

Oro Rinnovabile S.r.l.

Impianto agrivoltaico denominato "Argenta 1" da 68.309,3 kWp, e relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili

Comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

Progetto Definitivo Impianto Agrivoltaico ed Opere Elettriche di Utenza

Allegato C.14 - Calcolo campo elettromagnetico



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

Rev.0

Settembre 2023



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	11
4	Campo magnetico delle cabine di conversione	12
5	Campo magnetico della Cabina Utente	13
6	Conclusioni	13

Questo documento è di proprietà di Oro Rinnovabile S.r.l. e 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 Oro Rinnovabile 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 "Argenta 1" 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. 3 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. 3 dorsali risulta come segue:
 - a. Dorsale 1: comprende le power stations C01, C02, C03, C04, C05 e C07;
 - b. Dorsale 2: comprende le power stations C06, C08, C10, C12, C14 e C16;
 - c. Dorsale 3: comprende le power stations C09, C11, C13, C15 e C17;

Inoltre, sono state previste due cabine 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 1 e 2, ed agevolare manovre di sezionamento e manutenzione.

2. Linee 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 380/150/36 kV denominata "Portomaggiore". Trattasi di N. 2 linee di cavi interrati a 36 kV di cui una sarà costituita da una singola terna (Linea A), mentre l'altra sarà costituita da una doppia terna di cavi in parallelo (Linea B1 e Linea B2).
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 partono le due linee 36 kV di connessione alla stazione RTN.

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

- Tav. 20a "Planimetria impianto agro-fotovoltaico con identificazione tracciato cavi e tipico posa cavi AC - interni all'impianto";
- Tav.20b "Planimetria impianto agro fotovoltaico con identificazione tracciato cavi e tipico posa cavi AC - esterni all'impianto";
- Tav. 40 "Planimetria Cabina Utente".

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.

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.

Per nuovi elettrodotti ed installazioni elettriche viene fissato l'obiettivo di qualità a 3 μT in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenza non inferiori alle 4 ore giornaliere.

¹ Per il progetto in esame, il calcolo del campo elettrico non è necessario in quanto l'utilizzo di cavi schermati interrati garantisce l'assoluta mancanza di emissioni relative al campo elettrico.

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 per alcune sezioni lungo il percorso interrato di collegamento con la stazione elettrica di utenza (dalla sezione con una sola terna di cavi fino ad un massimo di 2 terne affiancate). 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 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 seguenti sezioni (Tabella 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 1 Dati di progetto per la valutazione del campo magnetico

Sezione	Descrizione	Dorsali/tratta	Power stations connesse	Corrente max [A]
Sezione 1	Sezione attraversata da 3 dorsali	A (CU - SE)	6 (*)	367
		B1 (CU - SE)	11 (**)	347
		B2 (CU - SE)		347
Sezione 2	Sezione attraversata da 3 dorsali	1 (T01 - CU)	6	367
		2 (C08 - CU)	6	361
		3 (C09 - CU)	5	334
Sezione 3	Sezione attraversata da 3 dorsali	1 (C07 - T01)	3	192
		2 (C08 - CU)	6	361
		3 (C09 - CU)	5	334
Sezione 4	Sezione attraversata da 2 dorsali	1 (C07 - T01)	3	193
		2 (C06 - T02)	1	43

(*) carico equivalente a quello della dorsale 1 (no. 6 PS)

(**) La linea B di connessione alla RTN è costituita da 2 terne in parallelo, ciascuna con metà del carico complessivo delle power stations indicate.



Figura 3-1 Planimetria con le sezioni considerate



Figura 3-2 Dettaglio Sezione 1: Linee 36 kV da Cabina Utente a Stazione RTN

Nel seguito è riportato l'andamento del campo magnetico generato dai cavi 36 kV, calcolato al livello del suolo, rispetto all'asse dello scavo. Come rappresentato nelle figure successive, il campo magnetico non supera mai il limite di esposizione ($100 \mu\text{T}$) e supera l'obiettivo di qualità ($3 \mu\text{T}$), fino ad una distanza di circa 2 m dall'asse dello scavo.

