

Newagro S.r.l.

Impianto Agrivoltaico denominato "Consandolo" da 57.002,4 kWp, opere connesse e infrastrutture indispensabili

Progetto Definitivo Impianto Agrivoltaico e Opere Elettriche di Utenza

Allegato C.14 - Calcolo dei campi elettromagnetici



Professionista incaricato: Ing. Daniele Cavallo – Ordine Ingegneri Prov. Brindisi n. 1220

Rev. 0
Aprile 2024



wood.

Indice

1	Introduzione	3
2	Quadro normativo	4
3	Campo magnetico delle linee in cavo	5
3.1	Risultati	5
3.2	Determinazione delle fasce di rispetto	12
4	Campo magnetico delle cabine di conversione	13
5	Campo magnetico della Cabina Utente	14
6	Conclusioni	14

Questo documento è di proprietà di Newagro S.r.l. il detentore certifica che il documento è stato ricevuto legalmente. Ogni utilizzo, riproduzione o divulgazione del documento deve essere oggetto di specifica autorizzazione da parte di Newagro S.r.l.

1 Introduzione

Il presente documento riassume i risultati dello studio dei campi elettromagnetici relativo ai cavi a 36 kV dell’Impianto Agrivoltaico “Consandolo” in relazione ai limiti di esposizione per la protezione della popolazione fissati dal DPCM 8 luglio 2003.

Lo studio dei campi elettromagnetici si può così suddividere secondo le seguenti sorgenti:

1. Linee in cavo interrato a 36 kV (di seguito “Dorsali 36 kV”), per il collegamento dell’impianto fotovoltaico al quadro a 36 kV installato nella Cabina Utente. Trattasi di N. 2 dorsali che raccolgono l’energia proveniente dalle cabine di conversione e la convogliano fino al quadro elettrico ubicato nell’edificio della Cabina elettrica a 36 kV. In particolare, la suddivisione delle cabine di conversione (PS) sulle N. 2 dorsali risulta come segue:
 - a. Dorsale 1: comprende le power stations C01, C08, C07, C06, C14, C09 e C10;
 - b. Dorsale 2: comprende le power stations C02, C03, C04, C05, C12, C11 e C13.Inoltre, sono state previste due cabina di raccolta (T01 e T02) posizionate all’interno del parco fotovoltaico, in posizione baricentrica rispetto alle rispettive power stations, per ottimizzare il percorso delle dorsali, ed agevolare le manovre di sezionamento e manutenzione.
2. Linea in cavo interrato a 36 kV per il collegamento della Cabina Utente allo stallo arrivo produttore nella sezione a 36 kV della futura Stazione RTN 380/132/36 kV denominata “Portomaggiore”. Trattasi di N. 1 linea costituita da una doppia terna di cavi interrati a 36 kV.
3. Cabine di conversione (Power Stations), localizzate all’interno dell’Impianto Agrivoltaico, ciascuna composta da un inverter, un trasformatore ed un quadro elettrico 36 kV. L’inverter ha la funzione di convertire la potenza generata in corrente continua dai moduli fotovoltaici alla frequenza di rete, mentre il trasformatore provvede ad innalzare la tensione al livello richiesto (36 kV);
4. Cabina Utente 36 kV, localizzata in prossimità dell’area dove è stata autorizzata la nuova Stazione RTN “Portomaggiore”. La Cabina Utente consiste in un’area recintata, non accessibile alla popolazione, al cui interno si trova un edificio in muratura che ospita il quadro elettrico di raccolta delle dorsali 36 kV, e da cui parte la linea 36 kV di connessione alla stazione RTN.

Il tracciato seguito dalle linee è chiaramente identificabile nelle seguenti tavole:

- Tav. 20a “Planimetria impianto agrivoltaico con identificazione tracciato cavi e tipico posa cavi AC – interni all’impianto”;
- Tav.20b “Planimetria impianto agrivoltaico con identificazione tracciato cavi e tipico posa cavi AC – esterni all’impianto”;
- Tav. 40 “Planimetria Cabina Utente, dorsale 36 kV di collegamento tra Cabina Utente e Stazione RTN e area di cantiere”.

