



OPERE DI RETE PROPEDEUTICHE AL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI UN IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE EOLICA DA 78 MW

Intervento 3 – Raccordo aereo a 150 kV “CP Nuoro2 – SSE Nuoro”

Piano Tecnico delle Opere – Relazione CEM

Provincia di Nuoro – Comune di Nuoro

Marzo 2022

REF.: G807_DEF_R_013_Intervento 3_Relazione tecnica CEM_1-1_REV00



Investor



GEOTECH S.r.l.

Via T. Nani, 7
Morbegno (SO)

+39 0342 610774
info@geotech-srl.it

 edp renewables	<p style="text-align: center;">OPERE DI RETE PROPEDEUTICHE AL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI UN IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE EOLICA DA 78 MW</p> <p style="text-align: center;">Intervento 3</p> <p style="text-align: center;">Piano Tecnico delle Opere - Relazione CEM</p>	<p style="text-align: right;">Marzo 2022</p>
--	---	--

INDICE

1. SCOPO DELLA RELAZIONE	3
2. SINTESI DEL QUADRO NORMATIVO	4
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	5
3.1. Descrizione del tracciato	5
4. VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO	6
4.1. Metodologia di verifica	6
4.2. Correnti di calcolo	6
4.3. Distanze di Prima Approssimazione	7
4.4. Calcolo DPA.....	7
5. CONFORMITA' OPERA IN MATERIA DI CAMPO ELETTRICO.....	12
6. CONSIDERAZIONI FINALI.....	13

 edp renewables	<p style="text-align: center;">OPERE DI RETE PROPEDEUTICHE AL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI UN IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE EOLICA DA 78 MW</p> <p style="text-align: center;">Intervento 3</p> <p style="text-align: center;">Piano Tecnico delle Opere - Relazione CEM</p>	<p style="text-align: center;">Marzo 2022</p>
--	---	---

1. SCOPO DELLA RELAZIONE

Nella presente relazione vengono fatte considerazioni e calcoli per determinare l'entità dell'induzione magnetica che la linea AT in progetto genererà lungo il suo tracciato in funzione delle diverse tipologie di posa; vengono fatte considerazioni sulle ipotesi di partenza dei calcoli, vengono riportati e commentati i risultati finali dei calcoli per l'intervento denominato "Raccordo aereo a 150 kV "CP Nuoro2 – SSE Nuoro".

Il presente lavoro, redatto dalla Società di Ingegneria GEOTECH S.r.l., con sede in via Nani, 7 a Morbegno (SO) costituisce la Relazione tecnica illustrativa al Piano Tecnico delle Opere dell'Intervento 1 delle opere di rete necessarie al collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) di un impianto di generazione da fonte rinnovabile (eolica) avente potenza pari a 78 MW da realizzarsi in Sardegna da parte della società EDP RENEWABLES ITALIA HOLDING SRL (EDP). Il Parco Eolico sarà ubicato in Comune di Nuoro, nell'omonima provincia, in località "Su Cuccuru" mentre le opere di connessione di rete propedeutiche al suo collegamento alla RTN attraverseranno cinque comuni della Provincia di Nuoro: Bolotana, Nuoro, Oniferi, Orani e Ottana.

Nel dettaglio, l'oggetto della presente relazione è l'analisi dell'intervento 3 denominato "**Raccordo aereo a 150 kV "CP Nuoro2 – SSE Nuoro"**", ubicato nel Comune di Nuoro in Provincia di Nuoro in Regione Sardegna e facente parte del più ampio progetto "**Opere di rete propedeutiche al collegamento alla RTN di un impianto di generazione da fonte eolica da 78 MW"**".

 edp renewables	<p style="text-align: center;">OPERE DI RETE PROPEDEUTICHE AL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI UN IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE EOLICA DA 78 MW</p> <p style="text-align: center;">Intervento 3</p> <p style="text-align: center;">Piano Tecnico delle Opere - Relazione CEM</p>	<p style="text-align: center;">Marzo 2022</p>
--	---	---

2. SINTESI DEL QUADRO NORMATIVO

Le valutazioni di campo elettrico e magnetico sono state effettuate nel pieno rispetto del D.P.C.M dell'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" nonché della "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti, approvata con DM 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n.160).