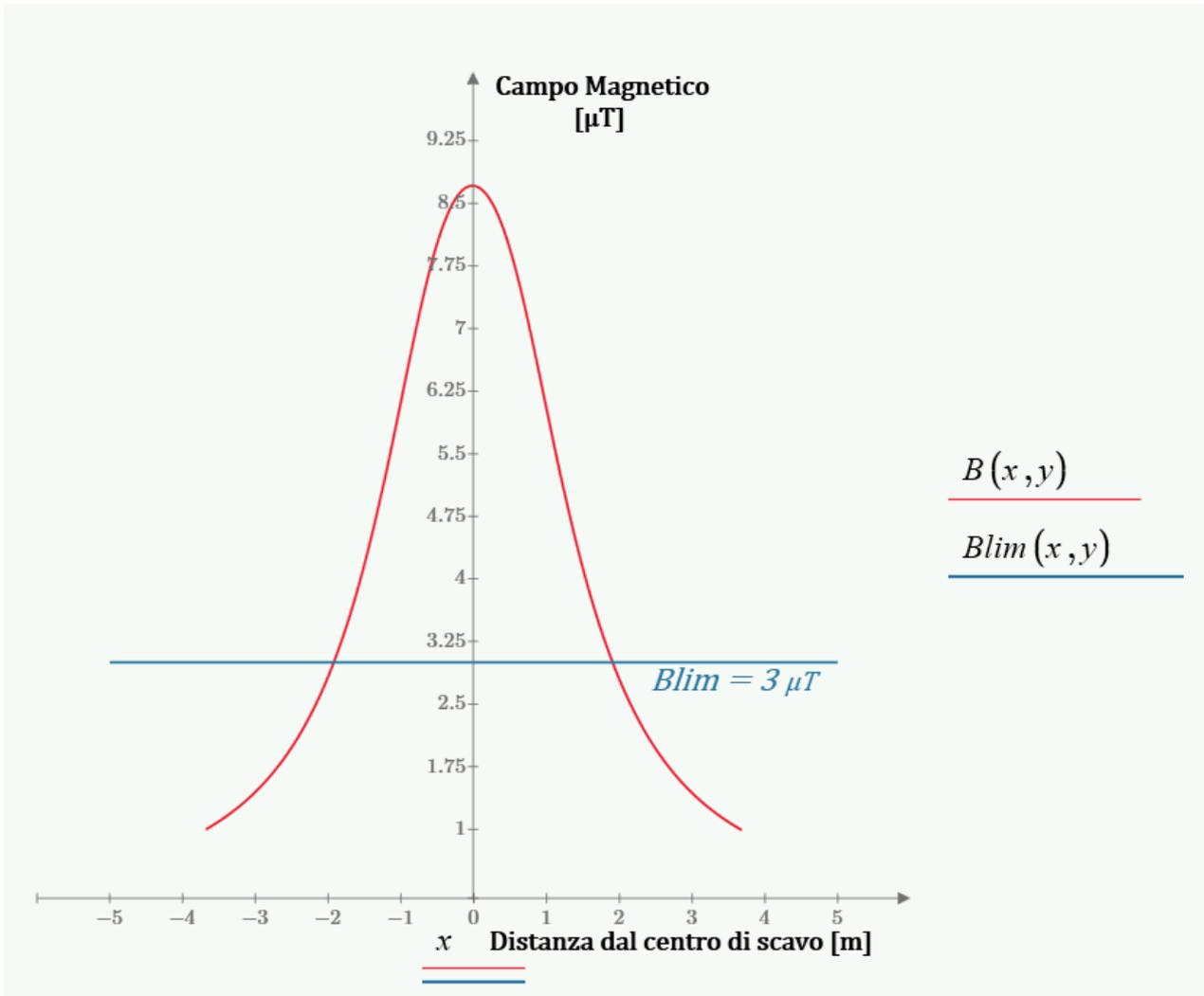


Figura 3-3 andamento del campo magnetico sezione 1

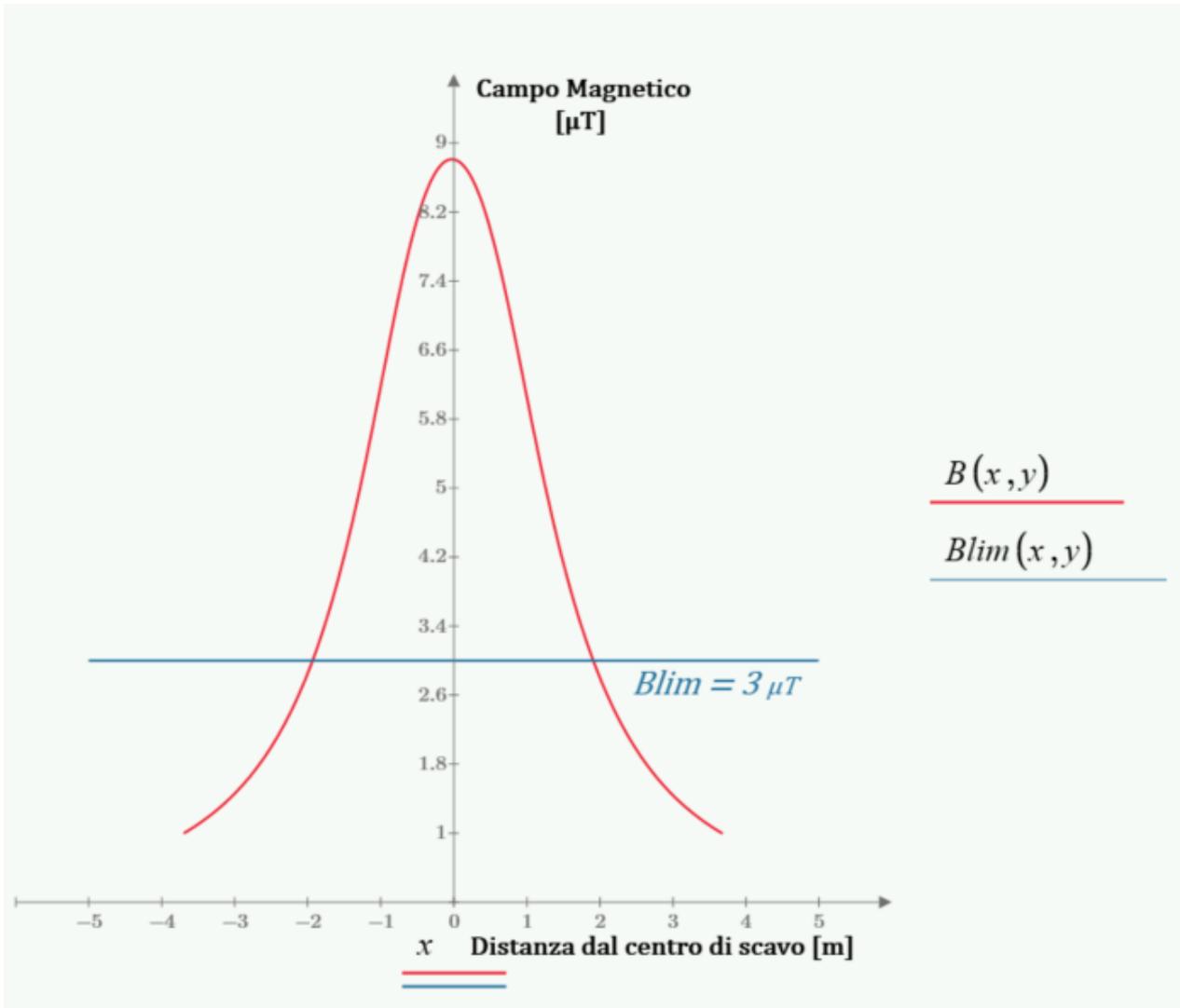


Figura 3-4 andamento del campo magnetico sezione 2

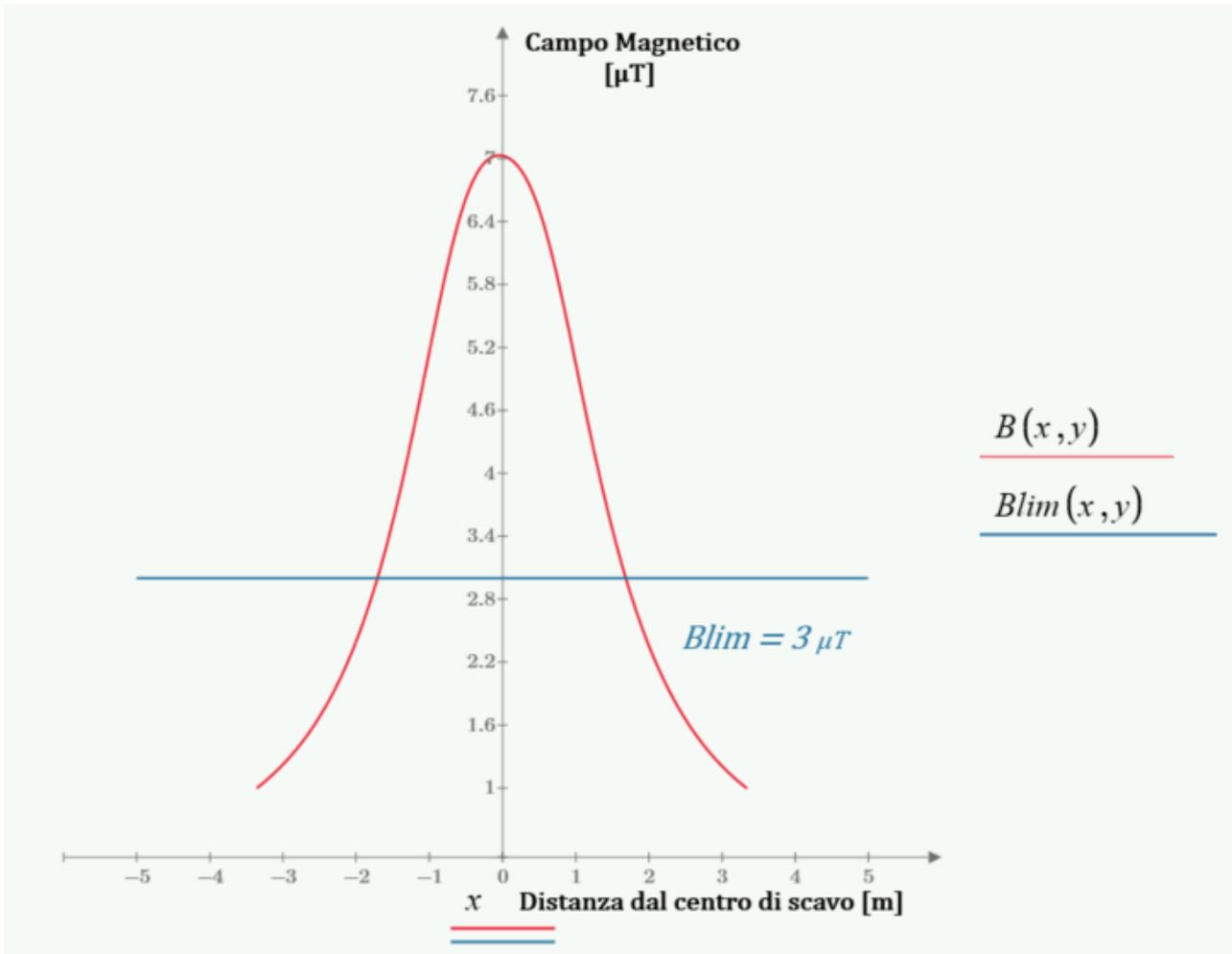


Figura 3-5 andamento del campo magnetico sezione 3

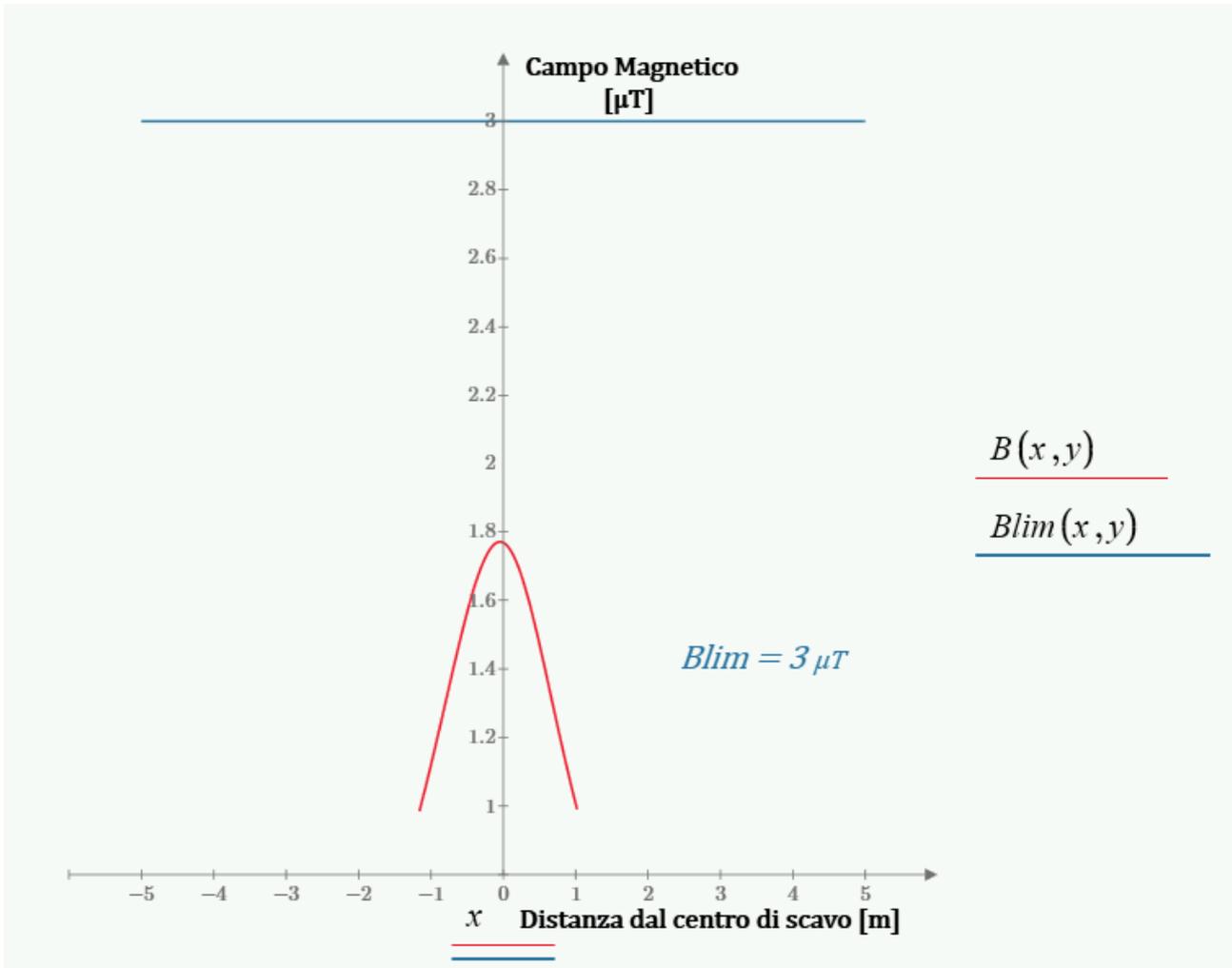


Figura 3-6 andamento del campo magnetico sezione 4

3.2 Determinazione delle fasce di rispetto

Nella tabella seguente viene mostrato il valore massimo del campo magnetico calcolato al 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 μT

Tabella 5-1 : Fasce di rispetto per l'obiettivo di qualità

Sezione	Descrizione	Massimo valore di campo magnetico [μT]	Larghezza fascia [m]
Sezione 1	Sezione attraversata da 3 dorsali	8,71	1,9
Sezione 2	Sezione attraversata da 3 dorsali	8,81	1,9
Sezione 3	Sezione attraversata da 3 dorsali	7,02	1,7
Sezione 4	Sezione attraversata da 2 dorsali	1,88	N.A.

Le fasce di rispetto corrispondenti alle sezioni 1, 2 e 3 si riportano in cartografia (per semplicità uniformata a ± 2 m), 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. 39 "Identificazione su catastale delle fasce di rispetto delle dorsali di collegamento a 36 kV", si può concludere che, per la zona in oggetto, nessun 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 10 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 dentro la 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 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 paragrafo **Error! Reference source not found.** 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 μ T, 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 "Argenta 1" e le opere connesse sono pienamente compatibili con le leggi vigenti in materia di esposizione ai campi elettromagnetici.