2 Quadro normativo

Il DPCM 8 luglio 2003 stabilisce i limiti di esposizione ed i valori di attenzione per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici¹ e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) nonché, per il campo magnetico, anche un obiettivo di qualità ai fini della progressiva minimizzazione delle esposizioni.

Come limite di esposizione viene fissato il valore di 100 μT per il campo magnetico, ed un valore di attenzione di 10 μT nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori alle quattro ore giornaliere.

Come limite di esposizione viene fissato il valore di 100 μT per il campo magnetico, ed un valore di attenzione di 10 μT nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori alle quattro ore giornaliere.

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 μT per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Ai fini della determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti è stata emanato il DM 29/05/2008 che riporta la metodologia da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto.

¹ Considerato che nell'impianto non ci sono condutture aeree e che tutti i componenti (cavi, quadri elettrici, gruppi di conversione e cabine di trasformazione) sono provvisti di schermatura e involucro metallico di protezione collegato a terra che ne scherma completamente l'emissione verso l'esterno, è possibile affermare che i limiti di esposizione per il campo elettrico sono automaticamente soddisfatti.

3 Campo magnetico delle linee in cavo

Il programma di calcolo utilizzato si basa sui metodi standardizzati dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI 211-4, fascicolo 2840: "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", Luglio 1996).

Per il calcolo del campo magnetico per i cavi interrati si è utilizzato un modello di tipo bidimensionale, rappresentando l'andamento del campo di alcune sezioni rappresentative dei percorsi. I cavi si sono considerati posati ad una profondità di 1,2 m con formazione a trifoglio, e si sono trascurati gli effetti attenuanti dello schermo metallico dei cavi.

Il valore del campo magnetico viene calcolato al livello del suolo, come previsto dall'art. 5 del DPCM 08/07/03 e dalla guida CEI 211-6. Per le correnti delle linee 36 kV si sono assunti i valori massimi generati da ciascuna power station che danno luogo ai valori massimi delle dorsali.

Le assunzioni fatte appaiono estremamente cautelative, considerando che la corrente dei generatori può ridursi notevolmente in funzione della variabilità delle condizioni meteorologiche nel corso della giornata (secondo il citato DPCM, i limiti del campo sono da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore giornaliere nelle normali condizioni di esercizio).

3.1 Risultati

Per fornire una panoramica dei valori attesi di campo magnetico lungo i percorsi delle linee in cavo interrato, si sono considerate le sezioni indicate nella successiva Tabella 3.1, attraversate dai valori di corrente più elevati o caratterizzate dalla presenza di più dorsali.

La sigla CU si riferisce al quadro 36 kV presente nell'edificio della Cabina Utente, di proprietà della società, mentre la sigla SE fa riferimento alla Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 380/132/36 kV, di proprietà di Terna.

Tabella 3.1: Dati di progetto per la valutazione del campo magnetico

Sezione	Descrizione	Dorsali/Tratta	Numero Power station Connesse	Corrente max (A)
Sezione 1	Sezione attraversata da 1 dorsale in doppia terna (*)	Terna A1 (CU – SE)	14 (**)	438,90
		Terna A2 (CU – SE)		438,90
Sezione 2	Sezione attraversata da 2 dorsali	Dorsale 1 (C10 – CU)	7	440,39
		Dorsale 2 (T01 – CU)	7	437,18
Sezione 3	Sezione attraversata da 2 dorsali	Dorsale 1 (C10 – CU)	7	440,39
		Dorsale 2 (C11 – C13)	1	44,91
Sezione 4	Sezione attraversata da 1 dorsali	Dorsale 1 (C14 – C09)	1	64,15

(*) La linea di connessione alla RTN è costituita da due terne che si dividono a metà il carico complessivo delle power stations sottese.

(**) Numero complessivo di Power Stations sottese alla linea in doppia terna.



