

Narbonis Wind S.r.l.

Parco Eolico Narbonis sito nel Comune di San Gavino Monreale

Relazione Campi Elettromagnetici

Aprile 2022



REGIONE SARDEGNA



COMUNE DI SAN GAVINO MONREALE

Committente:

Narbonis Wind S.r.l.

Narbonis Wind S.r.l.

Via Sardegna, 40

00187 Roma

P.IVA/C.F. 16181131000

Titolo del Progetto:

Parco Eolico Narbonis sito nel Comune di San Gavino Monreale

Documento:

Relazione Campi Elettromagnetici

N° Documento:

IT-VesNar-CLP-EW-GEN-TR 004-Rev.0

Progettista:



Amm. Francesco Di Maso

Ing. Luigi Malafarina

Ing. Pasquale Esposito

Ing. Nicola Galdiero



Rev	Data Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	Aprile 2022	Relazione	INSE srl	F. Di Maso	Narbonis Wind Srl

Sommario

1. PREMESSA	4
2. RICHIAMI NORMATIVI	4
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3.1. LEGGI	6
3.2. NORME TECNICHE	6
3.2.1. Norme CEI.....	6
4. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	7
5. CAVI MT 30 kV	8
6. CAVO 150 kV.....	11
7. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 kV Narbonis E “CONDIVISA” Guspini	14
8. CONCLUSIONI	16

Narbonis Wind srl 	N° Doc. IT-VesNa-CLP-EW-GEN-TR-004	Rev 0	Pagina 4 di 17
--	---------------------------------------	-------	-------------------

1. PREMESSA

La società NarbonisWind Srl è proponente di un progetto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica ubicato nel Comune di San Gavino Monreale (SU) ed opere di connessione alla RTN.

La società Terna ha rilasciato alla Società Narbonis Wind S.r.l. la “Soluzione Tecnica Minima Generale” Cod. Prat. 202100634 del 10.08.2021, indicando le modalità di connessione.

La Soluzione Tecnica Minima Generale prevede che l’impianto venga collegato in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 220/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 220 kV “Sulcis - Oristano”. Inoltre, al fine di razionalizzare l'utilizzo delle opere di rete per la connessione, potrà essere necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione; in alternativa sarà necessario prevedere ulteriori interventi di ampliamento da progettare.

L’ipotesi progettuale prevede l’installazione di n.8 aerogeneratori della potenza nominale di 6 MW per una potenza complessiva di impianto pari a 48 MW. Gli aerogeneratori saranno collegati tra loro attraverso cavidotto interrato in MT a 30 kV che collegherà il parco eolico alla stazione di trasformazione utente 30/150 kV di San Gavino Monreale (SU) che sarà ubicata in prossimità del parco eolico. Questa sarà collegata con un cavo interrato a 150 kV ad una stazione “Condivisa” con altri produttori indicati da Terna e si allaccerà in antenna alla sezione 150 kV della nuova stazione di trasformazione 220/150 kV che si conetterà in modalità entra-esce alla esistente linea 220 kV “Sulcis-Oristano” che rappresenta il punto di connessione dell’impianto alla RTN.

Pertanto, il progetto del collegamento elettrico del suddetto parco alla RTN prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- a) Rete in cavo interrato in MT a 30 kV dall’impianto di produzione alla stazione di trasformazione utente 30/150kV;
- b) stazione elettrica di trasformazione utente 30/150 kV di San Gavino Monreale;
- c) Stazione elettrica 150 kV “Condivisa” di Guspini;
- d) cavidotto a 150 kV per il collegamento tra la SE trasformazione 30/150 kV e la SE “Condivisa” di Guspini;
- e) cavidotto a 150 kV per il collegamento tra la SE “Condivisa” e la SE Terna 220/150 kV;
- f) Nuova stazione di trasformazione 220/150 kV;
- g) Raccordi aerei della stazione di trasformazione 220/150 kV alla linea 220 kV “Sulcis-Oristano”;
- h) Stallo 150 kV della nuova stazione di trasformazione 220/150 kV;

La presente relazione illustra il calcolo dei campi elettrici e magnetici e la fascia di rispetto relativi alle opere di cui ai punti a), b), c), d) ed e).

2. RICHIAMI NORMATIVI

Narbonis Wind srl 	N° Doc. IT-VesNa-CLP-EW-GEN-TR-004	Rev 0	Pagina 5 di 17
---	---------------------------------------	-------	-------------------

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP.

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito, il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla CE di continuare ad adottare tali linee guida.

Successivamente è intervenuta, con finalità di riordino e miglioramento della normativa allora vigente in materia, la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- valore di attenzione, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- l'obiettivo di qualità come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato sempre dal citato Comitato, è stata emanata nonostante che le raccomandazioni del Consiglio della Comunità Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP; tutti i paesi dell'Unione Europea, hanno accettato il parere del Consiglio della CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08.07.2003, che ha fissato il limite di esposizione in 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 μ T, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 μ T. È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Non si deve dunque fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea.

Narbonis Wind srl 	N° Doc. IT-VesNa-CLP-EW-GEN-TR-004	Rev 0	Pagina 6 di 17
---	---------------------------------------	-------	-------------------

Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell’intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento.

In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l’illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione.

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3.1. LEGGI

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge in merito alle acque ed agli impianti elettrici.
- Legge 23 agosto 2004, n. 239, “Riordino del Settore Energetico nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energie”.
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", (G.U. n. 55 del 7 marzo 2001).
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", (GU n. 200 del 29-8-2003).
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità.
- Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi".
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio".
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 12 dicembre 2005 "Verifica Compatibilità Paesaggistica ai sensi dell’art 146 del Codice dei Beni Ambientali e Culturali".
- Decreto Ministeriale del 21 marzo 1988, "Disciplina per la costruzione delle linee elettriche aeree esterne" e successivi.
- Decreto Legislativo 21 dicembre 2003 n.°387 “Attuazione della Direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili”.
- Decreto Ministero Ambiente e Tutela del Territorio del 29 maggio 2008 in merito ai criteri per la determinazione della fascia di rispetto.

