

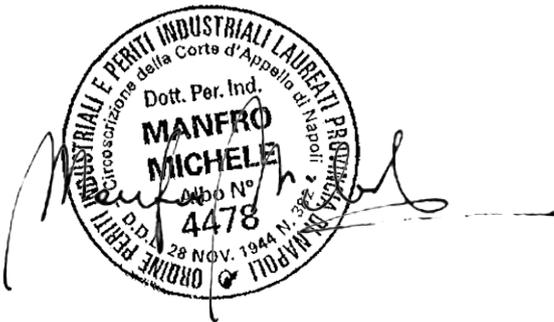
Richiesta di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) per un impianto di generazione da fonte rinnovabile (fotovoltaica) da 35,37 MW, con una potenza massima in immissione pari a 29,4 MW.
Codice pratica: 201901792

RELAZIONE CEM

ALLEGATO AL PIANO TECNICO DELLE OPERE - Progettazione Definitiva

Storia delle revisioni

Rev. 02	del 20/03/2023	Aggiornamenti a seguito commenti TERNA del 09/03/2023
Rev. 01	del 07/12/2022	Aggiornamenti a seguito disposizioni TERNA del 24/10/2022
Rev.00	del 07/07/2022	Prima emissione



Elaborato	Collaborazioni	Verificato	Approvato
M. Manfro	R. Izzo	BiProject Srl	REN 190 Srl

INDICE

INDICE.....	2
1. PREMESSA.....	3
2. COMUNI INTERESSATI.....	3
3. RICHIAMI NORMATIVI.....	3
4. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	4
5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
6. METODOLOGIA DI CALCOLO	6
7. ANALISI CEM FUTURO TRATTO AEREO 132kV IN DOPPIA TERNA	6
7.1 Distanza di Prima Approssimazione.....	9
7.2 Correnti di calcolo	9
7.3 Valutazione DpA dell'elettrodotto aereo 132kV in Doppia Terna	10
8. VALUTAZIONE CEM ELETTRODOTTO 132kV DA RIPOTENZIARE.....	11
8.1 Descrizione	11
8.2 Caratteristiche elettriche principali dell'opera di nuova realizzazione.....	11
8.3 Disposizione delle fasi.....	12
8.4 Verifica del limite di Esposizione	12
8.4.1 Campo elettrico	12
8.5 Campo magnetico.....	14
9. VALUTAZIONE CEM PER LE STAZIONI ELETTRICHE.....	15
9.1 Metodologia di valutazione.....	15
9.2 Valutazione e misurazione dei campi elettromagnetici.....	15
10. VALUTAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO	17
10.1 Metodologia di valutazione.....	17
10.2 Valutazione della DPA	19
10.2.1 Condizione elettrodotto 132 kV 839 A.....	19
10.3 Calcolo tridimensionale della fascia di rispetto.....	20
10.4 Verifica della presenza di recettori sensibili interni alla DPA.....	21
10.5 Individuazione e classificazione delle strutture potenzialmente sensibili.....	21
10.5.1 Strutture categoria 1.....	22
10.5.2 Strutture categoria 2.....	22
10.5.3 Strutture categoria 3.....	23
11. CONCLUSIONI.....	23
12. ALLEGATO A - SCHEDE RECETTORI.....	25
12.1 Recettore REC01	25
12.2 Recettore REC02	27

1. PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di riportare gli esiti della valutazione del campo elettrico e di induzione magnetica relativamente alle varianti necessarie per realizzare il collegamento in entra-esce a 132 kV aereo in doppia terna ad una futura Stazione Elettrica a 132/36 kV denominata "BRUSNENGO RTN", annessa in antenna alla Centrale elettrica utente della società "REN 190 S.r.l." della potenza nominale di 35,37 MW, sita nel comune di MASSERANO (BI), dalla linea esistente RTN 132 kV "MASSERANO - GATTINARA", codice 23-442-B1, previo il suo ripotenziamento.

Lo studio è effettuato con riferimento ai seguenti elaborati grafici:

Titolo	Doc. n°.
Planimetria CTR con Fascia D.p.A.; 1:5.000	REN-23442-PTO-DIS 03
Planimetria 1:2000 con Distanza di prima approssimazione (DPA)	REN-23442-PTO-DIS 04

2. COMUNI INTERESSATI

Le opere di progetto, oggetto della presente Relazione, interessano i seguenti comuni siti nella Regione PIEMONTE:

Provincia	Comune
BIELLA	MASSERANO
BIELLA	BRUSNENGO
VERCELLI	ROASIO
VERCELLI	ROVASENDA
VERCELLI	LENTA
VERCELLI	GATTINARA

3. RICHIAMI NORMATIVI

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 (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti). Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea (UE) 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 UE di continuare ad adottare tali linee guida. Lo Stato Italiano è successivamente intervenuto, con finalità di riordino e miglioramento della normativa in materia allora vigente in Italia attraverso la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinarli e aggiornarli periodicamente in relazione agli impianti che possono comportare esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici con frequenze comprese tra 0Hz e 300 GHz. Le valutazioni di campo elettrico e magnetico sono state effettuate nel pieno rispetto del

DPCM 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.

Per “**fasce di rispetto**” si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n°36, ovvero il volume racchiuso dalla curva isolivello a 3 μ T, 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.

Per le strutture situate all'interno della fascia di rispetto, si riportano gli esiti della valutazione puntuale tridimensionale effettuata dei valori di campo di induzione magnetica per verificare il rispetto dei limiti prescritti dalla normativa in vigore.

4. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

L'elettrodotto 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 che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla linea.

Il calcolo del campo elettrico è stato eseguito in conformità alla norma CEI 211-4 in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento.

1.1. Leggi

- *Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e 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 energia";*
- *Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";*
- *DPCM 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";*
- *Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";*
- *DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi;*
- *Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;*
- *Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137 ";*
- *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42";*
- *Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;*
- *Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";*
- *Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";*
- *Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";*
- *Decreto Interministeriale del 05/08/1998 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne";*

1.2. Norme Tecniche

- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09;
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06;
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07;
- 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 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12;
- 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", prima edizione, 2006:02.

6. METODOLOGIA DI CALCOLO

Le valutazioni sono state fatte 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).

Per "**fasce di rispetto**" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, ovvero il volume racchiuso dalla curva 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.

