



**REGIONE SICILIA
PROVINCIA MESSINA
COMUNE DI MISTRETТА**



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO AD INSEGUIMENTO POTENZA IMPIANTO 43,148 MW_p DENOMINATO "MISTRETТА" NEL TERRITORIO COMUNALE DI MISTRETТА(ME) SU TERRENO D.4.4 A DESTINAZIONE SPERIMENTAZIONE AGROPASTORALE, COMPRENDE LE OPERE PER LA CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA IN AT NEL COMUNE DI MISTRETТА (ME)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CEM - COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA

Titolo elaborato

Committente

AS Management srl
Via Paolo Andreani n.6
20122 Milano
P.IVA 06937190822

Progettazione



Ing. Antonio Nastri



Geol. Michele Ognibene

Firme



P03/22	ENHUBREL0002A0	P03/Mistretta/EPD/Rel. comp. elettr.	-	A4	001/029
Commessa	Cod. elaborato	Nome file	Scala	Formato	Foglio
0	03.05.2023	Emissione	AP	FB	AN
Rev.	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43.1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: 'ENHUBREL0002A0 – Relazione compatibilità elettromagnetica	Data: 03/05/2023	Rev. 0	Pagina 1/30
--	-----------------------------------	-------------------------	------------------------------

1.1.1

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
2	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO.....	8
3	VERIFICA LIMITI L. 36/01 E RELATIVI DECRETI ATTUATIVI.....	9
3.1	Metodologia di calcolo.....	11
3.2	Fonti di emissione.....	12
3.3	Campo elettromagnetico generato dagli elettrodotti AT.....	13
3.3.1	Cavi Unipolari posati a trifoglio di sezione pari a 1600 mm ²	13
3.3.1.1	Casi di studio.....	14
3.4	Campo elettromagnetico generato dalla SSU.....	17
3.5	Campo elettromagnetico generato dalle linee elettriche in MT.....	17
4	VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI AI CEM (LEGGE 159/16).....	18
4.1	Individuazione dei lavoratori che possono essere esposti ai CEM.....	18
4.2	Normativa di riferimento per le valutazioni di rischio per la salute derivante da esposizione a campi elettrici e magnetici a frequenza industriale.....	19
4.2.1	Linee guida ICNIRP.....	20
4.2.2	Il D.Lgs. 81/08.....	21
4.3	Valutazioni di rischio per la salute derivante da esposizione a campi elettrici e magnetici a frequenza industriale.....	24
4.4	Individuazione e caratterizzazione dei componenti elettrici che possono indurre il rischio per la salute derivante da esposizione a campi elettrici e magnetici a frequenza industriale.....	27
4.4.1	Moduli fotovoltaici.....	27
4.4.2	Inverter.....	27
4.4.3	Linee elettriche in corrente alternata interne al parco agrovoltaiico.....	28
4.4.4	Linee elettriche in corrente alternata esterne e interne al parco agrovoltaiico in MT.....	28
4.4.5	Cabine di conversione (Inverter station).....	28
4.4.6	Cabina elettrica di consegna e sezionamento.....	29
4.5	Valutazione preliminare del rischio per i lavoratori.....	29
5	CONCLUSIONI.....	30

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43.1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: 'ENHUBREL0002A0 – Relazione compatibilità elettromagnetica	Data: 03/05/2023	Rev. 0	Pagina 3/30
--	-----------------------------------	------------------	-----------------------

1 INTRODUZIONE

Scopo del presente documento è quello di descrivere e valutare le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell'impianto agrovoltaiico a terra, sito in contrada Spadaro, nel comune di Mistretta, oltre alla realizzazione delle opere ad esso connesse e relative ad un elettrodotto interrato in AT nel comune di Mistretta (ME), nonché la realizzazione di una sottostazione utente a 20/150 kV/kV per la connessione dell'impianto agrovoltaiico alla rete elettrica in AT, quest'ultima sita lungo la Strada Statale 117, nel comune di Mistretta.

La valutazione delle emissioni elettromagnetiche verrà condotta con la finalità sia della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001” *Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*” e dei relativi Decreti attuativi, sia del D. Lgs. 159/16 “*Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE*”.

Lo studio di impatto elettromagnetico si rende necessario al fine di una valutazione dei potenziali effetti derivanti dall'esposizione a campi elettrici e magnetici nei riguardi dei lavoratori presenti all'interno dell'impianto e della popolazione che si trova in prossimità dell'impianto ed opere connesse che potenzialmente potrebbe essere sottoposta ad emissioni elettromagnetiche.

Per le opere in progetto che sono oggetto della presente relazione specialistica studio, si rimanda agli elaborati del progetto definitivo, di seguito se ne riportano le parti utili ai fini della presente relazione.

Oggetto della presente Relazione, è la realizzazione di un impianto agrovoltaiico a terra della potenza di **33,00 MW** ed opere ad esso connesse nel comune di Mistretta e realizzazione di un elettrodotto interrato in Alta Tensione a servizio dell'impianto agrovoltaiico, ricadente nel comune di Mistretta ed infine la realizzazione di una sottostazione utente (SSU) a 20/150 kV/kV per la connessione dell'impianto agrovoltaiico alla rete elettrica in alta tensione attraverso la sottostazione (SST) “Mistretta”.

Le opere oggetto di studio sono schematizzate in fig.1.1 e comprendono l'installazione dell'impianto agrovoltaiico ed il tracciato dell'elettrodotto fino al punto di consegna (in corrispondenza della SST).

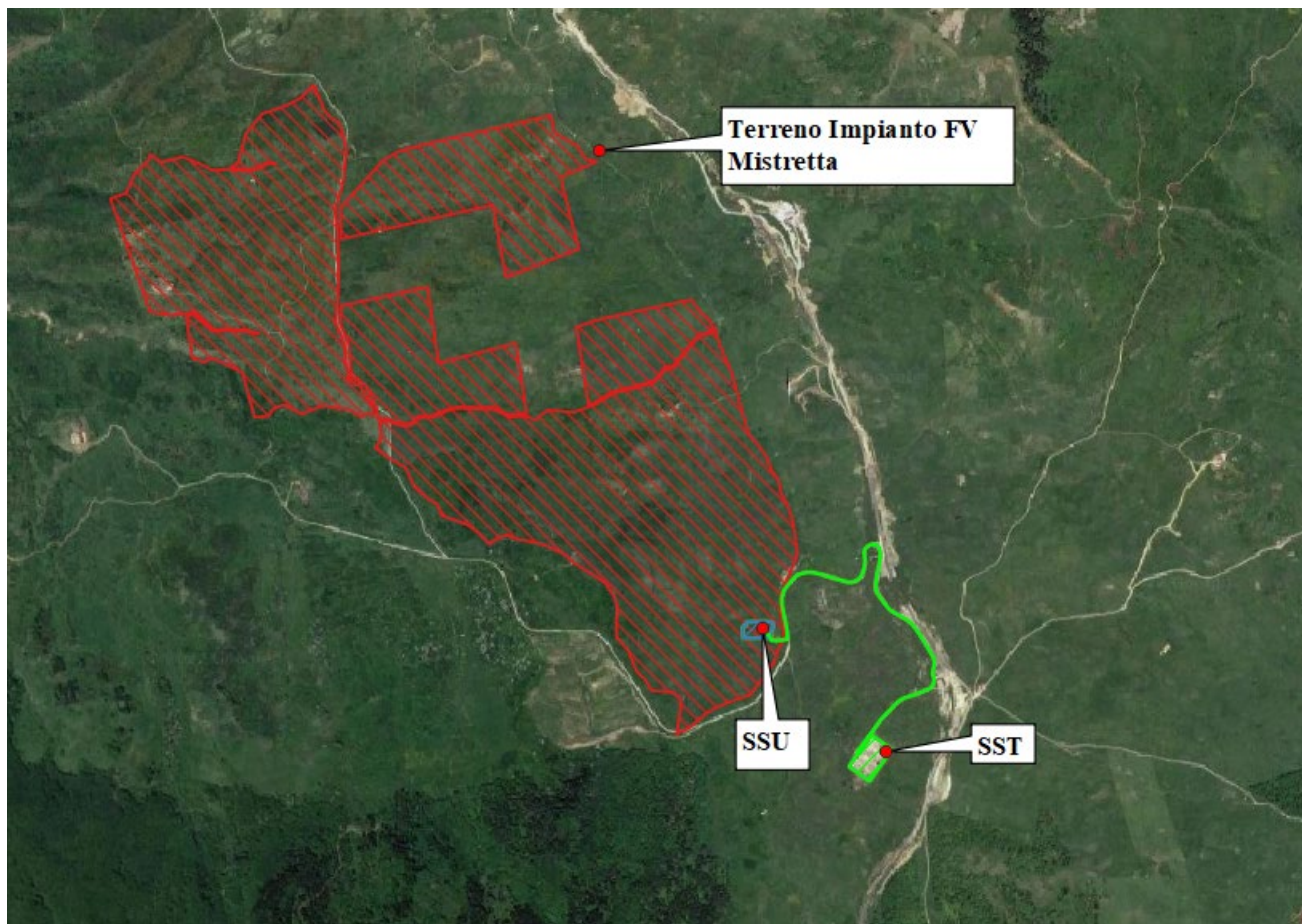


Fig. 1.1 – Planimetria della rete oggetto di studio

Si riporta di seguito una scheda tecnica dell'impianto:

Dati generali	
Identificativo dell'impianto	Contrada Spadaro
Soggetto responsabile dell'impianto agrovoltaiico	AS MANAGEMENT SRL
Classificazione Architettonica	a terra
Comune	Mistretta
Provincia	Messina
Latitudine FV1	37°51'39.23"N
Longitudine FV1	14°23'9.93"E
Altitudine FV1	1040 m s.l.m
Superficie del singolo modulo (m ²)	3,106
Superficie totale moduli (ha)	20,74
Dati tecnici impianto	
Potenza singolo modulo (Wp)	670
Potenza totale (MWp)	0
N° totale tracker 2x14	514
N° totale tracker 2x28	893
N. Totale inverter	165
Prestazioni energetiche	
Energia totale annua	77.36 GWh/anno

I cavi in uscita dalle cabine di trasformazione dell'impianto fotovoltaico convergono a n. 3 Cabine "CG1", "CG2 e "CGEN" che si collegano alla Sottostazione Utente SSU 20/150 kV/kV. Dalla SSU ha inizio la linea di collegamento in AT (150 kV) alla SST "Mistretta".

Si riporta di seguito un inquadramento su catasto dell'area interessata.

