



Progetto per la realizzazione impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica, ai sensi del Dlgs n. 387 del 2003, composto da n° 7 aerogeneratori, per una potenza di 39,2 MW, sito nel comune di Castelpagano (BN)



REGIONE
CAMPANIA



COMUNE
DI
CASTELPAGANO

PROPONENTE

**Cogein
Energy**

Cogein Energy S.r.l.
Via Diocleziano, 107 – 80125 Napoli
Tel. 081.19566613 – Fax. 081.7618640
www.newgreen.it
compinvestimenti@libero.it
cogeinenergy@pec.it

ELABORATO

RT-02

Relazione tecnica campi
elettrici e magnetici

SCALA _: _

REVISIONE 0

DATA 04/2021

REVISIONE 1

DATA 06/2022

PROGETTAZIONE

Ing. Lorenzo Nasta



COMUNE
DI
CIRCELLO



COMUNE DI
COLLE
SANNITA



COMUNE
DI
MORCONE



COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.2 di 25

1. PREMESSA

La Società Cogein Energy intende realizzare un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica in un sito collinare disposto a quote altimetriche variabili intorno a q. 630 m s.m., ubicato nel Comune di Castelpagano (BN) della Regione Campania.

L'impianto, costituito da n. 7 aerogeneratori da 5,6 MW ciascuno, per una potenza complessiva installata pari a 39,2 MW, sarà realizzato con collegamento alla rete Terna attraverso una stazione 150/30 kV a Morcone (BN).

La società, ha ottenuto la soluzione tecnica minima generale elaborata da TERNA, identificato attraverso codice di pratica TERNA: 202001301.

La soluzione tecnica minima generale, prevede che la centrale eolica venga collegata in antenna a 150 kV sulla Stazione Elettrica (SE) di smistamento della RTN a 150 kV di Morcone previo:

- ampliamento della SE Pontelandolfo mediante la realizzazione di una nuova sezione 380 kV;
- riclassamento a 380 kV dell'elettrodotto 150 kV "Pontelandolfo – Benevento 3", da attestare alla nuova sezione 380 kV suddetta;
- rimozione delle limitazioni sull'elettrodotto RTN a 150 kV "Campobasso – Cercemaggiore - Castelpagano", previsto dal Piano di Sviluppo Terna.

Il nuovo elettrodotto in antenna a 150 kV per il collegamento della centrale eolica sulla Stazione Elettrica della RTN, costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre, lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

L'opera suddetta è parte integrante del progetto di realizzazione della centrale di produzione di energia elettrica da fonte eolica, che la società richiedente Cogein Energy Srl, intende realizzare nel Comune indicato.

La descrizione delle opere previste si può rilevare dagli elaborati di progetto.

L'energia prodotta sarà immessa nello stallo linea a 150 KV della Stazione Elettrica della RTN a 150 kV di Morcone attraverso il collegamento al suddetto sistema di sbarre AT, costituito da cavi unipolari di lunghezza 150 m in isolante estruso (XLPE), con conduttore in alluminio della sezione di 400 mm².

La nuova infrastruttura in Media ed Alta Tensione, necessaria per collegare il Parco Eolico di Castelpagano (BN) alla Rete Elettrica Nazionale di Terna, risulta costituita dalle seguenti parti principali:

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.3 di 25

- N° 7 aerogeneratori di potenza nominale pari a 5,6 MW completi di tutte le apparecchiature di comando, controllo e protezione.
- Cavidotti a 30 kV per l'interconnessione tra i vari aerogeneratori e il collegamento degli stessi al quadro MT 30 kV della stazione di trasformazione 150/30 kV produttore;
- Stazione di trasformazione 150/30 kV del produttore, completa di tutte le apparecchiature di comando, controllo e protezione.
- Il collegamento tra la stazione di trasformazione produttore e la Stazione Elettrica (SE) di smistamento della RTN a 150 kV di Morcone, costituito da un cavidotto AT a 150 kV interrato in alluminio 3 x 1 x 400 mm² lungo circa 150 m (Impianto di utenza per la connessione).

L'impianto nel suo sviluppo, interessa il territorio dei Comuni di Castelpagano, Circello e Morcone, più precisamente gli aerogeneratori saranno realizzati nel Comune di Castelpagano, la stazione produttore 150/30 kV sarà realizzata nel Comune di Morcone, mentre una parte del cavidotto 30 kV dell'impianto di rete produttore attraverserà anche il Comune di Circello.

La nuova infrastruttura in Media ed Alta Tensione si rende necessaria, per collegare il Parco Eolico di Castelpagano alla Rete Elettrica Nazionale di Terna in Alta Tensione.

2. OPERE PER LA CONNESSIONE DELL' IMPIANTO EOLICO ALLA RETE ELETTRICA

2.1 Riferimenti normativi

L'impianto sarà conforme :

- alle Norme C.E.I. vigenti di cui alla Legge del 28/06/1986 n° 339 ed al Regolamento d'esecuzione approvato con decreto del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e successive R
 - alle Norme CEI 11-17 relative alla costruzione delle linee elettriche in cavo sotterraneo, nonché alla Legge del 22/02/01 n° 36; al DPCM del 8/07/03 "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", in attuazione dell'art. 4 comma 2 lettera a) della Legge 36/2001.
 - al DM 29 maggio 2008:
- a) approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (GU n. 156 del 5/7/2008 – Suppl. Ordinario n. 160);

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.4 di 25

b) approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica (GU n. 153 del 2/7/2008).

Emesso in esecuzione dalla Legge 36/2001 e del D.P.C.M. 08/07/2003, il D.M. del 29/05/2008 ha definito i criteri e la metodologia per la determinazione delle fasce di rispetto, introducendo inoltre il criterio della "distanza di prima approssimazione (DPA)" e delle connesse "aree o corridoi di prima approssimazione".

In particolare si ricorda che con esso sono state date le seguenti definizioni :

- portata in corrente in servizio normale: è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento;
- portata di corrente in regime permanente: massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 ed. III par. 1.2.05);
- fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità;
- distanza di prima approssimazione (DPA), per le linee: in pianta sul livello del suolo, è la distanza dalla proiezione del centro linea tale da garantire che ogni punto, la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa, si trovi all'esterno della fascia di rispetto.

Inoltre è stato definito il valore di corrente da utilizzare nel calcolo, come la portata in corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata ed in dettaglio:

- per linee aeree con tensione superiore a 100 kV, la portata di corrente in servizio normale viene calcolata ai sensi della norma CEI 11-60 ed. II;
- per le linee in cavo, la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella norma CEI 11-17 ed. III.

Le norme CEI prese a riferimento sono le seguenti:

- CEI 11-17 terza edizione "Linee in Cavo";
- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998-09;
- CEI 20-21, " Cavi elettrici -Calcolo della portata di corrente " terza edizione, 2007-10

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.5 di 25

- 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 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

2.2 Descrizione dell'impianto

2.2.1 Generalità

Gli aerogeneratori verranno collegati al quadro 30 kV della stazione 150/30 kV mediante n.3 linee in cavo interrato 30 kV.

Detti collegamenti tra gli aerogeneratori e la stazione 150/30 kV saranno realizzati mediante cavi interrati isolati a 30 kV, posati alla profondità di 1,20 m, principalmente lungo strade vicinali e comunali esistenti o lungo la viabilità di servizio da realizzare.

I cavi interrati che collegano tra loro gli aerogeneratori saranno del tipo tripolari ad elica visibile, in alluminio con sezioni crescenti dagli aerogeneratori più lontani.

L'impianto sarà conforme in tutto alle norme C.E.I. vigenti di cui alla Legge del 28/06/1986 n° 339 ed al Regolamento d'esecuzione approvato con decreto del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e successive modificazioni, alle Norme CEI 11-17 ed. III relative alla costruzione delle linee elettriche in cavo sotterraneo, nonché alla legge del 22/02/01 n° 36, DPCM del 8/07/03 e DM 29 maggio 2008.

2.2.2 Collegamenti in cavo interrato 30 kV tra gli aerogeneratori

Per motivi strettamente connessi alla collocazione delle torri e per una buona flessibilità di esercizio sono state previste n. 2 linee, che collegano tra loro i 7 aerogeneratori.

I cavi interrati saranno del tipo tripolare ad elica visibile, in alluminio con le seguenti sezioni:

- sezione 3 x 1 x 185 mm²;
- sezione 3 x 1 x 300 mm².

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.6 di 25

Per quanto riguarda i campi elettrici e magnetici, non è stata rilevata la presenza di recettori sensibili lungo il tracciato delle linee.

2.2.3 Collegamento in cavo interrato 30 kV tra il campo eolico e la stazione di Trasformazione 150/30 kV

Il collegamento in cavo interrato tra il campo eolico e la stazione di trasformazione 150/30 kV sarà costituito da tre cavi di sezione 3 x 1 x 500 mm² in alluminio, da posare alla profondità di 1,20 m lungo strade provinciali e comunali e a 0,8 m su strade sterrate.

2.2.4 Collegamento in cavo interrato 150 kV tra stazione di trasformazione 150/30 kV produttori e la Stazione Elettrica di smistamento Terna a 150 kV di Morcone

Il collegamento in cavo interrato tra la stazione di trasformazione 150/30 kV produttori e la Stazione Elettrica di smistamento Terna a 150 kV di Morcone sarà costituito da cavi unipolari avente sezione 400 mm² in alluminio.

3. Caratteristiche tecniche collegamenti in cavo interrato 30 kV

Le principali caratteristiche sono di seguito riportate:

a) cavi tripolari ad elica visibile di sezione 3 x 1 x 185 mm² tipo ARE4H5EX

- tensione nominale 30 kV;
- frequenza nominale 50 Hz;
- corrente massima, corrispondente alla potenza di 11,2 MW (2 aerogeneratore):
e $\cos \varphi = 0,95$

$$I = 11.200.000 / (30.000 \times 1,732 \times 0,95) = 227,2 \text{ A};$$

- portata in corrente in servizio normale (come definita dalla CEI 11/60)

- $I_{sn} = 272 \text{ A}$ per resistività del terreno pari a 200 ° C cm/W
- $I_{sn} = 365 \text{ A}$ per resistività del terreno pari a 100 ° C cm/W

b) cavi tripolari ad elica visibile di sezione 3 x 1x 300 mm² tipo ARE4H5EX

- tensione nominale 30 kV;
- frequenza nominale 50 Hz;
- corrente massima, corrispondente alla potenza di 16,8 MW (3 aerogeneratori)
e $\cos \varphi = 0,95$:

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.7 di 25

$$I = 16.800.000 / (30.000 \times 1,732 \times 0,95) = 340,7 \text{ A};$$

- portata in corrente in servizio normale (come definita dalla CEI 11/60)

- Isn = 360 A per resistività del terreno pari a 200 ° C cm/W
- Isn = 483 A per resistività del terreno pari a 100 ° C cm/W

3.1 Caratteristiche tecniche del raccordo 150 kV tra la stazione di trasformazione 150/30 kV e la Stazione Elettrica di smistamento Terna a 150 kV di Morcone

Le principali caratteristiche sono:

- tensione 150 kV;
- conduttori in alluminio acciaio sez. 400 mm²
- corrente in servizio normale: 557 A
- corrente massima, corrispondente alla potenza di 39,6 MW (7 aerogeneratori):

e $\cos \varphi = 0,95$

$$I = 39.600.000 / (150.000 \times 1,732 \times 0,95) = 160,6 \text{ A};$$

4. CAMPI MAGNETICI

4.1 Generalità

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettromagnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 Luglio 2003 (art. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c.2):

- I limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μT) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- Il valore di attenzione (10 μT) e l'obiettivo qualità (3 μT) del campo magnetico da intendersi come mediana nella 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (ambienti tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.8 di 25

luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti.