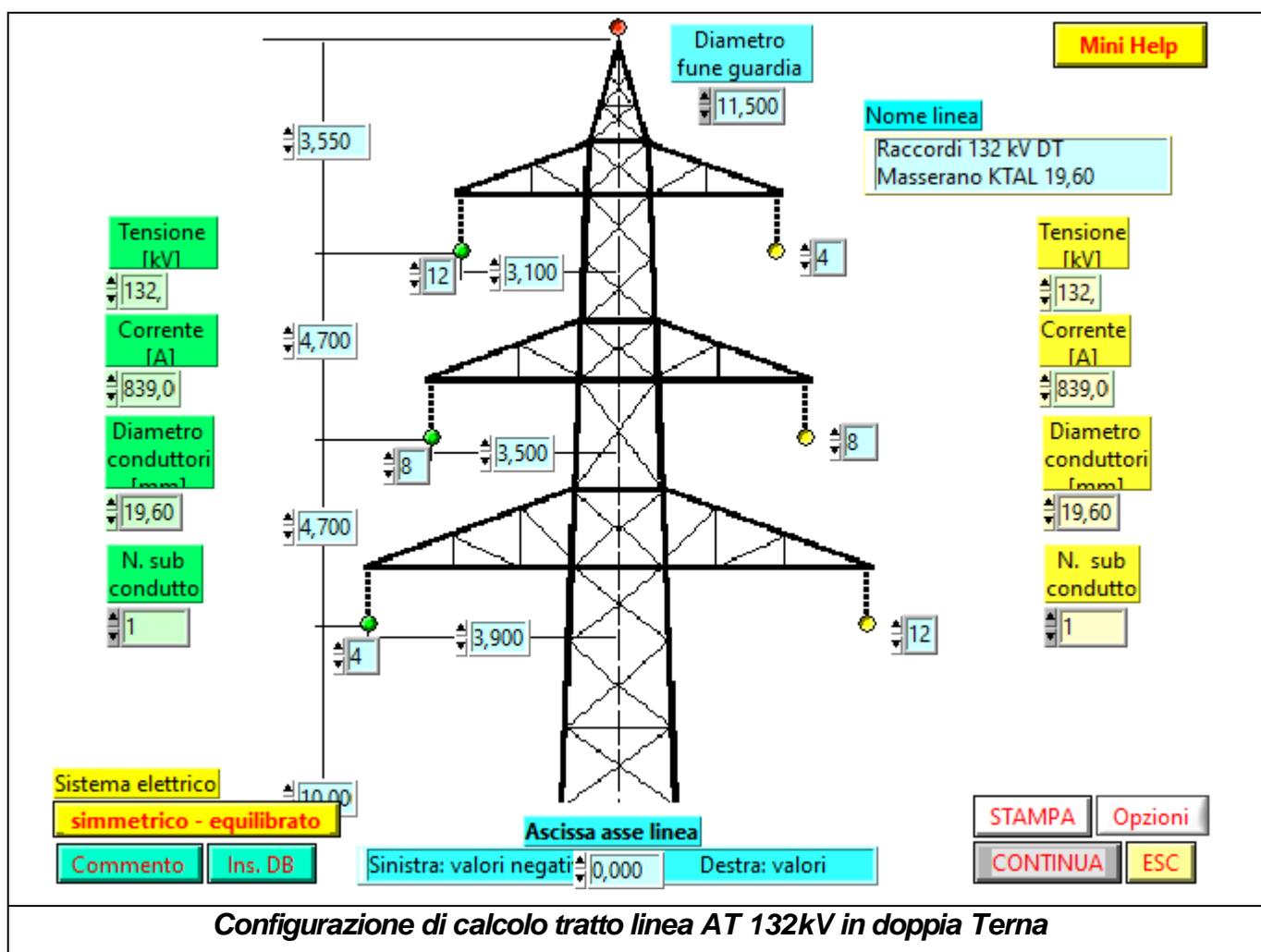
7. ANALISI CEM FUTURO TRATTO AEREO 132kV IN DOPPIA TERNA

Per il calcolo del campo elettrico è stato utilizzato il programma "EMF Vers 4.0", sviluppato per TERNA, da CESI in conformità alla norma CEI 211-4 in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

Per il calcolo delle intensità del campo elettrico si è considerata un'altezza dei conduttori dal suolo pari a 8 m, corrispondente al valore indicato dal D.M. 1991 per le linee aeree ove è prevista la presenza prolungata di persone sotto la linea. Tale ipotesi è conservativa, in quanto la loro altezza è, per scelta progettuale, sempre maggiore di tale valore. I conduttori sono ancorati ai sostegni, come da disegno schematico riportato nella figura seguente. Tra due sostegni consecutivi il conduttore si dispone secondo una catenaria, per cui la sua altezza dal suolo è sempre maggiore del valore preso a riferimento, tranne che nel punto di vertice della catenaria stessa.

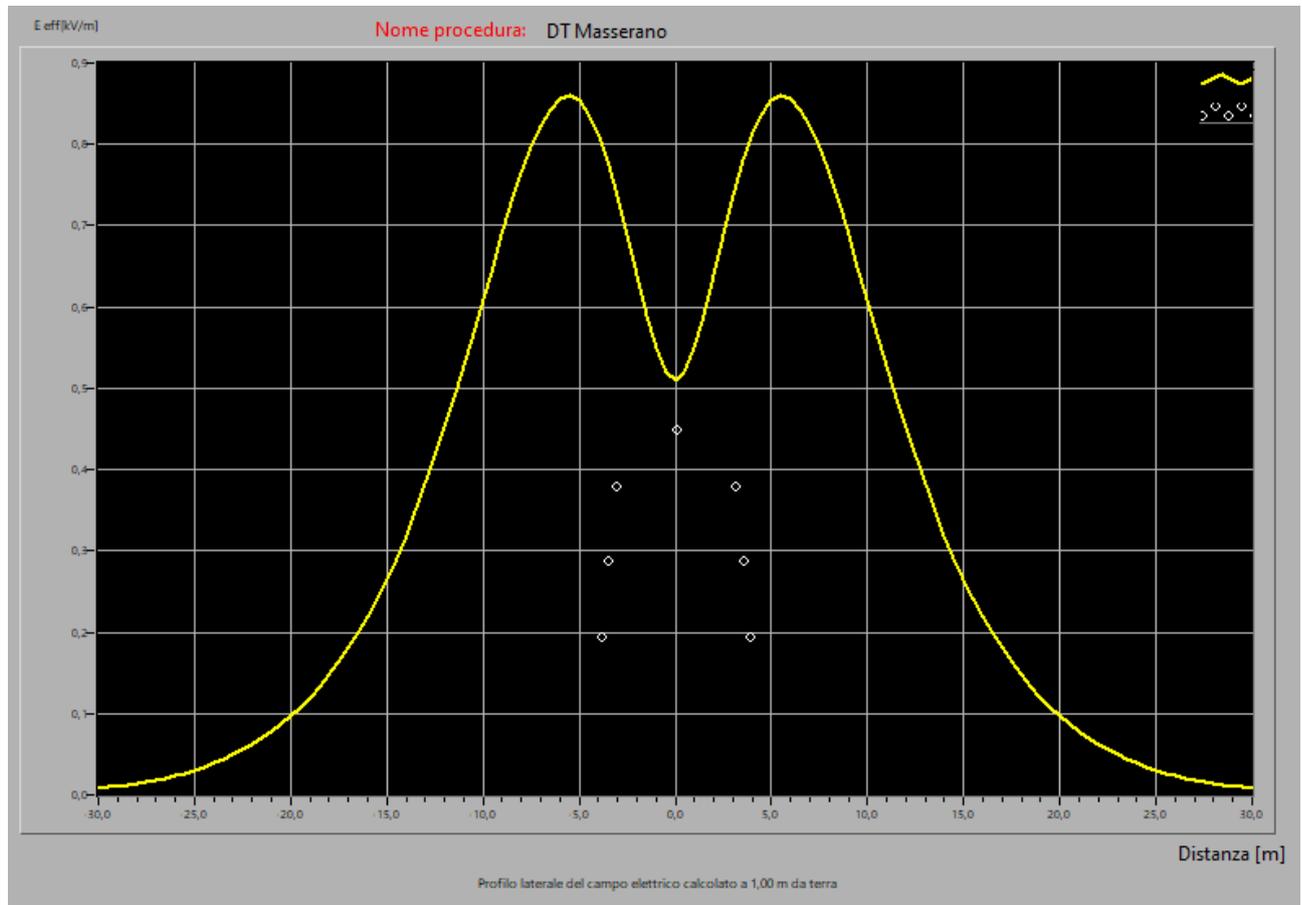
Per quanto sopra, le ipotesi di calcolo assunte risultano sempre conservative ai fini dei CEM.

Le configurazioni di calcolo, nel tratto relativo all'**Intervento 1 "Raccordi AT 132kV"** in Doppia Terna alla linea esistente "MASSERANO - GATTINARA" cod. 23442, della lunghezza complessiva di circa 0,275 km e installazione di 2 nuovi sostegni, sono indicate nelle seguenti figure:



Nella figura seguente è riportato il calcolo del campo elettrico, generato dalle linee ad una tensione di 132 kV in doppia terna.

I valori esposti si intendono calcolati a 1,00m da terra rispetto ad un'altezza minima di 11.4 m dei conduttori dal suolo.



Profilo laterale del campo elettrico a 1.0 m dal suolo generato dall'elettrodotto

Come si vede, il valore di campo elettrico è **inferiore al limite di 5 kV/m** imposto dalla normativa.

7.1 Distanza 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”*.

Tale decreto prevede per il calcolo della DpA l'utilizzo della configurazione spaziale dei conduttori, geometrica e di fase che forniscono il risultato più cautelativo.

7.2 Correnti di calcolo

Nel calcolo si è considerata la corrente corrispondente alla portata in servizio normale della linea come definito dalla norma CEI 11-60 e conformemente al disposto del D.P.C.M. 08/07/2003.

TENSIONE NOMINALE	PORTATA IN CORRENTE (A) DELLA LINEA SECONDO CEI 11-60 Linea aerea 132 kV CONDUTTORE KTAL diam. 19.6 mm
	ZONA B
	PERIODO FREDDO
132kV	839 A