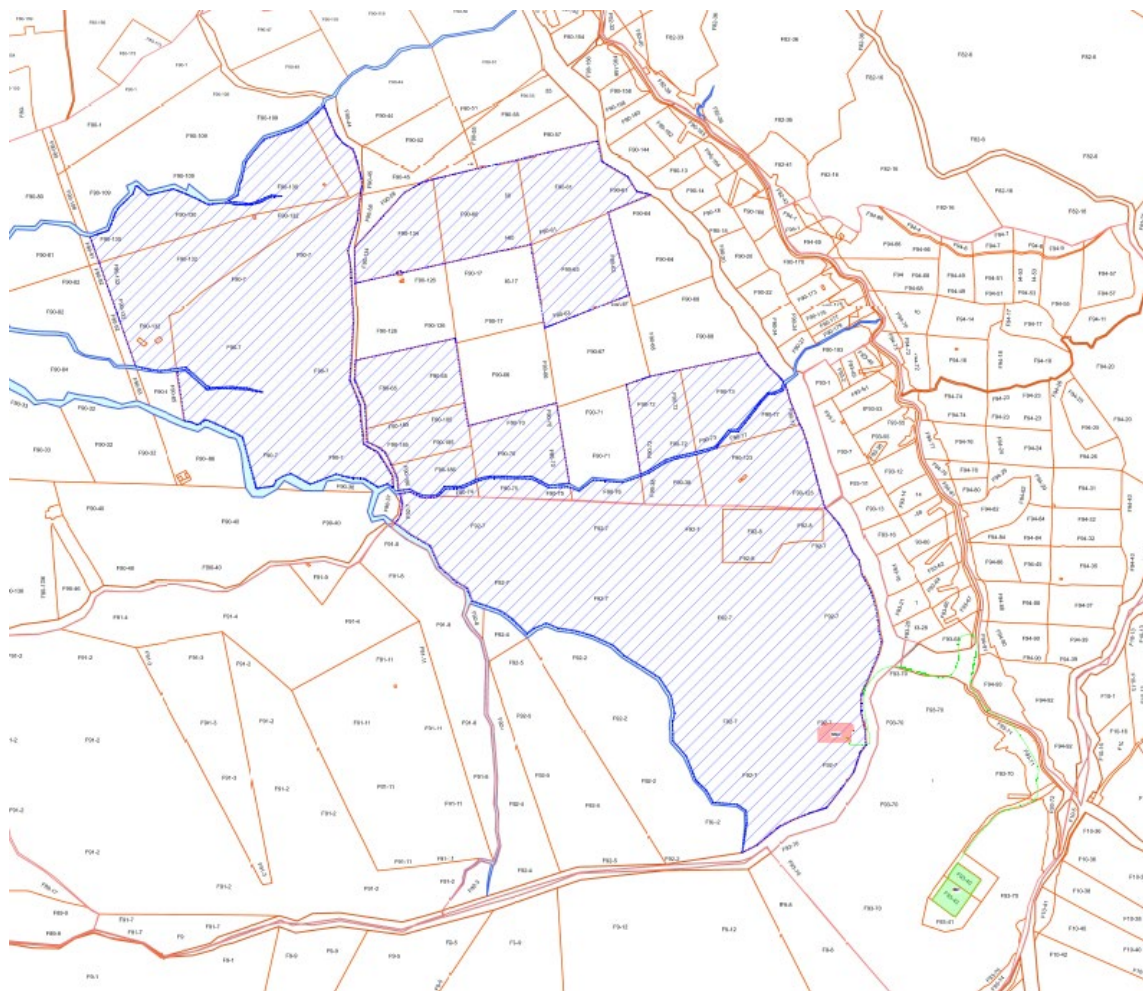


Fig. 1.2 – Inquadramento layout su catastale

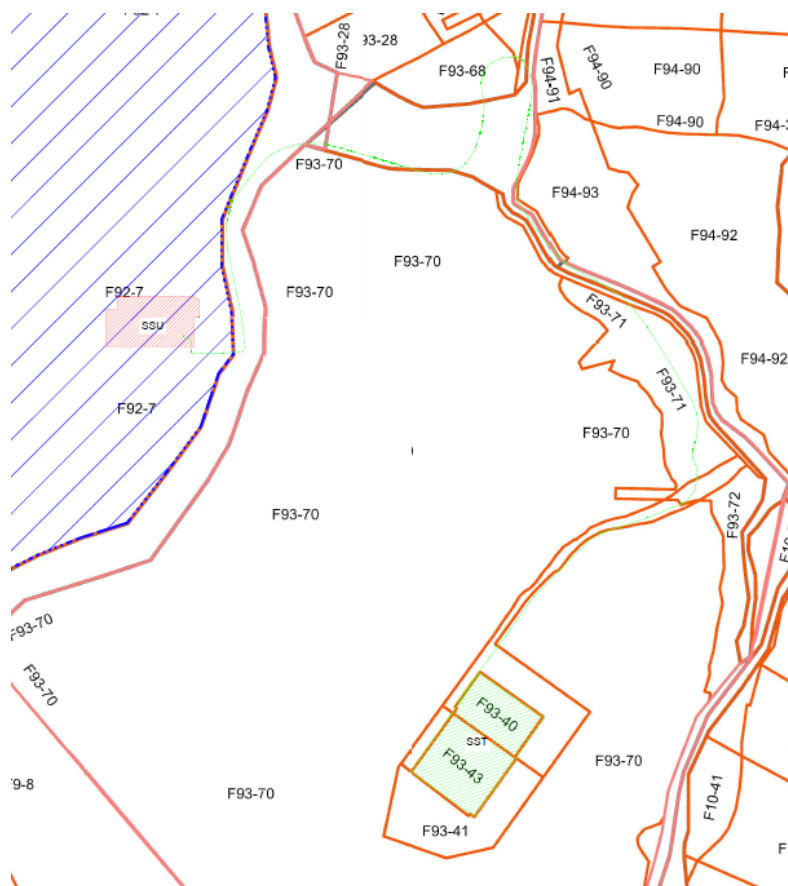


Fig.1.3_ Riquadro con SSU ed SSE

Presso la sottostazione "Mistretta" si configura quindi il punto di connessione in alta tensione. Nella Sottostazione Utente sarà presente il trasformatore elevatore 20/150 kV/kV, le relative protezioni di alta tensione, e i locali di media tensione con gli scomparti idonei allo scopo.

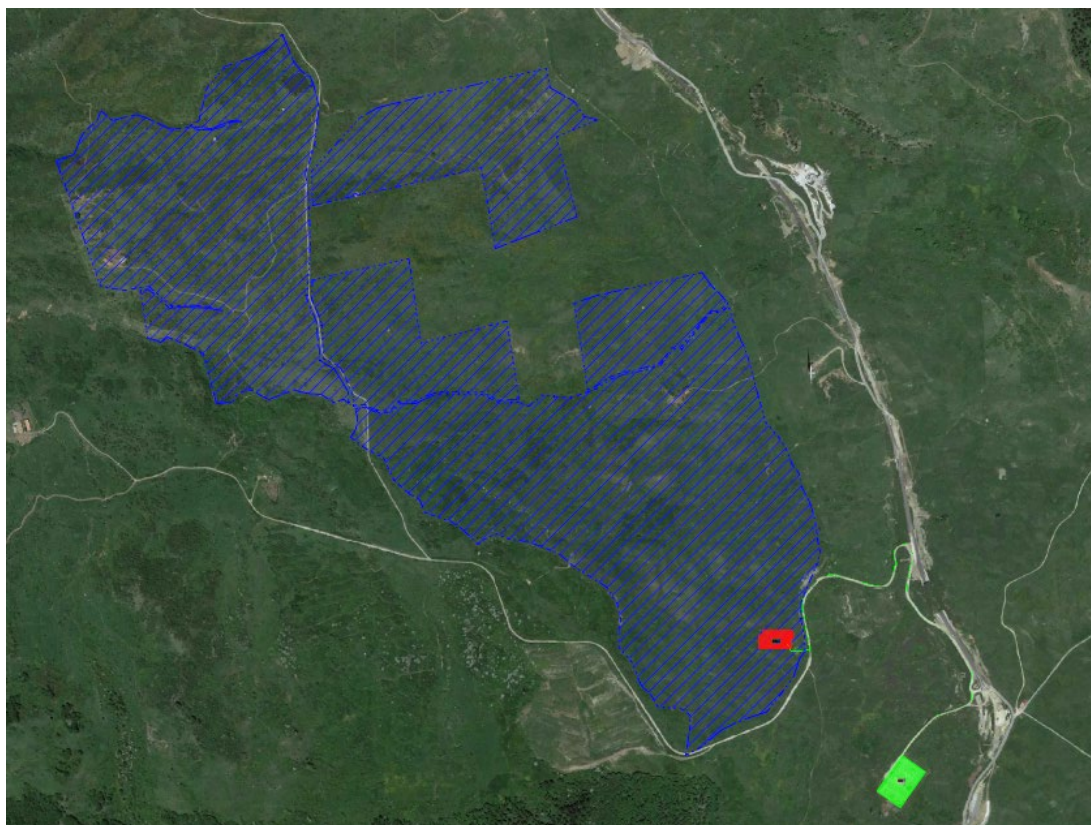


Fig.1.4_ Percorso linea AT da IFV a SSE Mistretta

2 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

- Legge 36/2001: “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”;
- DPCM 08/07/03: “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalla esposizione dei campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”;
- Decreto 29/5/2008 del Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare: “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”;
- D.Lgs 01/08/2016 n°159 - Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE
- Norma CEI 211-4: “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- Guida 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 1: Linee elettriche aeree e in cavo”;
- Norme CEI CT 11 (impianti a tensione superiore a 1 kV);
- E-Distribuzione: Linea guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29/05/08 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche;
- E-Distribuzione: Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL distribuzione – Ed. 5. Marzo 2015.

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43.1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: 'ENHUBREL0002A0 – Relazione compatibilità elettromagnetica	Data: 03/05/2023	Rev. 0	Pagina 9/30
---	-----------------------------------	------------------	-----------------------

3 VERIFICA LIMITI L. 36/01 E RELATIVI DECRETI ATTUATIVI

Ai fini di protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici, il D.P.C.M. 8 luglio 2003 fissa i limiti di esposizione e valori di attenzione relativi a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento ed all'esercizio di linee e cabine elettriche. Si riporta di seguito uno stralcio degli articoli di particolare rilevanza per la corrente analisi:

Art. 3. Limiti di esposizione e valori di attenzione

1. *Nel caso di esposizione 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.*
2. *A titolo di misura di cautela per la protezione 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.*

Art. 4. Obiettivi di qualità

1. *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 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 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.*

Il valore di attenzione si riferisce quindi ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. 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 D.M. 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 applica nel caso di realizzazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati.