Il DPCM 8 Luglio 2003 all'art. 6 in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c.1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008. Detta fascia comprende tutti i punti dei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

Pertanto lo scopo del calcolo della DPA è quello di verificare che all'interno di tale distanza non vi siano luoghi, esistenti o in progetto, destinati a permanenza maggiore di 4 ore.

Se ciò si verifica il procedimento si ritiene concluso altrimenti sono necessarie ulteriori verifiche con calcoli basati su modelli analitici più dettagliati ed approfonditi delle fasce di rispetto.

4.2 CALCOLO DELLE DPA

In riferimento al progetto in oggetto si analizza il calcolo delle DPA dei seguenti elementi dell'impianto:

- a) Torri eoliche
- b) Collegamento in cavo interrato $3 \times 1 \times 185 \text{ mm}^2$ 18/30kV e cavo interrato $3 \times 1 \times 300 \text{ mm}^2$ 18/30 kV con conduttore in alluminio, tra le torri eoliche.
- c) Collegamento in cavo interrato $3 \times 1 \times 500 \text{ mm}^2$ 18/30kV tra le torri eoliche di smistamento e la stazione 150/30 kV del produttore.
- d) Sbarre 30 kV dell'edificio quadri di stazione
- e) Cavo interrato 150 kV da 400 mm^2 in alluminio per il collegamento alla Stazione Elettrica di smistamento Terna a 150 kV di Morcone
- f) Sistema 150 kV STAZIONE PRODUTTORE

Con riferimento alla soluzione tecnica adottata sono stati calcolati gli andamenti tipici dell'induzione magnetica, per la portata in corrente in servizio normale (come definita dalla CEI 11/60), per i collegamenti in cavo interrato e per le sbarre 30 kV dell'edificio quadri di stazione.

Gli stessi diagrammi sono stati determinati anche per il collegamento in cavo interrato 150 kV dalla stazione produttore, per la stazione produttore e per il raccordo in cavo interrato alla Stazione Elettrica di smistamento Terna a 150 kV di Morcone

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.9 di 25

Per il calcolo è stato utilizzato il software di elaborazione EMF del CESI, basato sugli algoritmi di calcolo prescritti dalle Norme CEI 211-4 e CEI 106 -11.

Nel programma EMF, l'induzione magnetica B è calcolata a partire dalle due componenti in direzione x ed y, secondo le formule riportate nella Norma CEI 211- 4 al punto 4.11 (Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche):

$$B_x = \mu_0 / 2\pi * \sum I_i ((y_i - y) / ((x - x_i)^2 + (y - y_i)^2))$$

$$B_y = \mu_0 / 2\pi * \sum I_i ((x - x_i) / ((x - x_i)^2 + (y - y_i)^2))$$

dove :

μ_0 è la permeabilità magnetica;

I_i è il valore istantaneo della corrente nella fase i-esima;

x, y sono le coordinate del punto nel quale si calcola l'induzione;

x_i, y_i sono le coordinate del conduttore i-esimo.

I dati di riferimento del calcolo ed i relativi diagrammi dell'induzione magnetica, risultanti dall'analisi, sono riportati in allegato alla presente relazione.

I valori restituiti sono illustrati con le seguenti diverse modalità:

- con i profili laterali, che visualizzano le curve dell'induzione magnetica calcolati dal programma per la configurazione in esame; i valori in ascissa, espressi in metri, indicano la distanza dall'asse cavo, mentre l'ordinata rappresenta il valore del campo nei punti all'altezza di 1 m dal suolo (in conformità agli artt. 13.2.3 e 13.2.6 delle norme CEI 211-6/2001);

- con le mappe verticali, che rappresentano l'andamento del campo magnetico nel piano verticale; i valori in ascissa, espressi in metri, indicano la distanza dall'asse cavo, mentre l'ordinata rappresenta l'altezza dal suolo, sempre espressa in metri.

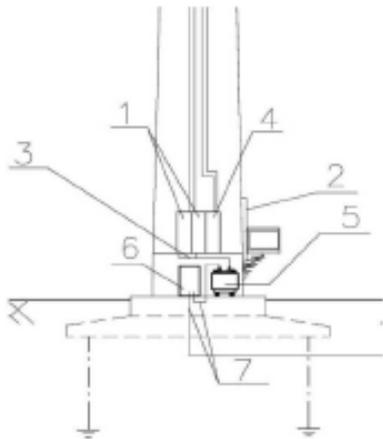
I relativi andamenti dell'induzione magnetica sono riportati nelle figure allegate.

a) Torri eoliche

Il parco eolico in progetto è composto da N° 7 Torri eoliche ciascuna di potenza nominale 5,6 MW.

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.10 di 25

Si riporta la struttura di disposizione tipica dei componenti elettrici all'interno di una torre eolica.



1. Quadri elettrici del generatore
2. Porta di accesso
3. Cavi BT
4. Quadro di controllo
5. Trasformatore BT/MT (alla base della torre o nella navicella aereogeneratore)
6. Quadro MT
7. Cavi MT

Risulta che la sorgente di campo magnetico sia rappresentata da due elementi: il generatore elettrico disposto sulla sommità all'interno della navicella, e trasformatore BT/30 kV - quadro MT 30 kV - impiegati per innalzare la tensione dal livello di generazione BT al livello 30 kV, tensione di esercizio della distribuzione elettrica delle linee interrate.

Per quanto riguarda il campo magnetico, ai fini della presente relazione, si utilizzerà la formula seguente, la quale permette di calcolare l'induzione magnetica B prodotta da un trasformatore 30kV/BT in resina in funzione della distanza dal trasformatore.

$$B = 0,72 \cdot vcc\% \cdot \frac{\sqrt{S_n}}{d^{2,8}}$$

Dove:

vcc% = tensione di corto circuito percentuale del trasformatore

S_n = potenza apparente nominale del trasformatore

d = distanza dal sistema MT (trasformatore-sbarre quadro MT) espressa in m

Inserendo nella formula richiamata i valori relativi agli all'aerogeneratore in progetto, si ottiene la tabella seguente:

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.11 di 25

- $V_{cc\%} = 6$
- $S_n = 5600 \text{ kVA}$

In funzione della distanza d si ottiene la seguente tabella per i valori di induzione magnetica B :

d [m]	B [μT]
1	323,3
1,5	103,9
2	46,4
2,5	24,9
3	14,9
3,5	9,7
4	6,7
4,5	4,8
5	3,6
5,5	2,7

E' da precisare che attraverso l'applicazione della richiamata formula analitica si ottengono valori di induzione magnetica sovrastimati; confrontando i valori di tabella, si nota che già ad una distanza di 5,5 m dal trasformatore il valore di induzione magnetica è sceso al di sotto del valore limite di $3 \mu\text{T}$. Pertanto si può assumere, in modo cautelativo, che il valore della DPA sia misurata a partire dalla parete esterna della torre eolica e risulta **DPA = 5,5 m**

b) Collegamento in cavo interrato $3 \times 1 \times 185 \text{ mm}^2$ 18/30kV e cavo interrato $3 \times 1 \times 300 \text{ mm}^2$ 18/30 kV con conduttore in alluminio, tra le torri eoliche.

Il cavo impiegato per la realizzazione del collegamento tra le torri eoliche (cavo $3 \times 1 \times 185 \text{ mm}^2$ e cavo $3 \times 1 \times 300 \text{ mm}^2$) è un cavo cordato in alluminio ad elica, sigla ARE4H5EX 18/30 kV.

A tale proposito si richiama il paragrafo 3.2 dell'allegato al DM 29/5/2008 in cui si sottolinea che "le linee MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree)" costituiscono uno dei casi di esclusione di applicazione di detta metodologia poiché in questo caso le fasce associabili hanno ampiezza ridotta inferiori alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n° 449/88 e dal decreto del Ministro dei lavori Pubblici del 16 Gennaio 1991.

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.12 di 25

Pertanto nel caso in esame la determinazione della DPA associata del suddetto collegamento elettrico non risulta necessaria.

c) Collegamento in cavo interrato 3x1x500 mm² 18/30kV tra le torri eoliche di smistamento e la stazione 150/30 kV del produttore.

Con riferimento alla soluzione tecnica adottata, sono stati calcolati gli andamenti tipici dell'induzione magnetica per la portata in corrente in servizio normale (come definita dalla CEI 11/60), considerata pari a :

- 665 A primo tratto del circuito B, costituito da tre cavi unipolari a trifoglio 3 x 1 x 500 mm² (vedi sezioni allegate) ;
- 1330 A primo tratto del circuito A, costituiti da due gruppi di tre cavi unipolari a trifoglio 3 x 1 x 500 mm² (vedi sezioni allegate);
- 1995 A tratto in comune dei circuiti A e B, costituiti da tre gruppi di tre cavi unipolari a trifoglio 3 x 1 x 500 mm² (vedi sezioni allegate).

c.1) una linea costituita da tre cavi unipolari a trifoglio interrati 3 x 1 x 500 mm² (primo tratto del circuito B)

In fig. 1 sono indicati i dati geometrici dell'elettrodotto nel tratto considerato.

In fig. 2 è riportato il profilo dell'induzione magnetica calcolata all'altezza di 1 m dal suolo: considerando il valore della portata in corrente in servizio normale pari a 665 A, il picco dell'induzione magnetica risulta pari a 3,6 μT in asse cavo.

La mappa verticale dell'induzione magnetica è rappresentata in fig. 3 , da cui si evince che il valore di 3 μT è presente a qualunque quota a 3 m di distanza dall'asse dell'elettrodotto.