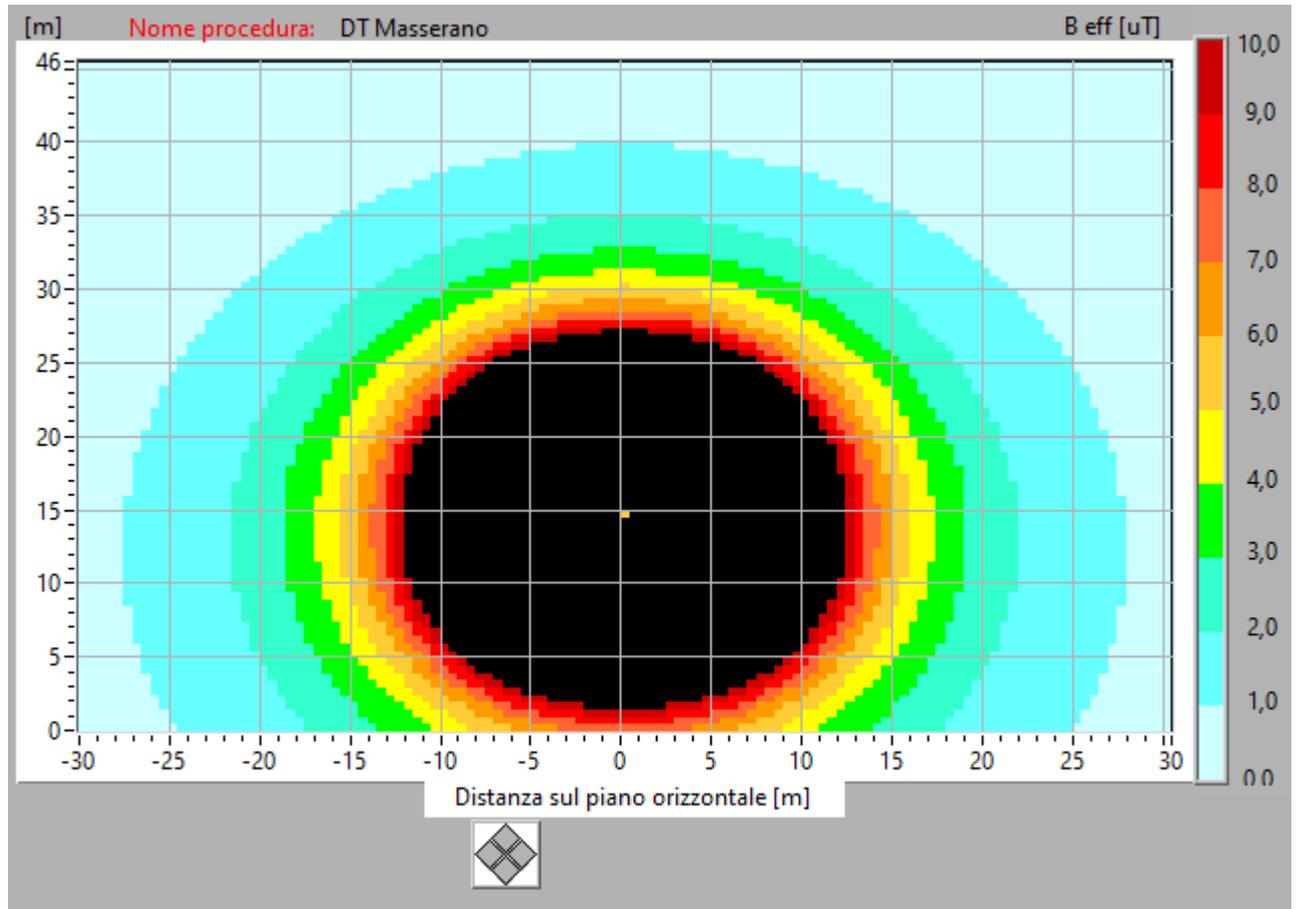
L'elettrodotto interessato dalla variante è ubicato geograficamente in **zona B**.

Per il calcolo delle isocampo è stato utilizzato il programma “EMF Versione 4.0” sviluppato per TERNA da CESI in aderenza alla norma CEI 211-4 ed in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003. In corrispondenza di cambi di direzione, parallelismi e derivazioni sono state riportate le aree di prima approssimazione calcolate applicando i procedimenti semplificati riportati nella metodologia di calcolo di cui al par. 5.1.4 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008; in particolare:

- nei tratti dei parallelismi delle linee sono stati calcolati gli incrementi ai valori delle semifasce calcolate come imperturbate secondo quanto previsto dal par. 5.1.4.1 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008.
- nei cambi di direzione si sono applicate le estensioni della fascia di rispetto lungo la bisettrice all'interno ed all'esterno dell'angolo tra due campate (si veda par. 5.1.4.2 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008);

7.3 Valutazione DpA dell'elettrodotto aereo 132kV in Doppia Terna

Si riporta di seguito l'andamento della fascia di rispetto e della relativa Distanza di Prima Approssimazione, relativa alla tratta aerea in Doppia Terna in variante all'elettrodotto "MASSERANO - GATTINARA", in condizione "imperturbata" con conduttori disposti in doppia terna con fasi concordi:



Data la simmetria della posizione nello spazio dei conduttori, il valore della Fascia DpA è pari a 38.00m.

A tal proposito si evidenzia che lungo il tracciato della linea futura, nell'attuale assetto del territorio preso a base del progetto, non sono presenti costruzioni di tipo abitativo o di altro genere.

8. VALUTAZIONE CEM ELETTRODOTTO 132kV DA RIPOTENZIARE

La tratta di Elettrodotto 132kV aereo esistente a semplice terna "MASSERANO-GATTINARA" (14 km circa) da ripotenziare mediante la sostituzione dei conduttori esistenti con conduttori speciali aventi caratteristiche di portata superiore a quella attualmente in esercizio, sarà oggetto di valutazione diretta dei campi elettrici e magnetici.

8.1 Descrizione

Il progetto prevede, sostanzialmente, il ripotenziamento della direttrice esistente "MASSERANO-GATTINARA" tramite la sostituzione dei conduttori esistenti con conduttori speciali aventi caratteristiche di portata superiore a quella attualmente in esercizio.

La linea esistente in oggetto risulta pertanto così composta:

CP MASSERANO – P. 4: conduttore AA 31.5 ($\pm 0,840$ km) da ripotenziare.

P.4 – P. 41: conduttore AA 19.6 ($\pm 8,085$ km) da ripotenziare.

P. 41 - CP GATTINARA: conduttore AA 31.5 (± 5.060 km) da ripotenziare.

Utilizzando quindi esclusivamente il tracciato e la palificata esistente, come si evince dalla Planimetria doc. n. REN-23442-PTO-DIS 03, è stata individuata la soluzione più funzionale, che tiene conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia. In totale la tratta di linea da ripotenziare avrà una lunghezza pari a circa **14 Km**. Tutto il territorio interessato dal tracciato è destinato a uso agricolo. Tale tracciato resta distante da zone urbanizzate o di potenziale urbanizzazione e consente di mantenere distanze dalle poche abitazioni presenti e ricadenti nella fascia D.p.A. tali da non indurre valori significativi di campi elettromagnetici, come dimostrato nei paragrafi seguenti. Per quanto riguarda l'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti, sono rispettati i vincoli prescritti dalla normativa vigente (legge n° 36 del 22/02/2001 e relativo D.M. attuativo del 29/05/2008).

A tal proposito si evidenzia che lungo il tracciato della linea, nell'attuale assetto del territorio preso a base del progetto, sono presenti costruzioni di tipo abitativo o di altro genere, di cui nei seguenti paragrafi si riporta l'analisi di dettaglio.

8.2 Caratteristiche elettriche principali dell'opera di nuova realizzazione

L'elettrodotto esistente da ripotenziare è costituito da sostegni del tipo a semplice terna, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno. Essi sono del tipo tronco piramidale costituiti da angolari di acciaio (in parte tubolari) ad elementi zincati a caldo e bullonati; ogni fase sarà costituita da un nuovo conduttore di energia costituito da una corda composta da un mantello esterno realizzato con leghe di alluminio (KTAL), ad alta temperatura, e da una anima realizzata con leghe di ferro-nichel rivestite di alluminio con un diametro complessivo di 19,6 mm. Le caratteristiche elettriche dei nuovi conduttori che lo costituiscono sono:

PARAMETRO	VALORE
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Portata Massima in corrente	839 A
Tipo di conduttore	KTAL-ACI
Diametro del conduttore	19,6 mm

Tali caratteristiche sono quelle considerate ai fini del calcolo del campo elettrico e magnetico e sono riportate nei documenti allegati alla documentazione di progetto.

In particolare, si faccia riferimento al documento:

- Doc. **REN-23442-PTO-DOC 05** - CARATTERISTICHE COMPONENTI

8.3 Disposizione delle fasi

Così come previsto dal documento ISPRA "Disposizioni integrative/interpretative linee guida decreti 29/05/2008", per ogni elettrodotto esistente o in progetto che sia oggetto della presente analisi tecnica sui campi elettromagnetici, sarà considerata la reale disposizione geometrica delle fasi elettriche.

8.4 Verifica del limite di Esposizione

8.4.1 Campo elettrico

Il D.P.C.M. dell'8 luglio 2003 in merito al rispetto dell'esposizione ai campi elettrici prevede un limite di esposizione di 5 kV/m. Per gli elettrodotti aerei la valutazione del campo elettrico al suolo è avvenuta mediante l'impiego del software "EMF Versione 4.08" sviluppato per TERNA da CESI in aderenza alla norma CEI 211-4.

La configurazione della geometria dei sostegni e i valori delle grandezze elettriche sono quelli riportati nel capitolo precedente e nelle relazioni tecniche illustrative allegate alla documentazione progettuale e coincidono con le reali condizioni di installazione.