I valori indicati sono i seguenti:

- ✓ Limite di esposizione: 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci;
- ✓ Valore di attenzione: 10 μ T per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, da osservare negli ambienti abitativi, nelle aree gioco per l'infanzia, nelle scuole ed in tutti quei luoghi dove si soggiorna per più di quattro ore al giorno;
- ✓ Obiettivo di qualità: 3 μ T per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, che deve essere rispettato nella progettazione dei nuovi elettrodotti in corrispondenza degli ambienti e delle aree definiti al punto precedente e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazione elettriche esistenti.

 edp renewables	<p style="text-align: center;">OPERE DI RETE PROPEDEUTICHE AL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI UN IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE EOLICA DA 78 MW</p> <p style="text-align: center;">Intervento 3</p> <p style="text-align: center;">Piano Tecnico delle Opere - Relazione CEM</p>	<p style="text-align: center;">Marzo 2022</p>
--	---	---

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'opera in progetto per la quale viene redatto il presente Piano Tecnico delle Opere è costituita dalla costruzione e messa in esercizio del raccordo aereo a 150 kV tra la Cabina Primaria esistente di Nuoro2 e la futura Stazione Elettrica di smistamento di Nuoro con la relativa demolizione di un tratto dell'esistente linea aerea a 150 kV "CP Nuoro2-CP Nuoro".

L'elettrodotto aereo sarà realizzato in semplice terna con sostegni del tipo a traliccio.

Per meglio comprendere la presente descrizione, si faccia specifico riferimento all'elaborato "Intervento 3_Corografia di progetto-ortofotocarta" (cod. G807_DEF_T_004_Intervento 3_Corografia di progetto-ortofotocarta_1-3_REV00) in scala 1:5.000.

Di seguito si riporta la descrizione del tracciato con un andamento in senso linea, dalla Cabina Primaria di Nuoro 2 verso la Stazione Elettrica, con il sostegno n°06N che identifica l'inizio dell'intervento e il sostegno n°25N che ne identifica la fine nonché l'arrivo dell'elettrodotto presso la futura Stazione Elettrica di smistamento

3.1. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Il sostegno n°06N sarà ubicato, in asse linea, circa 30 metri prima del sostegno esistente n°06E. L'elettrodotto gira verso Nord-Ovest e attraversa prima la Circonvallazione Sud (tratta sostegni n°06N-07N) e subito dopo la S.S. 389var (tratta sostegni n°07N-08N). Da qui prosegue verso Nord-Est attraversando, nella tratta compresa tra i sostegni n° 10N e 11N, la Strada Statale 129 "Trasversale sarda" e successivamente, nel tratto tra i sostegni n° 13N e 14N, la Strada Statale 131 "Diramazione Centrale Nuorese". Dal sostegno 15N fino al 20N, percorrendo l'area esterna a Ovest della zona industriale di Prato Sardo, il tracciato della linea ha un andamento verso Nord per poi piegare a Nord-Est fino a raggiungere la Stazione Elettrica "SE Nuoro" con l'ultimo sostegno del raccordo, il numero 25N.

 edp renewables	<p style="text-align: center;">OPERE DI RETE PROPEDEUTICHE AL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI UN IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE EOLICA DA 78 MW</p> <p style="text-align: center;">Intervento 3</p> <p style="text-align: center;">Piano Tecnico delle Opere - Relazione CEM</p>	<p style="text-align: center;">Marzo 2022</p>
--	---	---

4. VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo magnetico proporzionale alla corrente che vi circola. Il valore dell'induzione magnetica decresce molto rapidamente con la distanza.

Per il calcolo del campo del valore dell'induzione magnetica generata dall'elettrodotto oggetto di verifica è stato utilizzato il programma "EMF Tools Vers 4.08", sviluppato da CESI in conformità alla norma CEI 211-4 in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

4.1. METODOLOGIA DI VERIFICA

Ai fini dell'individuazione dei limiti entro i quali deve essere verificato il rispetto dell'obiettivo di qualità, così come definito nel D.P.C.M. dell'8 Luglio 2003, si è provveduto ad effettuare il calcolo delle fasce di rispetto.

Per "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36, ovvero il volume racchiuso dalle curve isolivello a 3 microtesla, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT (ora ISPRA), sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 - Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

In particolare la procedura da seguire, per la verifica della conformità dell'opera in materia di campi magnetici, è quella che si riporta di seguito:

1. Valutazione delle correnti di calcolo da applicare alla linea aerea (per il dettaglio vedere par. 2.2);
2. Calcolo le DPA, così come meglio definite nel par. 2.3, successivamente riportate in planimetria su base catastale, in scala 1:2.000;
3. Verifica sulle planimetrie di cui sopra dell'eventuale presenza di recettori e manufatti ricadenti all'interno della DPA;
4. Per ognuno degli eventuali recettori individuati, provvedere ad un calcolo tridimensionale attraverso il quale verificare il non superamento dell'obiettivo di qualità, nel punto del recettore più vicino all'elettrodotto.
5. Per tutti gli altri manufatti accertare la destinazione d'uso e stato di conservazione attraverso visure catastali e sopralluoghi sul posto, potendo così escluderli dalla definizione di "recettore".