La semiampiezza della fascia di rispetto (DPA) per il tratto finale del circuito 1 risulta pertanto pari a 3 m; le rare costruzioni risultano esterne alla fascia.

c.2) due linee costituite ognuna da tre cavi unipolari a trifoglio interrati in cavo 3 x 1 x 500 mm² (primo tratto del circuito A)

In fig. 4 sono indicati i dati geometrici dell'elettrodotto nel tratto considerato.

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.13 di 25

In fig. 5 è riportato il profilo dell'induzione magnetica calcolata all'altezza di 1 m dal suolo: considerando il valore della portata in corrente in servizio normale pari a 1330 A, il picco dell'induzione magnetica risulta pari a 7,2. μT in asse cavo.

La mappa verticale dell'induzione magnetica è rappresentata in fig. 6, da cui si evince che il valore di 3 μT è presente a qualunque quota a 4 m di distanza dall'asse dell'elettrodotto (costituito da due terne di cavi).

La semiampiezza della fascia di rispetto (DPA) per i circuiti 1 e 2 (ultimo tratto) risulta pertanto pari a 4 m; le rare costruzioni risultano esterne alla fascia.

c.3) Tre linee costituite ognuna da tre cavi unipolari a trifoglio interrati in cavo 3 x 1 x 500 mm² (tratto in comune dei circuiti A e B)

Nella fig. 7 sono indicati i dati geometrici dei cavi nel tratto considerato.

Nella fig. 8 è riportato il profilo dell'induzione magnetica calcolata all'altezza di 1 m dal suolo: considerando il valore della portata in corrente in servizio normale complessivamente pari a 1995 A, il picco dell'induzione magnetica risulta pari a 14,5 μT in asse cavo.

La mappa verticale dell'induzione magnetica è rappresentata in fig. 9, da cui si evince che il valore di 3 μT è presente a qualunque quota a 6 m di distanza dall'asse dell'elettrodotto (costituito da tre terne di cavi).

La semiampiezza della fascia di rispetto (DPA) per i circuiti A e B risulta pertanto pari a 6 m; le rare costruzioni risultano esterne alla fascia, a meno del tratto finale del cavidotto dove sono presenti n. 3 costruzioni isolate che si trovano a circa 5 m dall'asse elettrodotto, ad una distanza di poco inferiore alla DPA = 6 m.

Nei tratti più prossimi alle dette costruzioni, le tre linee in cavo verranno pertanto posate all'interno di uno scatolare schermante in lamiera zincata di spessore 3 mm, che consente di ridurre del 30% i valori del campo magnetico (vedi grafici allegati).

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.14 di 25

GRAFICO DELL'ANDAMENTO DELL'INDUZIONE MAGNETICA CON E SENZA SCHERMATURA

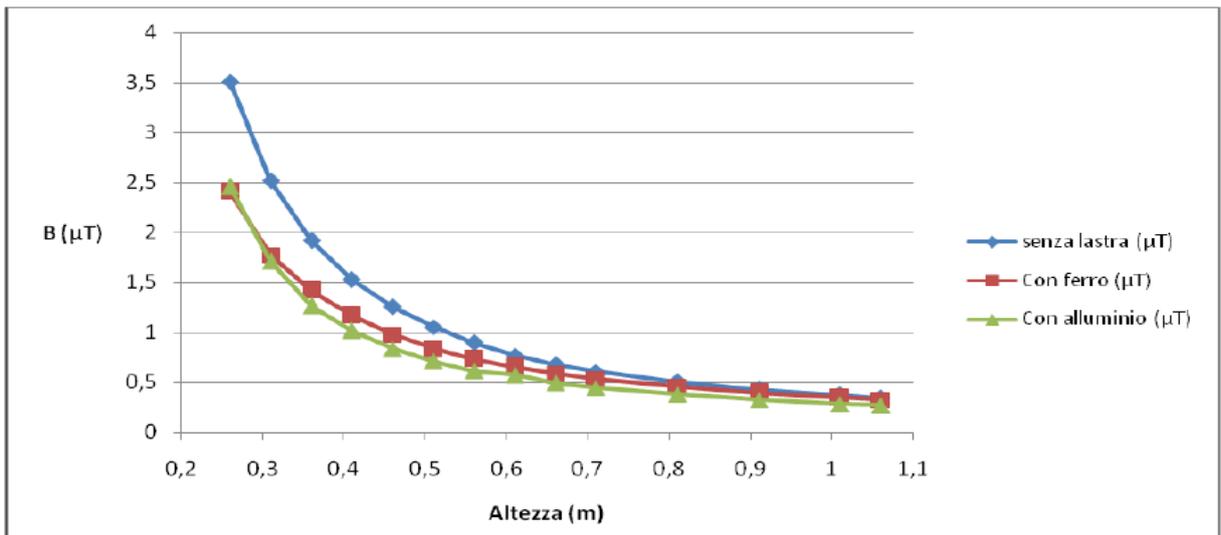
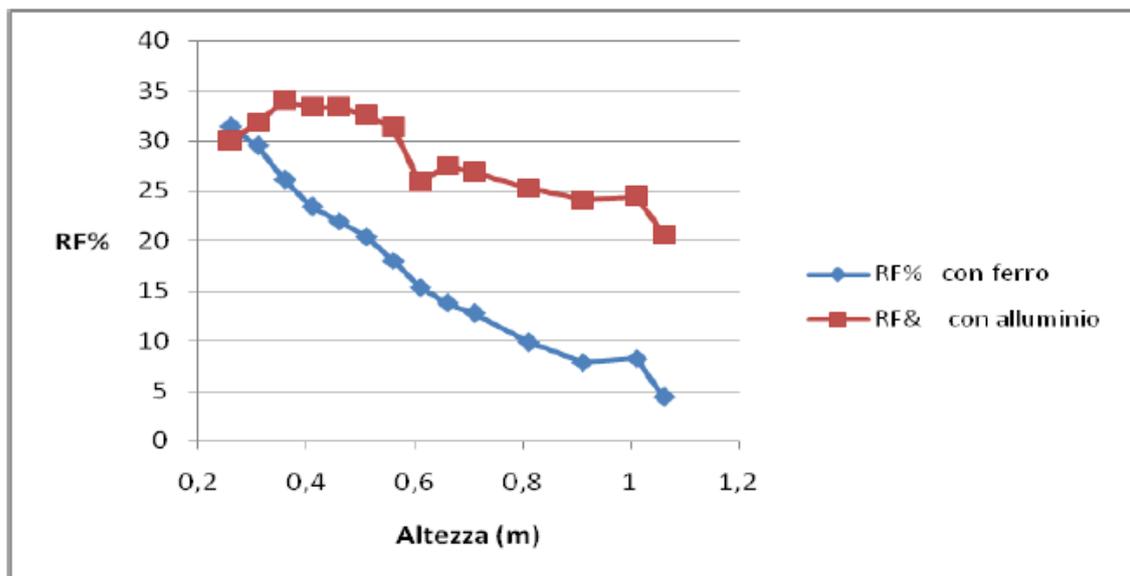


GRAFICO DEL FATTORE D'ATTENUAZIONE PERCENTUALE



COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.15 di 25

Con la schermatura, la DPA risulterà ridotta a $0,7 \times 6 = 4,20$ m e le 3 costruzioni interferenti risulteranno esterne alla fascia di rispetto.

d) Sbarre 30 kV dell'edificio quadri di stazione

Nella fig. 10 sono indicati i dati geometrici relativi alle sbarre 30kV del quadro 30 kV dell'edificio quadri di stazione; nell'ipotesi più gravosa di impiego di quadri compatti isolati in aria, le sbarre 30kV della cabina di consegna saranno costruite in rame e poste ad interasse pari a 0,25 m ed a quota 1,10 m dal pavimento; la corrente in servizio normale risulta pari a 1600 A .

Nella fig. 11 è riportato il profilo dell'induzione magnetica calcolata all'altezza di 1 m dal suolo; l'induzione magnetica risulta pari a $3 \mu\text{T}$ a circa 10 m dall'asse sbarre 30 kV.

La mappa verticale dell'induzione magnetica è rappresentata in fig. 12, da cui si evince che il valore di $3 \mu\text{T}$ è presente a qualunque quota a meno di 10 m di distanza dall'asse delle sbarre 30 kV.

La semiampiezza della fascia di rispetto (DPA) risulta pertanto pari a 9 m; non sono presenti altre costruzioni nella zona esterna all'edificio quadri ad una distanza inferiore ai 9 m.

e) Cavo interrato 150 kV da 400 mm² in alluminio per il collegamento alla Stazione Elettrica di smistamento Terna a 150 kV di Morcone

Nella fig. 13 sono indicati i dati geometrici relativi al cavo 150 kV di collegamento; il valore della corrente di servizio normale pari a 557 A .

Si riporta in allegato (fig. 14) il profilo dell'induzione magnetica calcolata all'altezza di 1 m dal suolo: considerando il valore della portata in corrente in servizio normale pari a 557 A, il picco dell'induzione magnetica risulta pari a $2,2 \mu\text{T}$ in asse linea.

La mappa verticale dell'induzione magnetica è rappresentata in allegato (fig. 15), da cui si evince che il valore di $3 \mu\text{T}$ è presente a qualunque quota a meno di 2,8 m di distanza dall'asse dell'elettrodotto.

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.16 di 25

f) Sistema 150 kV STAZIONE PRODUTTORE

Per la standardizzazione dei componenti e della disposizione geometrica dei sistemi a 150 kV, i rilievi eseguiti nelle stazioni già in servizio aventi stesse caratteristiche consentono di effettuare la previsione dei campi elettromagnetici al suolo per le diverse condizioni di esercizio e nei punti dove è possibile il transito del personale (viabilità interna). Vedi configurazione geometrica sbarre (collegamenti) di figura 16.

Il campo magnetico ad 1 m dal suolo risulta massimo sempre in asse alle medesime sbarre (collegamenti), con punta di 17 μT , che si riducono a meno di 3 μT già a circa 15 m dalla proiezione dell'asse, ipotizzando una corrente pari a 870 A, valore cautelativo corrispondente alla massima portata di corrente in servizio normale del conduttore da 31,5 mm a 150 kV (come definita dalla norma CEI 11-60 ed. II e dall'art. 6 del DPCM 8/7/03).Vedi figura 17, 18 e 19.

5. CAMPI ELETTRICI

Tutti i cavi interrati sono schermati nei riguardi del campo elettrico, che pertanto risulta nullo in ogni punto circostante a dette parti d'impianto.

Con riferimento al campo elettrico al suolo, i valori massimi si rilevano in corrispondenza delle sbarre (collegamenti) 150 kV con punta di 1,9 kV/m, che si riducono a circa 0,4 kV/m già a circa 15 m dalla proiezione dell'asse delle sbarre (collegamenti).

