



REGIONE PUGLIA COMUNE DI BRINDISI (BR)



Proponente:



VRE .2

VRE.2 SRL

Via Luigi Galvani, 24
20124 - Milano (MI)
C.F./P.IVA:11773270969
pec: vre.2@pecviridisenergia.com

Procedura:

Valutazione di impatto ambientale (art. 23, D.Lgs. 156/06)

Oggetto:

Costruzione ed esercizio di un impianto agrovoltaiico, costituito da lotto Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e lotto Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica.
Comune di Brindisi (BR)

IMPIANTO DI PRODUZIONE: "VRE.2"



ID Progetto del MiTE:

Identificatore:

87_PD_R

Scala:

-

Elaborato redatto da:



Titolo elaborato:

Relazione preliminare valutazione campi elettromagnetici

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

GEOLOGIA E IDROLOGIA

Dott. Geol. Rita Amati

Dott. Geol. Rita Amati
Ordine dei Geologi della Puglia, n. 495
Via Girasoli 142, 74122 Taranto - Lama (TA)
r.amati7183@gmail.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

IDRAULICA



H2O Pro S.r.l.
Dott. Ing. Salvatore Vernole
Ordine degli Ingegneri, Prov. di Bari, n. A5736
c.so A. De Gasperi 529/C, 70125 Bari
studio@h2pro.it

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

STUDIO PEDO-AGRONOMICO

Agr. Vittorino Palmisano

Dott. Agr. Vittorino Palmisano
Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali, Prov. di Taranto, n. 284
Via Enrico Fermi 43, 74019 Palagianò (TA)
vitt.palmisano@gmail.com

ARCHEOLOGIA



MUSEION Soc. Coop.
Dott. Archeologa Paola Iacovazzo
Via del Tratturello Tarantino 6, 74123 Taranto (TA)
museion-archeologia@libero.it

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

Rev.	Data	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
0	07/2022	Prima emissione	Ing. Mastroserio/Ing. Mancini	Ing. Pomponio	Ing. Bolignano
1					
2					
3					

Questo documento contiene informazioni di proprietà di VRE.2 S.r.l. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di VRE.2 S.r.l..


Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

– **SOMMARIO**

1	OGGETTO	2
2	GENERALITÀ SULLE EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE	3
3	NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	4
3.1	Definizioni.....	4
4	INQUADRAMENTO NORMATIVO	7
5	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	11
5.1	Caratteristiche generali del parco fotovoltaico.....	11
5.2	Cabina di consegna.....	11
5.3	Cabine utente	12
5.4	Cabine di conversione e trasfromazione	12
5.5	Linee di distribuzione MT	13
6	METODO DI CALCOLO CAMPO MAGNETICO.....	15
6.1	Cenni teorici	15
6.2	Metodo di calcolo.....	16
7	VALUTAZIONE PREVENTIVA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DALLE COMPONENTI DELL'IMPIANTO	17
7.1	Applicazione della normativa sulla tutela della popolazione.....	17
7.2	Applicazione della normativa sulla tutela dei lavoratori.....	17
8	LINEE DI DISTRIBUZIONE MT	22
8.1	Determinazione dei campi magnetici	22
9	DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE.....	25
10	CONCLUSIONI	26

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 1 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"




Proponente: **VRE.2 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 n. 2 impianti agrivoltaici nel comune di Brindisi (BR) della potenza di 6,324 e 5,636 MWp e una potenza ai fini della connessione, per ciascuno dei due impianti, pari a 5,486 MW con relative opere di connessione.

Il progetto prevede:

- la realizzazione dell'impianto fotovoltaico;
- la realizzazione di due cabine di consegna in prossimità dell'impianto fotovoltaico;
- la realizzazione dei cavidotti MT di connessione fra le cabine di consegna e fra queste e la cabina primaria AT/MT denominata Campofreddo.

<p>Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)</p>	<p>Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI</p>
<p>Codice elaborato: 87_PD_D</p>	<p>Pag. 2 di 26</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

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:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 3 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 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.