3.2. NORME TECNICHE

3.2.1. Norme CEI

- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07.

Narbonis Wind srl 	N° Doc. IT-VesNa-CLP-EW-GEN-TR-004	Rev 0	Pagina 7 di 17
--	---------------------------------------	-------	-------------------

- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01.
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione della fascia di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art.6).

4. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

L'elettrodotto (sia aereo che in cavo) durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla sorgente (conduttore).

Per il calcolo dei campi è stato utilizzato il programma "EMF Vers 4.03", in conformità alla norma CEI 211 - 4 in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

La metodologia di calcolo utilizzata per determinare i valori dei campi elettromagnetici 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. In particolare, il campo di induzione magnetica viene simulato utilizzando un algoritmo numerico basato sulla legge di Biot - Savart, mentre il campo elettrico viene simulato a mezzo di calcoli basati sul metodo delle cariche immagini. Alla frequenza di rete (50 Hz), il regime elettrico è di tipo quasi stazionario, e ciò permette la trattazione separata degli effetti delle componenti del campo elettrico e del campo magnetico. Questi ultimi in un punto qualsiasi dello spazio in prossimità di un elettrodotto trifase sono le somme vettoriali dei campi originati da ciascuna delle tre fasi e sfasati fra loro di 120°. In particolare, nel caso di un cavo interrato, il terreno di ricopertura ha un effetto schermante che annulla completamente il campo elettrico a livello del suolo. I risultati delle simulazioni sono rappresentati nei paragrafi che seguono.

I valori restituiti sono illustrati mediante due diverse modalità:

- **I profili laterali** visualizzano le curve del campo elettrico e dell'induzione magnetica calcolati dal programma per la configurazione degli elettrodotti in esame su un piano parallelo al piano di campagna (suolo). I valori delle ascisse sono espressi in metri ed indicano la distanza dal punto di origine del sistema cartesiano di riferimento, mentre l'ordinata è espressa in μT o kV/m e rappresenta il valore del campo calcolato relativamente a punti situati all'altezza del piano considerato rispetto al piano di campagna.
- **Le mappe verticali** rappresentano, mediante la visualizzazione di aree colorate, l'andamento dei campi calcolati nella sezione verticale perpendicolare all'asse dell'elettrodotto; i valori espressi in metri sull'ascissa indicano la distanza rispetto al punto di origine del sistema cartesiano di riferimento, l'ordinata rappresenta invece, sempre in metri, l'altezza da terra.

La linea elettrica in cavo interrato non produce campo elettrico per la presenza della guaina metallica collegata a terra e dallo schermo effettuato dal terreno e pertanto vengono illustrati gli andamenti del

campo magnetico e solo per le sezioni dove si riscontrano le condizioni definite dalla normativa vigente.

5. CAVI MT 30 kV

Per il collegamento tra gli aerogeneratori e la SE 30/150 kV è stato scelto di adoperare cavi MT in alluminio aventi sezioni differenti. Dove è stato possibile, si è scelto di utilizzare cavi cordati ad elica visibile di sezione inferiore ai 300 mmq che, secondo il DM 29.05.2008, presenta campo magnetico praticamente nullo e, pertanto, esente dalla determinazione della DPA. Quindi, ai sensi della normativa, non è stato eseguito il calcolo del campo magnetico né la determinazione della Distanza di prima approssimazione (Dpa) per detti tratti. Invece, per alcuni tratti del tracciato è stato necessario utilizzare cavi MT con un diametro del conduttore superiore a 300 mmq. In particolare, dalla AG03 fino alla SE 30/150 kV di San Gavino Monreale e dalla AG01 alla SE 30/150 kV verranno posati cavi da 500 mmq. Le due linee si intersecheranno in corrispondenza della AG01 stessa, per poi proseguire in un'unica trincea fino alla SE 30/150 kV.

La determinazione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA) è stata ottenuta considerando i valori massimi di corrente, che, per il cavo 500 mmq, tale valore è di 618 A. Il profilo laterale e verticale dell'induzione magnetica (B) ricavata ad 1 m dal piano campagna, calcolati con il programma del CESI Emf-03, sono di seguito rappresentati.