I risultati della verifica dei campi elettrici sono in accordo con i valori rilevati nelle stazioni già in servizio aventi le stesse caratteristiche.

Tali valori, desumibili dal diagramma della figura 18 ($E_{\text{eff}}= 1,9$ kV/m alla distanza di 4 m dall'asse delle sbarre/collegamenti) è sono compatibili con le prescrizioni del DPCM 08 luglio 2003 (valore massimo consentito $E_{\text{eff}}=5$ kV/m), e si riducono ulteriormente all'esterno della recinzione di stazione.

E' inoltre opportuno tenere presente che nella stazione non è prevista la presenza di personale se non per interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, i quali di solito vengono eseguiti in assenza di carico.

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.17 di 25

6. CONCLUSIONI

Utilizzando il programma di simulazione EMF sono state determinate le fasce di rispetto previste dal DPCM 08.07.2003.

Con riferimento ai cavi interrati 30 kV, come precisato al punto a) del paragrafo 4.2 della presente relazione “le linee MT interrate in cavo cordato ad elica” costituiscono uno dei casi di esclusione di applicazione di detta metodologia. Pertanto nel caso in esame la determinazione della DPA associata del suddetto collegamento elettrico non risulta necessaria.

Con riferimento ai cavi interrati 30 kV, la semiampiezza della fascia di rispetto (DPA) è pari circa **3 m** per il primo tratto del circuito A; la semiampiezza aumenta fino ad **4 m** per il primo tratto del circuito B.

La semiampiezza della fascia di rispetto (DPA) del tratto in comune dei circuiti A e B affiancati risulta pari a circa **6 m**; nel tratto finale (lato stazione produttore) del cavidotto sono presenti n. 3 costruzioni isolate che si trovano a circa 5 m dall’asse elettrodotta. Per tali tratti di cavidotti interrato è stato previsto opportuna schermatura che consente di ridurre la DPA a 4,2 m.

Per le sbarre 30 kV dell’edificio quadri di stazione la DPA è risultata di **9 m**.

La semiampiezza della fascia di rispetto risulta pari a **2,8 m** per il collegamento in cavo interrato tra stazione 150/30 kV produttore e la Stazione Elettrica di smistamento Terna a 150 kV di Morcone, è pari a circa **15 m** per i tratti di collegamento in conduttore nudo a 150 kV della stazione 150/30 kV produttore e sbarre di smistamento a 150 kV produttori.

L’esame del tracciato di posa, riportato sugli elaborati, consente di verificare che le fasce di rispetto (DPA) non interferiscono con nessuna opera abitativa.

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.18 di 25

pannello di configurazione

Mini Help

Nome linea

1 cavo 3x1x500 mmq
in servizio normale

Tensione [kV]

30,0

Corrente [A]

665,0

Diametro esterno

100,0

Sistema elettrico

simmetrico - equilibrato

Commento **Ins. DB**

Ascissa asse linea

Sinistra: valori negati 0,00 Destra: valori

STAMPA Opz.cavo

CONTINUA **ESC**

Fig. 1- Primo tratto circuito A - gruppo di tre cavi unipolari a trifoglio interrati 3 x 1 x 500 mm² corrente in servizio normale

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.19 di 25

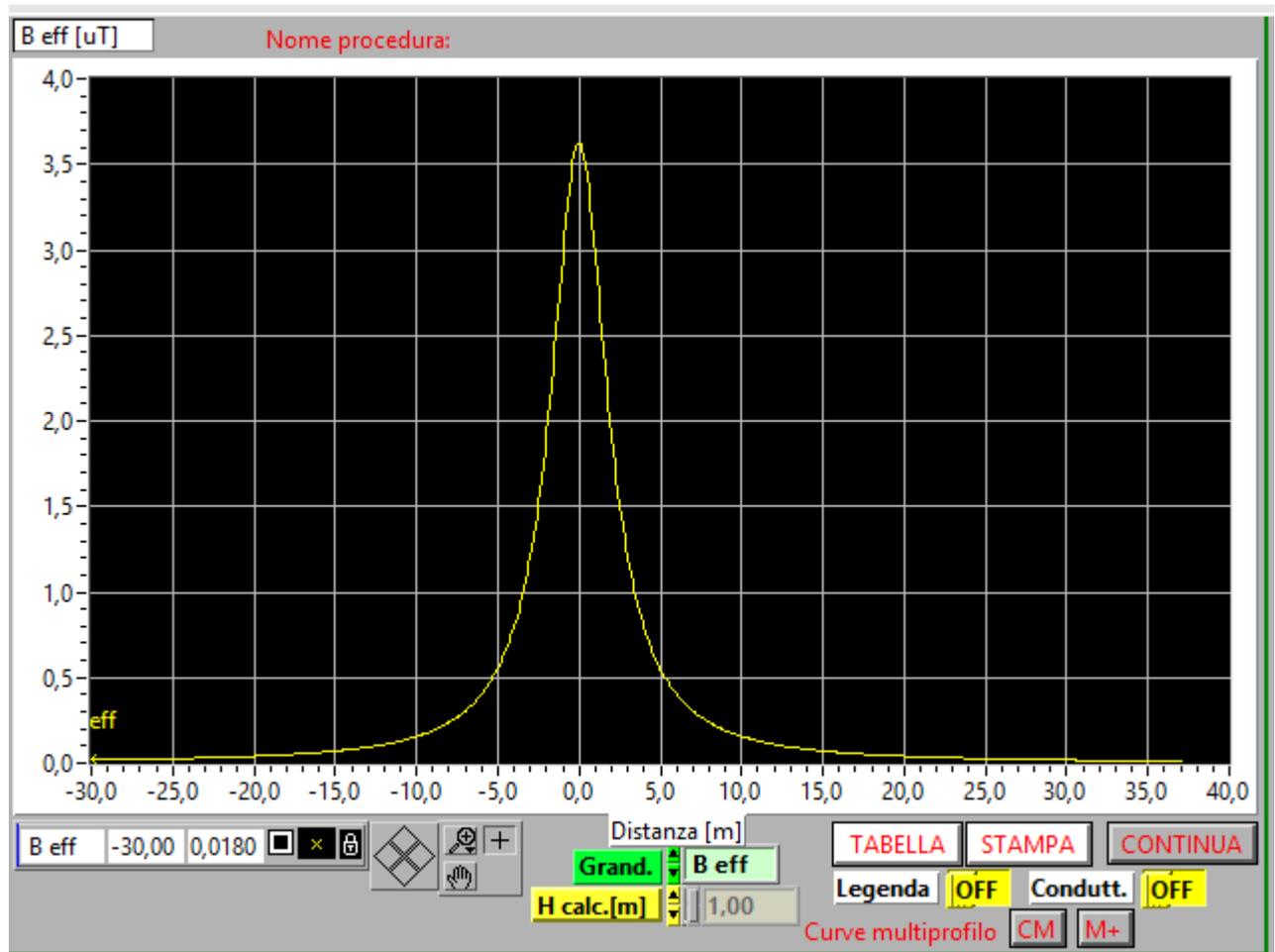


Fig. 2 - Primo tratto circuito A - gruppo di tre cavi unipolari a trifoglio interrati $3 \times 1 \times 500$ mm²
 Profilo laterale dell'induzione magnetica per la corrente in servizio normale

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.20 di 25

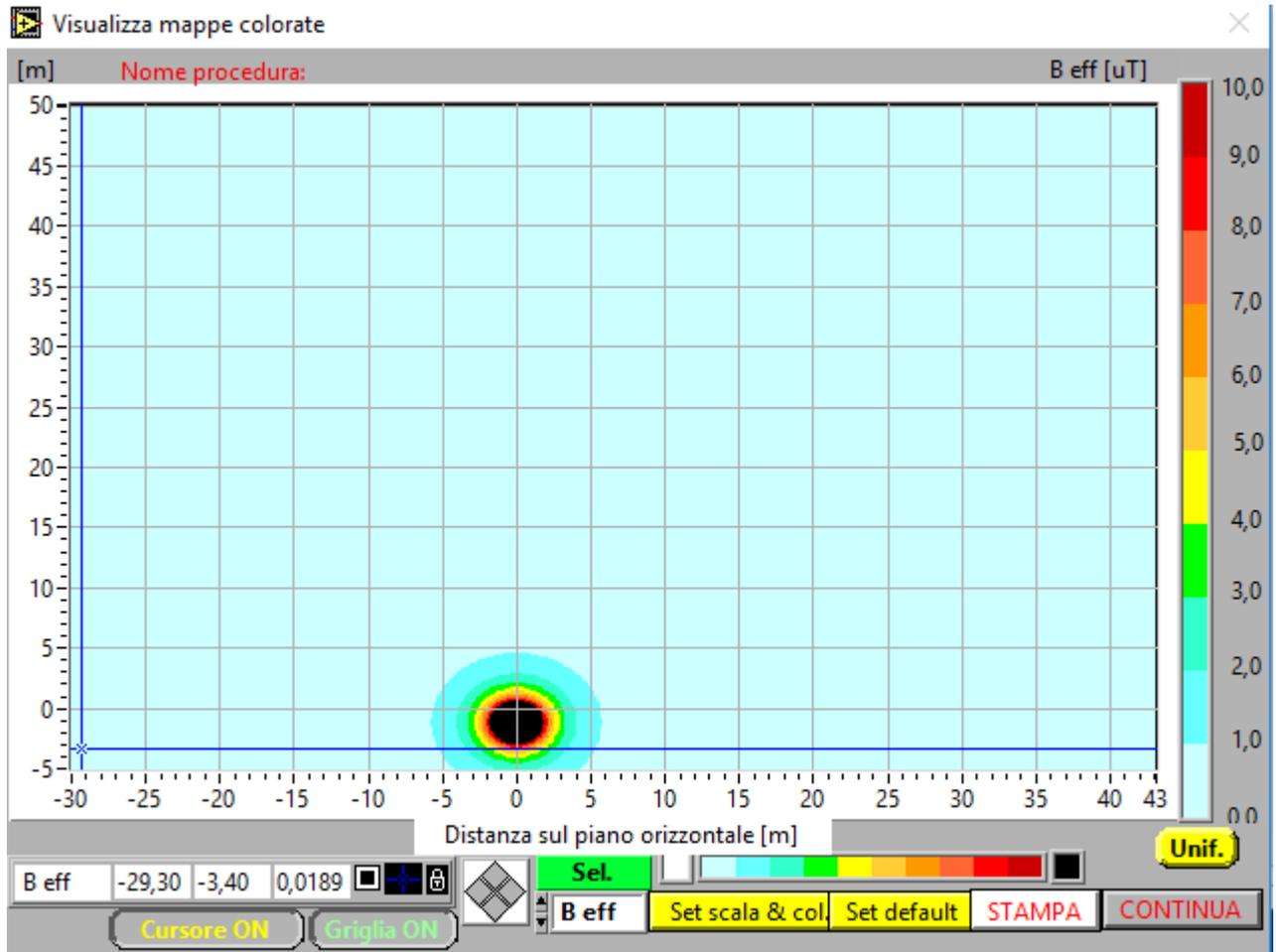


Fig. 3 - Primo tratto circuito A - cavo 3 x 1 x 500 mm²
 Mappa verticale dell'induzione magnetica per la corrente in servizio normale