Campo magnetico

Il campo magnetico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di corrente elettrica o di massa magnetica.

Tale perturbazione si può verificare constatando che ponendo in tale regione spaziale un corpo magnetizzato, questo risulta soggetto ad una forza. L'unità di misura del campo magnetico è l'A/m.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 4 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

L'induzione magnetica è una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento ed è espressa in tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico si ricavano in base all'equazione: $1A/m = 4\pi \cdot 10^{-7} T$.

Campo elettrico

Il campo elettrico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di carica elettrica. Tale perturbazione si può verificare constatando che ponendo in tale regione spaziale una carica elettrica, questa risulta soggetta ad una forza. L'unità di misura del campo elettrico è il V/m.

Campo elettromagnetico

Un campo elettrico variabile nel tempo genera, in direzione perpendicolare a se stesso, un campo magnetico pure variabile che, a sua volta, influisce sul campo elettrico stesso. Questi campi concatenati determinano nello spazio la propagazione di un campo elettromagnetico. È importante la distinzione tra campo vicino e campo lontano. La differenza consiste essenzialmente nel fatto che in prossimità della sorgente irradiante, cioè in condizioni di campo vicino, il campo elettrico ed il campo magnetico assumono rapporti variabili con la distanza, mentre ad una certa distanza, cioè in campo lontano, il rapporto tra campo elettrico e campo magnetico rimane costante.

ELF è la terminologia anglosassone per definire i campi elettromagnetici a frequenze estremamente basse, comprese tra 30 Hz e 300 Hz.


L'esposizione a campi ELF dovuta ad una determinata sorgente è valutabile misurando separatamente l'entità del campo elettrico e del campo magnetico. Questo perché alle frequenze estremamente basse, le caratteristiche fisiche dei campi sono più simili a quelle dei campi statici, piuttosto che a quelle dei campi elettromagnetici veri e propri. I campi ELF sono quindi caratterizzati da due entità distinte: il campo elettrico, generato dalla presenza di cariche elettriche o tensioni, ed il campo magnetico, generato invece dalle correnti elettriche.

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;

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 5 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

- 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.

Cabina Primaria

La cabina primaria è un impianto elettrico che ha la funzione di trasformare 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).

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.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 6 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

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: 87_PD_D	Pag. 7 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 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).

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 8 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

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);


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. Allorchè, 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

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 9 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

cause del superamento dei valori limite di esposizione e adeguata 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/m2) (rms)	SAR mediato sul corpo intero (W/kg)	SAR localizzato (corpo e tronco) (W/kg)	SAR localizzato (arti) (W/kg)	Densità di potenza (W/m2)
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

Intervallo di frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Induzione magnetica B (μT)	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 x 10 ⁵	2 x 10 ⁵	/	1,0	/
1 - 8 Hz	20000	1,63 x 10 ⁵ /f ²	2 x 10 ⁵ /f ²	/	1,0	/
8 - 25 Hz	20000	2 x 10 ⁴ /f	2,5 x 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

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
	Codice elaborato: 87_PD_D

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

5 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

5.1 Caratteristiche generali del parco fotovoltaico

I due impianti saranno di tipo ad inseguimento solare monoassiale, ovvero con pannelli fotovoltaici posizionati su tracker infissi nel terreno. L'ottimizzazione del numero di moduli e quindi delle stringhe installabili ha previsto l'installazione di inverter centralizzati di potenza in c.a. variabile da 1662 kVA a 1912 kVA, settati in modo che la potenza AC in uscita non superi il valore autorizzato. Le stringhe saranno collegate in parallelo entro i quadri di campo, comunemente chiamati String box. Sono previste due tipologie di struttura: ad una stringa (24 moduli) ed a mezza stringa (12 moduli).