4.2. CORRENTI DI CALCOLO

Come indicato all'Art. 5.1.1 del Decreto 29 maggio 2008 nelle simulazioni, a misura di maggior cautela, si fa riferimento per la mediana nelle 24 ore in condizioni di normale esercizio, alla corrente in servizio normale definita dalla norma CEI 11-60 per il periodo freddo riferito alla zona climatica di interesse.

	<p style="text-align: center;">OPERE DI RETE PROPEDEUTICHE AL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI UN IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE EOLICA DA 78 MW</p> <p style="text-align: center;">Intervento 3</p> <p style="text-align: center;">Piano Tecnico delle Opere - Relazione CEM</p>	<p style="text-align: center;">Marzo 2022</p>
--	---	---

Visto l'impiego di conduttori ad alta temperatura tipo ZTACIR, la cui portata per caratteristiche costruttive non può essere determinata con riferimento alla norma CEI 11-60, si considera come valore per il calcolo dei CEM il valore massimo di portata in corrente a regime termico calcolato con riferimento alla temperatura massima di funzionamento continuativo del conduttore nel periodo C e F.

I valori, riportati nel documento TERNA LIN_0000C107_rev.04, sono stati determinati con il metodo di calcolo basato sul modello di Schurig e Frick

Capacità di trasporto del conduttore ZTACIR Ø 22,75 mm	
Tensione nominale della linea: 150 kV	
Periodo C (maggio – settembre)	Periodo F (ottobre – aprile)
1073 A	1135 A

4.3. DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la Distanza di Prima Approssimazione, definita come “la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto”.

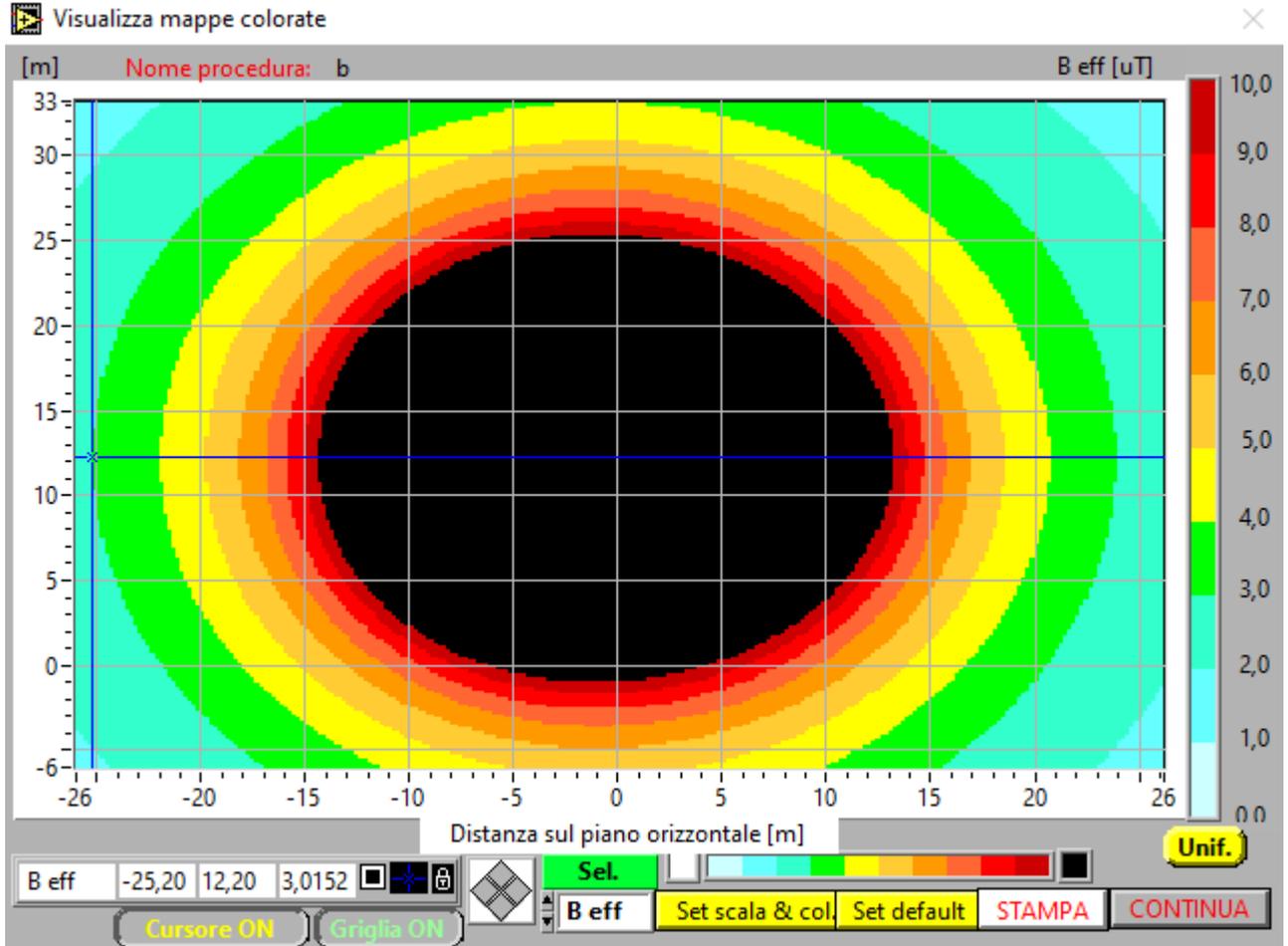
Le DPA sono riportate nella planimetria allegata G807_DEF_T_015_Intervento 3_Planimetria catastale con Distanza di Prima Approssimazione_REV00.

