

REGIONE MOLISE
Provincia di CAMPOBASSO

Comuni di
GUGLIONESI - MONTENERO DI BISACCIA - MONTECILFONE

TITOLO: Progetto per la realizzazione di un Parco Agrivoltaico denominato "GUGLIONESI", di Potenza nominale pari a 190,08 MWp e relative opere di connessione alla RTN, sito nei Comuni Guglionesi, Montenero Di Bisaccia, Montecilfone.

PROPONENTE:  **IBVI6 S.r.l.**
Sede legale: Via Amedeo Duca D'Aosta n.76 - 39100 Bolzano (BZ)

ELABORATO: **Codice Elaborato** GMM04REL05
Relazione previsionale di impatto elettromagnetico

I TECNICI:  **dot. LUCARELLI Domenico**


DATA: 10.12.2023



studiogiuliano srl • TERRITORIO • AMBIENTE • AGRICOLTURA

86039 86039 TERMOLI ♦ Via dei gelsi n. 51
www.studiogiuliano.it ♦ info@studiogiuliano.it

1 - Premessa

La presente relazione tecnica viene redatta al fine di valutare, in via previsionale, l'impatto elettromagnetico relativo all'impianto Parco Agrivoltaico denominato "GUGLIONESI", di Potenza nominale pari a 190,08 MWp e relative opere di connessione alla RTN, da realizzare nei Comuni Guglionesi, Montenero Di Bisaccia e Montecilfone, da parte della ditta IBVI6 Srl.

L'impianto in progetto risulta costituito da 14 campi fotovoltaici di cui 13 ricadenti nel territorio comunale di Guglionesi e uno ricadente nel territorio comunale di Montenero di Bisaccia. Il punto di consegna avverrà presso la Stazione Terna ricadente, in parte, nel territorio comunale di Montecilfone. I singoli pannelli fotovoltaici di cui sarà costituito l'impianto avranno una potenza teorica massima di 600 Wp. La loro suddivisione nei vari campi è riportata nella seguente tabella:

Denominazione	Vele	Pannelli	Potenza teorica di picco - Wp
CAMPO 1	1.224	24.480	14.688.000
CAMPO 2	2.340	46.800	28.080.000
CAMPO 3	1.404	28.080	16.848.000
CAMPO 4	1.080	21.600	12.960.000
CAMPO 5 (a-b)	1.872	37.440	22.464.000
CAMPO 6	1.548	30.960	18.576.000
CAMPO 7	1.602	32.040	19.224.000
CAMPO 8	1.738	31.760	20.856.000
CAMPO 9	234	4.680	2.808.000
CAMPO 10	576	11.520	6.912.000
CAMPO 11	432	8.640	5.184.000
CAMPO 12	504	10.080	6.048.000
CAMPO 13	666	13.320	8.992.000
CAMPO 14	630	12.600	7.560.000

La relazione ha l'obiettivo di verificare, in via previsionale, la compatibilità elettromagnetica del progetto e il rispetto dei limiti della legge n. 36/2001, dei successivi Decreti attuativi di modifica e di integrazione e del DATTM del 29.05.2008.

2 - Normativa di riferimento

2.1 Norme e documenti tecnici

Si richiamano di seguito le principali norme o leggi che regolamentano la realizzazione di apparecchiature e di impianti elettrici:

Legge 22 febbraio 2001 n. 36

Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" (G.U. 7 marzo 2001, n. 55);

DPCM 8 luglio 2003

Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" (G.U. 29 agosto 2003, n. 200);

DPCM 8 luglio 2003

Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz" (G.U. 28 agosto 2003, n. 199);

Norma CEI 106-11

"Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del D.P.C.M. 8 luglio 2003 (art.6);

DLgs 09/04/08 n.81

"Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";

DLgs 03/08/09 n. 106

"Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";

Decreto del MATTM 29/05/08 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";

Direttiva 2004/108/CE

"Direttiva del Consiglio d'Europa sulla compatibilità elettromagnetica" recepita con DLgs 194/2007";

Norma CEI 11-17

"Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo".

Norma CEI 64-8

"Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";

Norma CEI 14-35

"Guida per la valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza";

Norma CEI 211-4

"Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche";

Norma CEI 11-17

"Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo".

La situazione legislativa e normativa vigente in Italia in merito alla protezione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici si articola come di seguito riportato:

- Legge 22 febbraio 2001 n. 36: "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" (G.U. 7 marzo 2001, n. 55).
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003: "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz" (G.U. 28 agosto 2003, n. 199).
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003: "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" (G.U. 29 agosto 2003, n. 200).