- L'impianto A (codice di rintracciabilità 314498688) avrà una potenza installata lato DC pari a 6.324,48 kWp e una potenza in uscita lato AC pari a 5.486 kW. Si prevede di installare n. 10.368 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino della potenza di 610 Wp, le cui stringhe saranno formate da 24 moduli.
- L'impianto B (codice di rintracciabilità 314498848) avrà una potenza installata lato DC pari a 5.636,40 kWp e una potenza in uscita lato AC pari a 5.486 kW. Si prevede di installare n. 9.240 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino della potenza di 610 Wp, le cui stringhe saranno formate da 24 moduli.

5.2 Cabina di consegna


La cabina di consegna sarà conforme alla norma CEI 0-16 e alla specifica DG2092 ed03. Avrà dimensione esterna di 6,80 x 2,50 x 2,99 m (lung. x larg. x alt.) e si compone di due locali, in particolare:

- Vano consegna avente dimensione interna di 5,6x2,30x2,9 m (lung. x larg. x alt.);
- locale Misure avente dimensione interna di 0,90x2,30x2,9 m (lung. x larg. x alt.).

La cabina è un prefabbricato costituito da una struttura monolitica autoportante, completamente realizzata e rifinita nello stabilimento di produzione, ha una notevole rigidità strutturale ed è molto resistente agli agenti atmosferici.

La cabina è appoggiata su una vasca di fondazione, che a sua volta è posizionata su una platea di fondazione in c.a. realizzata in opera, quindi i lavori di installazione non comportano significativi cambiamenti dello stato dei luoghi date le modeste dimensioni del manufatto che ben si mimetizza con l'ambiente circostante.

La cabina sarà realizzata in modo tale da essere facilmente e costantemente accessibile ad E-Distribuzione.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 11 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

5.3 Cabine utente

All'interno di questa cabina sono presenti gli arrivi delle celle di media dei singoli campi fotovoltaici, provenienti dai trasformatori MT/BT, e le celle di media di partenza per il collegamento degli impianti fotovoltaici alla cabina di consegna.

La cabina utente sarà realizzata all'interno delle aree dell'impianto fotovoltaico. Sarà conforme alla norma CEI 0-16 ed avrà dimensione esterna di 6,80 x 2,50 (lung. x larg.) con altezza <3,00 m :


- quadri elettrici MT;
- trasformatore per i servizi ausiliari (in fase esecutiva si valuterà la fornitura dedicata in BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari);
- quadri BT di alimentazione dei servizi ausiliari.

La cabina sarà costituita da pannelli prefabbricati, realizzata in cemento armato vibrato (c.a.v.), complete di vasca di fondazione del medesimo materiale, posata su un magrone di sottofondazione in cemento.

5.4 Cabine di conversione e trasformazione

Le cabine di conversione e trasformazione avranno dimensioni pari 9,50 x 2,40 m; all'interno dei locali di conversione avverrà il passaggio da corrente continua a corrente alternata per mezzo di convertitori statici trifase della potenza nominale di 1800 kVA opportunamente settati in modo da non superare la potenza autorizzata e con caratteristiche idonee alla scelta dei pannelli fotovoltaici costituenti i singoli sottocampi. L'elevazione di tensione a 20.000 V in corrente alternata avverrà mediante un trasformatore ubicato all'interno di un vano dedicato all'interno della cabina, così da poter convogliare l'energia prodotta dal campo fotovoltaico verso il punto di consegna 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. Le cabine saranno prefabbricate realizzate in cemento armato vibrato (c.a.v.) posate su un magrone di sottofondazione in cemento. Le cabine saranno internamente suddivise nei seguenti tre vani:

- il vano conversione, in cui sono alloggiati gli 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.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 12 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

5.5 Linee di distribuzione MT

L'energia elettrica raccolta dai due impianti fotovoltaici sarà trasmessa in elettrodotto MT interrato al punto di consegna. L'elettrodotto si comporrà delle seguenti sezioni fondamentali, per ogni impianto fotovoltaico:

- collegamenti a 20 kV tra le cabine di conversione e trasformazione, e tra queste e la cabina utente d'impianto;
- collegamento a 20 kV tra la cabina utente d'impianto e la relativa cabina di consegna al Distributore;
- collegamento a 20 kV tra le cabine di consegna e la cabina primaria AT/MT 150/20 kV esistente denominata Campofreddo. Tali collegamenti rientrano tra le opere di rete per la connessione;
- collegamento a 20 kV tra le due cabine di consegna. Tale collegamento rientra tra le opere di rete per la connessione.