4.4. CALCOLO DPA

Per il calcolo della DPA si adatterà come configurazione geometrica dei conduttori quella maggiormente rappresentativa del tratto in progetto e corrispondente ai sostegni in sospensione impiegati tipo N e P della serie 162/150kV semplice terna tiro pieno.

Per quanto riguarda l'altezza dei conduttori dal piano campagna la configurazione utilizzata nelle simulazione prevede una altezza utile dei conduttori pari a 10 m, valore pari al franco minimo adottato in fase di progetto su tutta la tratta in variante così che le valutazioni vengano fatte nelle ipotesi maggiormente conservative.

- ✓ Calcolo ampiezza fascia CEM per linea aerea:
 - Ampiezza fascia per rispetto $3 \mu T = 25.20 + 25.20 = 50,40$ metri



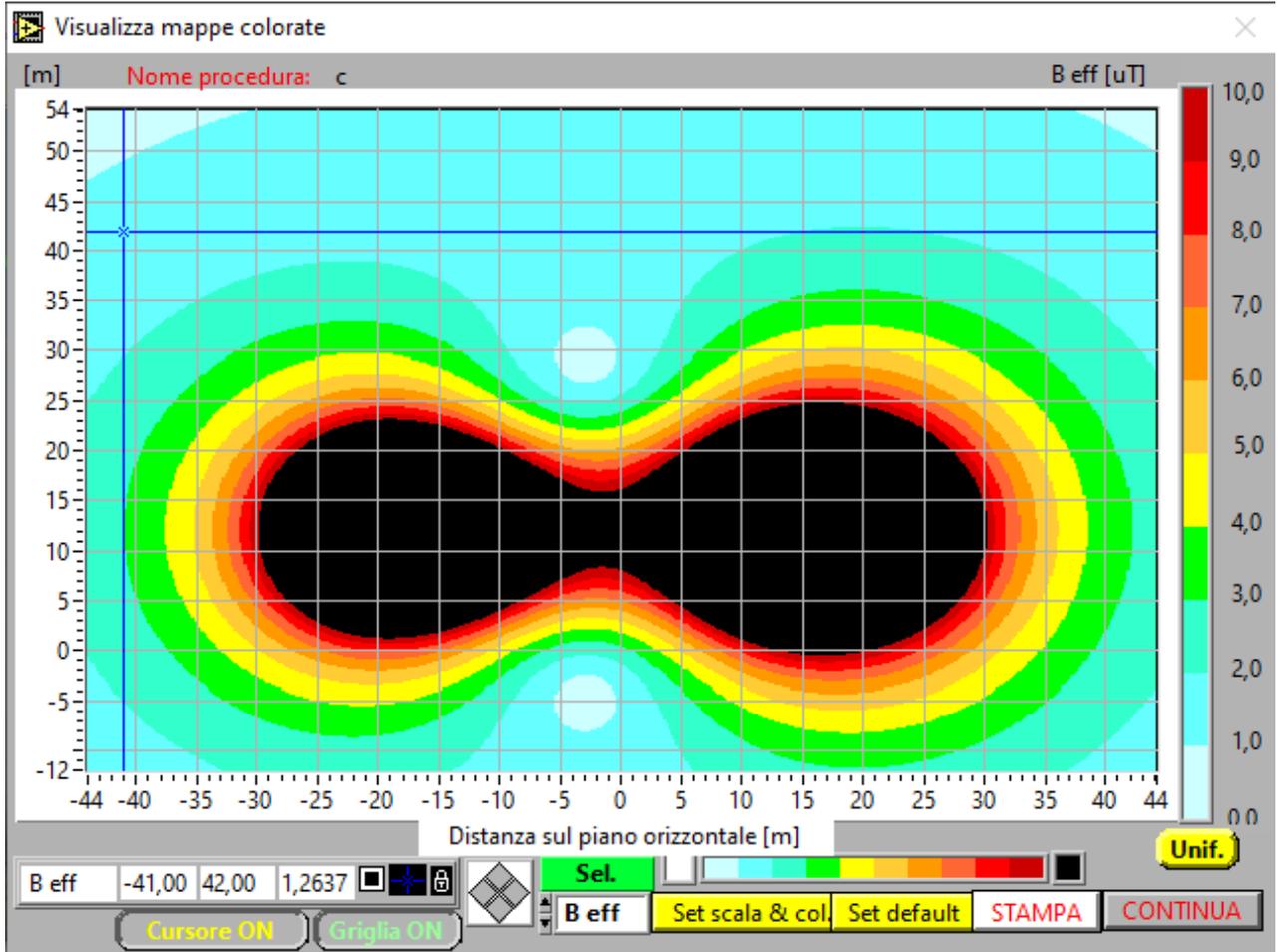
Calcolo dell'estensione della fascia per cambi di direzione:

- interno: estensione lungo la bisettrice = $25.20 + 0.14 \times \Theta$

- esterno: estensione lungo la bisettrice = $25.20 + 0.07 \times \Theta$



- Calcolo ampiezza fascia CEM per linea aerea affiancata ad altra linea
(Interasse tra le due linee = 33.20m)
ampiezza fascia per rispetto $3 \mu T = 41.00 + 42.00 = 83,00$ metri



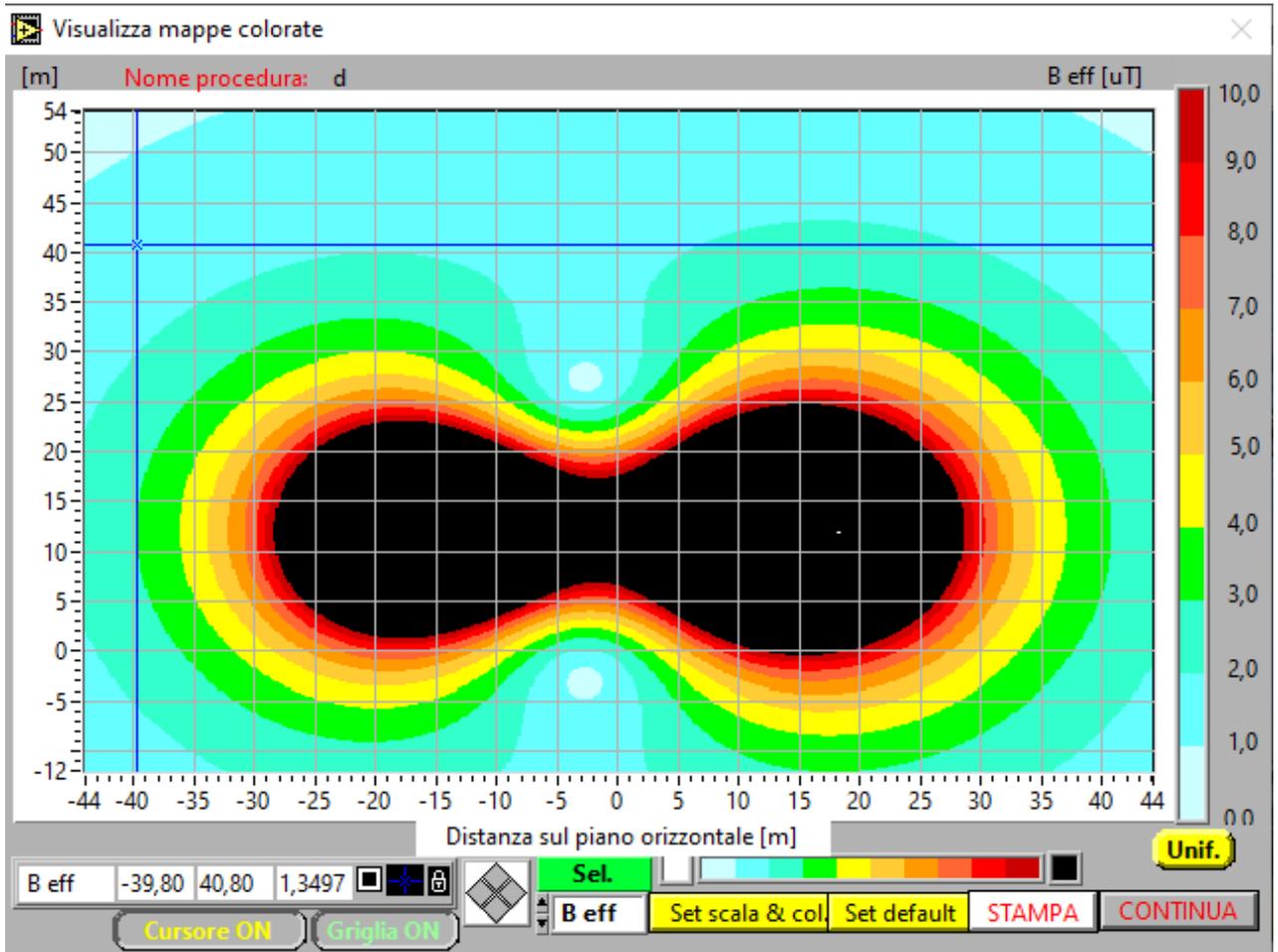
N.B. L'ampiezza della fascia di rispetto è stata calcolata dall'interasse tra le linee, la linea in oggetto è quella ubicata sulla DESTRA.