Per la progettazione del nuovo elettrodotto aereo sono stati utilizzati i seguenti franchi minimi:

- elettrodotto aereo in semplice terna 150kV - franco minimo da terra di 7m.

La valutazione del campo elettrico è avvenuta nelle condizioni maggiormente conservative, effettuando una simulazione considerando l'effettiva disposizione geometrica dei conduttori nello spazio, ad un'altezza utile pari al franco minimo previsto da progetto (7m).

Come si evince dalle simulazioni effettuate il valore del campo elettrico, a 1 m dal suolo, è **sempre inferiore** al limite di esposizione di 5 kV/m previsto dal DPCM 08/07/03.

CONFIGURAZIONE FASI LINEA MASSERANO-GATTINARA cond. KTAL 19,60 – 839A

Nome linea

Linea 132 kV Masserano-Gattinara

Tensione [kV]

132

Corrente [A]

839,0

Diametro conduttori [mm]

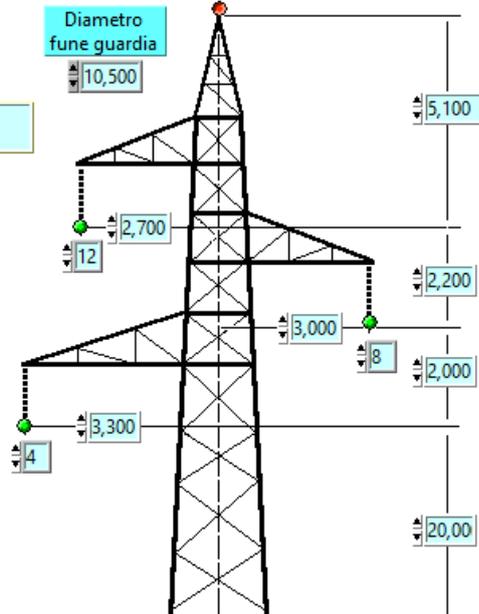
19,60

N. sub condotto

1

Diametro fune guardia

10,500



Mini Help

Sistema elettrico

simmetrico - equilibrato

Commento

Ins. DB

Ascissa asse linea

Sinistra: valori negati 0,000

Destra: valori

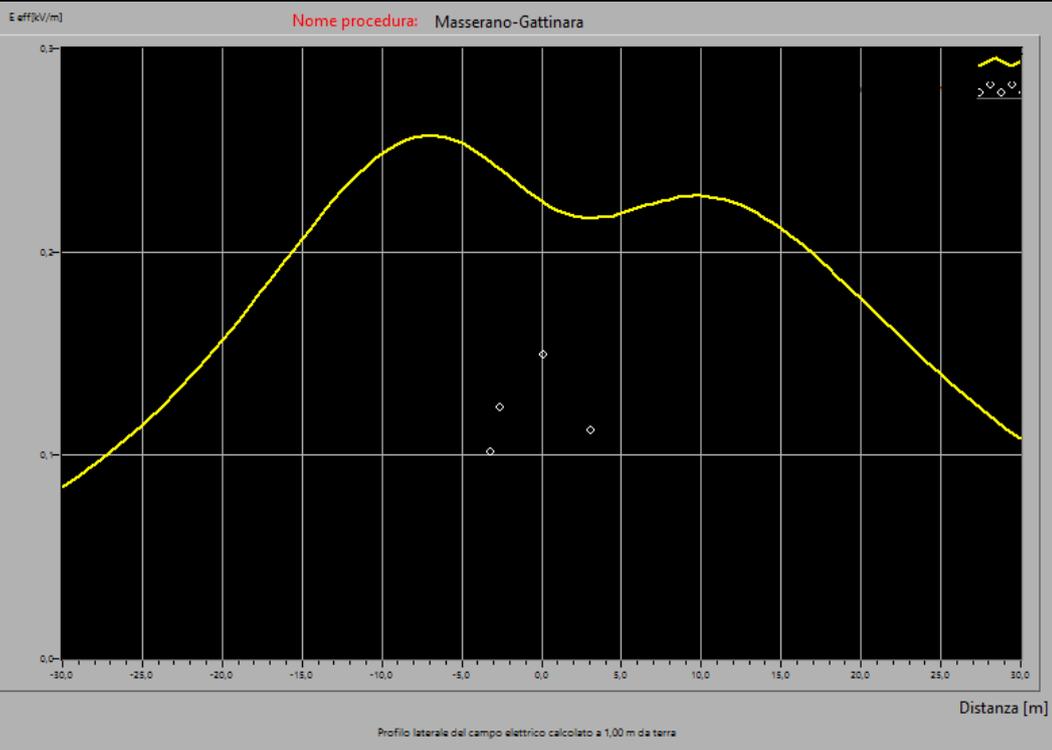
STAMPA

Opzioni

CONTINUA

ESC

CONFIGURAZIONE CAMPO ELETTRICO LINEA MASSERANO-GATTINARA cond. KTAL 19,60 – 839A



8.5 Campo magnetico

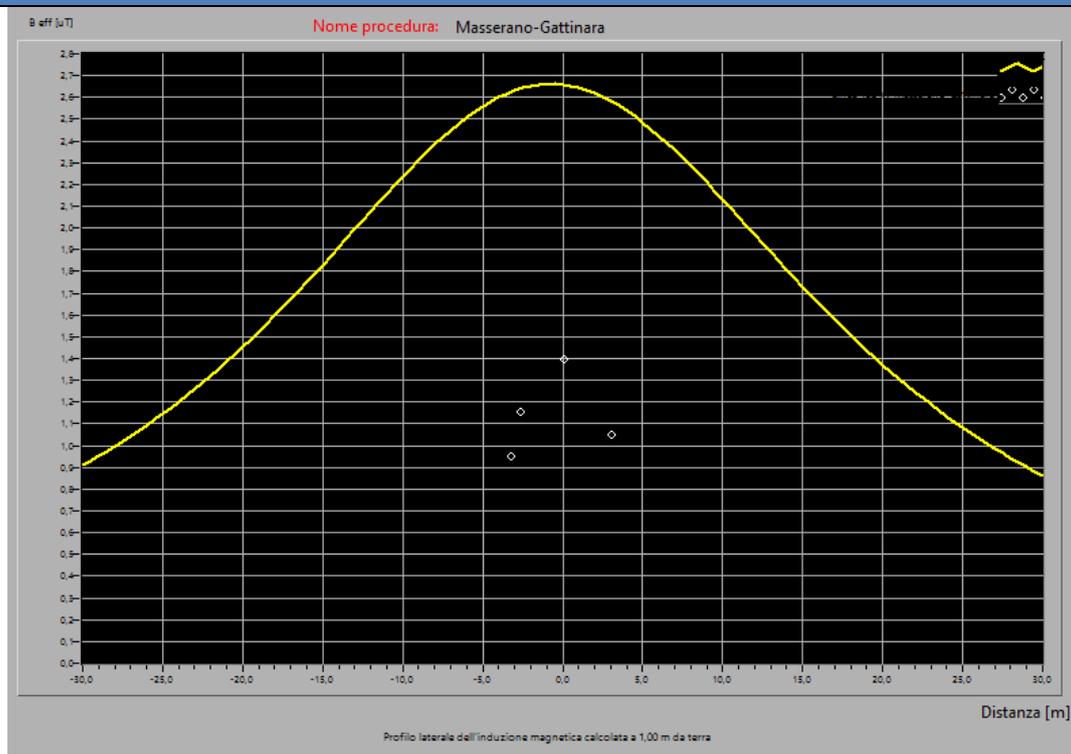
La valutazione del campo magnetico, ai fini del rispetto del Limite di esposizione di $100 \mu\text{T}$ (come definito dal D.P.C.M. dell'8 luglio 2003 nonché dalla "Metodologia di calcolo" approvata con D.M. 29 maggio 2008), è avvenuta mediante l'impiego del software "EMF Versione 4.08" sviluppato per T.E.R.NA. dal CESI in aderenza alla norma CEI 211-4.

Per gli elettrodotti aerei, la configurazione geometrica dei sostegni ed i valori delle grandezze elettriche sono quelle riportati nel capitolo precedente e nella relazione tecnica illustrativa allegata alla documentazione progettuale e coincidono con le reali condizioni di installazione. Per la progettazione del ripotenziamento dell'elettrodotto aereo sono stati utilizzati i seguenti franchi minimi:

- elettrodotto aereo in semplice terna 132kV - franco minimo da terra di 7m.

La valutazione del rispetto del Limite di esposizione al campo magnetico è avvenuta nelle condizioni maggiormente conservative, considerando l'effettiva disposizione geometrica dei conduttori nello spazio, ad un'altezza utile pari al franco minimo previsto da progetto (7m), e la "Portata Massima in corrente del conduttore" come valore di corrente in simulazione, come da caratteristiche tecniche del conduttore indicato al paragrafo 3.3.