I cavi impiegati all'interno dell'impianto saranno del tipo unipolari disposti a trifoglio **ARG16H1R16 12/20 kV** (qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto)¹ o un cavo tipo **ARG7H1R 12/20 kV** o similare di sezioni pari a 95 mm² e 185 mm² per il collegamento tra le cabine di conversione/trasformazione e la cabina di raccolta.

Il conduttore sarà in alluminio a corda rotonda compatta di alluminio e tra il conduttore e l'isolante in mescola in elastomero termoplastico (qualità HEPR), 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 fatta mediante fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale. 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.

All'esterno dell'impianto, per il collegamento delle cabine utente alle rispettive cabine di consegna, per il collegamento fra le stesse cabine di consegna e da queste alla CP CAMPOFREDDO, saranno utilizzati cavi cordati ad elica del tipo **ARE4H5EX 12/20 kV**.

Essi sono costituiti da un conduttore a corda rotonda compatta di alluminio e tra il conduttore e l'isolante in mescola in elastomero termoplastico (qualità HEPR), 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 fatta mediante fili di

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:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 13 di 26


Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: VRE.2 S.R.L.

rame rosso con nastro di rame in contospirale. La guaina sarà costituita da una miscela a base di PVC di colore rosso.

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.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 14 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: VRE.2 S.R.L.

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 conduttori, i la corrente, C_k il conduttore generico, $d\vec{l}$ 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 P_k il punto dove il generico conduttore C_k interseca la sezione normale, e con I_k 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

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

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 immagine. 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.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 15 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

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.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 16 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

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.

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

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 20 kV per la linea MT di allaccio e distribuzione interna tra le cabine di conversione e trasformazione, 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

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 17 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

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).

Relativamente ai valori di induzione magnetica generati dai cavidotti MT interni, per ciascuno dei due campi fotovoltaici presenti, è stato esaminato il caso con le condizioni più severe, così come riportato nella tabella 5:


- Caso Impianto A: due terne di conduttori disposti a trifoglio di sezione 95 e 185 mm², interrate ad una profondità di 1,20 m con una portata in servizio nominale rispettivamente di 103,2 e 158,4 A
- Caso Impianto B: due terne di conduttori disposti a trifoglio di sezione 95 mm², interrate ad una profondità di 1,20 m con una portata in servizio nominale rispettivamente di 103,2 e 55,2 A

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 Impianto A	2	103,2	95	11,4	22,4	33	247
		158,2	185	16	27	37,6	361
Caso Impianto B	2	55,2	95	11,4	22,4	33	247
		103,2	95	11,4	22,4	33	247

(1) posa interrata a trifoglio e resistività del terreno $\rho=1$ °Cm/W (valore ricavato dalla scheda tecnica del cavo)

Tabella 5: Caratteristiche dimensionali dei cavi in MT interni ai due impianti fotovoltaici

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
	Codice elaborato: 87_PD_D

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: VRE.2 S.R.L.