Qui sotto si riportano pertanto anche i valori calcolati per la linea oggetto di questa relazione:

Ampiezza fascia CEM dalla singola linea IN SINISTRA = 24.60 m

Ampiezza fascia CEM dalla singola linea IN DESTRA = 25.60 m

- Calcolo ampiezza fascia CEM per linea aerea affiancata ad altra linea
(Interasse tra le due linee = 30.00m)
 ampiezza fascia per rispetto $3 \mu T = 39.80 + 40.80 = 80,60$ metri



N.B. L'ampiezza della fascia di rispetto è stata calcolata dall'interasse tra le linee, la linea in oggetto è quella ubicata sulla DESTRA.

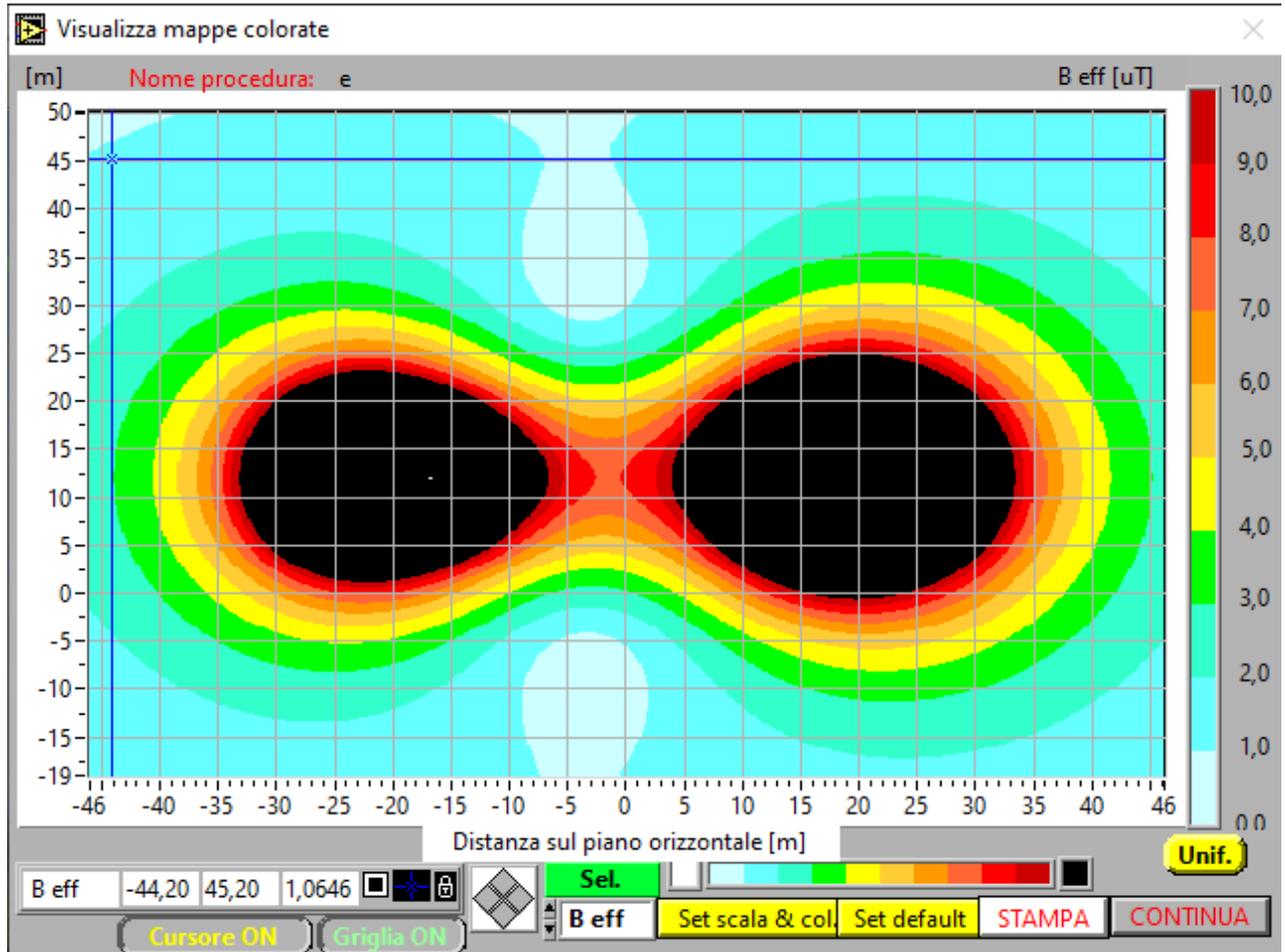
Qui sotto si riportano pertanto anche i valori calcolati per la linea oggetto di questa relazione:

Ampiezza fascia CEM dalla singola linea IN SINISTRA = 24.80 m

Ampiezza fascia CEM dalla singola linea IN DESTRA = 25.80 m



- Calcolo ampiezza fascia CEM per linea aerea affiancata ad altra linea
(Interasse tra le due linee = 40.00m)
ampiezza fascia per rispetto $3 \mu T = 44.20 + 45.20 = 89,40$ metri



N.B. L'ampiezza della fascia di rispetto è stata calcolata dall'interasse tra le linee, la linea in oggetto è quella ubicata sulla DESTRA.

Qui sotto si riportano pertanto anche i valori calcolati per la linea oggetto di questa relazione:

Ampiezza fascia CEM dalla singola linea IN SINISTRA = 24.20 m

Ampiezza fascia CEM dalla singola linea IN DESTRA = 25.20 m



5. CONFORMITA' OPERA IN MATERIA DI CAMPO ELETTRICO

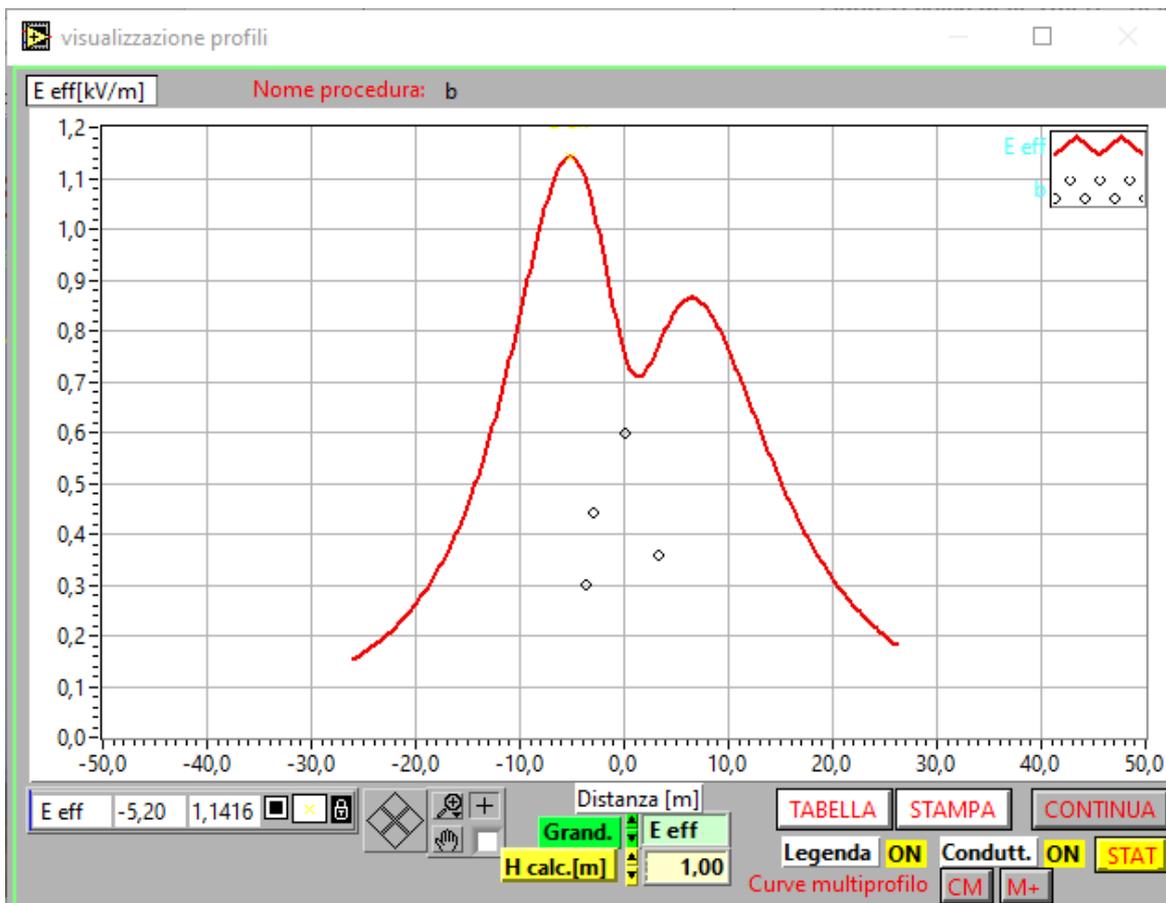
La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico proporzionale alla tensione della linea stessa. Il valore del campo elettrico decresce molto rapidamente con la distanza.

Utilizzando la stessa configurazione geometrica utilizzata per il calcolo dell'induzione magnetica, viene calcolato il valore di campo elettrico generato dagli elettrodotti a 1 m di altezza dal suolo.

Per il calcolo è stato utilizzato il programma "EMF Vers 4.08" sviluppato per Terna da CESI in aderenza alla norma CEI 211-4; inoltre, i calcoli sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

Per quanto riguarda l'altezza da terra dei conduttori degli elettrodotti in progetto, è stata considerata la distanza minima progettuale da terra, alla quale possono trovarsi i conduttori stessi. Tale distanza si verifica in condizioni di Massima Feccia e in base a quanto disposto dal D.M. 88 risulta essere, per linee a 150kV, pari a 10 m.