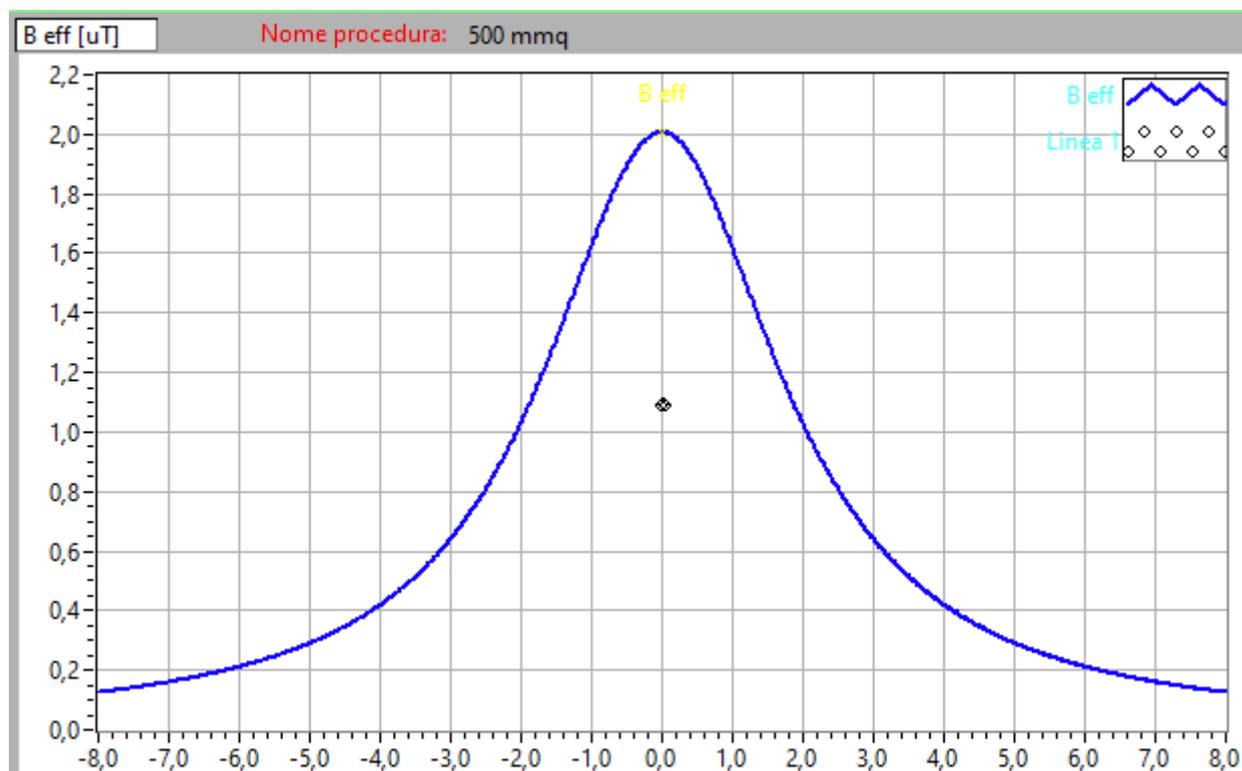


Figura 1 – Profilo laterale induzione magnetica (B) a 1 metro dal suolo – V=30 kV I = 618 A

Dal grafico si riscontra che valori di campo magnetico a quota 1 metro sul piano terreno vale $2 \mu\text{T}$ inferiore al limite di esposizione pari a $100 \mu\text{T}$.

La mappa verticale dell'induzione magnetica a quota conduttori è la seguente:

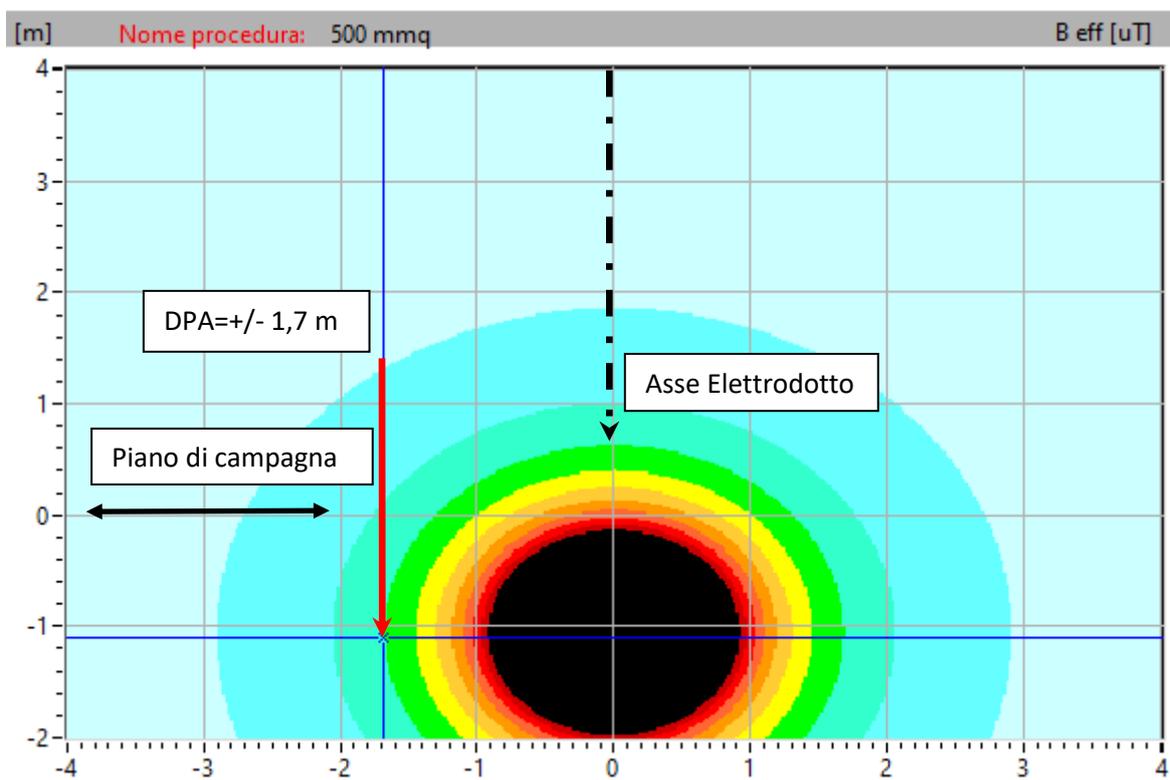


Figura 2 – Mappa verticale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA – $V=30 \text{ kV}$ $I = 618 \text{ A}$

Si osserva che la Dpa (distanza alla quale il valore di induzione magnetica è pari a $3 \mu\text{T}$) è di $1,7 \text{ m}$ a sinistra e a destra dall'asse e pertanto la fascia di rispetto per tutto questo tratto vale circa $3,4 \text{ m}$ quindi $\pm 2 \text{ m}$ centrata in asse linea (arrotondamento per eccesso della DPA).

Nei tratti dove sono stati posati nella stessa trincea i cavi da 500 si hanno i seguenti risultati:

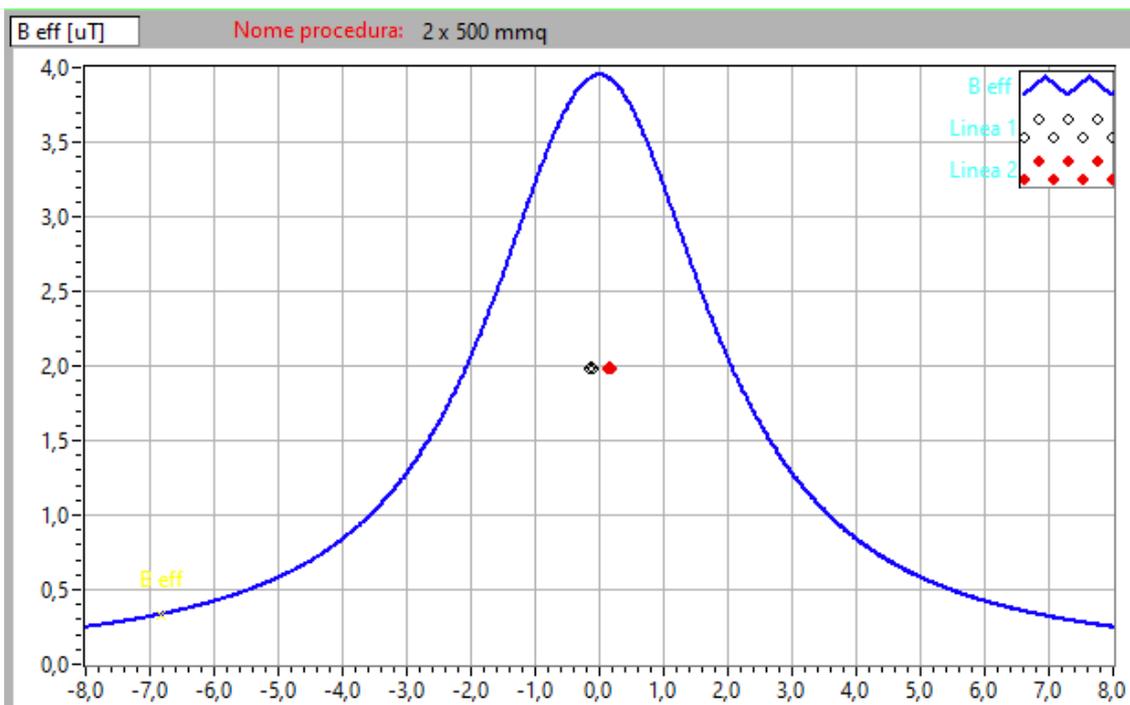


Figura 3 - Profilo laterale induzione magnetica (B) a 1 metro dal suolo $-V=30 \text{ kV } I = 618 \text{ A}$

Dal grafico si riscontra che valori di campo magnetico a quota 1 metro sul piano terreno vale $4 \mu\text{T}$ inferiore al limite di esposizione pari a $100 \mu\text{T}$.

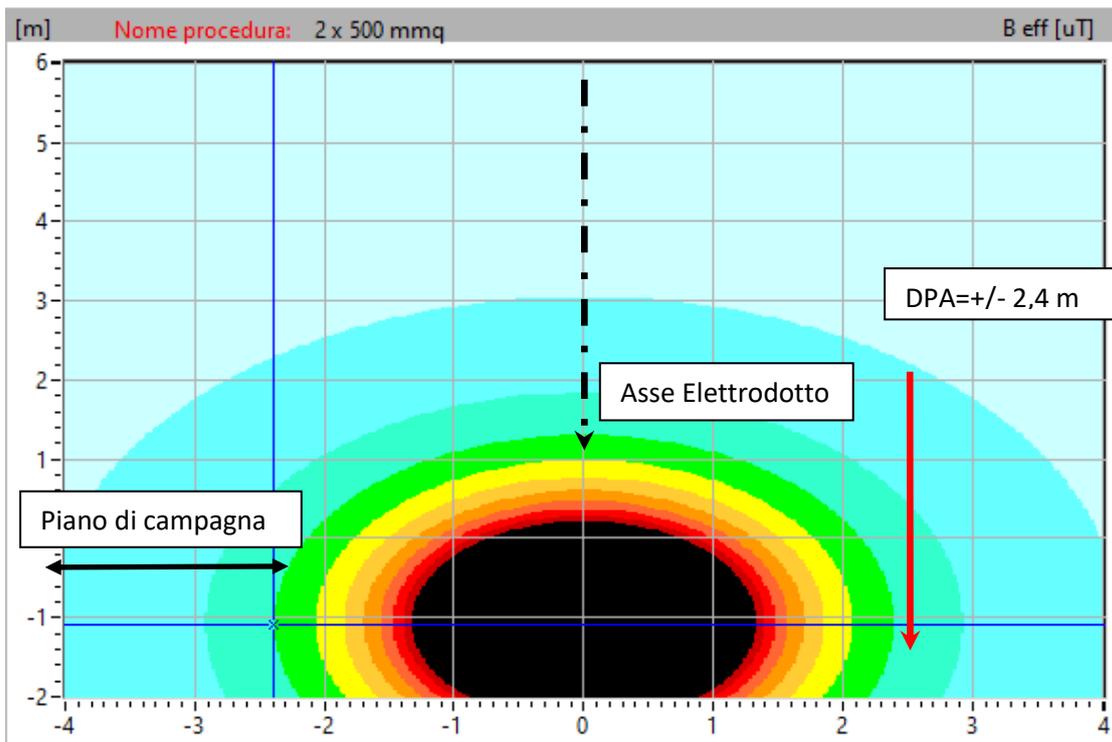


Figura 4 - Mappa verticale induzione magnetica (B) con indicazione della DPA $-V=30 \text{ kV } I = 618 \text{ A}$

Si osserva che la Dpa (distanza alla quale il valore di induzione magnetica è pari a $3 \mu\text{T}$) è di 2,4 m a sinistra e a destra dall'asse e pertanto la fascia di rispetto per tutto questo tratto vale circa 5 m (4,8 m) quindi +/-2,5 m centrata in asse linea.

6. CAVO 150 kV

Per i tratti di cavo 150 kV "SE 30/150 kV- SE Guspini condivisa" e "SE Guspini condivisa- SE Terna" si è scelto di utilizzare un cavo in alluminio avente sezione 1000 mmq, con isolamento in polietene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, schermo in alluminio saldato e rivestimento in polietilene e con un diametro esterno di 103 mm.