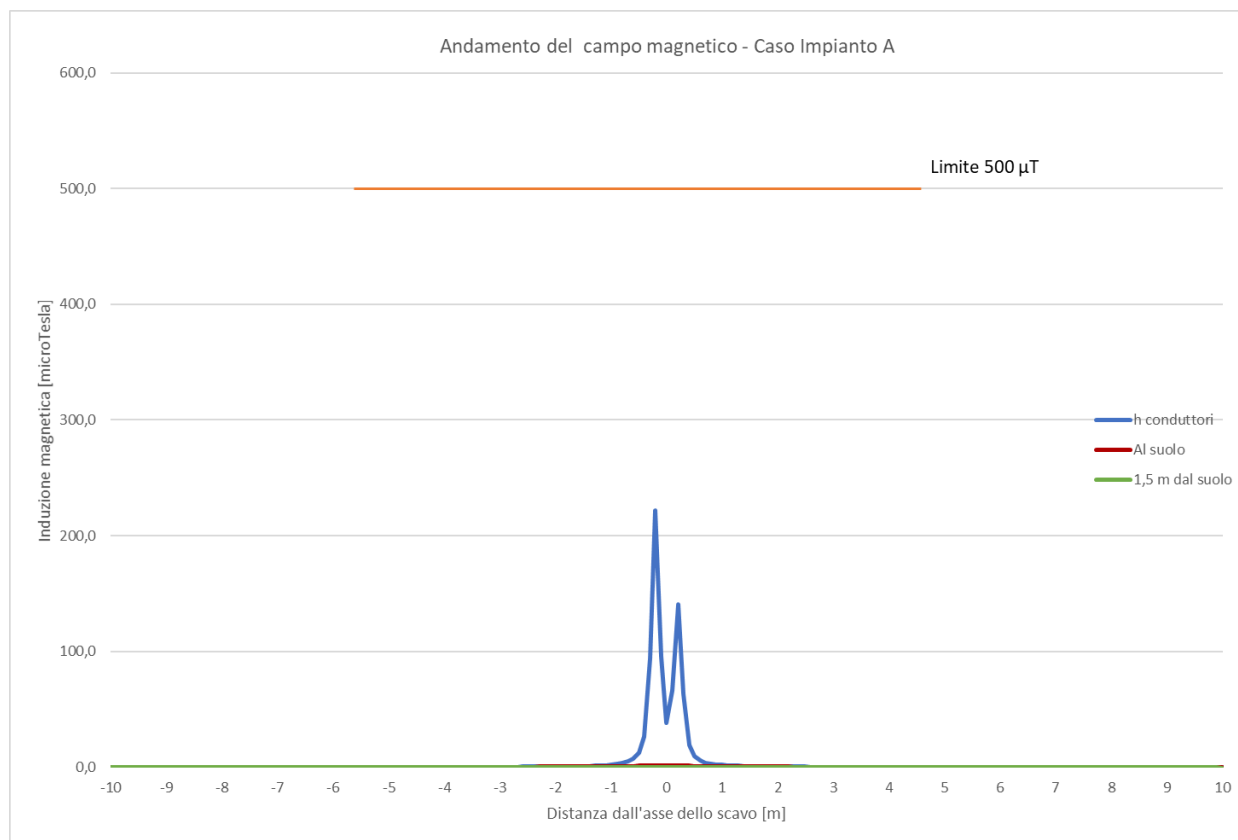


Figura 1: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa CASO IMPIANTO A.

Distanza dai cavi [m]	Altezza conduttori [μT]	Al suolo [μT]	A 1,5 m dal suolo [μT]
-10	0,017	0,017	0,016
-9	0,021	0,021	0,020
-8	0,027	0,026	0,024
-7	0,035	0,034	0,031
-6	0,048	0,046	0,040
-5	0,070	0,066	0,054
-4	0,110	0,101	0,075
-3	0,197	0,170	0,108
-2	0,457	0,333	0,156
-1	2,075	0,748	0,211
0	38,160	1,163	0,237
1	1,764	0,695	0,207
2	0,420	0,312	0,151
3	0,186	0,162	0,104
4	0,105	0,097	0,073
5	0,067	0,064	0,053
6	0,047	0,045	0,039
7	0,034	0,034	0,030
8	0,026	0,026	0,024
9	0,021	0,021	0,019
10	0,017	0,017	0,016

Tabella 6: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa al CASO IMPIANTO A.

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: VRE.2 S.R.L.

