferiori ai limiti normativi vigenti.

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a ~~240,500~~ 205,490 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 LINEA DI CONNESSIONE IN AT

11.1 Determinazione dei campi magnetici

La stazione elettrica di utenza, sarà collegata alla stazione Terna con una terna di cavi AT posati entro cavidotto interrato con posa a trifoglio e ad una profondità di 1,5 m.

Nella tabella seguente sono riportati i dati principali del cavidotto.

Linea	Potenza trasmessa	Portata in servizio nominale	Sezione conduttore	Diametro cavo
	[MW]	[A]	[mm ²]	[mm]
Tra Sottostazione 150/30 kV e stazione di TERNA	205,49	832,60	3x1x2500	119

Tabella 12: Caratteristiche dimensionale dei cavi in AT

Ai fini del dimensionamento dei cavi in AT e della valutazione dei campi magnetici, di seguito descritta, è stata considerata come potenza massima trasmessa un valore di 205,49 MW.

Per la realizzazione del collegamento tra la sottostazione 150/30 kV e la nuova Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN, sono stati considerati cavi in rame con schermo in alluminio avente sezione 2500 mm², disposti a trifoglio, posati entro cavidotto ad una profondità di 1,5 m.

Maggiori dettagli sulle correnti massime trasportate e le caratteristiche dei conduttori sono riportati in tabella 12.

I valori del campo magnetico sono stati misurati all'altezza dei conduttori (-1,50 m), al suolo e ad un'altezza dal suolo di 1,50 m. Più precisamente, i risultati di seguito riportati illustrano l'andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori e l'andamento del campo magnetico su di un asse ortogonale all'asse dei conduttori.

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a ~~240,500~~ 205,490 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