Di seguito, si riportano alcune definizioni utili per lo scopo della presente relazione.

Fascia di rispetto: Spazio circostante un elettrodotto (Figura 3.1) che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, con induzione magnetica \geq all'obiettivo di qualità ($3 \mu\text{T}$), alla portata in corrente in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60 (DPCM 08-07-03, art. 6 c. 1).

All'interno della fascia di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a 4 ore (Legge 36/01, art. 4, c.1, lettera h) giornaliere.

Per la determinazione delle fasce di rispetto si deve far riferimento a:

- obiettivo di qualità ($B = 3 \mu\text{T}$);
- portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata (per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17)

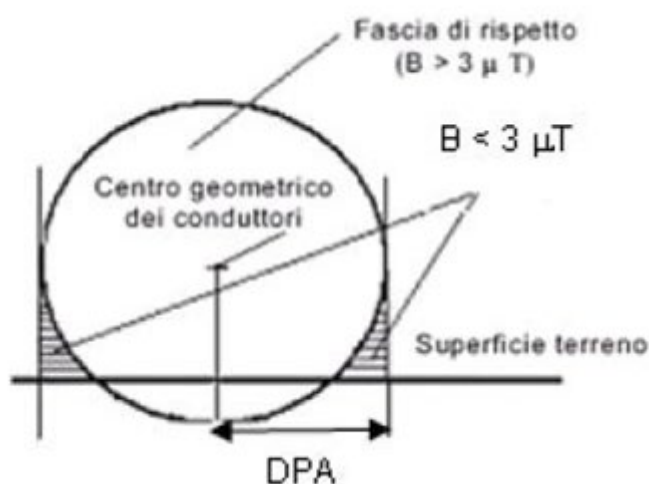


Figura 3.1- Fascia di Rispetto

Distanza di prima approssimazione (DPA): Garantisce che ogni punto distante dall'elettrodotto più di DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto (Figura 3.1). Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea (rappresenta una semi-fascia). Per le cabine elettriche è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti (tetto e pavimento compresi). All'interno della DPA sono individuabili anche aree che in condizioni di esercizio normali presentano una induzione magnetica $< 3 \mu\text{T}$.

Il DM 29.05.08 fornisce quindi le procedure per il calcolo delle fasce di rispetto delle linee elettriche, esistenti ed in progetto, in particolare, secondo quanto previsto al § 3.2, 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 in corrente continua);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee per telecomunicazioni);
- 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.

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43.1480 MW_p denominato – Mistretta – Elaborato: 'ENHUBREL0002A0 – Relazione compatibilità elettromagnetica	Data: 03/05/2023	Rev. 0	Pagina 11/30
---	-----------------------------------	------------------	------------------------

In definitiva, obiettivo del DPCM 08/07/03, attuativo della L. 36/01, è la tutela della popolazione dagli effetti a lungo termine dei campi elettromagnetici prodotti dagli elettrodotti. Tali provvedimenti prevedono limiti particolarmente restrittivi per il campo magnetico nelle “aree di gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi, negli ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere”.

In particolare, nei suddetti ambienti di vita, non deve essere superato:

- il limite di **10 μT** (valore di attenzione) in ogni caso;
- il limite di **3 μT** (obiettivo di qualità) nella progettazione di nuovi elettrodotti e di nuovi insediamenti vicino a elettrodotti esistenti.

Nel caso specifico le linee in esame interessano anche aree abitate che rientrano tra i casi indicati dal DPCM 08/07/03, per cui verranno valutate la fascia di rispetto e la DPA relative alle linee stesse. In particolare, si valuterà la distribuzione del campo magnetico con riferimento all'obiettivo di qualità di 3 μT richiesto in occasione della realizzazione di nuovi elettrodotti.

I luoghi tutelati sopra elencati non devono rientrare all'interno della DPA.

La definizione delle DPA permette di individuare le fasce di rispetto al suolo (corridoio) indipendentemente dall'altezza/profondità di posa dei conduttori.

Nel caso in esame non sono stati individuati possibili recettori sensibili.

3.1 Metodologia di calcolo

La metodologia di calcolo qui utilizzata è basata sull'algoritmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4, considerato idoneo per la maggior parte delle situazioni pratiche riscontrabili per le linee aeree e in cavo interrato.

Tale metodo, descritto nella guida CEI 106-11, alla quale si rimanda per i dettagli, è anche citato come utilizzabile nel Decreto 29/5/2008 per condizioni come quelle allo studio.

Si tratta di un modello bidimensionale che applica la legge di Biot e Savart per determinare l'induzione magnetica dovuta a ciascun conduttore percorso da corrente e quindi la legge di sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale, tenendo ovviamente conto delle fasi delle correnti, supposte simmetriche ed equilibrate.

Le formule di calcolo del campo magnetico nel generico punto P sono pertanto le seguenti, con riferimento alla fig. 4 estrapolata dalla Norma CEI 106-11 e di seguito riportata:

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$$

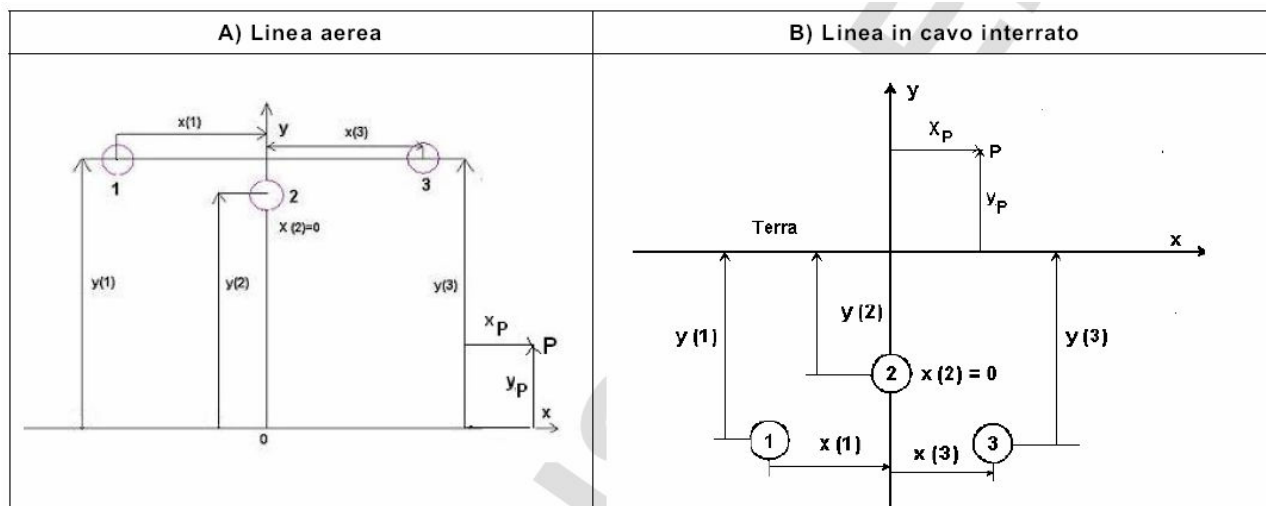
$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{y_i - y_p}{(x_p - x_i)^2 + (y_p - y_i)^2} \right]$$

$$B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{x_i - x_p}{(x_p - x_i)^2 + (y_p - y_i)^2} \right]$$

$$B_z = 0$$

con:

- i = numero di conduttori
- μ_0 = permeabilità magnetica del vuoto = $4\pi \cdot 10^{-7}$ [H/m]
- l_i = fasore della corrente [A_{eff}]



L'algoritmo è stato sviluppato con un software di calcolo commerciale. Si fornisce in appendice 1 una validazione dello stesso tramite ripetizione di un caso noto contenuto nella guida CEI 106-11.

Inoltre, costituiscono riferimento anche i casi di calcolo trattati nel documento sulle linee guida E-Distribuzione per la determinazione della DPA.

3.2 Fonti di emissione

Le apparecchiature elettromeccaniche previste nella realizzazione del parco agrovoltaiico in oggetto generano normalmente, durante il loro funzionamento, campi elettromagnetici con radiazioni non ionizzanti.

In particolare, sono da considerarsi come sorgenti di campi elettromagnetici le seguenti componenti del parco agrovoltaiico:

- elettrodotto AT di collegamento alla SST;
- sottostazione utente SSU;
- tutte le linee elettriche MT a servizio del parco:

Le rimanenti componenti dell'impianto (sezione BT, apparecchiature del sistema di controllo, etc) sono state giudicate non significative dal punto di vista delle emissioni elettromagnetiche; pertanto, non verranno trattate ai fini della valutazione.

Di seguito verrà data una caratterizzazione delle sorgenti appena individuate.

3.3 Campo elettromagnetico generato dagli elettrodotti AT

Quella che viene presentata in questi paragrafi è una valutazione analitica del campo magnetico generato dagli elettrodotti, basata sulle metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, e specificate dalla norma CEI 106-11.

Ai fini del calcolo della DPA (Distanza di Prima Approssimazione) si omettono verifiche del campo elettrico, in quanto sarebbero determinate fasce di rispetto (calcolate in funzione del limite di esposizione, nonché valore di attenzione, pari a 5kV/m) che sono sempre inferiori a quella fornita dal calcolo dell'induzione magnetica.

Tutti i cavi interrati sono infatti dotati di schermo in rame collegato a terra, che confina il campo elettrico tra il conduttore e lo schermo stesso; considerando inoltre l'ulteriore effetto schermante del terreno, il campo elettrico è da considerarsi trascurabile in ogni punto circostante l'impianto.

Pertanto, l'obiettivo dei paragrafi successivi sarà quello di calcolare le fasce di rispetto e le relative DPA delle sovra-menzionate opere, facendo riferimento al limite di qualità di **3 μT**.

3.3.1 Cavi Unipolari posati a trifoglio di sezione pari a 1600 mm²

Nel caso in esame per il collegamento della SSU alla SST è stata considerata una linea in cavo XLPE 3x1600 mm². Di seguito si riporta la sezione di scavo con posa a trifoglio prevista nel progetto.