CONFIGURAZIONE CAMPO INDUZIONE MAGNETICA LINEA MASSERANO-GATTINARA cond. KTAL 19,60 – 839A



Come si evince dalle simulazioni effettuate il valore del campo magnetico, a 1 m dal suolo, è **sempre inferiore** al limite di esposizione di $100 \mu\text{T}$ previsto dal DPCM 08/07/03.

9. VALUTAZIONE CEM PER LE STAZIONI ELETTRICHE

9.1 Metodologia di valutazione

La futura stazione elettrica (SE RTN 132/36kV) sarà progettata e costruita in modo da rispettare i valori di campo elettrico e magnetico previsti dalla normativa statale vigente (Legge 36/2001 e D.P.C.M. 08/07/2003).

La stazione sarà normalmente esercita in teleconduzione e non è prevista la presenza di personale, se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria.

Data la standardizzazione dei componenti e della disposizione geometrica, si possono estendere alla stazione di progetto i rilievi sperimentali eseguiti nelle stazioni Terna per la misura dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio. Si può notare come il contributo di campo elettrico e magnetico dei componenti di stazione (macchinari e apparecchiature), in corrispondenza delle vie di servizio interne, risulti trascurabile rispetto a quello delle linee entranti.

Tale contributo diminuisce ulteriormente in prossimità della recinzione dove si può affermare che il campo elettrico e magnetico è principalmente riconducibile a quello dato dalle linee entranti per le quali risulta verificata la compatibilità con la normativa vigente, come chiarito nella presente documentazione progettuale. In sintesi, i campi elettrici e magnetici esternamente all'area di stazione sono riconducibili ai valori generati dalle linee entranti e quindi l'impatto determinato dalla stazione stessa è compatibile con i valori prescritti dalla vigente normativa.

9.2 Valutazione e misurazione dei campi elettromagnetici

La Figura 1 mostra la planimetria di una tipica stazione di trasformazione 380/150 kV di TERNA all'interno della quale è stata effettuata una serie di misure di campo elettrico e magnetico al suolo.

Nella stessa figura si fornisce l'indicazione delle principali distanze fase – terra e fase – fase, nonché la tensione sulle sbarre e le correnti nelle varie linee confluenti nella stazione, registrate durante l'esecuzione delle misure.

Sono inoltre evidenziate le aree all'interno delle quali sono state effettuate le misure; in particolare, sono evidenziate le zone ove i campi sono stati rilevati per punti utilizzando strumenti portabili (aree A, B, C, e D), mentre sono contrassegnate in tratteggio le vie di transito lungo le quali la misura dei campi è stata effettuata con un'opportuna unità mobile (furgone completamente attrezzato per misurare e registrare con continuità i campi).

Va sottolineato che, grazie alla modularità degli impianti della stazione, i risultati delle misure effettuate nelle aree suddette, sono sufficienti a caratterizzare in modo abbastanza dettagliato tutte le aree interne alla stazione stessa, con particolare attenzione per le zone di più probabile accesso da parte del personale. Nella Tabella 1 è riportata una sintesi dei risultati delle misure di campo elettrico e magnetico effettuate nelle aree A, B, C e D.

Per quanto riguarda le registrazioni effettuate con l'unità mobile, la Figura 2 illustra i profili del campo elettrico e di quello magnetico rilevati lungo il percorso n. 1, quello cioè che interessa prevalentemente la parte a 380 kV della stazione.

I valori massimi di campo elettrico e magnetico si riscontrano in prossimità degli ingressi linea a 380 kV. I valori del campo elettrico e di quello magnetico riscontrati al suolo all'interno delle aree di stazione sono risultati compatibili con i limiti di legge.

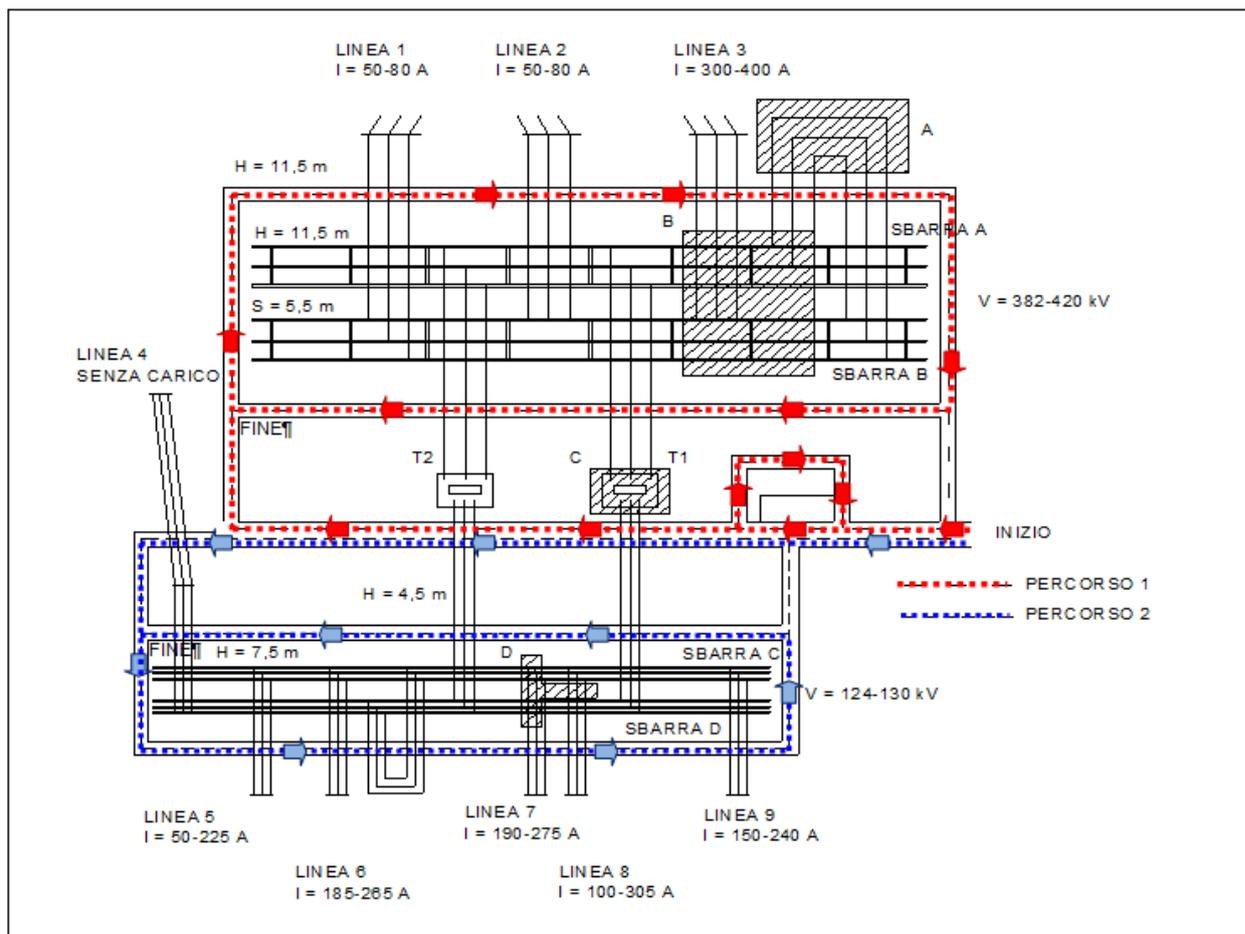


Figura 1: Pianta di una tipica stazione 380/150 kV con l'indicazione delle principali distanze fase-fase (S) e fase-terra (H) e delle variazioni delle tensioni e delle correnti durante le fasi di misurazioni di campo elettrico e magnetico.