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.21 di 25

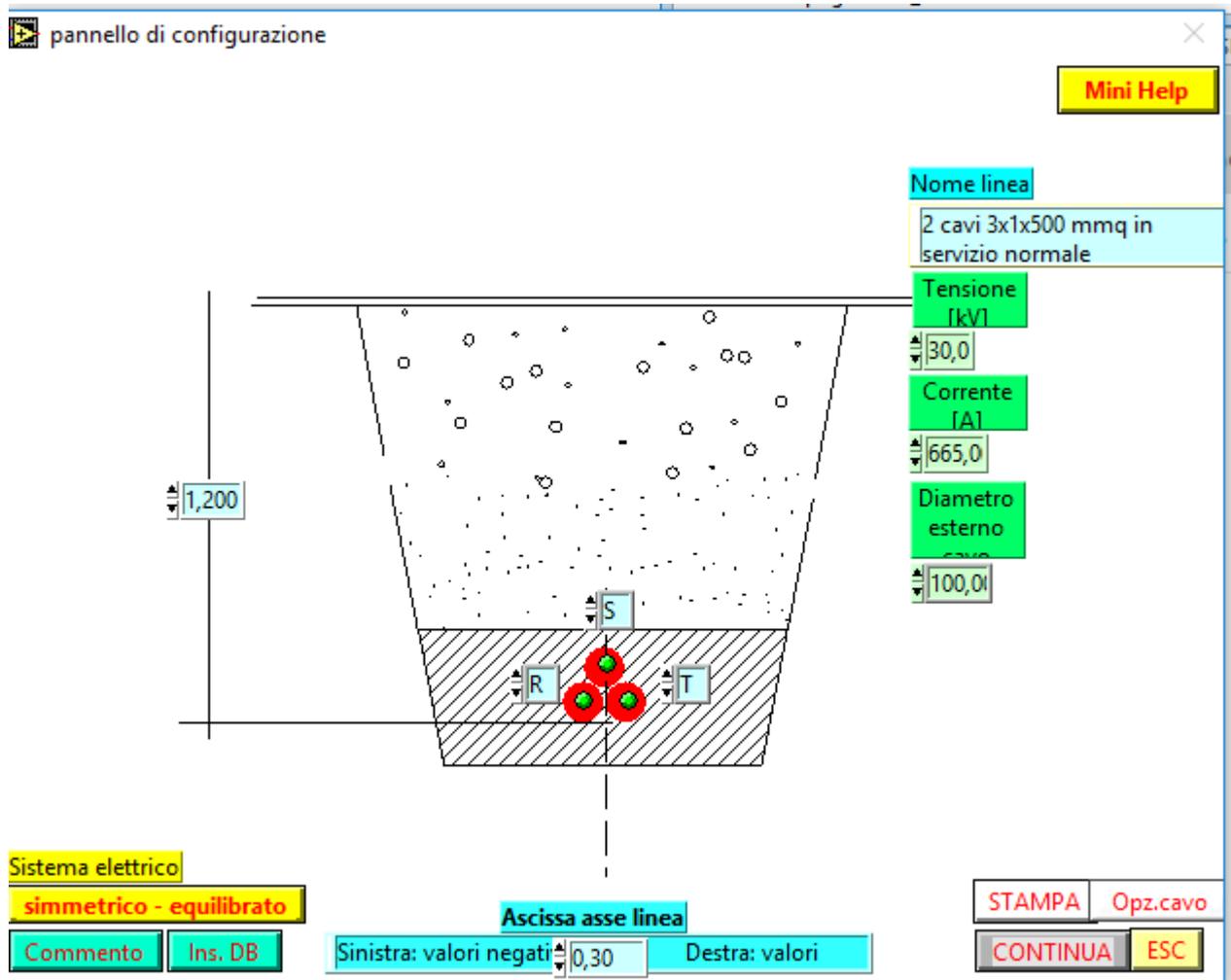


Fig. 4 - Primo tratto circuito B – due gruppi di tre cavi unipolari a trifoglio interrati:
cavi 3 x 1 x 500 mm²
corrente in servizio normale

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.22 di 25

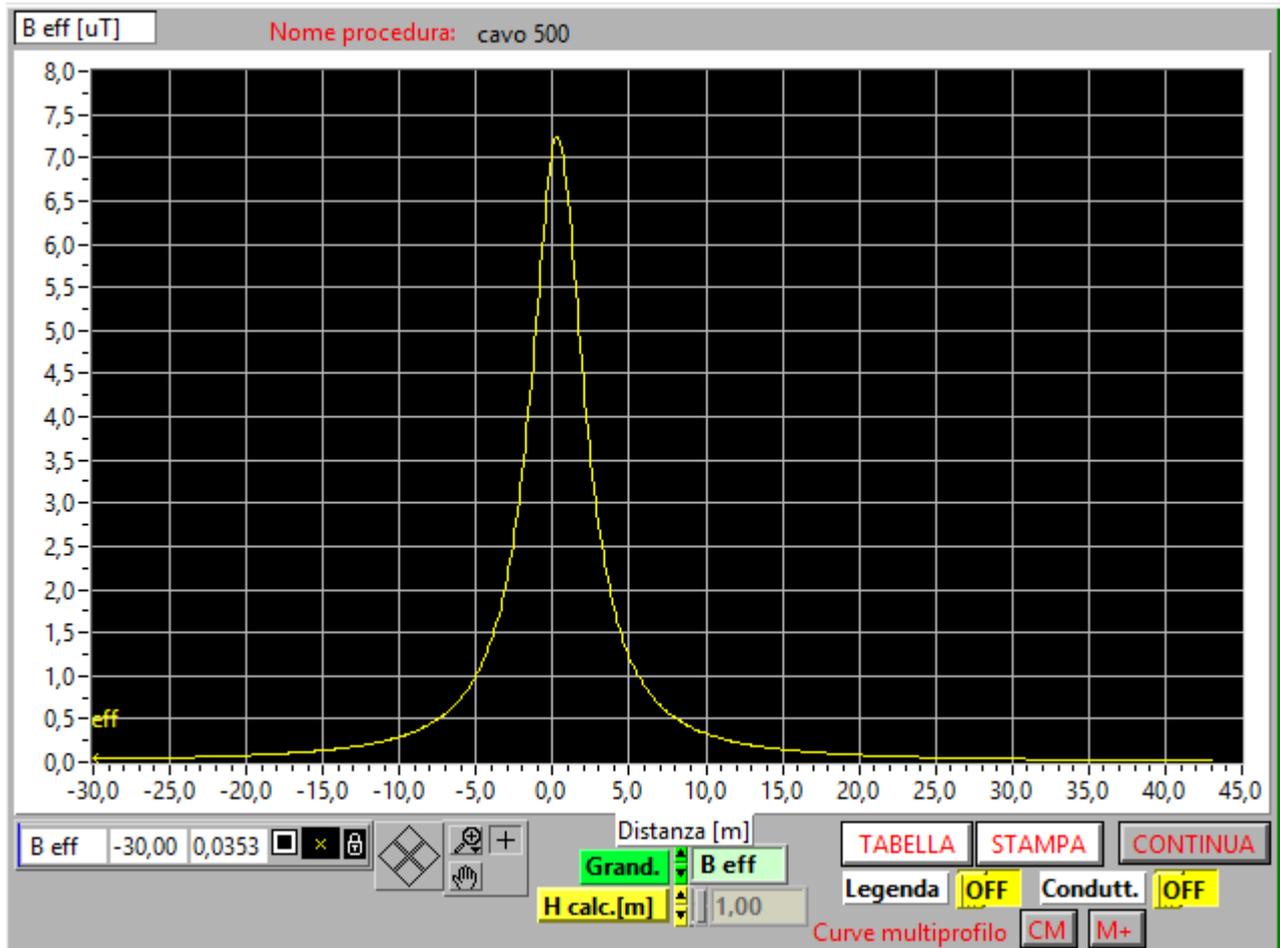


Fig. 5 - Primo tratto circuito B – due gruppi di tre cavi unipolari a trifoglio interrati:
cavi 3 x 1 x 500 mm²
Profilo laterale dell'induzione magnetica per la corrente in servizio normale