La Legge quadro 36/01 ed il successivo Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 fissano i limiti di esposizione e i valori di attenzione per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alle frequenze fino a 300 GHz. Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 ha definito in ogni caso i seguenti limiti e/o valori per i campi a 50 Hz:

- 5 kV/m per il campo elettrico e 100 μ T (microtesla) per il campo magnetico: limiti di esposizione definiti ai fini della prevenzione di effetti sanitari acuti;
- 10 μ T per il campo magnetico, quale valore di attenzione che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate (prevenzione effetti sanitari differiti);
- 3 μ T per il campo magnetico, quale obiettivo di qualità: tale valore non costituisce un limite, ma ha lo scopo di ridurre il campo magnetico negli ambienti di vita.

Il valore di attenzione si applica alle situazioni esistenti al fine di valutare la necessità di eventuali interventi di risanamento.

L'obiettivo di qualità si applica invece ai nuovi elettrodotti ed alle nuove costruzioni poste in prossimità di elettrodotti esistenti, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

Il D.P.C.M. 8 luglio 2003 definisce anche che i limiti sopra indicati non si applicano ai lavoratori esposti per ragioni professionali;

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA), nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003).

Si evidenzia che si intende esclusa dalla presente relazione la valutazione dei rischi di esposizione ai campi elettromagnetici nelle aree interne alle Cabine di Campo (nei luoghi di lavoro), ai sensi della direttiva europea 2004/40/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 29 aprile 2004 "sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (G.U.C.E. 24 maggio 2004, n. L. 184) e del D.Lgs. 09/04/08 n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

Ai fini del calcolo della fascia di rispetto si omettono verifiche del campo elettrico, in quanto nella pratica questo determinerebbe una fascia (basata sul limite di esposizione, nonché valore di attenzione pari a 5kV/m) che è sempre inferiore a quella fornita dal calcolo dell'induzione magnetica. Pertanto, obiettivo dei paragrafi successivi sarà quello di calcolare le fasce di rispetto dagli impianti del progetto in esame, facendo riferimento al limite di qualità di 3 μ T.

2.2 Definizioni

Valgono le definizioni di seguito riportate, per la maggior parte contenute nella Legge 36/2001, nel DPCM 8 luglio 2003 e nel Decreto 29 maggio 2008.

- Autorità competenti ai fini dei controlli: sono le autorità di cui all'art. 14 della Legge 36/2001 (le amministrazioni provinciali e comunali, al fine di esercitare le funzioni di controllo e di vigilanza sanitaria e ambientale, utilizzano le strutture delle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente).
- Autorità competenti ai fini delle autorizzazioni: sono le autorità competenti al rilascio delle autorizzazioni per la costruzione e/o l'esercizio di elettrodotti e/o insediamenti e/o aree di cui all'art. 4 del DPCM 8 luglio 2003 (aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore).
- Distanza di Prima Approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, 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 delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.
- Elettrodotto: è l'insieme delle linee elettriche delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.
- Fascia di rispetto: è lo 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 (3 μ T). Come prescritto dall'articolo 4, c. 1 lettera h) della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.
- Limiti di esposizione (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 1): nel caso di esposizione, della popolazione, a campi elettrici e magnetici, alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

- Luoghi tutelati (Legge 36/2001 art. 4 c.1, lettera h): aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.
- Obiettivo di qualità (DPCM 8 luglio 2003 art. 4): nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze giornaliere non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
- Valore di attenzione (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 2): a titolo di misura di cautela per la protezione della popolazione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
- Intensità di campo elettrico: è il valore quadratico medio delle tre componenti mutuamente perpendicolari in cui si può pensare scomposto il vettore campo elettrico nel punto considerato, misurato in Volt al metro (V/m).
- Intensità di induzione magnetica è il valore quadratico medio delle tre componenti mutuamente perpendicolari in cui si può pensare scomposto il vettore campo magnetico nel punto considerato, misurato in Tesla (T).

3 - Descrizione delle componenti dell'impianto

Il progetto prevede la costruzione e l'esercizio di un Parco Agrivoltaico a terra di taglia pari a 190 MWp.

L'impianto comprende, in particolare:

- n. 314.000 moduli fotovoltaici composti, ciascuno, da 156 celle fotovoltaiche in silicio monocristallino, ad alta efficienza e connesse elettricamente in serie, per una potenza complessiva di 600 Wp;
- n. 14 Cabine di Campo, di tipo prefabbricato, in cui saranno ubicati il convertitore statico trifase (inverter), il trasformatore BT/MT del singolo campo e i quadri e le apparecchiature BT;
- Cavi di connessione elettrica installati nelle Cabine di Campo estesi all'interno degli appositi canali previsti nei profili delle strutture di fissaggio;
- Cavi per la distribuzione esterna, separati per MT e BT, posati in apposite condutture (cavidotti).