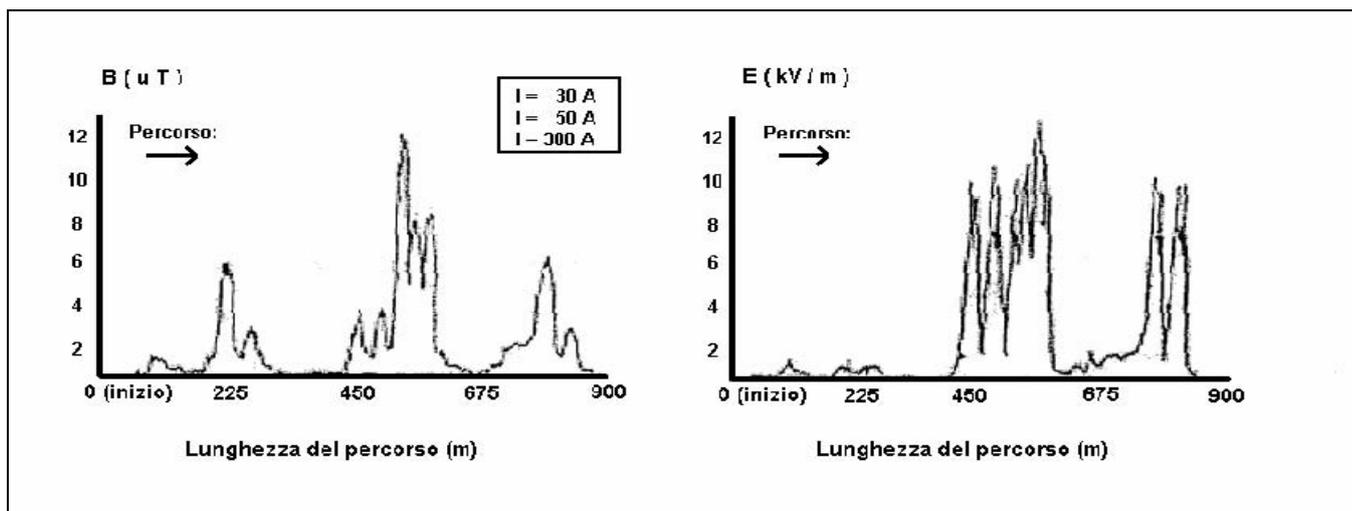


Figura 2: Risultati della misura dei campi elettrici e magnetici effettuate lungo le vie interne della sezione a 380 kV della stazione riportata in Figura 1

Area	Numero di punti di misura	Campo Elettrico (kV/m)			Induzione Magnetica (μ T)		
		E max	E min	E medio	B min	B max	B medio
A	93	11,7	5,7	8,42	8,37	2,93	6,05
B	249	12,5	0,1	4,97	10,22	0,73	3,38
C	26	3,5	0,1	1,13	9,31	2,87	5,28
D	19	3,1	1,2	1,96	15,15	3,96	10,17

Tabella 1: Risultati della misura del campo elettrico e del campo di induzione magnetica nelle aree A, B, C, e D riportate in Figura 1

10. VALUTAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO

10.1 Metodologia di valutazione

Per la valutazione della fascia di rispetto e del campo di induzione magnetica a cui sono esposti eventuali recettori sensibili, si procederà utilizzando la seguente metodologia:

- **Step 1:** si procede alla valutazione tridimensionale del campo di induzione magnetica immaginando la sovrapposizione degli effetti generati da tutti gli elettrodotti (esistenti e di nuova costruzione) nelle reali condizioni di installazione, ipotizzando circolante la massima corrente prevista. Si calcola la fascia di rispetto e quindi la sua proiezione al suolo (DPA).

- **Step 2:** si individuano le strutture potenzialmente sensibili, ovvero quei manufatti che ricadono interamente o parzialmente all'interno della proiezione al suolo della fascia di rispetto. Esse vengono quindi schedate e classificate attraverso l'analisi della documentazione catastale, delle carte tecniche regionali e da sopralluoghi in situ. Qualora all'interno della proiezione a terra della fascia di rispetto non si evincano strutture potenzialmente sensibili, o se presenti quest'ultime non sono classificabili come recettori sensibili, le procedure di valutazione dell'esposizione ai campi magnetici è conclusa. Se invece, all'interno della fascia di rispetto sono presenti strutture classificate come recettori sensibili (per cui necessita uno studio approfondito e puntuale sull'esposizione ai campi magnetici) la procedura prosegue con i successivi step di seguito descritti.

- **Step 3:** si effettua una valutazione di campo di induzione magnetica, generato dal solo contributo degli elettrodotti esistenti sempre considerati nelle reali condizioni di installazione. Così come previsto dalla metodologia di cui al documento ISPRA "Disposizioni integrative/interpretative sui decreti del 29/05/2008", si utilizza, come valore di corrente di esercizio, la massima mediana giornaliera nelle 24 ore. Per le strutture potenzialmente sensibili all'interno della proiezione al suolo della fascia di rispetto, si calcola il valore di induzione magnetica denominato B_{max}.

- **Step 4:** si effettua una nuova valutazione del campo di induzione magnetica, questa volta generato sia dagli elettrodotti esistenti che da quelli di nuova costruzione, entrambi sempre considerati nelle reali condizioni di installazione, e in cui circolano le rispettive correnti di seguito riportate:
 - Per gli elettrodotti esistenti: il valore massimo della mediana giornaliera nelle 24 ore;
 - Per gli elettrodotti di nuova costruzione: il valore della portata di corrente.

A conclusione di questa fase, per le strutture interessate, sarà stata determinato il valore cumulato denominato B_{TOT}. Questo valore tiene conto dell'effetto cumulato generato dagli elettrodotti esistenti e da quelli di nuova realizzazione;

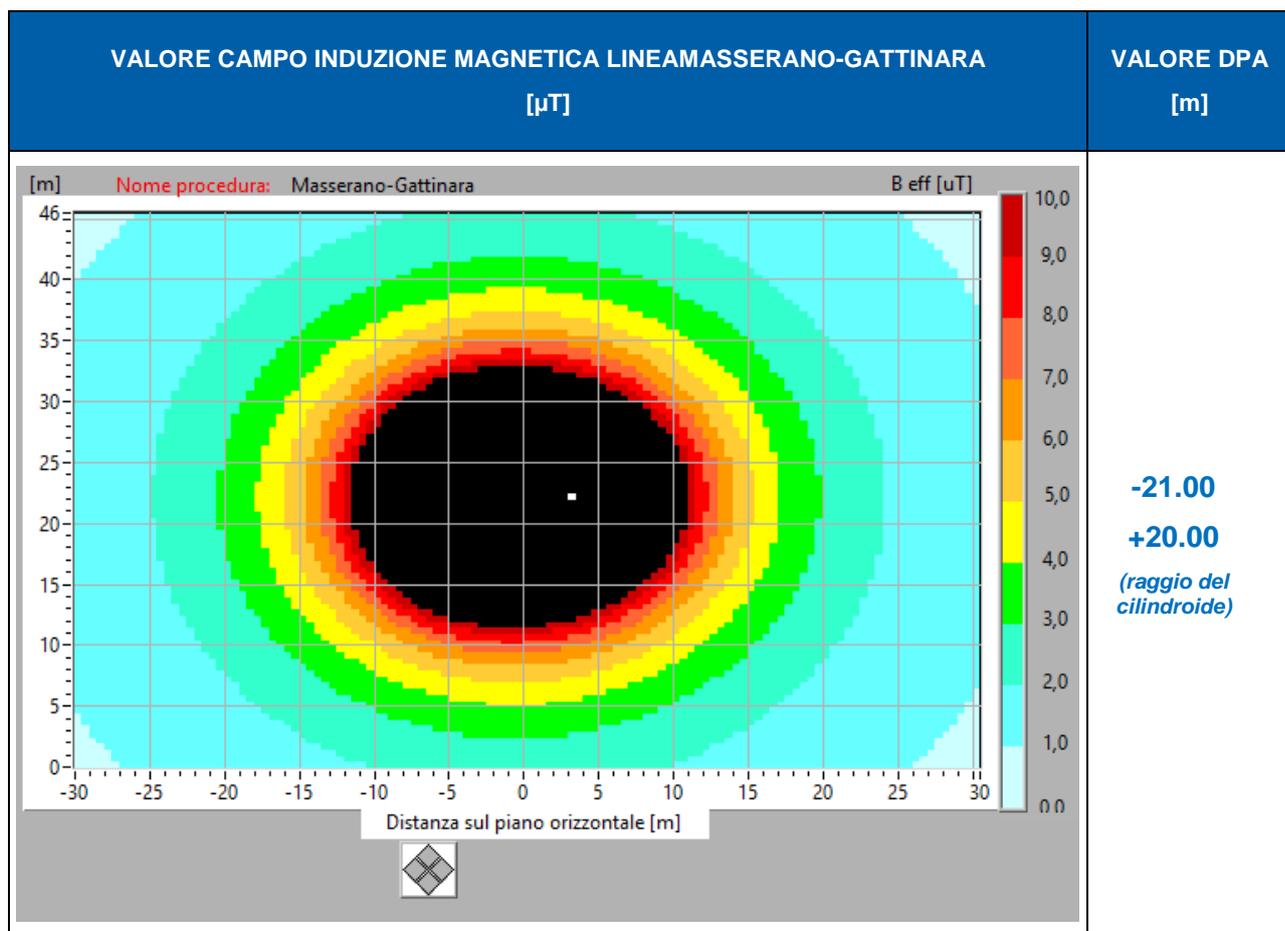
- **Step 5:** si procede quindi a verificare che la realizzazione dei nuovi elettrodotti non peggiori sostanzialmente l'esposizione al campo di induzione magnetica. La verifica per i singoli recettori sarà la seguente:

$$\begin{array}{ll} B_{TOT} \leq 3 & \text{se } B_{MAX} < 3 \\ B_{TOT} \leq B_{MAX} + 0.1 & \text{se } B_{MAX} \geq 3 \end{array}$$

10.2 Valutazione della DPA

Con riferimento all'elettrodotto da ripotenziare, al fine di avere una stima della DPA in condizione di assenza d'interferenze (parallelismi, incroci, deviazioni, ecc.) ovvero in condizioni imperturbate, sono state effettuate alcune simulazioni con il programma "EMF Versione 4.08" con cui è stata individuata una dimensione di massima della DPA.