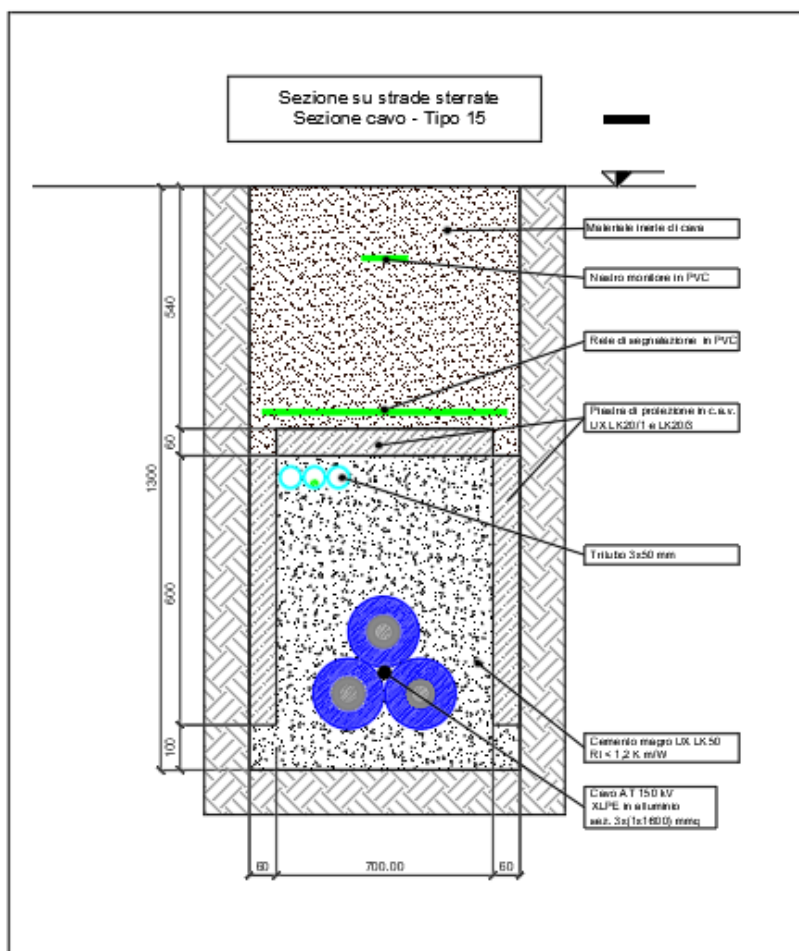


Figura.3.3.1 sezione di scavo AT

La linea AT a 150 kV oggetto di analisi ha le seguenti caratteristiche:

Tratta	Sezione conduttore [mm ²]	Materiale conduttore	N° conduttori/fase	Portata max [A]
1	1.600	Alluminio	1	1.000

I dati geometrici relativi alla tipologia di conduttore utilizzato per le linee sono di seguito riportati:

Tipo	Sezione [mm ²]	Diametro conduttore [mm]
Alluminio	1.600	45,2

La tratta su cui viene realizzato il calcolo della distribuzione del campo magnetico è la seguente:

Tabella 1 – Tratte considerate nel calcolo del campo magnetico

Tratta	Da	A	N° max terne nella tratta	Sezione conduttore [mm ²]	I _z [A] (per fase)	I _{max} [A] (cosφ=0,85)
1	Stazione MT/AT Utente	Stazione RTN 150 kV di Mistretta	1	1.600	1.000	154

3.3.1.1 Casi di studio

Di seguito si presentano i risultati del calcolo del campo magnetico per due valori di corrente:

1. portata massima della linea, come richiesto dal DM 29/05/08. Tale valore corrisponde alla I_z individuata in Tab. 1;
2. massima corrente di esercizio, ricavata sulla base della massima potenza che interessa la linea. Tale valore corrisponde alle I_{max} individuate Tab. 1.

Il secondo caso è proposto a titolo di confronto, in quanto più realistico del primo anche se non considerato normativamente.

La corrente di esercizio considerata nella linea in oggetto riguarda la condizione di pieno carico dell'impianto in oggetto.

La distribuzione del campo magnetico prodotto dalle linee in questione, calcolata con i dati di ingresso precedentemente presentati, è riportata nelle figure seguenti. È rappresentata la sezione del terreno in cui sono visibili le linee ad un'altezza standard e sono riportate altresì le linee equicampo per i seguenti valori di induzione magnetica: 3 e 10 μT, considerandone il valore efficace.

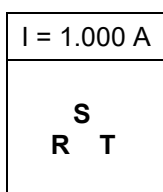
Si precisa che, per quanto concerne la definizione delle DPA per le linee in questione, la profondità di posa dei conduttori risulta ininfluente, in quanto per definizione le DPA rappresentano la proiezione in pianta sul livello

del suolo, della distanza dal 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.

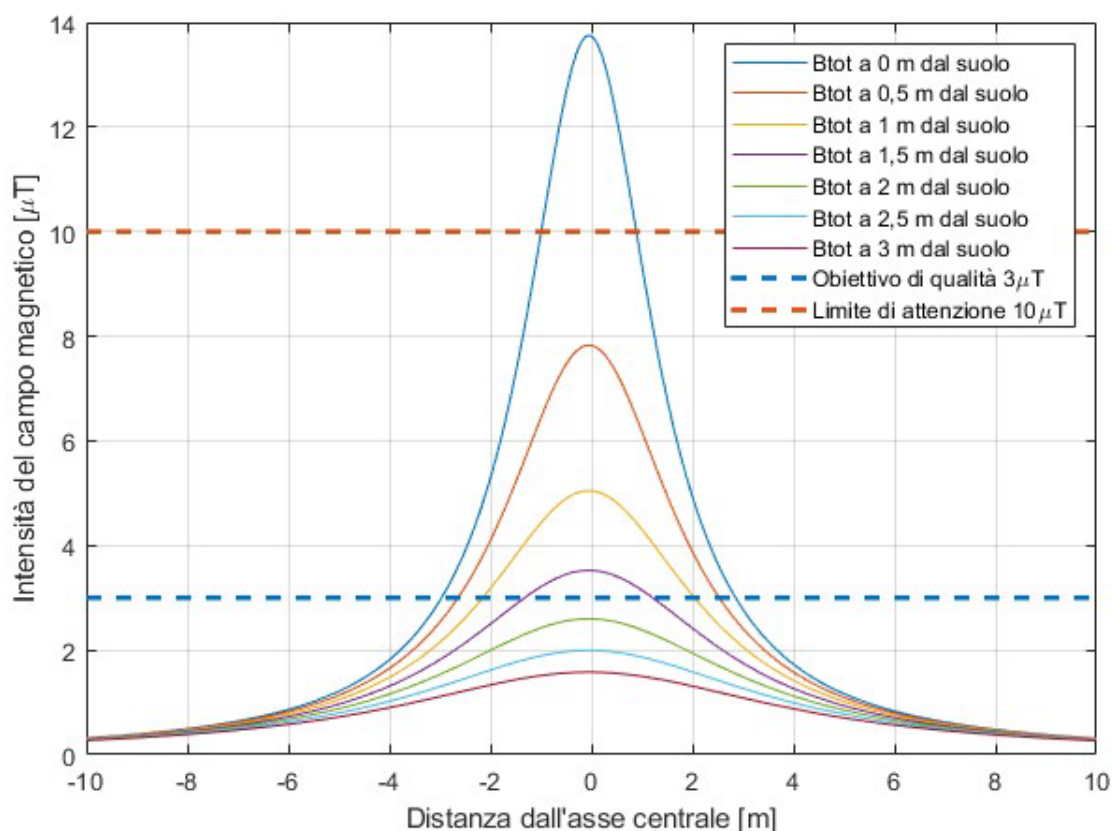
Calcolo alla portata massima

Tratte da	A	N° terne	Sezione conduttore [mm2]	Iz [A] (per fase)
P1	Stazione MT/AT Utente	Stazione RTN 150 kV di Mistretta	1.600	1.000

Correnti e disposizione delle fasi:



Come evidenziato nella figura seguente, la fascia di rispetto al livello del suolo che si deduce dal calcolo, definita dall'intersezione tra la linea del terreno e la linea equicampo a 3 µT, è di circa 6 m.

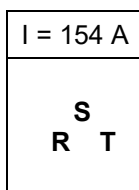


Campo elettromagnetico generato dall'elettrodotto in AT alla massima corrente

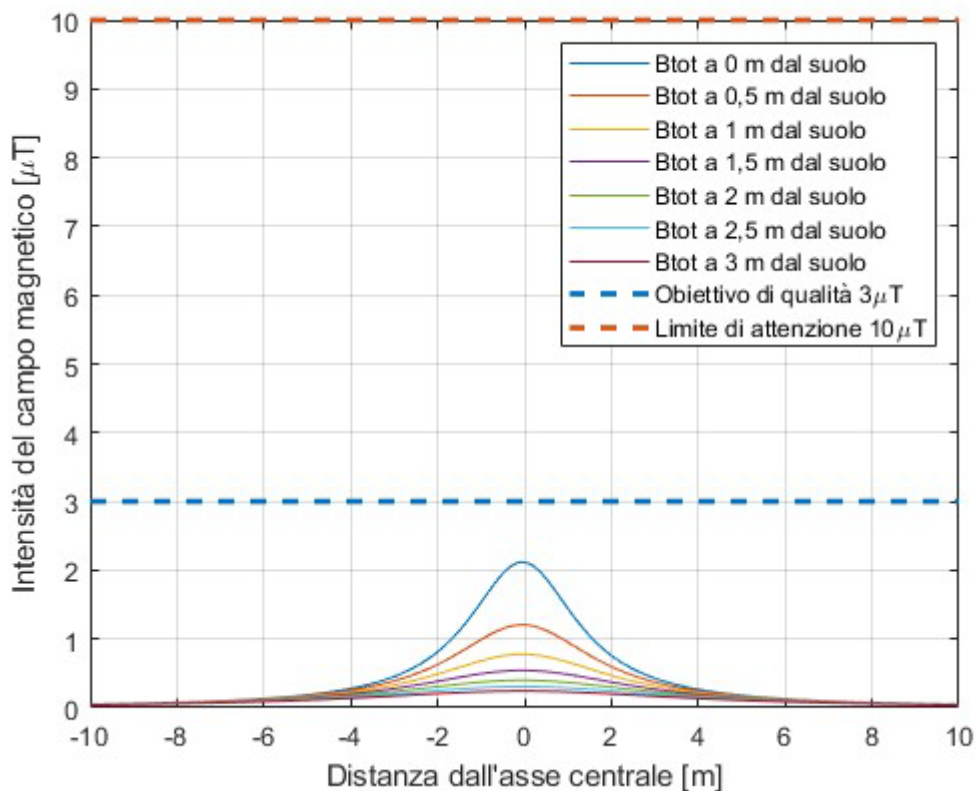
Calcolo alla massima corrente di esercizio

Tratte da	A	N° terne	Sezione conduttore [mm2]	Iz [A] (per fase)
P1	Stazione MT/AT Utente	Stazione RTN 150 kV di Mistretta	1.600	154

Correnti e disposizione delle fasi:



Come evidenziato nella figura seguente, il limite di 3 μT è sempre rispettato.