4 - Valutazione del campo elettromagnetico

Il calcolo della distanza di rispetto viene effettuato facendo riferimento alla guida CEI 211-4 relativa ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche.

In particolare, saranno considerate le seguenti sorgenti:

- trasformatori;
- linee elettriche.

Le altre componenti dell'impianto comportano una produzione di campo elettromagnetico irrilevante:

- i moduli fotovoltaici producono campi elettromagnetici per un brevissimo periodo ed è riferibile solo alcuni circuiti integrati che lavorano a corrente e tensione continua;
- gli inverter sono apparecchiature che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione. Essi, pertanto, sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. Le norme prevedono che tali apparecchiature, prima di essere immesse sul mercato, possiedano le necessarie certificazioni a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa (via cavo). Gli inverter che saranno utilizzati rispettano tutta la normativa vigente in merito alla compatibilità elettromagnetica:
 - CEI EN 50273 (CEI 95-9);
 - CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65);
 - CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10);
 - CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31);
 - CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28);
 - CEI EN 55022 (CEI 110-5);
 - CEI EN 55011 (CEI 110-6);
- i quadri elettrici e le altre apparecchiature poste all'interno delle Cabine di Campo risultano tutte schermate e prodotte in conformità alle vigenti norme per la compatibilità elettromagnetica.

4.1 Trasformatori

La presente valutazione ha avuto lo scopo di effettuare il calcolo previsionale del campo magnetico a frequenza di rete 50 Hz emesso dai trasformatori MT/ BT per l'impianto in oggetto, al fine d'individuare le zone in cui è permessa la permanenza prolungata di persone superiore alle quattro ore giornaliere relativamente al rispetto del limite di 3 μ T (obiettivo di qualità) a salvaguardia della popolazione (DPCM 08/07/2003). La relazione per determinare la distanza di prima approssimazione, ovvero la distanza minima al di sopra della quale si ottiene l'obiettivo di qualità dei 3 μ T è la seguente:

$$\frac{Dpa}{\sqrt{I}} = 0,40942 * x^{0,5241}$$

dove:

Dpa = distanza di prima approssimazione [m]

I = corrente massima generata dal Trasformatore [A] (4000 A)

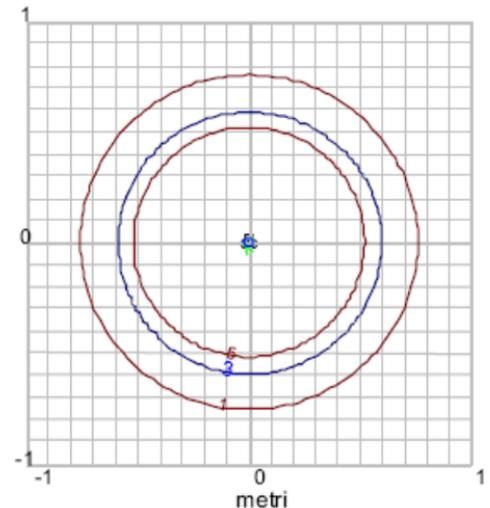
x = diametro conduttori [m] (0,292 m)

quindi: Dpa = 4 m

Relativamente alla nuova metodologia di calcolo definita nel decreto 29 Maggio 2008, la distanza di prima approssimazione, ovvero la distanza minima al di sopra della quale si ottiene l'obiettivo di qualità dei 3 µT risulta pari a Dpa ~ 10 m dalla parete della cabina. Si ricorda che nei luoghi di lavoro vale quanto prescritto dal D.Lgs 81/08 che prevede a salvaguardia dei lavoratori un valore di induzione magnetica pari a 500 µT. Il limite di 3 µT (obiettivo di qualità) è un valore relativo alla salvaguardia della popolazione.

4.2 Linee elettriche d'impianto

I cavidotti saranno realizzati con l'utilizzo di soli cavi elicordati, per i quali vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17. Come illustrato nella suddetta norma CEI 106-11 la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità (induzione magnetica < di 3 µT), anche in condizioni limite con conduttori di sezione elevata, venga raggiunta ad una distanza di meno di 1 m dal cavo (vedasi la figura a lato, tratta dalla Norma CEI 106-11, che rappresenta le curve di equilivello per il campo magnetico di una linea MT in cavo elicordato interrato). Il DM del 29.05.2008, relativamente alla determinazione delle fasce di rispetto, esenta dalla procedura di calcolo le linee MT in cavo interrato e/o aereo con cavi elicordati.



Pertanto, a tal fine si ritiene valido quanto riportato nella norma richiamata e ne consegue che in tutti i tratti realizzati mediante l'uso di cavi elicordati si può considerare che l'ampiezza della semifascia di rispetto sia pari a 1 m, a cavallo dell'asse del cavidotto, pertanto uguale alla fascia di asservimento della linea.