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.23 di 25

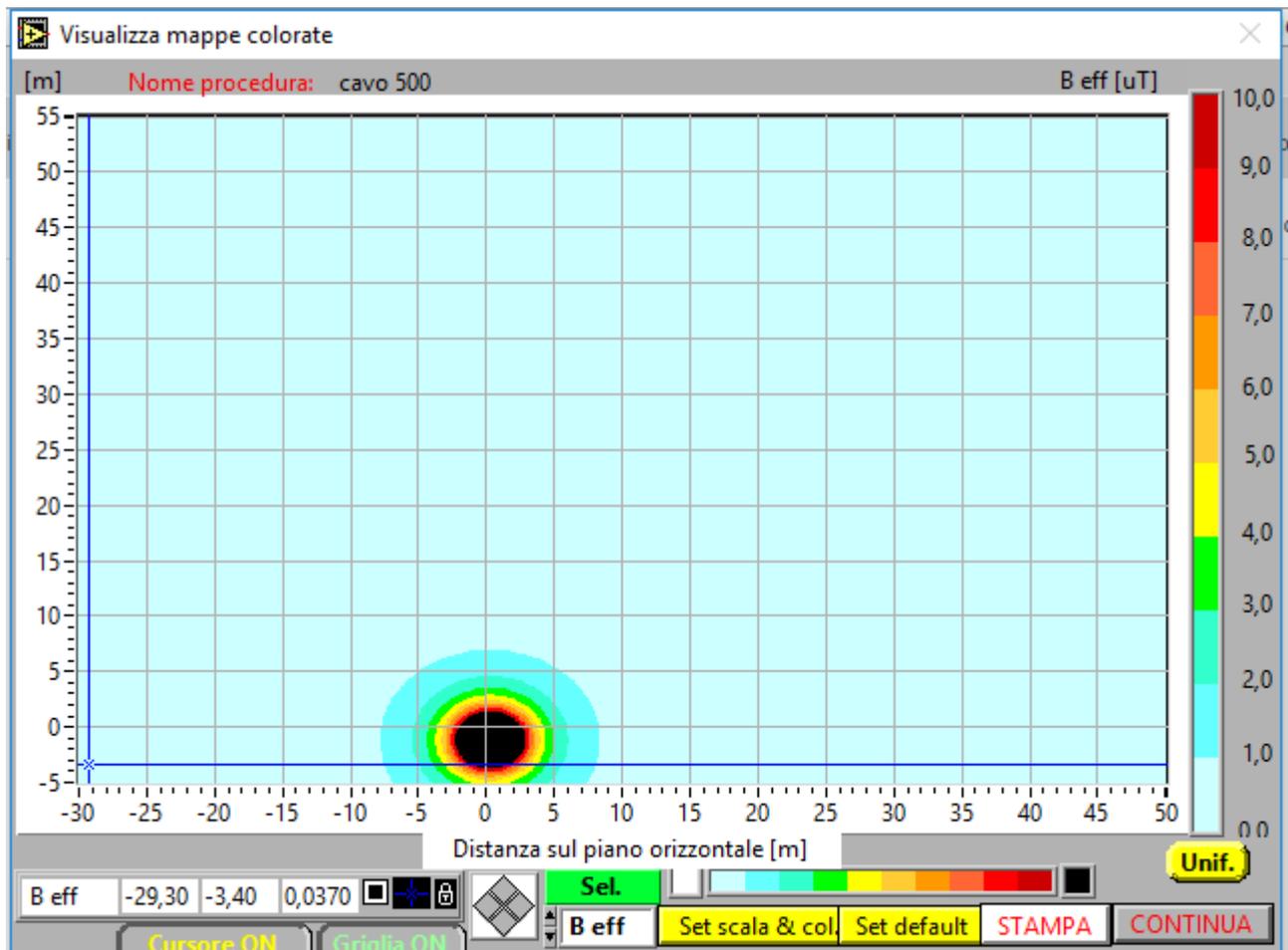


Fig. 6 - Primo tratto circuito B – due gruppi di tre cavi unipolari a trifoglio interrati:
cavi 3 x 1 x 500 mm²
Mappa verticale dell'induzione magnetica per la corrente in servizio normale

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.24 di 25

pannello di configurazione

Mini Help

Nome linea

3 cavi 3x1x500 mmq in servizio normale

Tensione [kV]
30,0

Corrente [A]
665,0

Diametro esterno
100,0

Sistema elettrico

simmetrico - equilibrato

Commento Ins. DB

Ascissa asse linea

Sinistra: valori negati 0,60 Destra: valori

STAMPA Opz.cavo

CONTINUA ESC

Fig. 7- Tratto in comune circuito A e B affiancati - tre gruppi di tre cavi unipolari a trifoglio interrati:
cavi 3 x 1 x 500 mm²
corrente in servizio normale

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.25 di 25

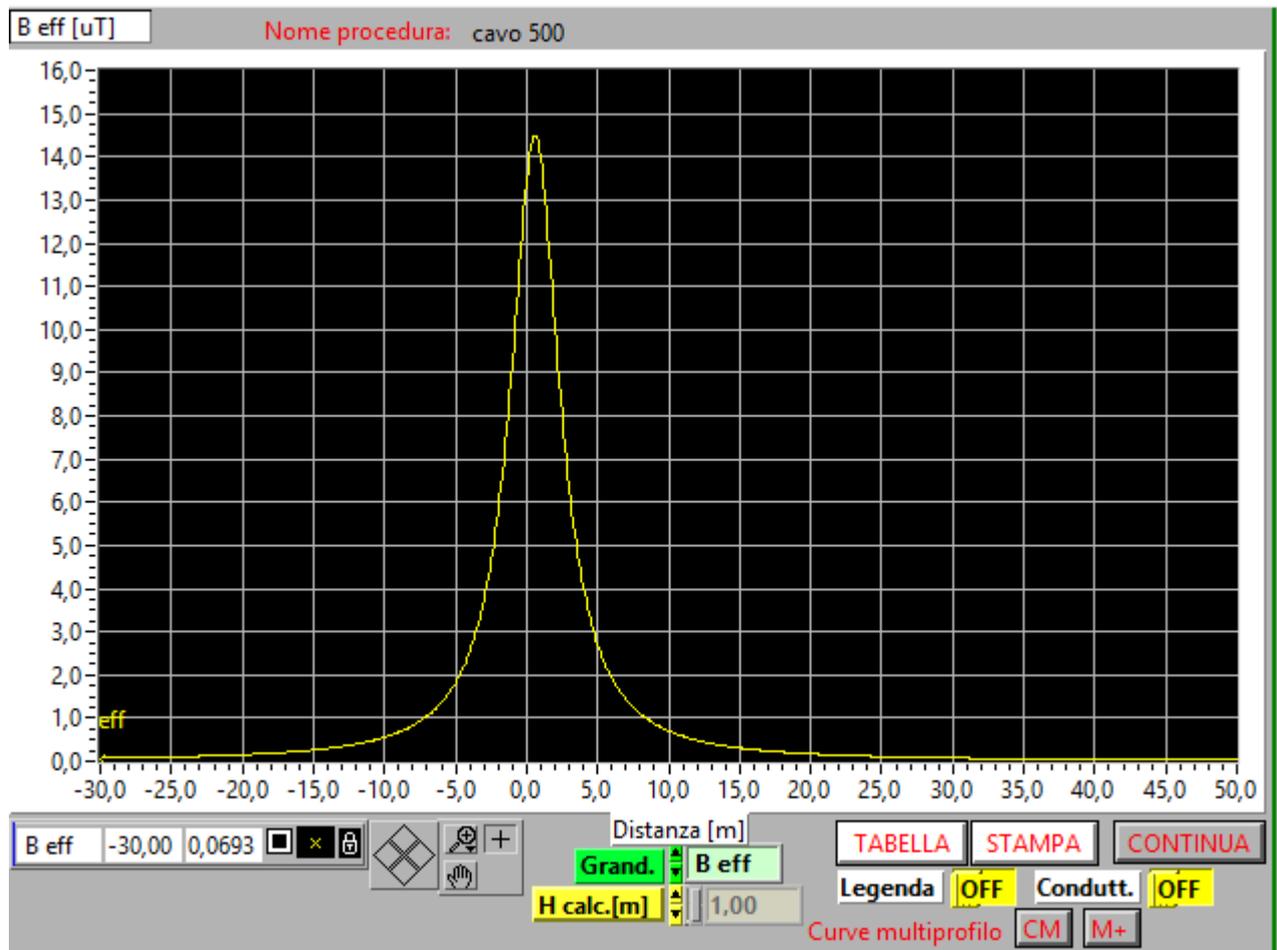


Fig. 8 - Tratto in comune circuito A e B affiancati - tre gruppi di tre cavi unipolari a trifoglio interrati:
 cavi $3 \times 1 \times 500 \text{ mm}^2$
 corrente in servizio normale
 profilo laterale dell'induzione magnetica

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.26 di 25

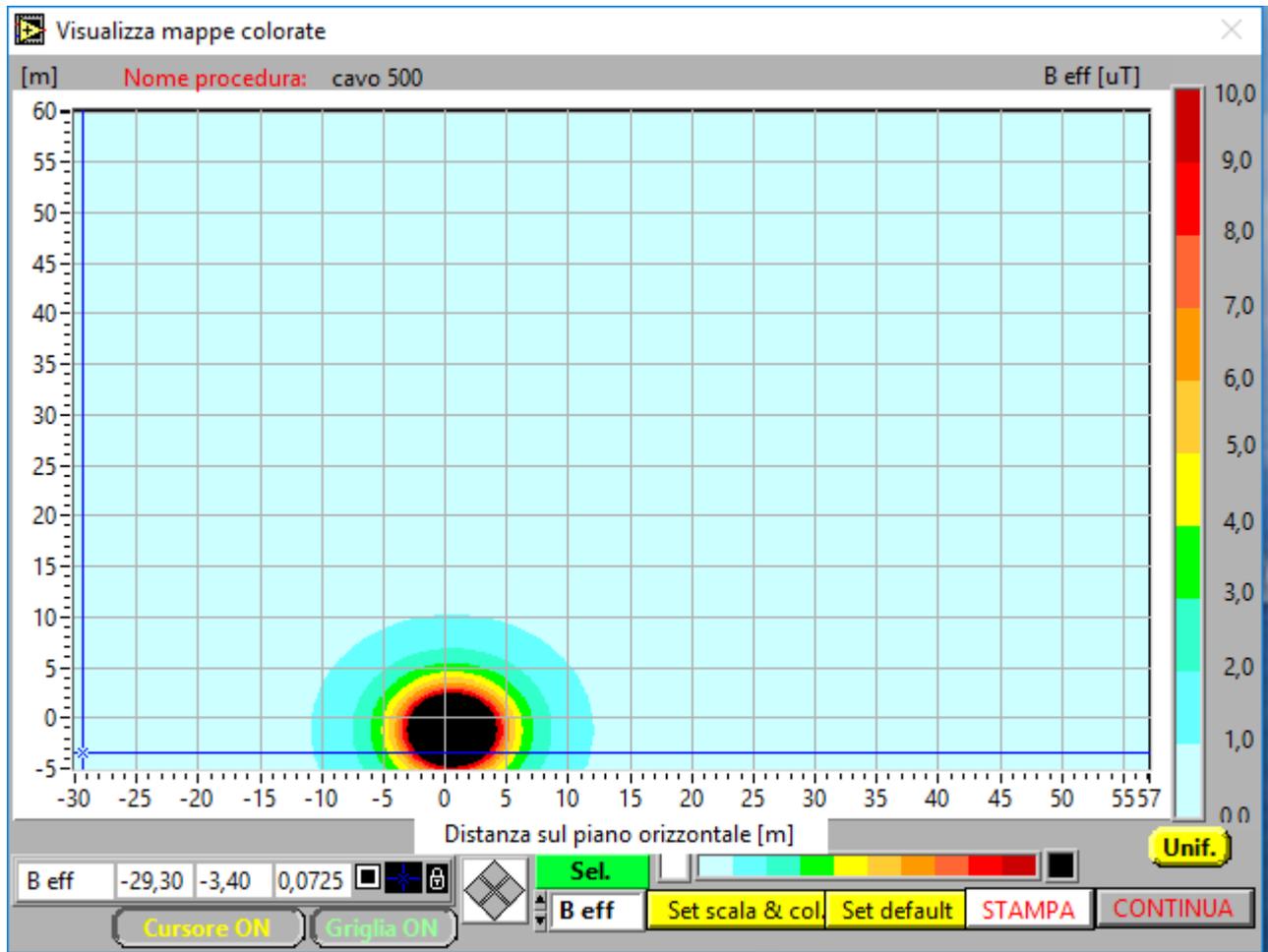


Fig. 9 - Tratto in comune circuito A e B affiancati - tre gruppi di tre cavi unipolari a trifoglio interrati:
 cavi $3 \times 1 \times 500 \text{ mm}^2$
 corrente in servizio normale
 mappa verticale dell'induzione magnetica