Campo elettromagnetico generato dall'elettrodotto in AT in condizioni di corrente massima

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43.1480 MW_p denominato – Mistretta – Elaborato: 'ENHUBREL0002A0 – Relazione compatibilità elettromagnetica	Data: 03/05/2023	Rev. 0	Pagina 17/30
---	-----------------------------------	------------------	------------------------

3.4 Campo elettromagnetico generato dalla SSU

La stazione di trasformazione AT 20/150 kV/kV è una potenziale sorgente di campi elettromagnetici.

Con riferimento alla valutazione dei campi elettromagnetici generati dalla SSU 20/150 kV/kV, sono state individuate le seguenti possibili sorgenti in grado di generare un campo elettromagnetico significativo determinando dunque l'opportunità di osservare la relativa distanza di prima approssimazione (DPA):

- Sbarre A.T. a 150 kV in aria;
- Condutture in cavo interrato o in aria a tensione nominale 20 kV;

Le altre possibili sorgenti di onde elettromagnetiche di minore rilevanza (linee di B.T., trasformatori M.T./B.T., trasformatori A.T./M.T., apparecchiature in B.T., ecc.), sono state giudicate non significative ai fini della presente valutazione, come peraltro riscontrato anche nella letteratura di settore.

Trattandosi di una cabina primaria isolata in aria, il D.M.29/05/08, allegato APAT, par. 5.2.2, non prevede di dover ricorrere al calcolo dei campi generati, in quanto le DPA, e quindi le fasce di rispetto, ricadono all'interno dell'area di pertinenza della stessa cabina.

Ad ulteriore conferma di quanto appena riportato, il gestore di rete ENEL Distribuzione S.p.a., nel documento "Linee Guida per l'applicazione del p.5.1.3 dell'Allegato al DM 29-05-2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche" riporta le DPA da applicare per le sottostazioni di trasformazione analoghe a quella oggetto della presente relazione.

In particolare, nell'allegato A al sopracitato documento, vengono riportate le distanze minime da garantire del centro sbarre AT e dal centro sbarre MT rispetto al perimetro dell'area della sottostazione. Tali distanze, per sistemi con caratteristiche analoghe a quelle della sottostazione in oggetto, risultano essere:

- circa 14 m dal centro sbarre AT
- circa 7 m dal centro sbarre MT.

Si noti che la fascia di rispetto derivante dalle linee MT, per la configurazione particolare della stazione elettrica, ricade per intero all'interno della fascia di rispetto derivante dalle sbarre AT, pertanto non verrà rappresentata graficamente.

3.5 Campo elettromagnetico generato dalle linee elettriche in MT

Per i cavidotti in MT interni all'impianto sono stati scelti cavi in alluminio a elica visibile ARE4H5EX 12-20 kV sezione 240mm².

Sia che siano aerei o sotterranei, i cavi cordati a elica in media tensione sono costituiti da cavi unipolari avvolti reciprocamente a spirale. La ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che rispettino l'obiettivo di qualità di 3 µT, anche nelle condizioni limite di conduttori

Come descritto dalla norma CEI 106-11 (paragrafo 7.1.1) per le linee in cavo cordato a elica sotterraneo in media tensione posate ad una profondità di circa 80 cm, già a livello del suolo sulla verticale del cavo e nelle condizioni limite di portata si determina una induzione magnetica inferiore a 3 µT.

Ciò significa che per questa tipologia di cavidotti non è necessario stabilire una fascia di rispetto in quanto l'obiettivo di qualità è rispettato ovunque.

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43.1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: 'ENHUBREL0002A0 – Relazione compatibilità elettromagnetica	Data: 03/05/2023	Rev. 0	Pagina 18/30
--	-----------------------------------	------------------	------------------------

Come è possibile verificare dall'elaborato di progetto "ENHUBEPD0041A0.PDF_Cavidotti interni-Sezioni di scavo e tipici di posa", per tutti i cavidotti MT è stata considerata una profondità di posa \geq a 80 cm.

4 VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI AI CEM (LEGGE 159/16)

Nell'ambito degli obblighi del datore di lavoro dettati dal D. Lgs 81/08, vi è (art. 17 comma a)) "*la valutazione di tutti i rischi con la conseguente elaborazione del documento previsto dall'articolo 28*", il presente documento riporta le considerazioni relative alla valutazione dei rischi dovuti dell'esposizione professionale ai campi elettromagnetici; si precisa che le considerazioni che verranno di seguito sviluppate sono con un livello di dettaglio preliminare, in quanto l'obbligo per il datore di lavoro di redigere il Documento di Valutazione dei Rischi (DVR), compreso quello per l'esposizione ai CEM, scatta "*entro novanta giorni dalla data di inizio della propria attività*" secondo il comma 3-bis del D. Lgs 81/08.

Il presente paragrafo, in particolare, intende valutare in via preliminare i rischi per i lavoratori a seguito dell'esposizione a campi elettromagnetici indotti:

- dalle connessioni in AT delle Power Station [Inverter + trasformatore BT/AT] dei sottocampi fotovoltaici;
- dalla connessione in AT dell'impianto alla RTN

dell'impianto FV in oggetto.

Per la descrizione dettagliata dell'impianto si rimanda agli elaborati tecnici allegati al progetto definitivo, in particolare alla Relazione tecnica generale ed alle Relazioni Tecniche specialistiche.

Si precisa che le caratteristiche tecniche degli elementi di seguito descritti potrebbero subire delle modifiche nella fase di progettazione successiva (fase esecutiva), in virtù dell'introduzione sul mercato di prodotti tecnologicamente più avanzati.

4.1 Individuazione dei lavoratori che possono essere esposti ai CEM

Il D.Lgs. 81/08 prevede che venga effettuata, a cura del datore di lavoro, un'identificazione dell'esposizione ed una valutazione dei rischi. La valutazione di possibili condizioni critiche in relazione alle prescrizioni del suddetto decreto è stata pertanto eseguita per le tipologie di impianti e di lavori effettuati all'interno dell'impianto agrovoltaiico in oggetto (o da personale di imprese esterne) per i quali si potesse ragionevolmente attendere che i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici fossero i più significativi. Questo approccio è possibile, e particolarmente utile, nel caso di valutazione del rischio da esposizione ai campi elettrici e magnetici in quanto, a differenza di altri agenti fisici o inquinanti che presentano una natura prevalentemente stocastica, i campi in questione seguono leggi fisiche ben precise e sono quindi valutabili in modo deterministico. In particolare, il campo elettrico dipende dalla tensione applicata ai conduttori nudi presenti nell'impianto e il campo magnetico dipende dalla corrente circolante nell'impianto stesso.

Per il funzionamento dell'impianto non è necessaria la presenza di personale stabile in sito.

Le attività necessarie, che possono così essere riepilogate:

- O&M (gestione e manutenzione);

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43.1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: 'ENHUBREL0002A0 – Relazione compatibilità elettromagnetica	Data: 03/05/2023	Rev. 0	Pagina 19/30
--	-----------------------------------	------------------	------------------------

- Servizi di sorveglianza;
- Manutenzione delle aree verdi

saranno, all'occorrenza, svolte da ditte appaltatrici che opereranno conformemente al "Documento unico di valutazione dei rischi" che il Committente redigerà ai sensi dell'art. 26 comma 3 del D.lgs 81/08.

Considerati i servizi loro demandati il personale delle ditte appaltatrici avranno accesso a tutte le aree dell'impianto ad eccezione di quello addetto alla manutenzione delle aree verdi cui è precluso l'accesso alle cabine impianti.

Nella prima parte della presente relazione sono stati calcolati i valori del campo elettrico e della induzione magnetica al fine di verificare il rispetto dei limiti di esposizione fissati dal DPCM dell'8/07/2003 "*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*".

Concordemente a quanto affermato nell'elaborato, lo studio dell'impatto elettromagnetico dell'impianto è stato condotto sulle linee in AT che collegano le Power Station tra loro e l'impianto alla RTN.

4.2 Normativa di riferimento per le valutazioni di rischio per la salute derivante da esposizione a campi elettrici e magnetici a frequenza industriale.

Gli studi sperimentali e clinici dimostrano che l'esposizione ai CEM può causare effetti acuti o subacuti. I limiti suggeriti dalla Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP – Acronimo di International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) sono stati definiti con l'obiettivo di proteggere le persone esposte ai CEM dall'insorgenza di tali effetti. In base agli studi epidemiologici, sperimentali e clinici, non esiste invece alcun nesso di causalità provato tra l'esposizione a CEM e l'insorgenza di effetti a lungo termine (ad esempio neoplasie). Non deve quindi sorprendere se nessun organismo regolatore abbia mai proceduto a una valutazione quantitativa dei rischi di effetti a lungo termine (ad esempio il rischio di leucemia) conseguenti a esposizioni a campi elettromagnetici protratte per lunghi periodi: manca infatti il presupposto per tale processo, cioè la dimostrazione che l'esposizione a CEM causi effettivamente la leucemia e altre forme tumorali. L'obiettivo principale dell'ICNIRP è di fornire quindi un sistema di protezione nei confronti degli effetti noti sulla salute umana derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici. I limiti suggeriti dall'ICNIRP si basano pertanto solo sugli effetti sanitari a breve termine, come la stimolazione dei tessuti del sistema nervoso centrale, mentre, non vengono definiti limiti per la protezione da potenziali effetti a lungo termine, poiché viene ribadito che i dati disponibili non costituiscono una base sufficiente per stabilire restrizioni all'esposizione. L'approccio protezionistico proposto dall'ICNIRP è basato su una struttura a due livelli, che prevede dei veri e propri limiti di esposizione, espressi in termini di grandezze cosiddette "dosimetriche" (correnti o tensioni indotte per le frequenze inferiori a 100 kHz, tasso di assorbimento specifico di energia per le frequenze superiori a 100 kHz), e di valori di riferimento espressi in termini di grandezze "radiometriche" (Grandezze misurabili direttamente come l'intensità di campo elettrico, l'induzione magnetica ed il campo elettromagnetico). Le grandezze dosimetriche sono direttamente correlate agli effetti biologici e sanitari, ma non sono generalmente suscettibili di misura diretta. Le grandezze radiometriche sono invece suscettibili di misura diretta e i relativi valori di riferimento sono calcolati dai limiti di esposizione utilizzando modelli matematici. I criteri proposti dall'ICNIRP sono stati adottati dalla direttiva

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43.1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: 'ENHUBREL0002A0 – Relazione compatibilità elettromagnetica	Data: 03/05/2023	Rev. 0	Pagina 20/30
--	-----------------------------------	------------------	------------------------

2013/35/UE e recepiti nella legislazione italiana dal D.Lgs. 159/2016 che ha modificato il Titolo VIII, Capo IV del D.Lgs. 81/08. Nei paragrafi successivi, vengono brevemente discussi i contenuti della normativa italiana.