4.3 Linee elettriche di connessione alla RTN

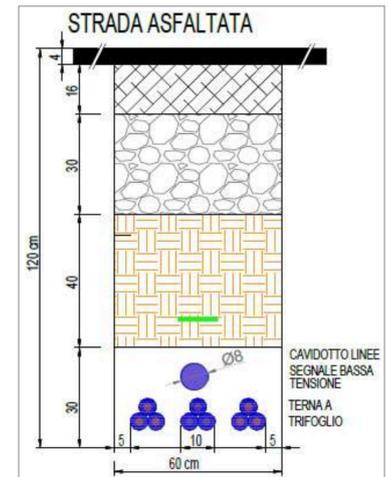
Il campo elettromagnetico è calcolato in funzione della corrente circolante nei cavidotti in esame e della disposizione geometrica dei conduttori. L'unica situazione significativa è quella relativa al tratto di posa del cavo che porta la potenza generata dall'impianto fotovoltaico in oggetto alla sottostazione utente. Il progetto prevede linee interrate e, pertanto, il valore del Campo Elettrico è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

Il Campo Magnetico sarà valutato considerando che il progetto prevede la posa di una terna di cavi MT isolati a 20 kV (distanziati di 25 cm).

La figura a lato riporta la sezione tipica di posa della linea in cavo su sede stradale per triplo cavidotto in MT.

Il valore della induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è valutato, secondo la Norma CEI 20-21, considerando che la configurazione di carico prevede una posa dei cavi a trifoglio, posti ad una profondità di 1 m, con portata massima della linea elettrica in cavo.

La configurazione dell'elettrodotto è quella di assenza di schermature e distanza minima dei conduttori dal piano viario. Il calcolo è stato effettuato a differenti altezze.



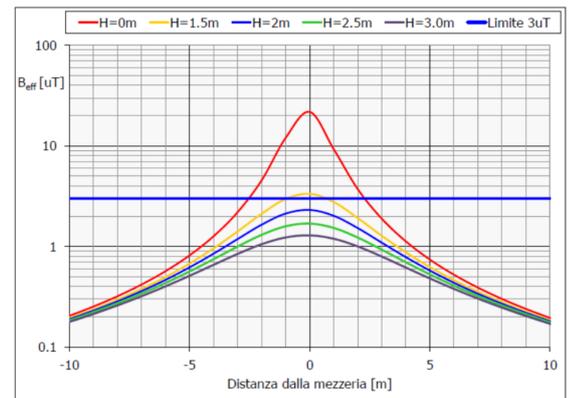
Nella figura a lato è riportato l'andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo per la massima corrente dell'impianto per una sezione trasversale a quella di posa, considerando che lungo il tracciato del cavidotto sarà posata una linea di cavi nella medesima trincea.

Dal grafico riportato nella figura si può osservare come nel caso peggiore il valore di $3 \mu\text{T}$ è raggiunto a circa 2,6 m dall'asse del cavidotto.

La condizione di calcolo riportata è ampiamente cautelativa. Se si tiene conto della effettiva corrente il valore di $3 \mu\text{T}$ è raggiunto a circa 1,8 m dall'asse del cavidotto.

Il tracciato di posa dei cavi è stato studiato in modo che il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore a $3 \mu\text{T}$ in

corrispondenza dei ricettori sensibili (abitazioni e aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata), pertanto è esclusa la presenza di tali ricettori all'interno della fascia di distribuzione.



5 - Conclusioni

Come mostrato nei paragrafi precedenti le attrezzature e le linee elettriche in progetto possono produrre valori superiori a quello di Qualità ($3\mu\text{T}$) solo in prossimità degli elementi stessi e in corrispondenza degli ingressi e delle uscite linee.

La parte di cavidotti si sviluppa esclusivamente sulla viabilità stradale esistente o in territori scarsissimamente antropizzati presso i quali è esclusa la presenza di ricettori sensibili. Tali condizioni portano a ritenere che sia soddisfatto l'obiettivo di qualità da conseguire nella realizzazione di nuovi elettrodotti fissato dal DPCM 8 Luglio 2003.

La stessa considerazione può ritenersi valida anche per le Cabine di Campo, per una fascia di circa 4 m attorno alle Cabine stesse.

Le Cabine di Campo non prevedono la presenza di lavoratori se non per il tempo strettamente necessario alle operazioni di manutenzione.

In conclusione, al di fuori della recinzione dei Campi che costituiscono il Parco Agrivoltaico, i valori di campo magnetico sono sempre inferiori ai limiti di legge.

Campobasso, 10.12.2023

Dott. Domenico Lucarelli