Tali simulazioni sono state effettuate con le configurazioni geometriche ed i valori delle grandezze elettriche già riportate nei capitoli precedenti e nelle relazioni tecniche illustrative.



10.2.1 Condizione elettrodotto 132 kV 839 A

Nelle figure precedenti sono riportati rispettivamente i diagrammi (Profili laterali e Mappe verticali) dell'induzione magnetica e del campo elettrico in funzione della distanza orizzontale dall'asse dell'elettrodotto. Come si evince dalla tabella relativa ai profili del campo elettrico e magnetico, avremo rispettivamente, con la disposizione dei conduttori a triangolo, una distanza di -21,00 metri e 20,00 metri dall'asse dell'elettrodotto aereo a 150 kV, per cui i corrispondenti valori, a 0 metri dal suolo, sono inferiori ai limiti di legge ($3 \mu\text{T}$ per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico). Per quanto riguarda l'andamento della mappa verticale, per le distanze sopra esposte, dal diagramma si evince che per qualsiasi altezza dal suolo, i valori del campo elettrico e induzione magnetica sono inferiori ai predetti limiti di legge.

Comunque l'andamento della mappa verticale permette di definire una fascia al suolo delimitata da due rette parallele dall'asse dell'elettrodotto con disposizione delle fasi a triangolo, distanti da esso di -21,00 metri e 20,00 metri; pertanto per qualsiasi punto situato all'esterno di tale fascia, per qualunque altezza, il valore dell'induzione è minore di 3 μT , lo stesso discorso vale per la mappa verticale inerente il campo elettrico.

I valori di DpA ottenuti sono pari a -21,00m e 20,00m rispetto all'asse linea

10.3 Calcolo tridimensionale della fascia di rispetto

Per il calcolo delle fasce di rispetto (di cui allo step 1 della procedura descritta al paragrafo precedente) si è proceduto inoltre anche ad una simulazione **tridimensionale**.

Nella simulazione sono state utilizzate le seguenti ipotesi:

- Configurazione dei tratti di linea di nuova costruzione ed esistenti (sostegni e conduttori) nelle reali condizioni di installazione in termini di:
 - Posizionamento del Sostegno (Coordinate ed altezza sul livello del mare)
 - Geometria dei sostegni
 - Tipologia conduttori
 - Parametri di tesatura

Per l'elettrodotto interessato dal presente studio, i valori di corrente caratteristici e quindi da adottare nelle diverse fasi di simulazione così come esposto al paragrafo precedente, sono:

ASSET (Nuovo / Esistente)	CODICE LINEA	NOME COLLEGAMENTO	TENSIONE [kV]	ST/DT	TIPO	CONDUTTORE [mm ²]	Portata in corrente [A]
E	23442B1	Ripotenziamento <i>Elettrodotto 132kV aereo semplice terna "MASSERANO - GATTINARA" TRATTA P.4-P.41</i>	132	ST	Aereo	1 x KTALACI 227.63	839 (Massima)

La proiezione al suolo della fascia di rispetto è riportata su due differenti tipologie di elaborati in modo da poterne evidenziare i differenti aspetti. In particolare, si è provveduto a riportare le informazioni su carta tecnica regionale e su planimetria catastale per ogni comune interessato, come mostrato nei documenti sotto indicati:

- *REN-23442-PTO-DIS 03 - Aerofotogrammetria con Fascia DpA;*
- *REN-23442-PTO-DIS 04 - Planimetria Catastale con Fascia D.p.A.;*

Inoltre dagli elaborati dei profili longitudinali:

- *Doc. REN-23442-PTO-DIS 05 - Profilo esistente tratta MASSERANO-GATTINARA;*
- *Doc. REN-23442-PTO-DIS 06 - Profilo FUTURO tratta MASSERANO-GATTINARA;*
- *Doc. REN-23442-PTO-DIS 07 - Profilo futuro Raccordi DT se RTN BRUSNENGO;*

si possono evincere le quote dei recettori e dei conduttori dell'elettrodotto oggetto di studio.

10.4 Verifica della presenza di recettori sensibili interni alla DPA

Per tenere conto della metodologia di calcolo di cui al par. 5.1.4 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008, è stato utilizzato il Programma CaMEI versione 7 – dicembre 2014.

Tale software fa parte della "Piattaforma per la gestione integrata e guidata di moduli di calcolo del campo elettrico e del campo magnetico generato da impianti di trasmissione" – EMF Tools - sviluppato da CESI Ambiente per Terna Rete Italia S.p.A.

È stata condotta l'analisi di tutti i possibili recettori ricadenti all'interno della DPA con riferimento al tracciato aereo in variante.

L'analisi dimostra che risultano recettori nella fascia DPA così calcolata e riportata nelle planimetrie doc. **REN-23442-PTO-DIS 03** e **REN-23442-PTO-DIS 04**.

10.5 Individuazione e classificazione delle strutture potenzialmente sensibili

Calcolata la fascia di rispetto, mediante le informazioni desunte da:

- Cartografia su Carta Tecnica Regionale;
- Foto
- Planimetrie e visure catastali (aggiornate a Luglio 2022)
- Sopralluoghi in sito

Le strutture ricadenti interamente o parzialmente all'interno della medesima fascia vengono prima individuate (di cui allo step 2 della procedura descritta al paragrafo 5.1) e poi classificate secondo tre differenti categorie, come di seguito indicato:

- **Strutture categoria 1:** strutture presenti sulla planimetria catastale e/o CTR ma che non risultano presenti da sopralluoghi in sito;
- **Strutture categoria 2:** strutture presenti in sito, individuate con ricorso a tutte le informazioni disponibili, e che non sono classificabili come "luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere", dal momento che ricorrono le seguenti condizioni:
 - Da visure catastali i fabbricati non sono residenziali, ma sono classificati come "fabbricati rurali";
 - Da sopralluoghi effettuati essi risultano depositi agricoli, ruderi, serre, etc.;

- Lo stato di conservazione dei luoghi rende ipotizzabile uno stato di abbandono e/o uno stato di totale inabitabilità degli stessi.
- **Strutture categoria 3:** strutture presenti su planimetria e/o individuate da sopralluoghi in situ e che possono essere classificabili come "luoghi adibiti a permanenze non inferiori alle quattro ore giornaliere".

Vale la pena evidenziare che tutte le strutture quali "ruderi", "baracche", "tettoie", "deposito attrezzi", "deposito agricoli", non possono essere considerate in alcun modo recettori sensibili dal momento che per le loro caratteristiche non hanno le condizioni di abitabilità o che consentono la permanenza di persone per un tempo superiore alle 4 ore giornaliere.

Inoltre, con particolare riferimento ai "ruderi", se pure si volesse procedere ad una ristrutturazione per renderlo agibile, tale opera richiederebbe il rilascio di un titolo edilizio (DIA, Permesso di Costruire o altro atto) da parte dell'Ufficio tecnico del Comune in cui ricade la struttura. Il titolo autorizzativo per la ristrutturazione del rudere risulterebbe non rilasciabile per le seguenti motivazioni:

- durante l'iter di autorizzazione degli elettrodotti sono vigenti le misure di salvaguardia emanate con l'Avvio del Procedimento Autorizzativo;
- l'ottenimento dell'Autorizzazione come noto comporta ope legis, il cambio di destinazione urbanistica delle aree interessate e conseguentemente l'applicazione del disposto dell'articolo 4, comma 1, lett. h della Legge 36/2001.

Le strutture potenzialmente sensibili sono individuate su due differenti tipologie di elaborati in modo da poterne evidenziare i differenti aspetti. In particolare, si è provveduto a riportare le informazioni su carta tecnica regionale, come mostrato nei documenti sotto indicati:

- **REN-23442-PTO-DIS 03 - Aerofotogrammetria con Fascia DpA;**

e su planimetria catastale:

- **REN-23442-PTO-DIS 04 - Planimetria Catastale con Fascia D.p.A.**

10.5.1 Strutture categoria 1

Dall'analisi effettuata, non si evincono strutture ricadenti interamente e/o parzialmente all'interno della fascia di rispetto classificabili come appartenenti a questa categoria.