4.2.1 Linee guida ICNIRP

Nel presente paragrafo vengono descritti i contenuti delle Linee Guida pubblicate dall'ICNIRP nel 2010 che sono alla base delle attuali norme sulla protezione della popolazione e dei lavoratori dall'esposizione ai campi elettromagnetici con frequenze da 1 Hz a 100 kHz. L'ICNIRP, partendo da un'analisi della letteratura scientifica, individua i criteri fondamentali per la limitazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici e indica i valori limite da adottare per la protezione della popolazione e dei lavoratori esposti per ragioni professionali. I valori raccomandati si dividono in due categorie:

- limiti di base (per le basse frequenze grandezze “dosimetriche” in termini di correnti e tensioni indotte),
- livelli di riferimento (per le basse frequenze, i livelli di riferimento espressi in termini di grandezze “radiometriche” come induzione magnetica B [μ T], intensità di campo magnetico H [A/m] e intensità campo elettrico E [V/m] misurabili nell'ambiente).

Il rispetto dei livelli di riferimento garantisce il rispetto dei limiti di base sull'esposizione, perché le relazioni tra le due grandezze sono state sviluppate facendo riferimento a situazioni di massimo assorbimento o a condizioni di massimo accoppiamento tra il campo esterno e la persona esposta (ipotesi del caso peggiore). Qualora invece il valore della grandezza misurata superi il relativo livello di riferimento, non ne consegue necessariamente che i limiti di base siano superati, ma sarà necessario effettuare una valutazione più approfondita per decidere se i livelli di esposizione siano inferiori a quelli fissati per i limiti di base. Questo approccio consente di definire una restrizione (livello di riferimento) in termini di campo esterno imperturbato⁵ sviluppando strategie di riduzione dell'esposizione basate sulle restrizioni di base, ma praticamente realizzate attraverso i livelli di riferimento. All'interno della strategia di protezione sopra descritta vengono adottate limitazioni più restrittive per l'esposizione del pubblico rispetto a quella dovuta a motivi professionali. Tale scelta deriva dalla considerazione che la popolazione esposta per motivi professionali sia formata da adulti che sono generalmente esposti in condizioni note e sono informati e consapevoli dei potenziali rischi e delle opportune precauzioni da adottare. Al contrario, il pubblico generico comprende individui di tutte le età con diverso stato di salute. Generalmente, i membri del pubblico non sono consapevoli della loro esposizione ai campi elettromagnetici e non ci si può ragionevolmente attendere che i singoli individui della popolazione adottino misure per minimizzare o per evitare l'esposizione. I limiti proposti dall'ICNIRP nel 2010 sono basati sulle seguenti considerazioni:

- Le restrizioni di base si fondano sui campi elettrici indotti internamente al corpo anziché, come avveniva in passato, sulle correnti indotte, perché questa è la grandezza fisica che determina l'effetto biologico. L'attuale disponibilità di informazioni sui campi elettrici indotti internamente al corpo umano consente di utilizzare questa informazione nelle linee guida.
- Le attuali conoscenze scientifiche consentono di affermare che gli effetti sulla retina (induzione di fosfeni) possano costituire un modello per la valutazione delle conseguenze sul cervello. Inoltre, la

soglia per l'induzione di fosfeni fornisce una base per definire i limiti delle esposizioni in qualunque tessuto del corpo.

Nella Tabella 4.2.1.1 seguente è riportato il riassunto delle restrizioni di base definite dall'ICNIRP per i campi a 50 Hz

<u>Esposizione professionale</u>	
Sistema nervoso centrale della testa	100 mV/m
Tutti i tessuti del sistema nervoso periferico	800 mV/m
<u>Esposizione del pubblico</u>	
Sistema nervoso centrale della testa	20 mV/m
Tutti i tessuti del sistema nervoso periferico	400 mV/m

Tabella 4.2.1.1- Riassunto delle restrizioni di base delle Linee guida ICNIRP 2010 per i campi

Le restrizioni di base si prefiggono di proteggere dagli effetti acuti, risultanti dall'esposizione, sui tessuti del sistema nervoso centrale e sui nervi mielinizzati dei sistemi nervosi periferico e centrale.

4.2.2 Il D.Lgs. 81/08

Il Titolo VIII, Capo IV del D.Lgs. 81/08 è stato modificato dal D.Lgs. 159/16 (articoli 206-201 e Allegato XXXVI), che ha recepito a livello nazionale la Direttiva 2013/35/UE. I limiti stabiliti considerano la protezione dagli effetti conosciuti di tipo deterministico, di cui cioè esiste, ed è stata definita, una soglia di insorgenza, e la cui gravità può variare in funzione dell'intensità dell'esposizione. Non vengono considerati eventuali effetti a lungo termine, per i quali mancano dati scientifici conclusivi che comprovino un nesso di causalità, né i rischi conseguenti al contatto con i conduttori in tensione già coperti dalle norme per la sicurezza elettrica. Il "sistema di radioprotezione" è basato sui seguenti parametri:

- **valori limite di esposizione (VLE)** "valori stabiliti sulla base di considerazioni biofisiche e biologiche, in particolare gli effetti diretti acuti e a breve termine scientificamente accertati, ossia gli effetti termici e l'elettrostimolazione dei tessuti".

Essi, per i campi elettrici e magnetici a frequenza industriale, sono relativi ai campi elettrici indotti nel corpo dall'esposizione a campi elettrici e magnetici. I VLE sono suddivisi in:

- VLE relativi agli effetti sanitari (vedi Figura 4.3.2.1), "VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a effetti nocivi per la salute, quali il riscaldamento termico o la stimolazione del tessuto nervoso o muscolare";

- VLE relativi agli effetti sensoriali (vedi Figura 4.3.2.1), "VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a disturbi temporanei delle percezioni sensoriali e a modifiche minori delle funzioni cerebrali". Al di sopra di questi valori si possono verificare effetti sensoriali quali "fosfeni retinici e modifiche minori e transitorie di talune funzioni cerebrali."

I valori di VLE sanitari e VLE sensoriali sono assunti, per una frequenza pari a 50 Hz, pari ai valori massimi di esposizione professionale, rispettivamente del sistema nervoso centrale della testa (100 mV/m) e dei tessuti del sistema nervoso periferico (800 mV/m), indicati dalla Linea guida ICNIRP 2010 e riportati nella Tabella 4.2.1.1 del presente documento. Il D.Lgs. 81/08, oltre ai valori limite di esposizione (VLE), introduce i valori di azione, VA, definiti come "livelli operativi stabiliti per semplificare il processo di dimostrazione della conformità ai pertinenti VLE o, eventualmente, per prendere le opportune misure di protezione o prevenzione specificate nella presente direttiva."

Per i valori di azione, vengono introdotti VA superiori ed inferiori.

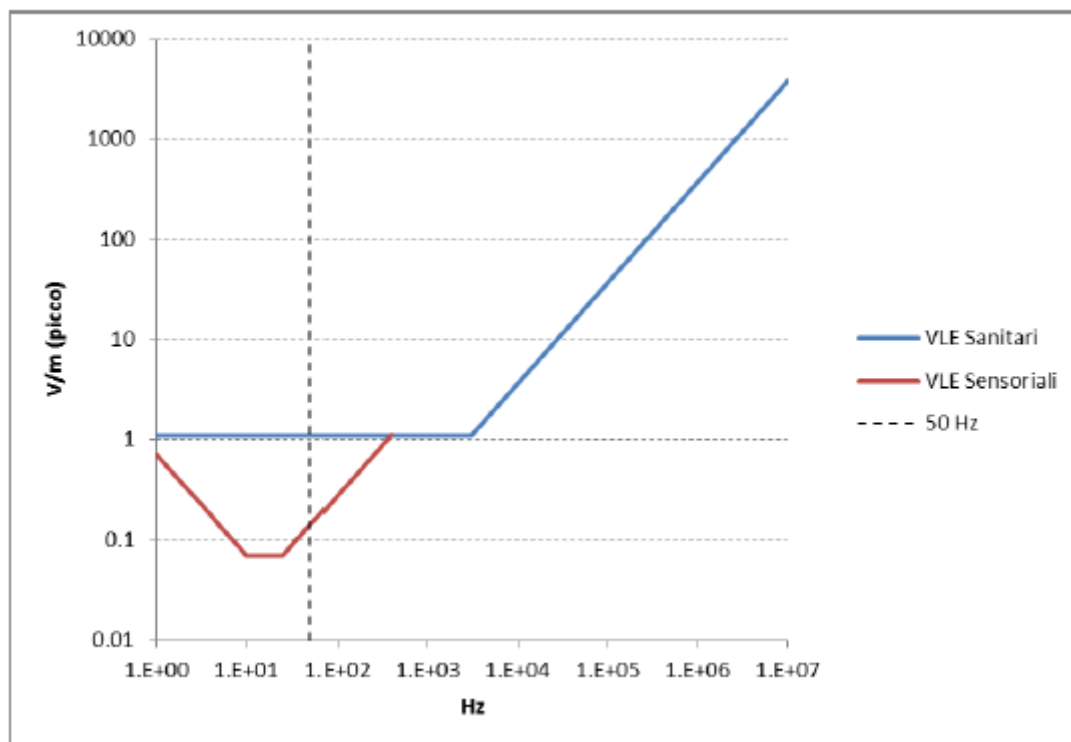


Figura 4.2.2.1- Andamento dei VLE da 1 Hz a 10 MHz (tabb. A2 e A3 dell'Allegato XXXVI)

Nel caso del campo elettrico, il rispetto dei VA inferiori, pari a 10 kV/m efficaci (RMS) a 50 Hz (vedi Figura 4.2.2.2), garantisce il rispetto sia dei VLE sensoriali (100 mV/m a 50 Hz) che sanitari (800 mV/m a 50 Hz) assicurando la limitazione delle scariche nell'ambiente di lavoro. Il rispetto dei VA superiori, pari a 20 kV/m (RMS) a 50 Hz (vedi Figura 4.2.2.2), garantisce il rispetto dei VLE sanitari e sensoriali, ma non protegge dalle scariche per le quali sarà necessario adottare opportune misure di protezione quali, ad esempio, l'impiego di scarpe isolanti, guanti e indumenti protettivi.