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.27 di 25

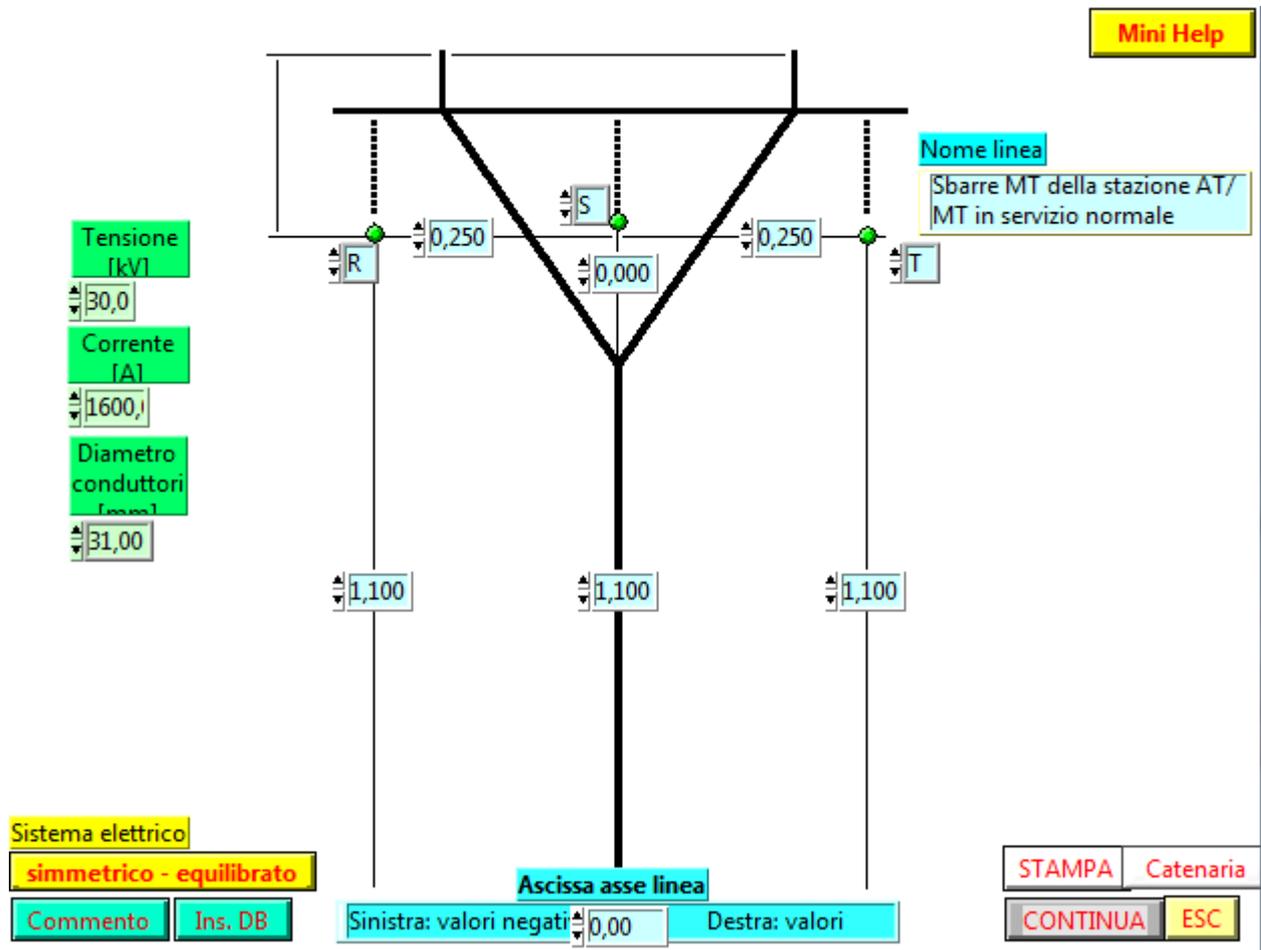


Fig. 10 - sbarre 30 kV dell'edificio quadri corrente in servizio normale

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.28 di 25

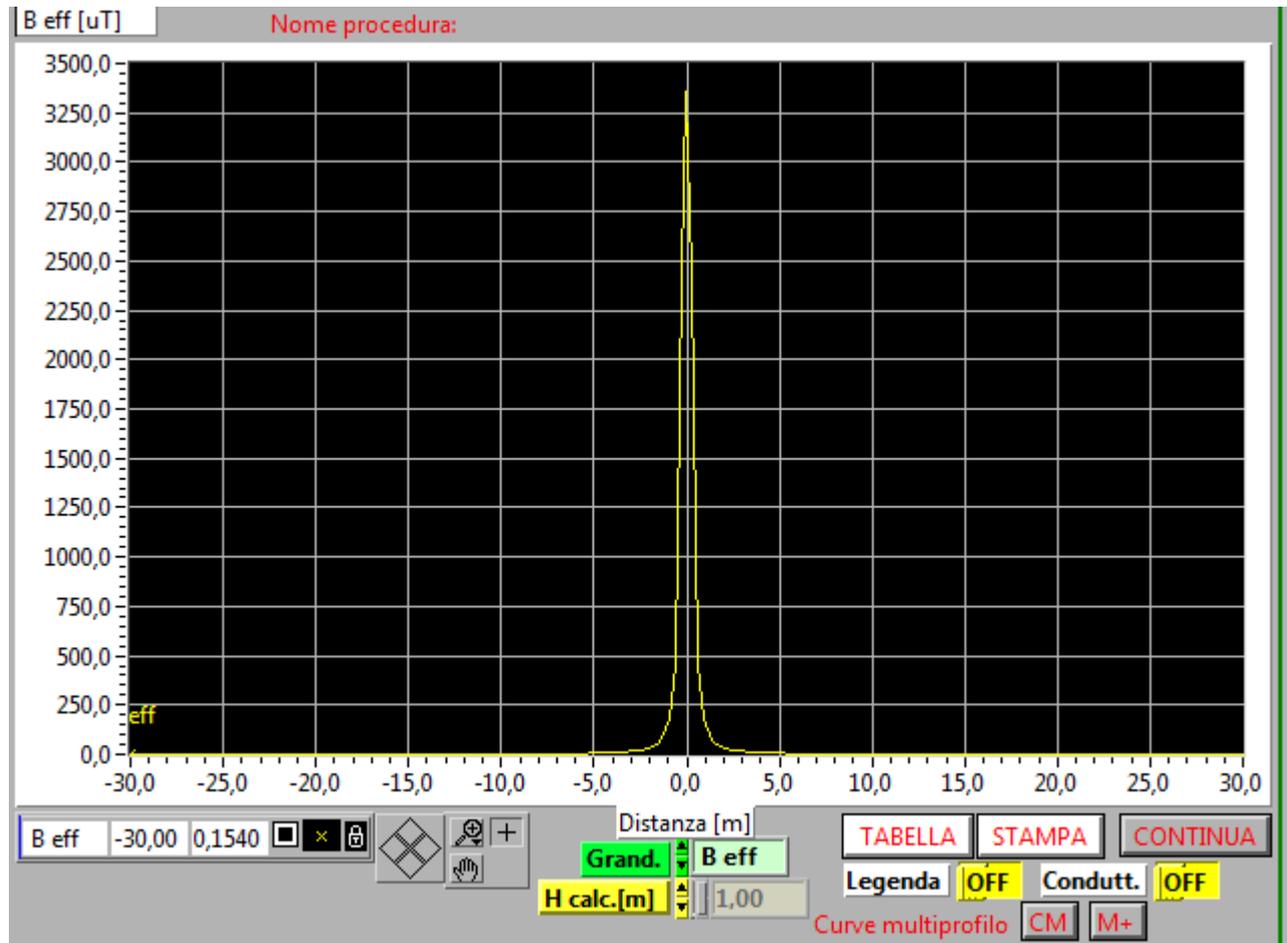


Fig. 11 - sbarre 30 kV dell'edificio quadri
corrente in servizio normale
profilo laterale dell'induzione magnetica