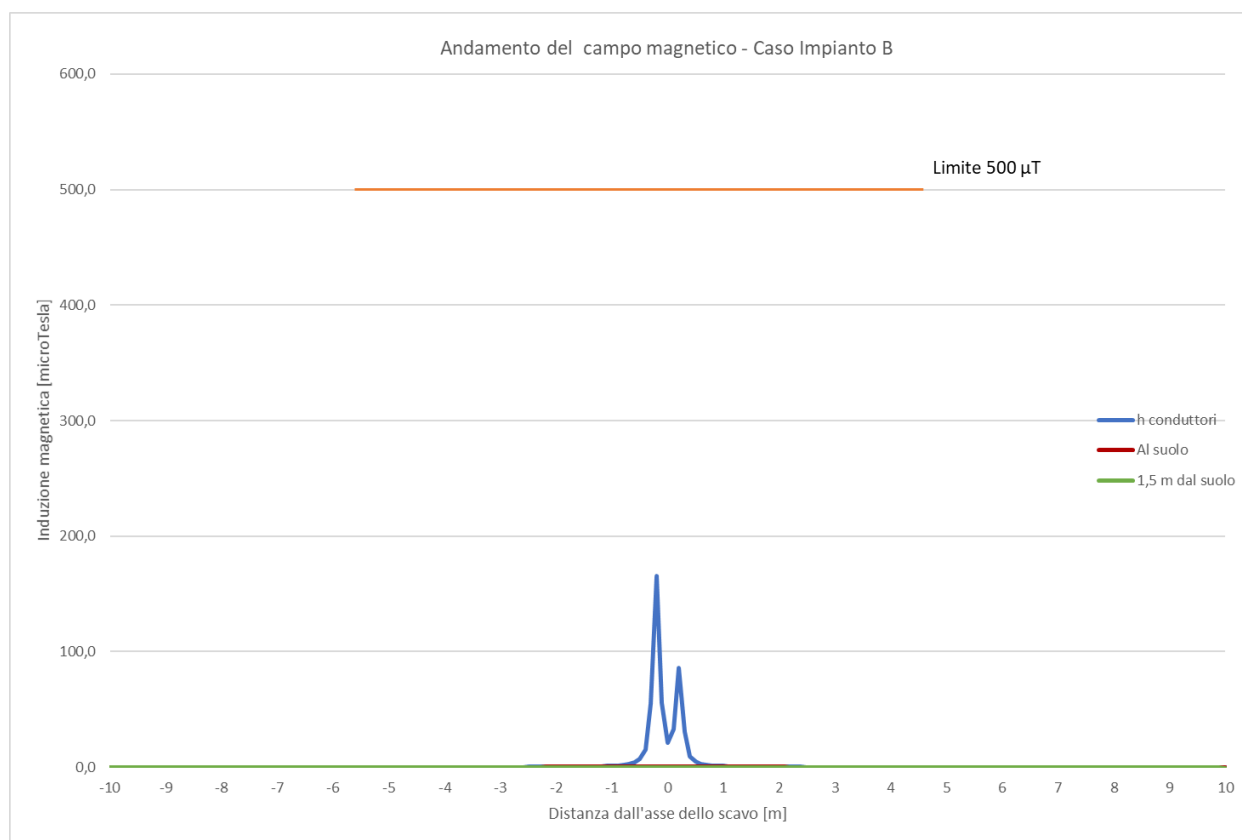


Figura 2: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa CASO IMPIANTO B.

Distanza dai cavi [m]	Altezza conduttori [µT]	Al suolo [µT]	A 1,5 m dal suolo [µT]
-10	0,009	0,009	0,009
-9	0,011	0,011	0,010
-8	0,014	0,014	0,013
-7	0,019	0,018	0,016
-6	0,026	0,025	0,021
-5	0,037	0,035	0,029
-4	0,059	0,054	0,040
-3	0,106	0,091	0,058
-2	0,247	0,179	0,083
-1	1,139	0,402	0,112
0	20,861	0,615	0,126
1	0,901	0,362	0,109
2	0,219	0,163	0,080
3	0,098	0,085	0,055
4	0,055	0,051	0,038
5	0,036	0,034	0,028
6	0,025	0,024	0,021
7	0,018	0,018	0,016
8	0,014	0,014	0,013
9	0,011	0,011	0,010
10	0,009	0,009	0,008

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


<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: 87_PD_D</p>

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: VRE.2 S.R.L.