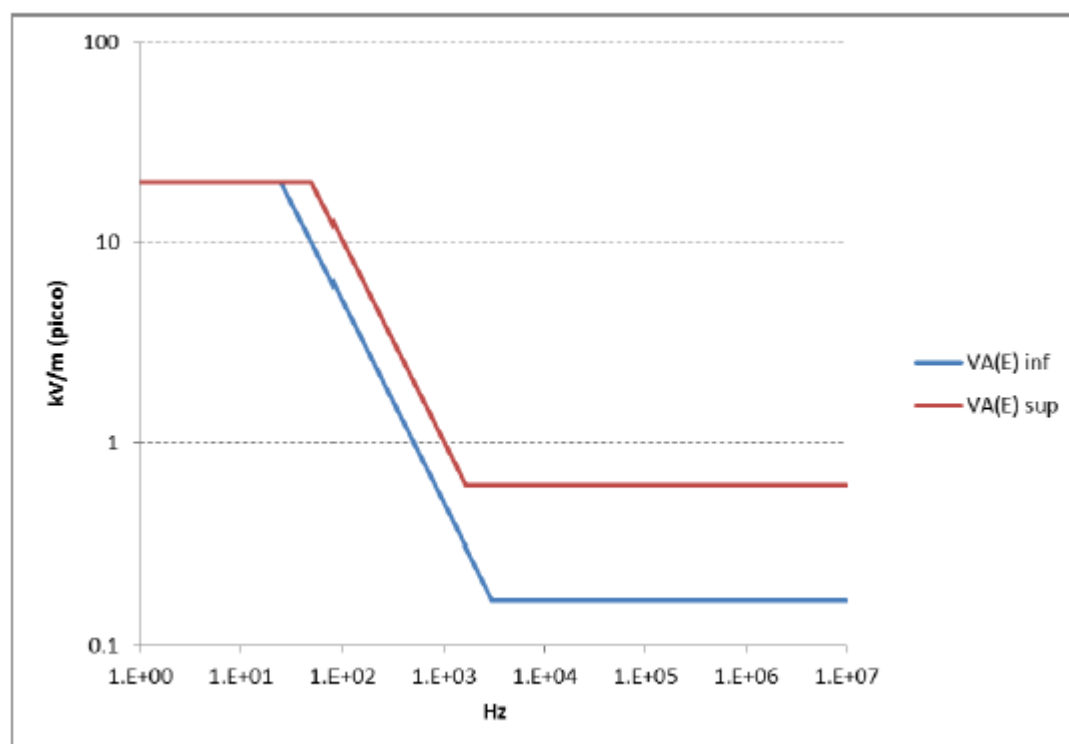


Figura 4.3.2.2- Andamento dei VA per il campo elettrico da 1 Hz a 10 MHz (tab. B1 dell'Allegato XXXVI)

Nel caso del campo magnetico, il rispetto dei VA inferiori, pari a 1000 μ T a 50 Hz (vedi Figura 4.2.2.3), garantisce il rispetto dei VLE sensoriali (100 mV/m a 50 Hz) e, a maggior ragione, dei VLE sanitari (800 mV/m a 50 Hz).

Sempre per il campo magnetico, il rispetto dei VA superiori, pari a 6000 μ T a 50 Hz, garantisce il rispetto dei VLE sanitari ma, nel caso l'esposizione alla testa superi i VA inferiori alle frequenze fino a 400 Hz, potrebbero verificarsi effetti correlati a fosfeni retinici ed altre modifiche minori e transitorie dell'attività cerebrale. In tal caso dovranno essere adottate opportune misure di protezione.

Viene inoltre introdotto un VA relativo all'esposizione degli arti (pari a 18000 μ T a 50 Hz, vedi Figura 4.2.2.3) che tiene conto dell'accoppiamento più debole del campo magnetico con le estremità rispetto al corpo intero. I VLE relativi agli effetti sanitari, i VLE relativi agli effetti sensoriali e i VA sono riportati nell'allegato XXXVI del D.Lgs. 81/08.

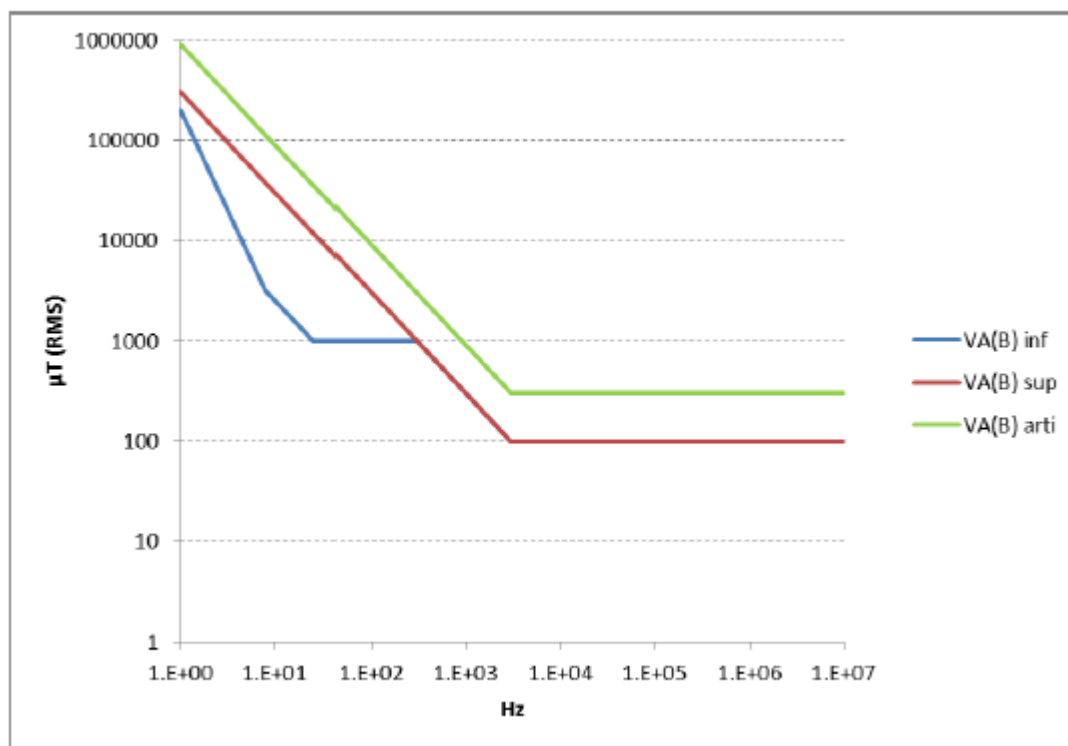


Figura 4.2.2.3- Andamento dei VA per il campo magnetico da 1 Hz a 10 MHz (tab. B2 dell'Allegato XXXVI).

In estrema sintesi, il rispetto dei VA garantisce il rispetto dei VLE. Più precisamente, il rispetto dei VA inferiori non richiede nessun ulteriore adempimento, mentre nel caso di livelli di campo maggiore dei VA inferiori, esistono delle deroghe per consentire l'attività lavorativa.

Ad esempio, nel caso del campo magnetico, sono consentite le seguenti deroghe:

- i VA inferiori possono essere superati a condizione che venga dimostrato il rispetto dei VLE relativi agli effetti sensoriali;
- i VLE sensoriali possono essere temporaneamente superati a patto di dimostrare il rispetto dei VLE sanitari (anche solo dimostrando il rispetto dei VA superiori) e vengano adottate misure di protezione adeguate e fornite adeguate informazioni ai lavoratori.

La normativa concede ulteriori deroghe al personale che svolge attività in vicinanza di apparecchi per la risonanza magnetica (MRI) e per il personale militare.

4.3 Valutazioni di rischio per la salute derivante da esposizione a campi elettrici e magnetici a frequenza industriale.

Si è precedentemente visto che la valutazione di rischio di cui al presente paragrafo è di tipo previsionale, stante che l'impianto agrovoltaiico di cui si tratta non è ancora stato realizzato; pertanto, non possono essere espletate le attività di monitoraggio delle grandezze fisiche di interesse per la tutela della salute dei lavoratori e si farà riferimento:

- ai risultati ottenuti dalla applicazione del modello matematico per la valutazione dei CEM come descritto in un precedente paragrafo;

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43.1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: ‘ENHUBREL0002A0 – Relazione compatibilità elettromagnetica	Data: 03/05/2023	Rev. 0	Pagina 25/30
--	-----------------------------------	------------------	------------------------

- Al capo IV, Titolo VIII del D.Lgs. 9 Aprile 2008 n°81 così come modificato dal Dlgs.159 del 1 Agosto del 2016 che affronta la problematica connessa alla definizione dei requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz). Le disposizioni riguardano la protezione dei rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti biofisici diretti ed agli effetti indiretti noti, che secondo le conoscenze attuali siano provocati dai campi elettromagnetici e non riguarda invece gli effetti a lungo termine, inclusi eventuali effetti cancerogeni, per i quali mancano dati scientifici conclusivi che comprovino un nesso di causalità tra l'esposizione e le ipotetiche conseguenze di carattere sanitario.

- alla "**Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della Direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici**", pubblicata dalla Commissione Europea (di seguito richiamata anche come "**Linea Guida CEM**").

Quest'ultima guida evidenzia espressamente che se un luogo di lavoro presenta solo le situazioni elencate nella tabella 3.2 che riportano un «No» in tutte le colonne pertinenti, in genere non è necessario effettuare una valutazione specifica dei campi elettromagnetici. Sarà tuttavia necessario effettuare una valutazione generale dei rischi conformemente alle prescrizioni della direttiva quadro e i datori di lavoro dovranno tener conto dei mutamenti di circostanze.