Con tali ipotesi è stato verificato, per ogni configurazione geometrica, il pieno rispetto del limite di esposizione dettato dal DPCM dell'8 luglio 2003 (5 kV/m).



Campo Elettrico al Suolo massimo pari a 1,15 kV/m

Come si può osservare i valori di campo elettrico sono sempre inferiori al limite di 5 kV/m imposto dalla normativa.

 edp renewables	<p style="text-align: center;">OPERE DI RETE PROPEDEUTICHE AL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI UN IMPIANTO DI GENERAZIONE DA FONTE EOLICA DA 78 MW</p> <p style="text-align: center;">Intervento 3</p> <p style="text-align: center;">Piano Tecnico delle Opere - Relazione CEM</p>	<p style="text-align: center;">Marzo 2022</p>
--	---	---

6. CONSIDERAZIONI FINALI

Dall'esame della planimetria di progetto, dalle carte catastali nonché dai sopralluoghi effettuati "in situ" risulta che il tracciato dell'elettrodotto si sviluppa prevalentemente su aree verdi adibite a prati coltivati, prati stabili, intersecando alcune strade comunali, provinciali o statali.

Il limite massimo di esposizione di $3\mu\text{T}$ come obiettivo di qualità, come si può notare dalle planimetrie riportanti le fasce di prima approssimazione, non interessa, per tutto il tracciato, recettori sensibili così come definiti dalla normativa vigente.

Il metodo di calcolo adottato e le scelte cautelative operate sono conformi alle indicazioni del Decreto Ministeriale 29/05/2008 "Approvazione delle metodologie di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto"

In conclusione, l'analisi effettuata ha permesso di evidenziare il pieno rispetto dell'obiettivo di qualità dettato dal DPCM del 8 luglio 2003.

È stato inoltre dimostrato il rispetto del limite di esposizione per il campo elettrico, così come fissato nel DPCM del 8 luglio 2003.