Lo schema tipo del cavo 150 kV è il seguente:

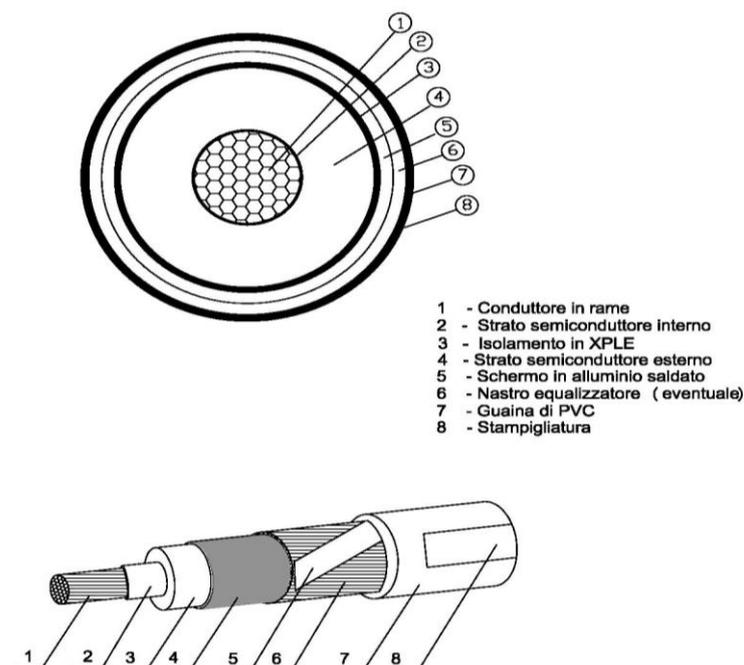


Figura 5. Schema tipo del cavo 150 kV

Il cavo sarà posato, lungo il tracciato, in configurazione a trifoglio, con schermi collegati con il sistema "cross bonding", temperatura del conduttore non superiore a 90° , profondità di posa 1,70 m, temperatura del terreno 20°C , resistività termica del terreno $1,5^\circ\text{Cxm/W}$.

Con le ipotesi di cui sopra la corrente nominale in regime permanente, rilevata dalla scheda tecnica riportata nella relazione tecnica IT-VesNa-Clp-EW-TR-02 è pari 830 A, ma i calcoli sono stati eseguiti con una corrente pari alla massima portata di 910A.

Il tracciato del cavo presenterà pertanto la seguente sezione di posa riportata schematicamente in figura 2 per il valore di corrente di 910 A e la profondità di posa di 1,7 metri.

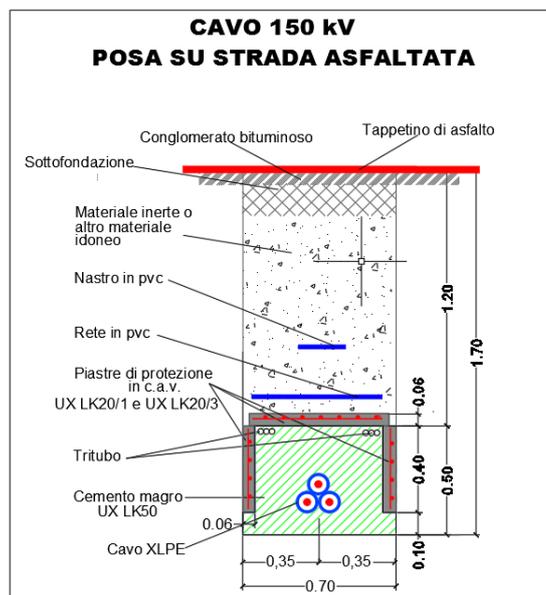
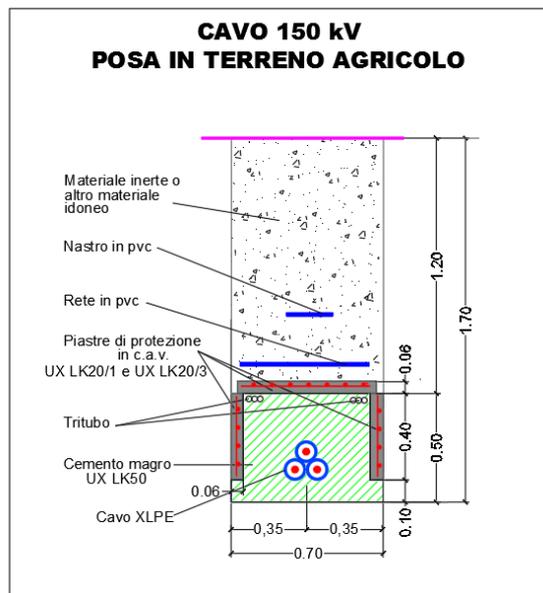


Figura 6: Posa cavo 150 kV "SE 30/150 kV – SE "RTN Ittiri"

Con la suddetta geometria di posa e con i valori di massimo carico abbiamo i seguenti andamenti del campo magnetico ad un metro sul suolo:

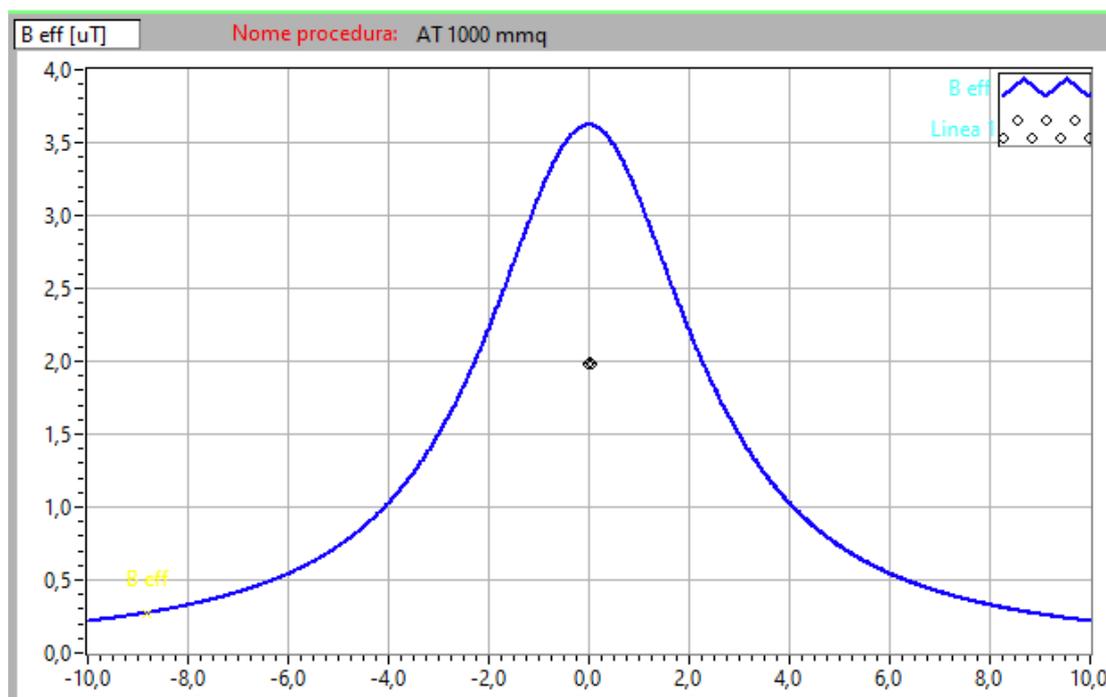


Fig. 7 Profilo laterale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=150 kV I = 910 A
Dal grafico si riscontra che valori di campo magnetico a quota 1 metro sul piano terreno vale 3,6 μ T inferiore al limite di esposizione pari a 100 μ T .

La mappa verticale dell'induzione magnetica a quota conduttori è la seguente:

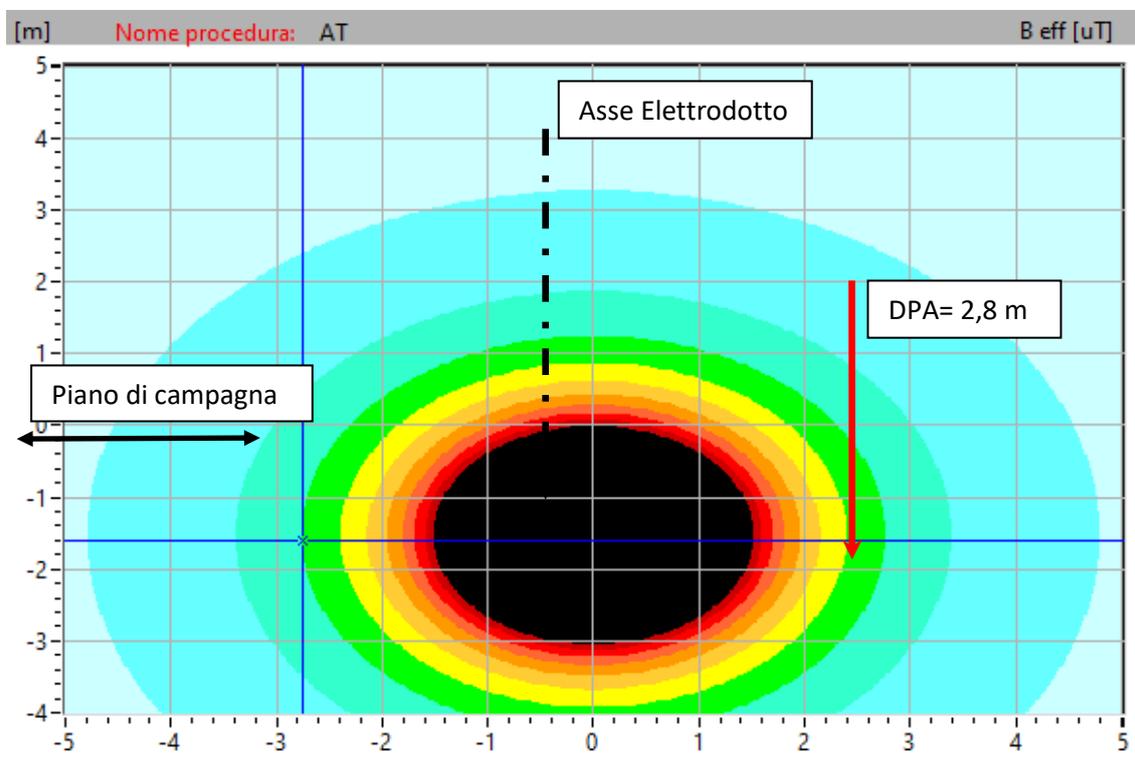


Fig. 8 Mappa verticale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA - V=150 kV I = 910 A

Si osserva quindi che la Dpa (distanza alla quale il valore di induzione magnetica è pari a $3 \mu\text{T}$) è di 2.75 m a sinistra e a destra dall'asse e pertanto la fascia di rispetto per tutto questo tratto vale circa 5,5 m quindi +/-3 m centrata in asse linea (arrotondamento per eccesso della DPA)

7. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 kV Narbonis E "CONDIVISA" Guspini

Le stazioni di trasformazione 30/150 kV "Narbonis" e 150 kV "Condivisa" sono assimilabili per configurazione a stazioni primarie (punto 5.2.2 del DM 29.05.2008) e non ad una cabina elettrica (punto 5.2.1) essendo dotata di recinzione esterna. Pertanto, per questa tipologia di impianti la Dpa e, quindi la fascia di rispetto, rientra, prevedibilmente, nei confini di pertinenza dell'impianto delimitato dalla stessa recinzione.

I conduttori delle sbarre sono tubolari rigidi di 100 mm di diametro con le fasi disposte in piano a distanza di 2,2 m tra loro e a 7,5 m di altezza dal suolo, attraversati dalla corrente di 2000 A (corrente nominale di sbarre).