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. 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.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 21 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: VRE.2 S.R.L.

8 LINEE DI DISTRIBUZIONE MT

8.1 Determinazione dei campi magnetici

Secondo quanto previsto dal D.M. 29 Maggio 2008, il calcolo della fascia di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrato, esistenti ed in progetto ad esclusione, tra le varie casistiche, delle linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica.

Per tale motivo essendo le linee MT per il collegamento tra le cabine utente e le rispettive cabine di consegna, per il collegamento fra le stesse cabine di consegna e fra queste e la CP CAMPOFREDDO, del tipo cordato ad elica, non trovano applicazione gli obiettivi di qualità del DPCM 8 luglio 2003.

Per la realizzazione degli altri cavidotti di collegamento (di impianto), diversi da quelli sopra elencati, 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.

In dettaglio saranno simulati i seguenti tratti di cavidotto alla tensione nominale di 20 kV, esterni alle aree recintate dell'impianto fotovoltaico:

- Caso 1: una terna di conduttori disposti a trifoglio di sezione 95 mm² interrata ad una profondità di 1,20 m con una portata in servizio nominale di 103,2 A


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 1	1	103,2	95	11,4	22,4	33	247

(1) posa interrata a trifoglio e resistività del terreno $\rho=1$ °Cm/W (valore ricavato dalla scheda tecnica del cavo)

Tabella 8: Caratteristiche dimensionali dei cavi in MT.

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

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 22 di 26


Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

apparecchiature ecc. È importante precisare che il "caso 1" in esame caratterizza le linee MT di passaggio da un'area all'altra dell'impianto A.

I valori del campo magnetico sono stati misurati all'altezza dei conduttori (-1,20 m 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.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 23 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: VRE.2 S.R.L.