Tabella 3.2 — Prescrizioni per le valutazioni specifiche dei campi elettromagnetici relative ad attività lavorative, apparecchiature e luoghi di lavoro comuni

Tipo di apparecchiatura o luogo di lavoro	Valutazione richiesta per i		
	Lavoratori non particolarmente a rischio*	Lavoratori particolarmente a rischio (esclusi quelli con dispositivi impiantabili attivi) [†]	Lavoratori con dispositivi impiantabili attivi) [‡]
	(1)	(2)	(3)
Alimentazione elettrica			
Circuito elettrico in cui i conduttori sono vicini l'uno all'altro e con una corrente netta pari o inferiore a 100 A — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici	No	No	No
Circuito elettrico in cui i conduttori sono vicini l'uno all'altro e con una corrente netta superiore a 100 A — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici	Sì	Sì	Sì
Circuiti elettrici all'interno di un impianto, con corrente di fase nominale pari o inferiore a 100 A per un singolo circuito — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici	No	No	No
Circuiti elettrici all'interno di un impianto, con corrente di fase nominale superiore a 100 A per un singolo circuito — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici	Sì	Sì	Sì
Impianti elettrici con corrente di fase nominale superiore a 100 A — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici	Sì	Sì	Sì
Impianti elettrici con corrente di fase nominale pari o inferiore a 100 A — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici	No	No	No
Generatori e generatori di emergenza — lavori con	No	No	Sì
Inverter, compresi quelli su sistemi fotovoltaici	No	No	Sì
Conduttore nudo aereo con tensione nominale inferiore a 100 kV o linea aerea inferiore a 150 kV, sopra il luogo di lavoro — esposizione a campi elettrici	No	No	No
Conduttore nudo aereo con tensione nominale superiore a 100 kV o linea aerea superiore a 150 kV (¹), sopra il luogo di lavoro — esposizione a campi elettrici	Sì	Sì	Sì
Conduttori nudi aerei con qualsiasi tensione — esposizione a campi magnetici	No	No	No
Circuito a cavo sotterraneo o isolato, con qualsiasi tensione nominale — esposizione a campi elettrici	No	No	No
Turbine eoliche, lavori con	No	Sì	Sì

Dalla lettura della tabella 3.2 per la sezione che riguarda i luoghi di lavoro con presenza di apparecchiature elettriche, si evince che per il caso in esame:

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43.1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: 'ENHUBREL0002A0 – Relazione compatibilità elettromagnetica	Data: 03/05/2023	Rev. 0	Pagina 27/30
--	-----------------------------------	------------------	------------------------

- non sarà necessario proceder alla valutazione dell'esposizione ai campi elettrici per tutti i cavidotti in quanto circuiti a cavo isolato;
- per gli inverter è necessario procedere alla valutazione dei campi elettromagnetici per i lavoratori con dispositivi impiantabili attivi
- è necessario procedere alla valutazione dell'esposizione ai campi magneti per le sezioni di impianto con corrente di fase nominale superiore a 100 A: linee in AT, trasformatori, etc.

Lo schema protezionistico prevede un duplice livello di controllo:

- il primo livello di controllo è rappresentato dai valori di azione (grandezze radiometriche) che costituiscono il riferimento numerico al quale vanno riferite le verifiche strumentali.
- Il secondo livello di controllo è rappresentato dai valori limite di esposizione (grandezze dosimetriche di base) direttamente correlati all'effetto biologico che l'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici manifestano sull'uomo. Se i valori di azione non sono superati allora anche i limiti di esposizione sono rispettati. Viceversa, il superamento del valore di azione impone la verifica del superamento eventuale della grandezza dosimetrica di base.

4.4 Individuazione e caratterizzazione dei componenti elettrici che possono indurre il rischio per la salute derivante da esposizione a campi elettrici e magnetici a frequenza industriale.

Di seguito si riportano le grandezze significative ai fini della valutazione dei campi elettromagnetici per le componenti dell'impianto agrovoltaiico in progetto.

4.4.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici lavorano in corrente e tensione continue e non in corrente alternata; per cui la generazione di campi variabili è limitata ai soli transitori di corrente (durante la ricerca del MPP da parte dell'inverter e durante l'accensione o lo spegnimento) e sono comunque di brevissima durata. Nella certificazione dei moduli fotovoltaici alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono comunque menzionate prove di compatibilità elettromagnetica, poiché assolutamente irrilevanti.

Per tale componete impiantistica la tabella 3.2 della Linea Guida CEM non prevede l'obbligo di valutazione dei campi elettromagnetici.

4.4.2 Inverter

Gli inverter sono apparecchiature che al loro interno utilizzano componenti elettrici ed elettronici operanti ad alta frequenza. Tali apparecchi devono possedere diverse certificazioni, derivanti da severe prove di laboratorio, affinché sia garantita non soltanto l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, ma la certezza che le emissioni siano quanto più possibile ridotte, allo scopo di minimizzare l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa.

In ordine a tali norme tecniche, gli inverter che saranno utilizzati possiedono la certificazione di rispondenza alle normative di compatibilità elettromagnetica (EMC) (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),

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43.1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: 'ENHUBREL0002A0 – Relazione compatibilità elettromagnetica	Data: 03/05/2023	Rev. 0	Pagina 28/30
--	-----------------------------------	------------------	------------------------

CEI EN 55022 (CEI 110-5), CEI EN 55011 (CEI 110-6) e saranno quindi poco significative ai fini della sicurezza e della salute dei lavoratori.

Per gli inverter nella tavola 3.2 della cita Linea Guida CEM indica la necessità di procedere alla valutazione dei campi magnetici limitatamente ai lavoratori con dispositivi impiantabili attivi.

4.4.3 Linee elettriche in corrente alternata interne al parco agrovoltaiico

Per quanto riguarda le linee interne all'impianto che utilizzano linee in cavo elicordato, dalle considerazioni dei Campi Elettromagnetici sopra esposte si evince che il valore del campo magnetico, al di sopra del piano di campagna, è sempre inferiore al valore di attenzione di 10 μ T, introdotto dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 come misura di cautela per le aree di gioco per l'infanzia, gli ambienti abitativi e scolastici e in tutti i luoghi in cui possono essere presenti persone per almeno 4 h al giorno;

per cui la distanza alla quale il valore di induzione generato può eccedere i valori limite di cui alla Raccomandazione Europea 1999/519/CE, pari a 100uT, od al valore di azione inferiore alla frequenza di 50 Hz indicato nel D.Lgs. 9 Aprile 2008 n°81, pari a 1000 uT, è ridotta a distanze assai prossime alla sorgente e comunque confinata nell'area di interrimento.

Per quanto sopra non esistono specifiche criticità riguardo l'esposizione ai campi magnetici indotti dalle linee elettriche interne al parco per i lavoratori esposti, inclusi quelli particolarmente sensibili al rischio.

4.4.4 Linee elettriche in corrente alternata esterne e interne al parco agrovoltaiico in MT

Per quanto riguarda le linee esterne all'impianto che utilizzano, anch'esse, linee in cavo elicordato, possono farsi considerazioni analoghe a quanto sopra per le linee interne e concludere che non esistono specifiche criticità riguardo l'esposizione ai campi magnetici indotti dalle linee elettriche esterne al parco per i lavoratori esposti, inclusi quelli particolarmente sensibili al rischio.

4.4.5 Cabine di conversione (Inverter station)

Per quanto riguarda le cabine di conversione generalmente l'obiettivo qualità è raggiunto a pochi metri di distanza sia dalle sbarre che dal trasformatore (< 10m) e valori maggiori di 1000 μ T si hanno solo nell'intorno immediato delle sbarre, a distanza inferiori a 10 cm.

Considerato quindi che nelle immediate vicinanze dei trasformatori e sbarre, i valori del campo magnetico possono eccedere i valori limite di cui alla Raccomandazione Europea 1999/519/CE, pari a 100uT, dovrà essere riservata particolare cautela ai lavoratori particolarmente sensibili al rischio per i quali al medico competente e l'RSPP è demandato il giudizio di idoneità e di una valutazione individuale del rischio espositivo.

Per quanto le cabine inverter e di trasformazione, si può affermare che non sono luoghi adibiti a permanenze prolungate e il tempo di esposizione del personale addetto alla manutenzione è quello strettamente necessario alle operazioni programmate, lo spazio in cabina verrà interdetto e segnalato attraverso opportuna segnaletica di avvertimento:

Figura 9.6 — Cartelli di avvertimento standard affissi in relazione ai campi elettromagnetici



Attenzione: campo magnetico



Attenzione: radiazioni non ionizzanti

Figura 9.7 — Cartelli di divieto standard affissi in relazione ai campi elettromagnetici



Vietato l'accesso ai portatori di dispositivi cardiaci impiantabili attivi



Vietato l'accesso ai portatori di impianti metallici

4.4.6 Cabina elettrica di consegna e sezionamento

Per le cabine di consegna e sezionamento valgono le medesime considerazioni già espresse nel paragrafo precedente per le “Cabine di conversione (Inverter Station)”.

4.5 Valutazione preliminare del rischio per i lavoratori.

In queste valutazioni conclusive prenderemo in considerazione i soli *"lavoratori normotipo che non hanno patologie particolari e che non sono quindi particolarmente a rischio"* e lasciando i lavoratori che hanno bisogno di attenzioni particolari alla cura del medico competente e del RSPP per eventuali specifiche misure di protezione, che potrebbero richiedere una valutazione su base individuale a seconda del caso.

Alla luce di quanto sopra esposto e di quanto calcolato (vedasi la relazione tecnica Campi Elettromagnetici,) si può sinteticamente concludere quanto segue:

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Mistretta da 43.1480 MWp denominato – Mistretta – Elaborato: 'ENHUBREL0002A0 – Relazione compatibilità elettromagnetica	Data: 03/05/2023	Rev. 0	Pagina 30/30
--	-----------------------------------	------------------	------------------------

- per i cavidotti il valore del campo magnetico, al di sopra del piano di campagna, è sempre inferiore Il valore di attenzione di 10 μ T, introdotto dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 come misura di cautela per le aree di gioco per l'infanzia, gli ambienti abitativi e scolastici e in tutti i luoghi in cui possono essere presenti persone per almeno 4 h al giorno;
- per i trasformatori e le sbarre l'obiettivo qualità di 3 μ T è già raggiunto a distanze inferiori a 10m e valori maggiori di 1000 μ T si avranno solo nell'intorno immediato delle sbarre.

I soggetti che opereranno nei luoghi di installazione dell'impianto agrovoltaiico saranno:

1. elettricista / manutentore elettro-meccanico specializzato,
2. operatore addetto alla pulizia dei moduli fotovoltaici,

per i lavoratori di cui al punto 1), questi opereranno in condizioni verosimilmente di impianto/porzione di impianto temporaneamente disalimentato (proprio per consentire le operazioni di manutenzione); qualora essi dovessero operare con impianto/porzione di impianto sotto tensione, si può ragionevolmente considerare un tempo di esposizione ai CEM relativamente breve;

per i lavoratori di cui al punto 2), questi nella conduzione delle proprie mansioni permarranno all'interno della Dpa per periodi relativamente brevi per cui anche i tempi di esposizione ai CEM saranno brevi.

5 CONCLUSIONI

Dall'analisi condotta con la presente relazione, si può affermare che per quanto riguarda la protezione della Popolazione per l'esposizione ai CEM di cui alla Legge n. 36/2001, dai calcoli effettuati non si segnalano situazioni particolari, in quanto l'entità delle fasce di rispetto e delle conseguenti Distanze di Prima Approssimazione (DPA) consente il rispetto dei vincoli verso eventuali luoghi tutelati, così come evidenziato nelle planimetrie allegate.

Per quanto riguarda, invece, l'esposizione dei "lavoratori normotipo che non hanno patologie particolari e che non sono quindi particolarmente a rischio" ai campi elettromagnetici prodotti dall'impianto agrovoltaiico in oggetto, si può affermare che vengono rispettate tutte le prescrizioni delle vigenti normative in materia (D. Lgs 81/08 come modificato del D. Lgs. 159/16).