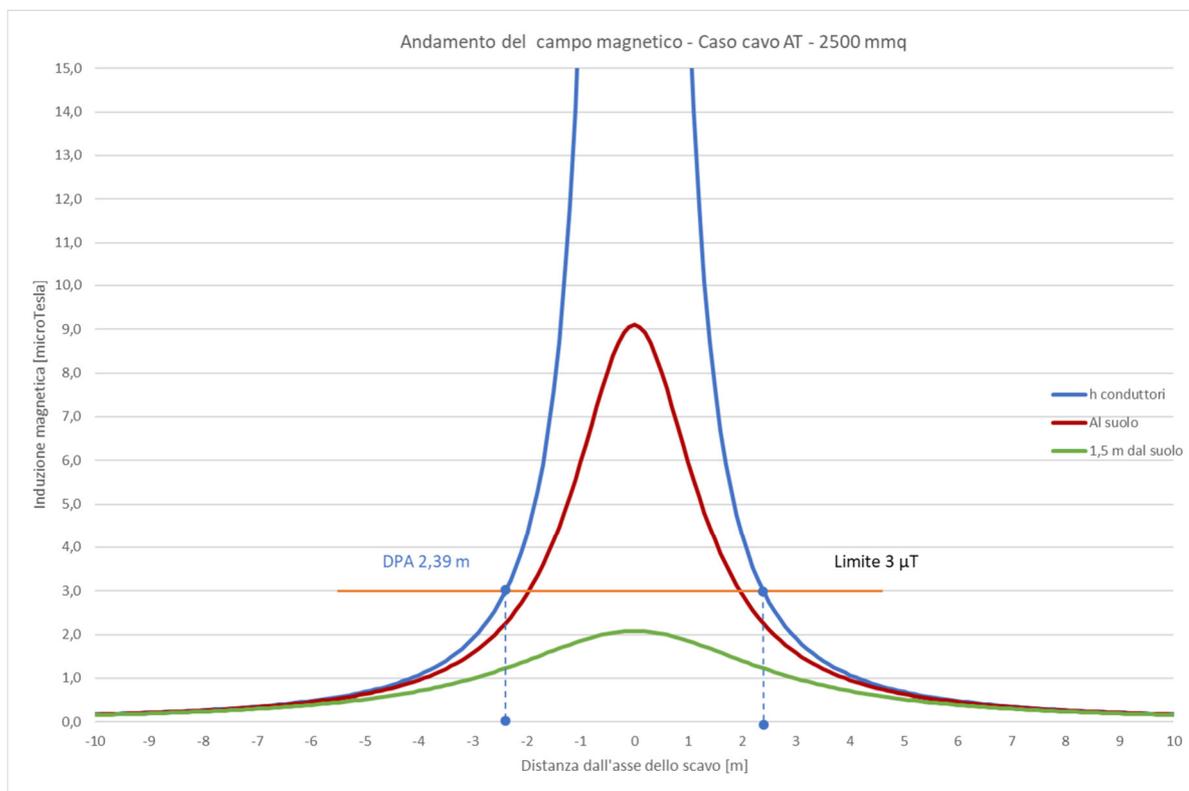


Figura 11: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa al cavidotto AT

Distanza dai cavi [m]	Altezza conduttori [µT]	Al suolo [µT]	A 1,5 m dal suolo [µT]
-10	0,172	0,168	0,159
-9	0,212	0,207	0,192
-8	0,268	0,260	0,238
-7	0,350	0,337	0,300
-6	0,477	0,453	0,388
-5	0,686	0,638	0,516
-4	1,072	0,960	0,708
-3	1,904	1,577	0,995
-2	4,276	2,918	1,401
-1	16,944	5,952	1,855
0	374,949	9,104	2,080
1	16,944	5,952	1,855
2	4,276	2,918	1,401
3	1,904	1,577	0,995
4	1,072	0,960	0,708
5	0,686	0,638	0,516
6	0,477	0,453	0,388
7	0,350	0,337	0,300
8	0,268	0,260	0,238
9	0,212	0,207	0,192
10	0,172	0,168	0,159

Tabella 13: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa ai cavi AT

Consulente:



Titolo elaborato

Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico avente potenza in immissione pari a ~~240,500~~ 205,490 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



11.2 Distanze di prima approssimazione

Il calcolo della DPA per i cavidotti di collegamento in AT simulati si traduce graficamente nell'individuazione di una distanza che ha origine dal punto di proiezione dall'asse del cavidotto al suolo e ha termine in un punto individuato sul suolo il cui valore del campo magnetico risulta essere uguale o inferiore ai 3 μ T. La distanza di prima approssimazione per il tratto di cavidotto preso in esame è pari a 3 m (valore di 3 μ T a 2,39 m), valore approssimato al metro così come indicato nel paragrafo 5.1.2 della guida allegata al DM del 29/05/2008.

12 CONCLUSIONI

La determinazione delle fasce di rispetto è stata effettuata in accordo al D.M. del 29/05/2008 riportando per ogni opera elettrica la summenzionata DPA. Dalle analisi e considerazioni fatte si può desumere quanto segue:

- Per la valutazione dei campi magnetici ed elettrici all'interno dell'impianto, essendo l'accesso consentito esclusivamente a personale lavoratore autorizzato, non trova applicazione il DPCM 8 luglio 2003. Ai sensi del D.lgs. 81/08 (D.Lgs. 19.11.2007 n.257), ad una prima valutazione, non risultano superati i limiti di azione per l'esposizione dei lavoratori (si faccia riferimento al grafico rappresentato in Figura 1,2,3,4,5); l'andamento del campo magnetico è abbondantemente al di sotto del limite di 500 μ T.
- Per i cavidotti in media tensione esterni all'impianto, di cui al paragrafo 8.1.2, la distanza di prima approssimazione non eccede il range di \pm 3 m rispetto all'asse del cavidotto.
- Per la sottostazione elettrica 150/30 kV le fasce di rispetto ricadono nei confini della suddetta area di pertinenza rendendo superflua la valutazione secondo il Decreto 29-05-2008 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare;
- Per il cavidotto in AT la distanza di prima approssimazione non eccede il range di \pm 3 m rispetto all'asse del cavidotto.

All'interno delle aree summenzionate delimitate dalle DPA non risultano recettori sensibili ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere.

Si può quindi concludere che la realizzazione delle opere elettriche relative alla realizzazione di un impianto fotovoltaico, sito nei di Comuni di Ramacca e Castel di Iudica (CT) e delle relative opere e infrastrutture connesse, rispetta la normativa vigente.

In fase esecutiva si valuterà la possibilità di ridurre ulteriormente le emissioni elettromagnetiche e quindi le DPA valutando soluzioni tecniche e di posa alternative e migliorative.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato Relazione Preliminare Valutazione Campi Elettromagnetici
Codice elaborato: RS06REL105A0_rev01	Pag. 25 di 25