Figura 3-1: Dettaglio Planimetria dell'impianto agrivoltaico con identificazione delle sezioni per il calcolo dei campi elettromagnetici



Figura 3-2: Dettaglio Planimetria della Cabina Utente e delle Linee a 36 kV con identificazione delle sezioni 1 e 2 per il calcolo del campo elettromagnetico

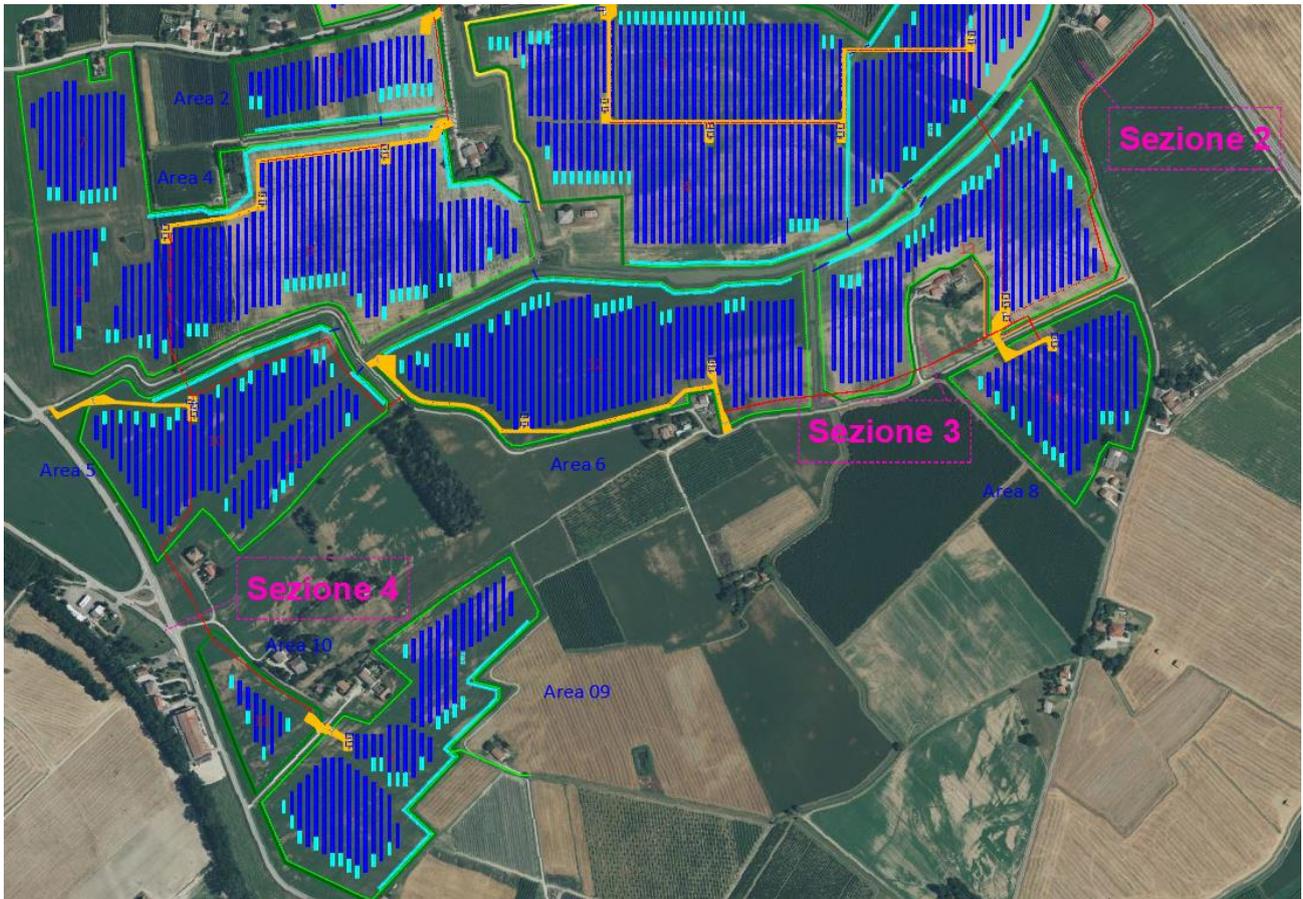


Figura 3-3: Dettaglio Planimetria dell'impianto agrivoltaico con identificazione delle sezioni 2, 3 e 4 per il calcolo del campo elettromagnetico

In seguito al calcolo dei valori del campo magnetico al livello del suolo per ognuna delle sezioni sopra elencate, si è riscontrato che il campo magnetico non supera mai il limite di esposizione ($100 \mu\text{T}$) e supera l'obiettivo di qualità ($3 \mu\text{T}$), solo nelle sezioni 1 – 2 – 3. Di seguito è riportato l'andamento del campo magnetico generato dai cavi 36 kV, calcolato al livello del suolo, rispetto all'asse dello scavo.