10.5.2 Strutture categoria 2

Dall'analisi effettuata, si evidenziano le seguenti strutture classificabili in questa categoria:

Nell'allegato alla presente relazione "Schede Recettori" è riportata la scheda di dettaglio del recettore indicato in tabella, con la relativa sezione puntuale. La tabella di seguito riportata riassume tutte le strutture censite ed oggetto di analisi.

ELETTRDOTTO MASSERANO-GATTINARA

Id Struttura	CAMPATA	DATI CATASTALI				VISIBILI			CORDINATE WGS84-32N		CATEGORIA
		COMUNE	FG.	PT.	TIPOLOGIA STRUTTURA	CTR	CAT.	SITU	X	Y	
01	P.29-P.30	ROVASENDA	3	371	Deposito attrezzi	si	si	si	447470.10	5046021.22	2

10.5.3 Strutture categoria 3

Dall'analisi effettuata, si evincono strutture ricadenti interamente e/o parzialmente all'interno della fascia di rispetto classificabili come appartenenti a questa categoria. Nell'allegato alla presente relazione "Schede Recettori" è riportata la scheda di dettaglio del recettore indicato in tabella, con la relativa sezione puntuale. La tabella di seguito riportata riassume tutte le strutture censite ed oggetto di analisi.

ELETTRDOTTO MASSERANO-GATTINARA

Id Struttura	CAMPATA	DATI CATASTALI				VISIBILI			CORDINATE WGS84-32N		CATEGORIA
		COMUNE	FG.	PT.	TIPOLOGIA STRUTTURA	CTR	CAT.	SITU	X	Y	
02	P.29-P.30	ROVASENDA	3	371	Abitazione	si	si	si	447483.81	5046018.99	3

Si evince che le strutture potenzialmente sensibili esaminate rientrano nella categoria 3, ovvero presenti in situ e classificabili come "luogo adibito a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere".

Dalle analisi effettuate per ogni recettore alle condizioni di esercizio della linea ripotenziata, risulta il rispetto dei 3 μ T indicati dalla norma, come si evince dai grafici di dettaglio allegati alla presente relazione: **AII. A SCHEDE RECETTORI.**

Pertanto sostituendo i conduttori, qualsiasi sagoma ricadente nella DpA risulta verificata.

11. CONCLUSIONI

In conclusione, dalle valutazioni effettuate, si conferma che per gli **interventi in progetto**, sono sempre rispettati i limiti previsti dal DPCM 8 luglio 2003 ovvero:

- il valore del **campo elettrico** è sempre **inferiore** al limite fissato in **5kV/m**.
- il valore del **campo di induzione magnetica**, in corrispondenza dei punti sensibili (abitazioni in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) è sempre **inferiore a 3 μ T**.

- il valore del campo di induzione magnetica valutato in asse linea a 1.5 m di altezza dal suolo è sempre inferiore al Limite di esposizione di 100 μ T;
- all'interno della DPA non ricadono strutture classificabili come recettori sensibili ovvero "luoghi adibiti alla permanenza non inferiore a quattro ore giornaliere".

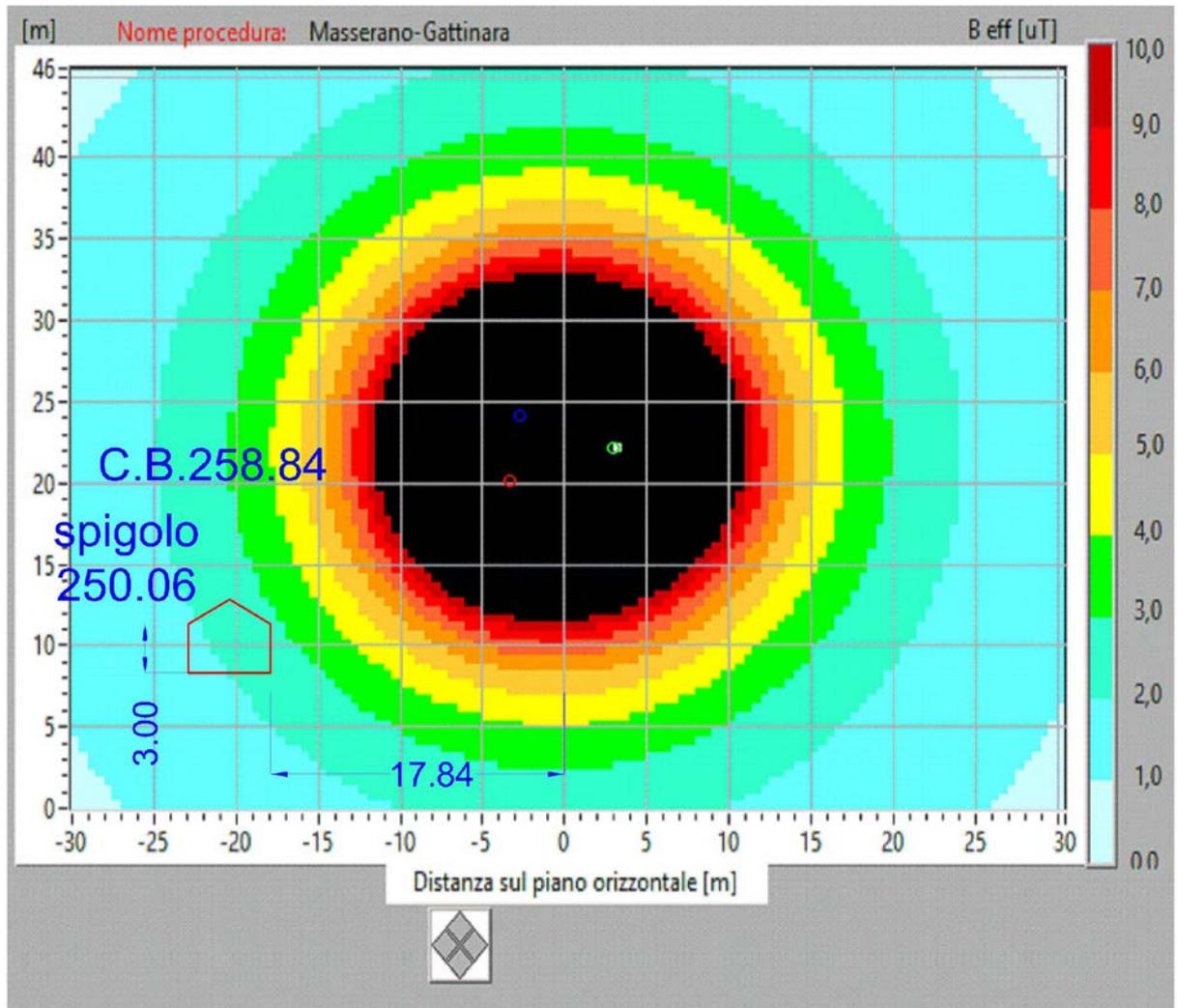
Si può concludere che sia le Stazioni che i nuovi raccordi in progetto si sviluppano su aree non a rischio e che, nelle **condizioni di esercizio**, è verificato l'obiettivo di qualità di 3 μ T ($B_{MAX} < 3\mu T$); tale valore continuerà ad essere verificato ($B_{TOT} \leq 3\mu T$) anche in seguito della costruzione dei nuovi collegamenti AT, nel pieno rispetto di quanto prescritto all'art. 4 (Obiettivi di qualità) del D.M. 29 Maggio 2008.

12. ALLEGATO A - SCHEDE RECETTORI

12.1 Recettore REC01

CARATTERISTICHE STRUTTURA			FOTO	
STRUTTURA		REC-01		
COMUNE		ROVASENDA		
UBICAZIONE	(campate)	P.29 – P.30		
DESTINAZIONE D'USO		Deposito attrezzi		
STATO CONSERVAZIONE		Discreto		
Ascissa - X	WGS84 33N	447470.10		
Ordinata - Y	WGS84 33N	5046021.22		
QUOTA SUOLO	[m]	247.06		
ALTEZZA STRUTTURA	[m]	3.00		
FUORI ASSE	[m]	17.84		
INDUZIONE MAGNETICA (B)	[μ T]	2.73		
CATASTALE				CTR

SEZIONE RECETTORE 01 - CORRENTE 839A



12.2 Recettore REC02

CARATTERISTICHE STRUTTURA			FOTO	
STRUTTURA		REC-02		
COMUNE		ROVASENDA		
UBICAZIONE	(campate)	P.29 – P.30		
DESTINAZIONE D'USO		Cascina		
STATO CONSERVAZIONE		Discreto		
Ascissa - X	WGS84 33N	447483.81		
Ordinata - Y	WGS84 33N	5046018.99		
QUOTA SUOLO	[m]	247.06		
ALTEZZA STRUTTURA	[m]	6.36		
FUORI ASSE	[m]	19.24		
INDUZIONE MAGNETICA (B)	[μ T]	2.81		
CATASTALE				CTR

SEZIONE RECETTORE 02 - CORRENTE 839A