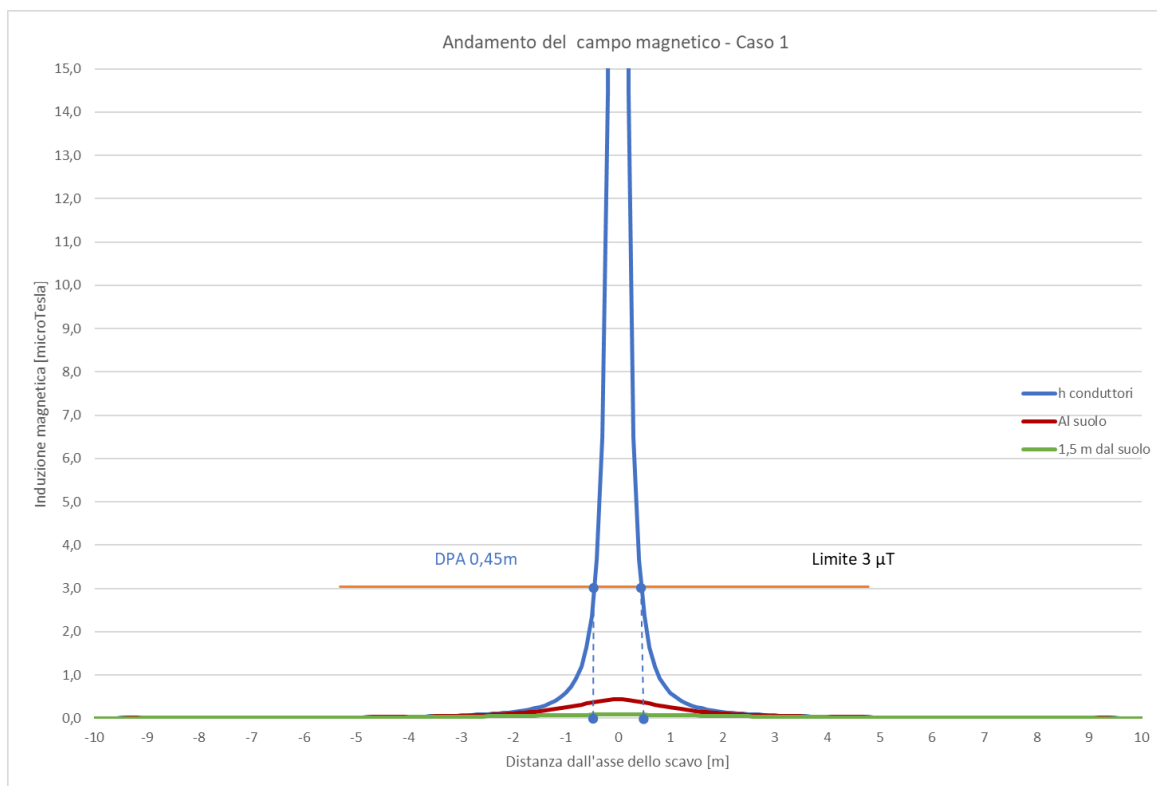


Figura 3: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa CASO 1.

Distanza dai cavi [m]	Altezza conduttori [μT]	Al suolo [μT]	A 1,5 m dal suolo [μT]
-10	0,006	0,006	0,006
-9	0,007	0,007	0,007
-8	0,009	0,009	0,008
-7	0,012	0,012	0,011
-6	0,016	0,016	0,014
-5	0,024	0,022	0,018
-4	0,037	0,034	0,026
-3	0,066	0,057	0,037
-2	0,147	0,110	0,053
-1	0,589	0,250	0,073
0	167,590	0,435	0,083
1	0,589	0,250	0,073
2	0,147	0,110	0,053
3	0,066	0,057	0,037
4	0,037	0,034	0,026
5	0,024	0,022	0,018
6	0,016	0,016	0,014
7	0,012	0,012	0,011
8	0,009	0,009	0,008
9	0,007	0,007	0,007
10	0,006	0,006	0,006

Tabella 9: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa al CASO 1.

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

9 DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE

Il calcolo della DPA per i cavidotti di collegamento in MT simulati (relativi al paragrafo 8.1) 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]
1 ⁽¹⁾	1	95	ARG16H1R16 ARG7H1R	20	1


(1) Collegamento fra le diverse aree di impianto

Tabella 10: Distanza di prima approssimazione per cavidotti MT

In dettaglio si sono ottenuti i seguenti valori:

- **CASO 1** - Valore a 3 μ T: 0,45 m - 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.

Consulente:  Via degli Arredatori 8 70026 Modugno (BA)	Titolo elaborato RELAZIONE PRELIMINARE VALUTAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI
Codice elaborato: 87_PD_D	Pag. 25 di 26

Costruzione ed esercizio di un impianto agrivoltaico costituito da Brindisi A della potenza in immissione pari a 5,486 MW e Brindisi B della potenza in immissione pari a 5,486 MW, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito nel Comune di Brindisi (BR) - Impianto "VRE.2"



Proponente: **VRE.2 S.R.L.**

10 CONCLUSIONI


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;
- Per i cavidotti in media tensione di cui al paragrafo 8.1 la distanza di prima approssimazione non eccede il range di ± 1 m rispetto all'asse del cavidotto;
- Per i cavidotti in media tensione di collegamento tra le cabine utente e le rispettive cabine di consegna, per il collegamento fra le stesse cabine di consegna e fra queste e la CP CAMPOFREDDO non si applica quanto previsto dal DPCM 8 luglio 2003, essendo del tipo cordato ad elica;

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 degli impianti fotovoltaici (A e B), siti nel Comune di Brindisi 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: 87_PD_D	Pag. 26 di 26