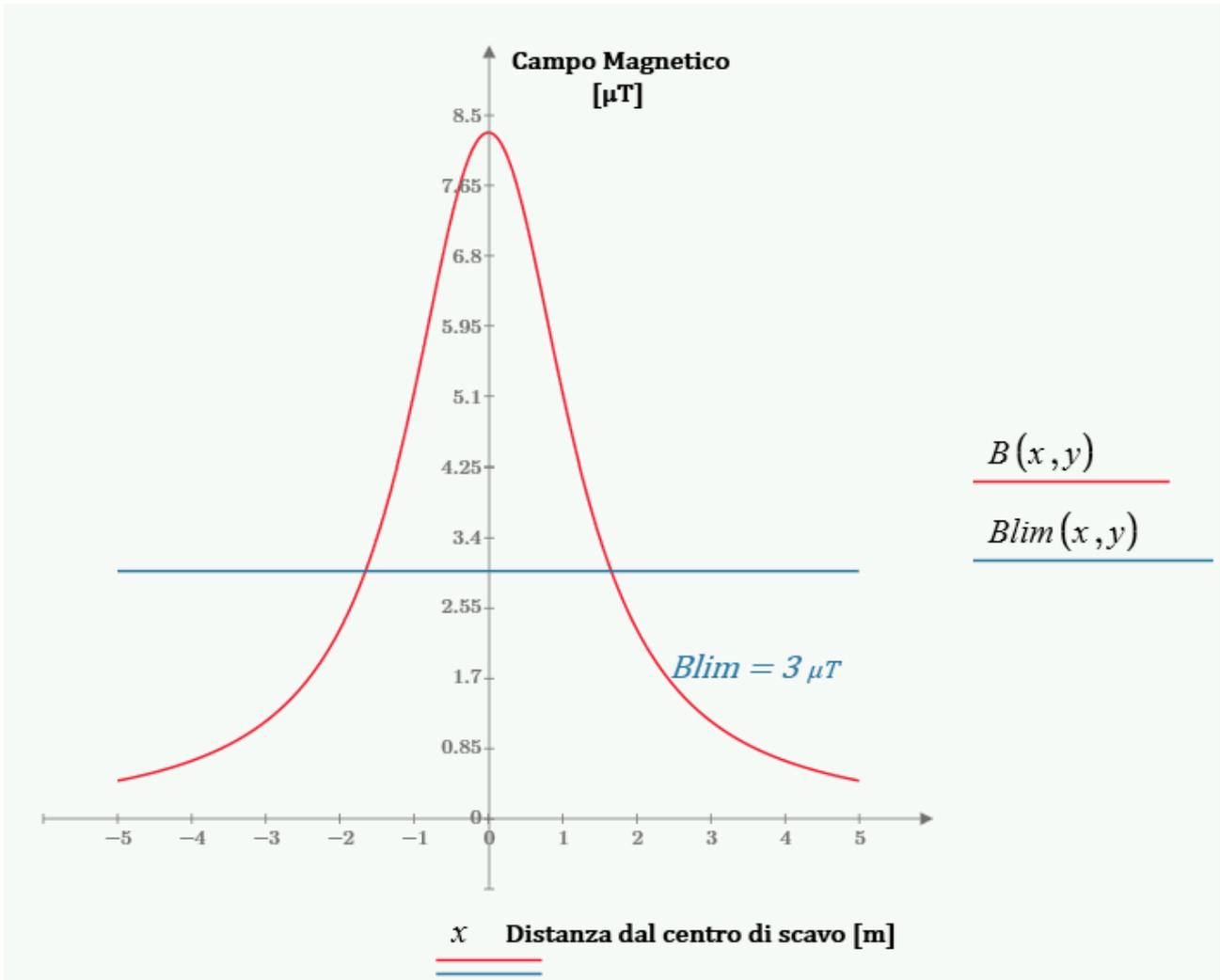


Figura 3-4 Andamento del campo magnetico in corrispondenza della sezione 1

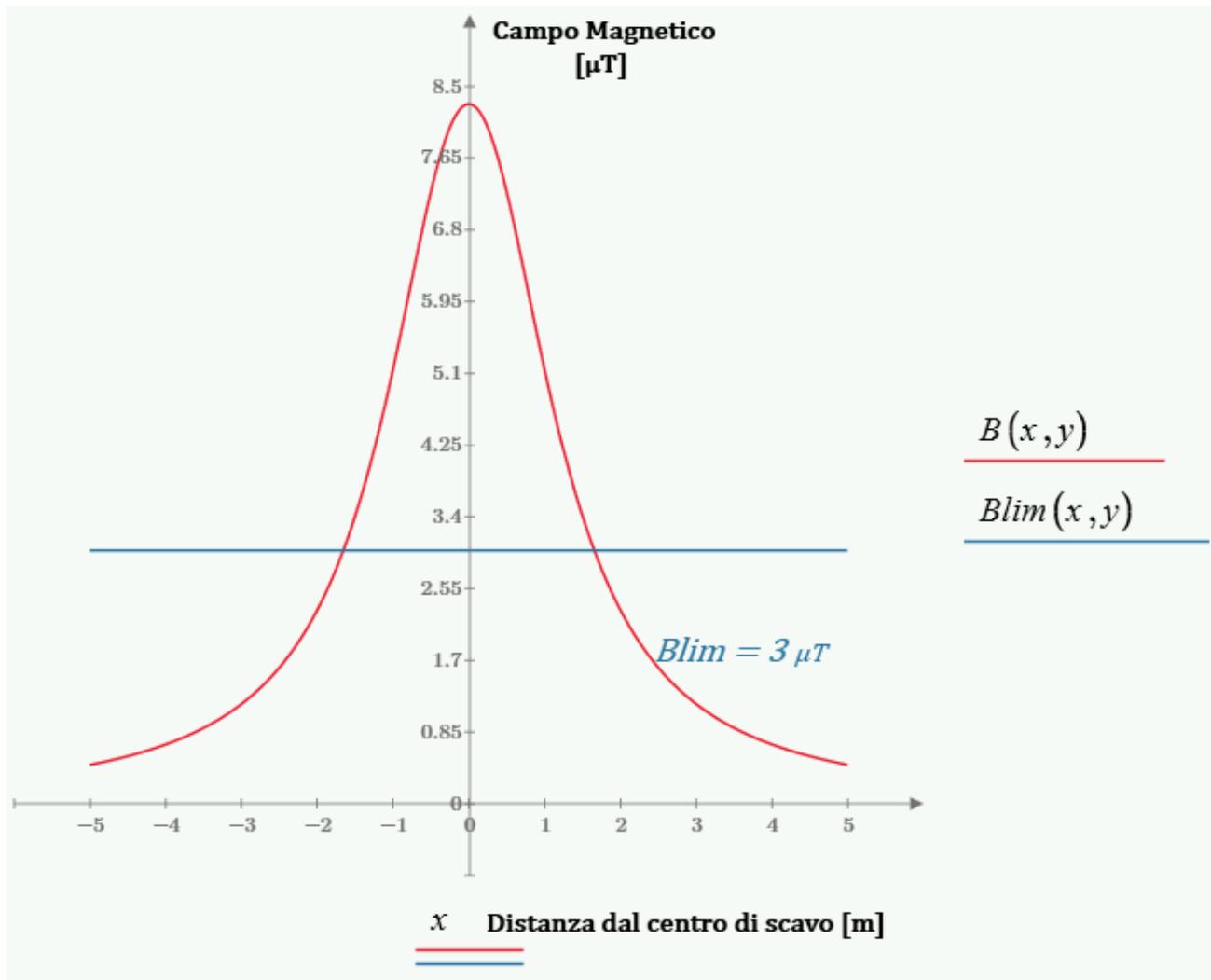


Figura 3-5 Andamento del campo magnetico in corrispondenza della sezione 2

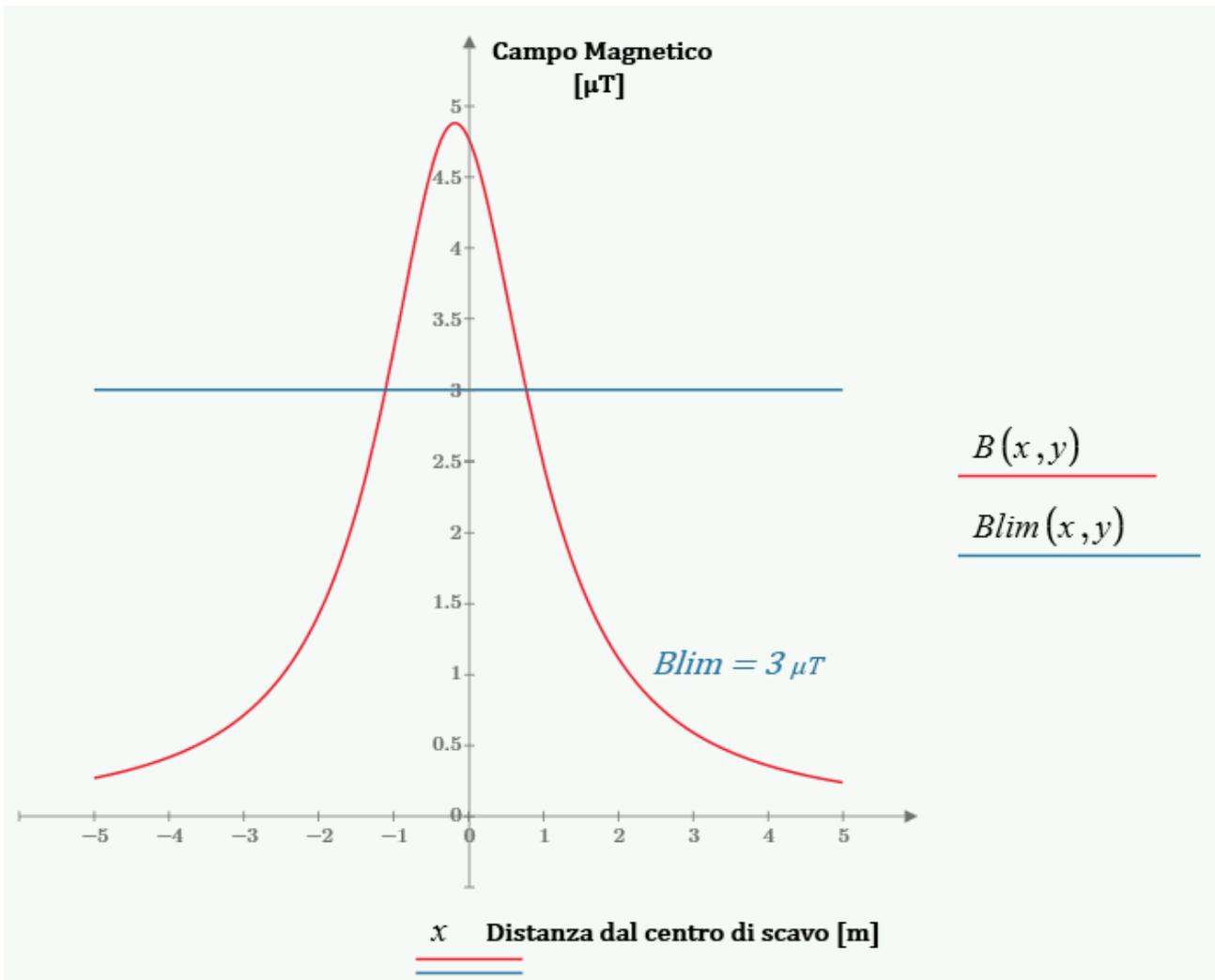