La geometria di tali conduttori è pertanto la seguente:

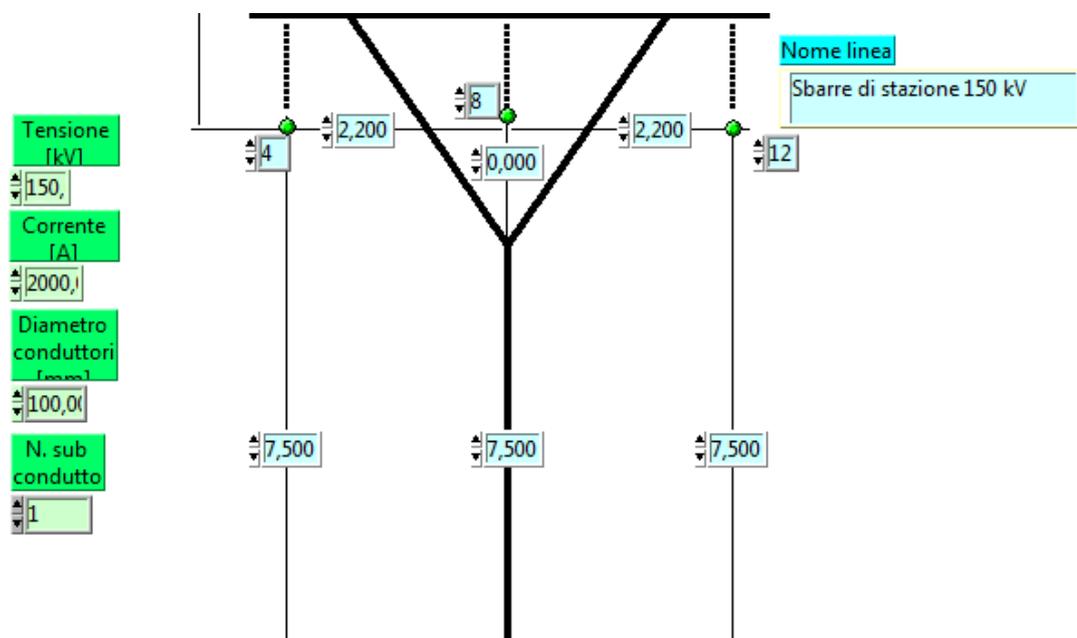


Fig. 9 Schema sezione sbarre 150 kV Stazione di trasformazione/condivisione 30/150 kV con caratteristiche geometriche e di carico

Per quanto su detto abbiamo il seguente andamento di campo elettrico calcolato in sezione ortogonale all'asse sbarre a 1 m sul suolo:

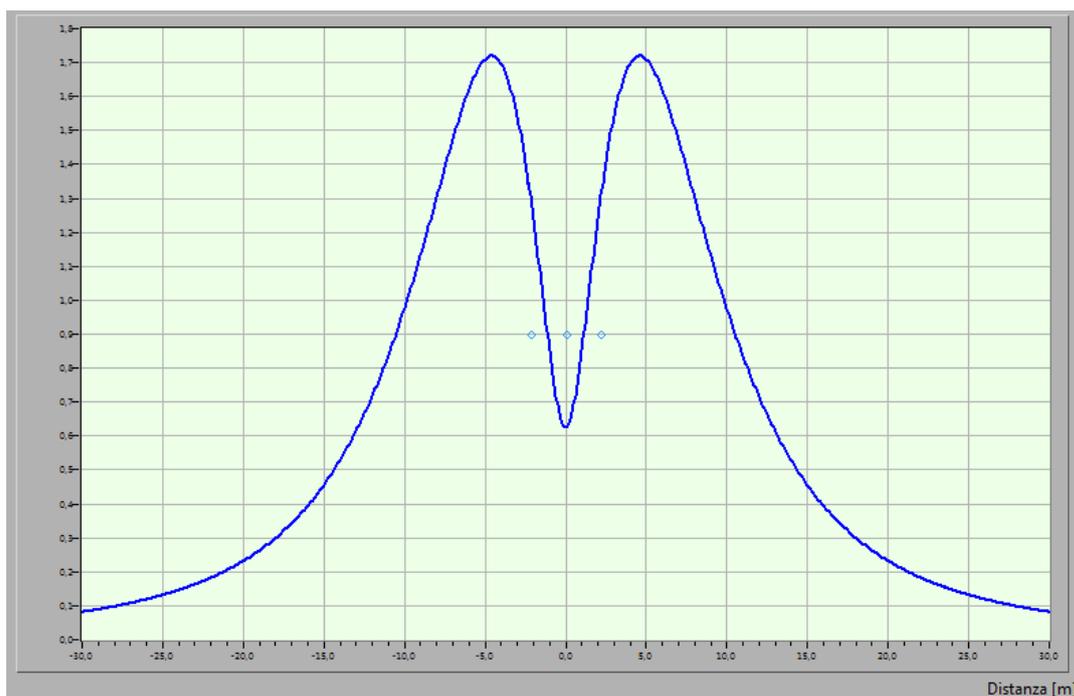


Fig. 10 Profilo laterale campo elettrico (E) sbarre 150 kV

Dal suddetto diagramma si evince che il valore massimo del campo elettrico calcolato ad un metro sul suolo è pari a 1,72 kV/m inferiore al valore di 5 kV/m di esposizione previsto dalla normativa.

Per quanto riguarda l'andamento del campo magnetico abbiamo i seguenti diagrammi:

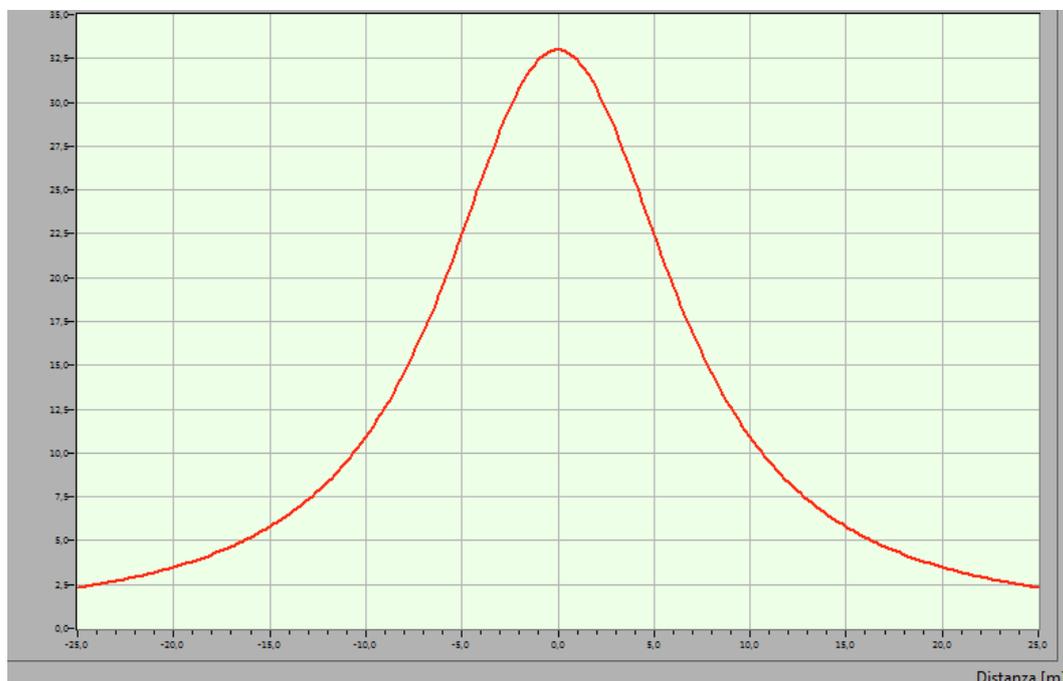


Fig. 11 Profilo laterale induzione magnetica (B) sbarre 150 kV

Dal grafico si riscontra che valori di campo magnetico a quota 1 metro sul piano terreno vale 35 μT inferiore al limite di esposizione pari a 100 μT .

La mappa verticale dell'induzione magnetica calcolata a quota conduttori (7,5 m sul piano di stazione) è la seguente:

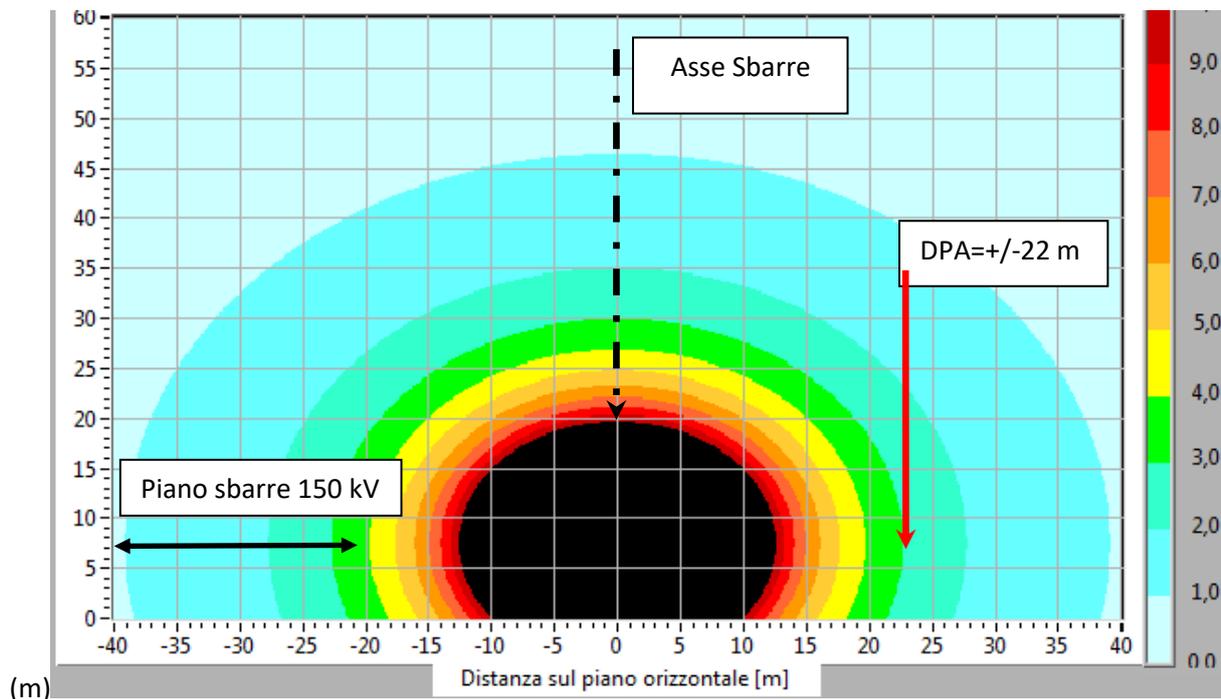


Fig. 12 Mappa verticale induzione magnetica (B) sbarre 150 kV

Dai diagrammi si evince che i 3 μT si ottengono alla distanza di circa 22 m dall'asse sbarra e conseguentemente la fascia di rispetto vale +/- 22 m centrata in asse sbarra.

L'elaborato NS239-OEL07-D riporta la fascia Dpa all'esterno della quale i valori sono inferiori a 3 μT .

8. CONCLUSIONI

Di seguito si riportano i risultati dei calcoli effettuati per la determinazione delle fasce di rispetto ai sensi della normativa vigente calcolate in funzione del valore di corrente permanente nominale del cavo prescelto come prescritto dal DM Ministero Ambiente del 29.05.2008 e s.m.i.

Riepilogo Dpa e fasce di rispetto per tratte di impianto:

	Dpa (m)	Fascia di rispetto (m)
CAVO MT 500 mmq	1,7	+/-2
2 CAVI MT 500 mmq in unica trincea	2,4	+/-2,5
CAVO 150 kV	2,75	+/- 3
SBARRE 150 kV	22	+/- 22

Narbonis Wind srl	 N° Doc. IT-VesNa-CLP-EW-GEN-TR-004	Rev 0	Pagina 17 di 17
-------------------	---	-------	--------------------

Come si evince dalla corografia e dalla planimetria catastale, all'interno della distanza di prima approssimazione (Dpa) precedentemente calcolata, non ricadono edifici o luoghi adibiti ad abitazione con permanenza non inferiore alle 4 ore.

Pertanto, dal punto di vista della compatibilità elettromagnetica le opere elettriche progettate, sono conformi alla normativa vigente.