Figura 3-6 Andamento del campo magnetico in corrispondenza della sezione 3

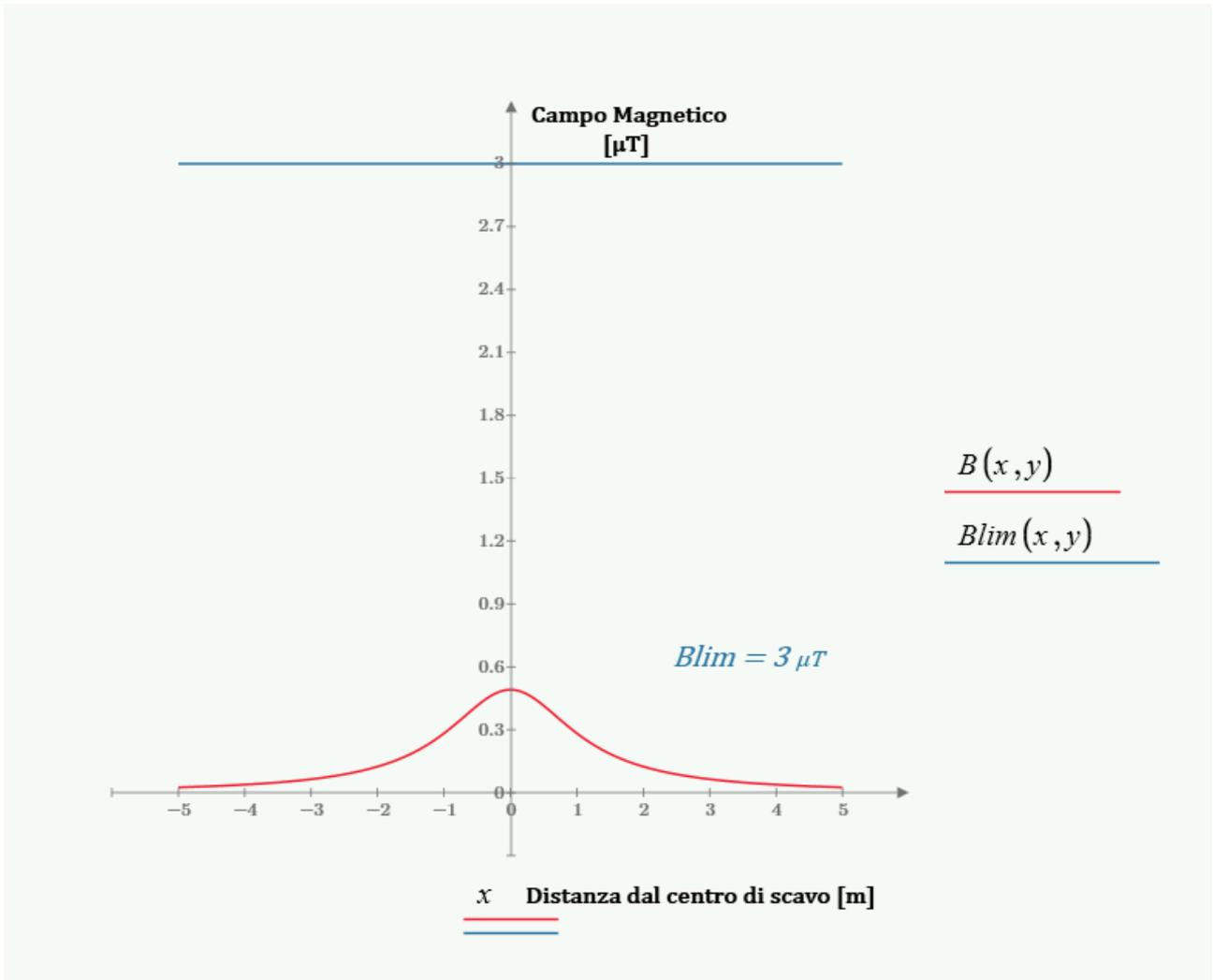


Figura 3-7 Andamento del campo magnetico in corrispondenza della sezione 4

3.2 Determinazione delle fasce di rispetto

Nella tabella seguente viene mostrato il valore massimo del campo magnetico calcolato a livello del suolo per le diverse sezioni considerate e l'ampiezza delle fasce di rispetto relative alle sezioni in cui viene superato l'obiettivo di qualità di 3 μ T.

Tabella 3.2: Fasce di rispetto per l'obiettivo di qualità

Sezione	Descrizione	Massimo valore di campo magnetico [μ T]	Larghezza fascia [m]
Sezione 1	Sezione attraversata da 1 dorsale	8,3	1,66
Sezione 2	Sezione attraversata da 2 dorsali	8,3	1,65
Sezione 3	Sezione attraversata da 2 dorsali	4,8	0,77
Sezione 4	Sezione attraversata da 1 dorsale	< 3	N.A.

Le fasce di rispetto corrispondenti alle sezioni 1, 2 e 3 sono state riportate in cartografia (sono state arrotondate a 2 m per lato), al fine di verificare se qualche luogo adibito a permanenze continuative non inferiori a quattro ore giornaliere ai sensi del DPCM ricadesse all'interno delle stesse. Sulla base di quanto evidenziato dalla Tav. 39x "Identificazione su catastale fasce di rispetto (dorsali di collegamento a 36 kV)", si può concludere che, per il progetto, nessuno dei luoghi sensibili ai sensi del DPCM 8 luglio 2003, citati al cap. 2, ricade all'interno delle fasce di rispetto, e quindi l'impianto è pienamente conforme ai limiti di legge.

4 Campo magnetico delle cabine di conversione

Le cabine di conversione si trovano tutte all'interno dell'area del parco fotovoltaico, in aree accessibili ai soli lavoratori che svolgono prestazioni professionali a cui, come lo stesso DPCM 8/7/03 prevede all'art.1, non si applicano i limiti di esposizione, valore di attenzione e obiettivo di qualità, fissati per la protezione della popolazione.

Sulla base di una valutazione condotta secondo la metodologia del DPCM 29/05/08 (punto 5.2.1) e considerando la formula ivi riportata, la DPA corrispondente all'obiettivo di qualità di $3\mu\text{T}$ può essere stimata nell'ordine di pochi metri (inferiori a 6 m) dalla cabina di conversione (assimilabile ad una cabina box prefabbricata conforme agli standard nazionali del tipo considerato nel DPCM). Nel progetto in esame le cabine distano, nel caso più sfavorevole, almeno 20 m dalle aree esterne, per cui la fascia di rispetto interessa un'area nell'intorno della cabina ricadente nella superficie di pertinenza dell'impianto (si segnala per altro che nelle adiacenze dell'impianto non sono presenti aree sensibili ai fini del DPCM 8/7/03 e quindi a maggior ragione vengono rispettati i limiti di legge).

5 Campo magnetico della Cabina Utente

La Cabina Utente è un'area recintata non accessibile che ospita un Edificio in muratura al cui interno sono installati due quadri elettrici 36 kV, a cui si collegano le dorsali 36 kV provenienti dal parco fotovoltaico e le due linee in cavo di connessione alla stazione RTN. È inoltre presente un piccolo trasformatore ausiliario, per l'alimentazione dei servizi ausiliari della cabina.

Ciascun quadro è costituito da un sistema di sbarre, interruttori e sezionatori elettrici interamente segregati all'interno di un involucro metallico messo a terra che, come detto, scherma completamente il campo elettrico verso l'esterno.

Con riferimento al campo magnetico, le sorgenti principali da considerare sono riconducibili ai cavi 36 kV che si attestano ai quadri elettrici, e quindi le fasce di rispetto calcolate nel capitolo 3 possono essere applicate anche all'interno della Cabina Utente.

Per valutare l'effetto del trasformatore ausiliario installato nell'Edificio, si può applicare il metodo rappresentato nel DM 29.05.2008, in cui si considerano come sorgenti prevalente le condutture in bassa tensione del trasformatore. La tabella seguente, tratta dal DM, riporta la DPA per l'obiettivo di qualità 3 μT , per alcune taglie di potenza del trasformatore.

Diametro dei cavi (m)	Tipologia trasformatore (kVA)	Corrente (A)	Dpa (m)
0.010	250	361	1
	400	578	1
	630	909	1.5
0.012	250	361	1
	400	578	1.5
	630	909	1.5
0.014	250	361	1
	400	578	1.5
	630	909	1.5
0.018	250	0.947	1.5
	400	1.199	1.5
	630	1.503	2
0.022	250	361	1.5
	400	578	1.5
	630	909	2
0.027	250	361	1.5
	400	578	2
	630	909	2.5
0.035	250	361	1.5
	400	578	2
	630	909	2.5

Nel caso specifico, considerando che il trasformatore ausiliario avrà una potenza molto minore di 250 kVA, la DpA sarà sicuramente inferiore a 1 m dal box trasformatore, mantenendosi evidentemente all'interno dell'edificio senza interessare zone esterne.

6 Conclusioni

Lo studio ha evidenziato che nessuno dei luoghi sensibili ai sensi del DPCM 8 luglio 2003 ricade all'interno delle fasce di rispetto; quindi, il parco fotovoltaico "Consandolo" e le opere connesse sono pienamente compatibili con le leggi vigenti in materia di esposizione ai campi elettromagnetici.