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.29 di 25

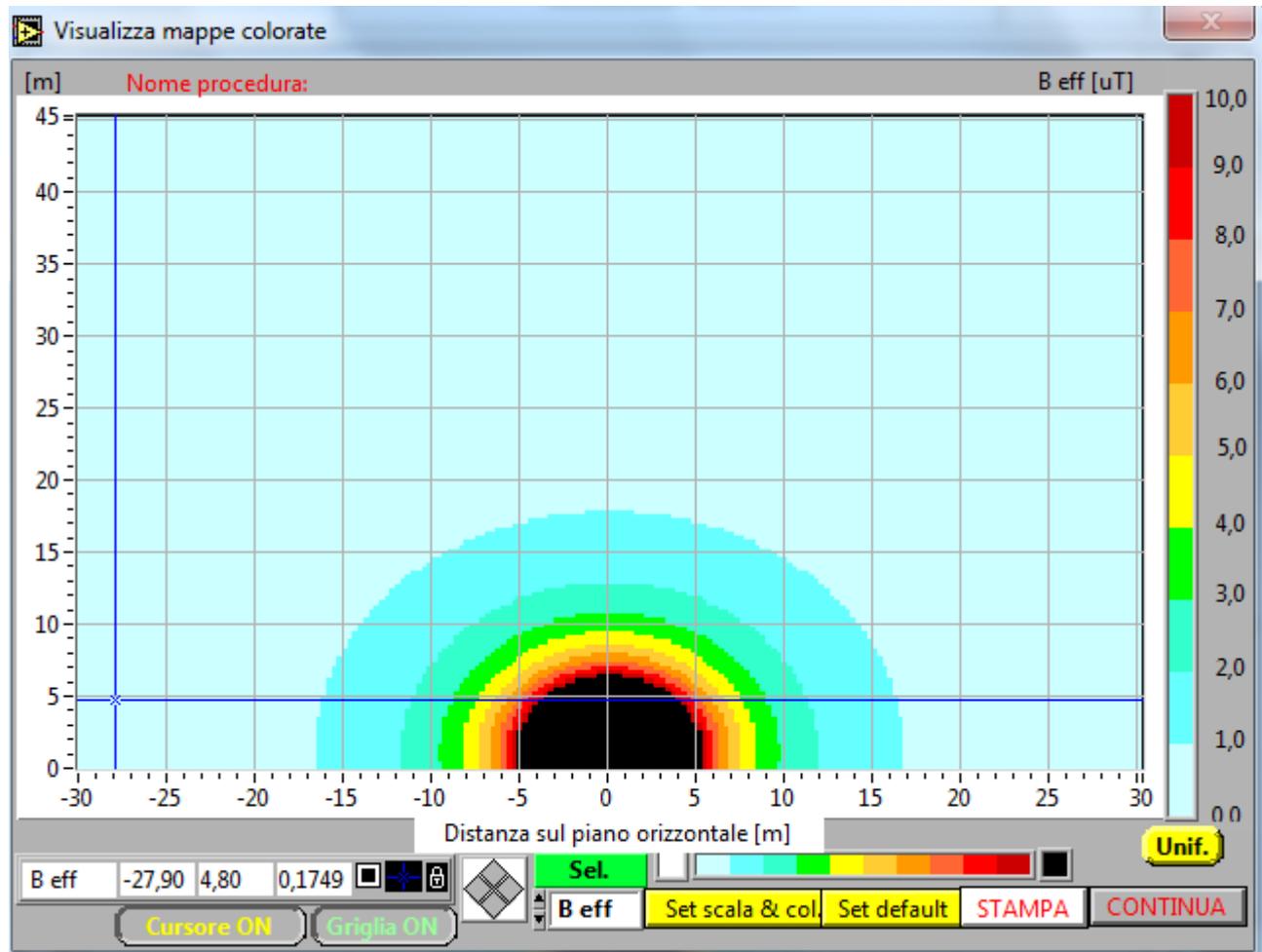


Fig. 12 – sbarre 30 kV dell'edificio quadri
corrente in servizio normale
mappa verticale dell'induzione magnetica

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.30 di 25

🔍 pannello di configurazione

✕
Mini Help

Nome linea

Cavo AT
in servizio normale

Tensione [kV]

▲ 150, ▼

Corrente [A]

▲ 557,0 ▼

Diametro esterno

▲ 100,0 ▼

Sistema elettrico

simmetrico - equilibrato

Commento

Ins. DB

Ascissa asse linea

Sinistra: valori negati ▲ 0,00 ▼

Destra: valori

STAMPA

Opz.cavo

CONTINUA

ESC

Fig. 13 – collegamento in cavo interrato a 150 kV stazione 150/30 kV – Stazione Elettrica di smistamento Terna a 150 kV di Morcone.
corrente in servizio normale

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.31 di 25

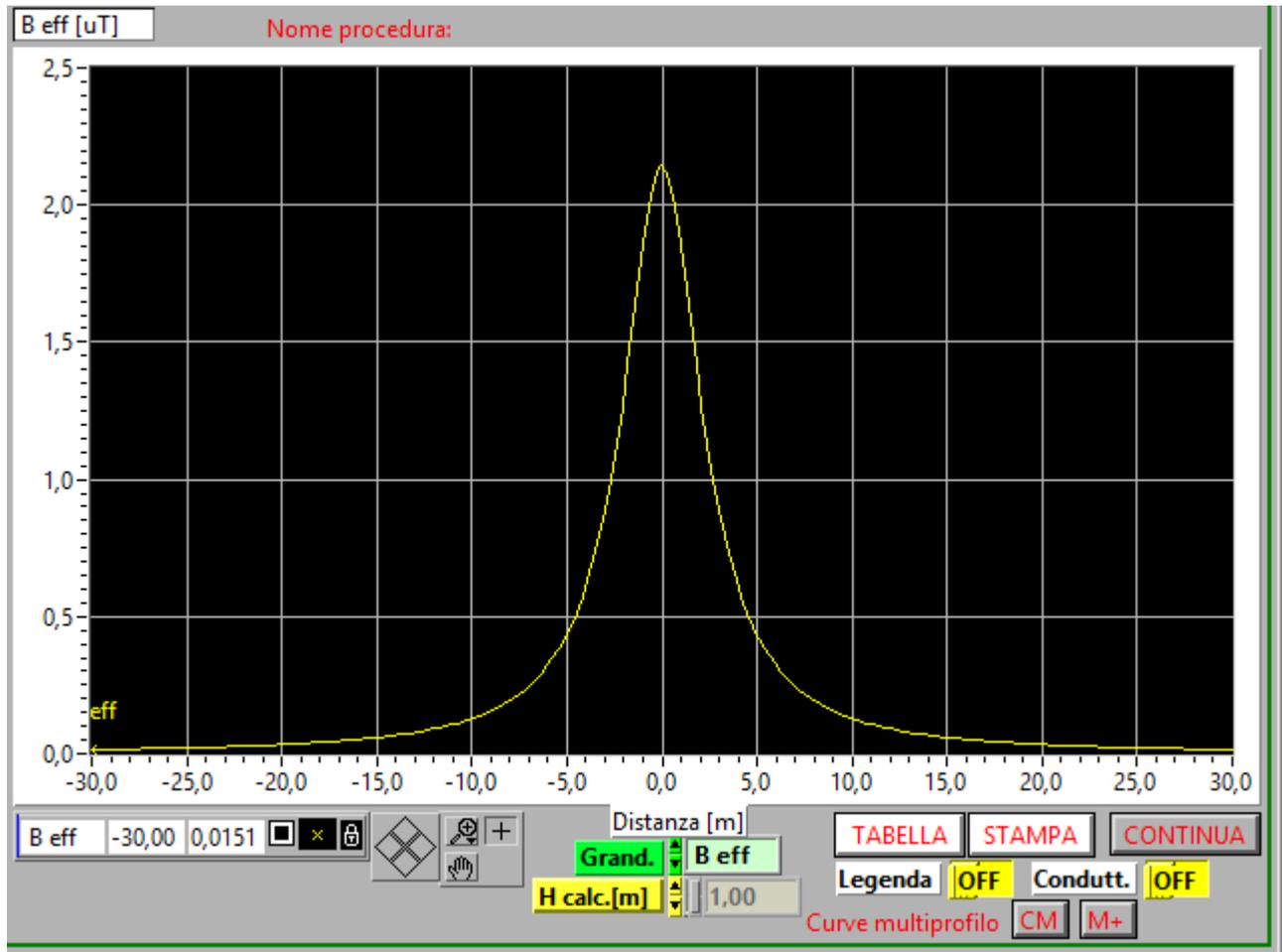


Fig. 14 – collegamento in cavo interrato a 150 kV stazione 150/30 kV – Stazione Elettrica di smistamento Terna a 150 kV di Morcone.
corrente in servizio normale
profilo laterale dell'induzione magnetica

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.32 di 25

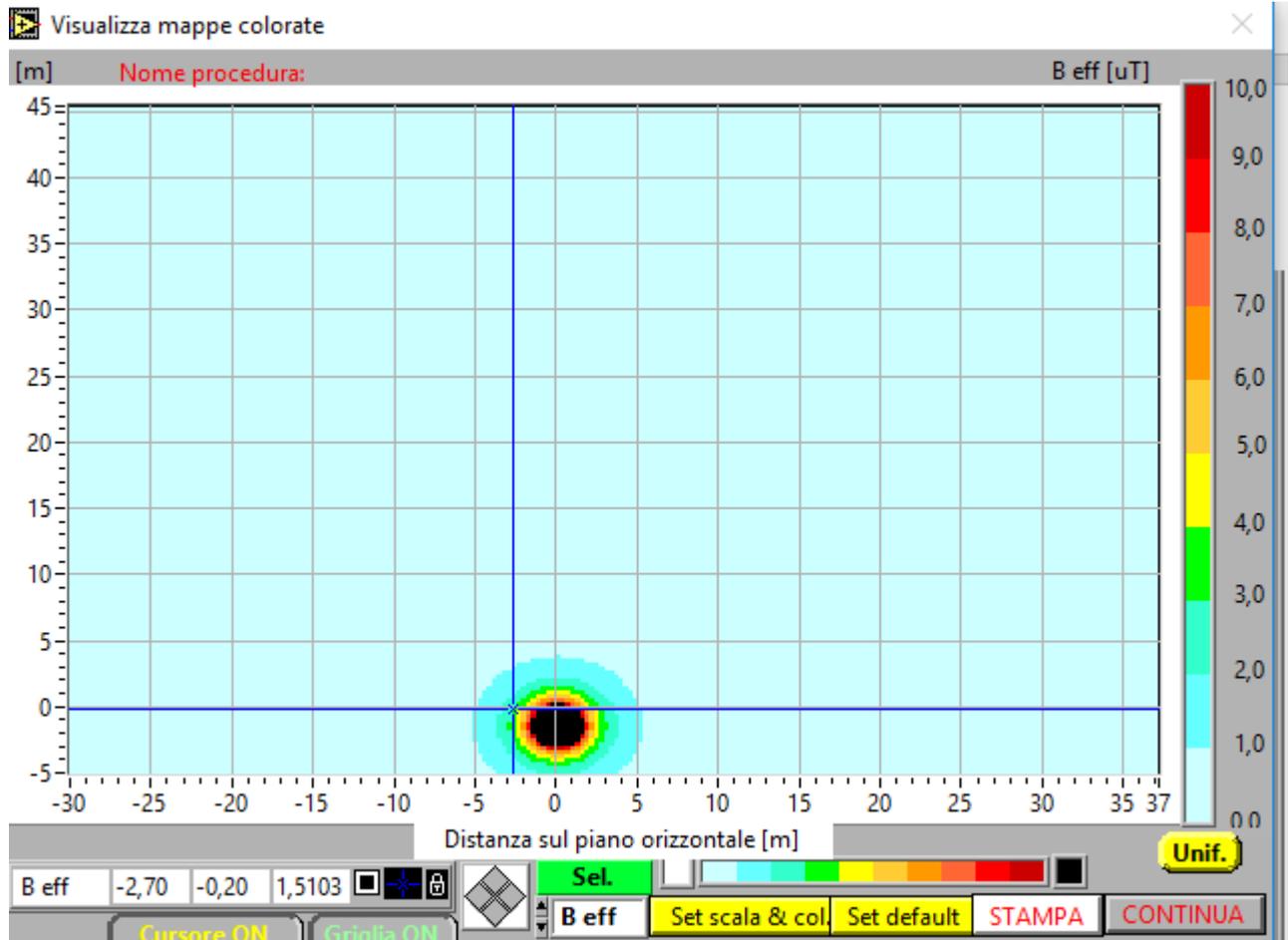


Fig. 15 – collegamento in cavo interrato a 150 kV stazione 150/30 kV – Stazione Elettrica di smistamento Terna a 150 kV di Morcone.
corrente in servizio normale
mappa verticale dell'induzione magnetica

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.33 di 25

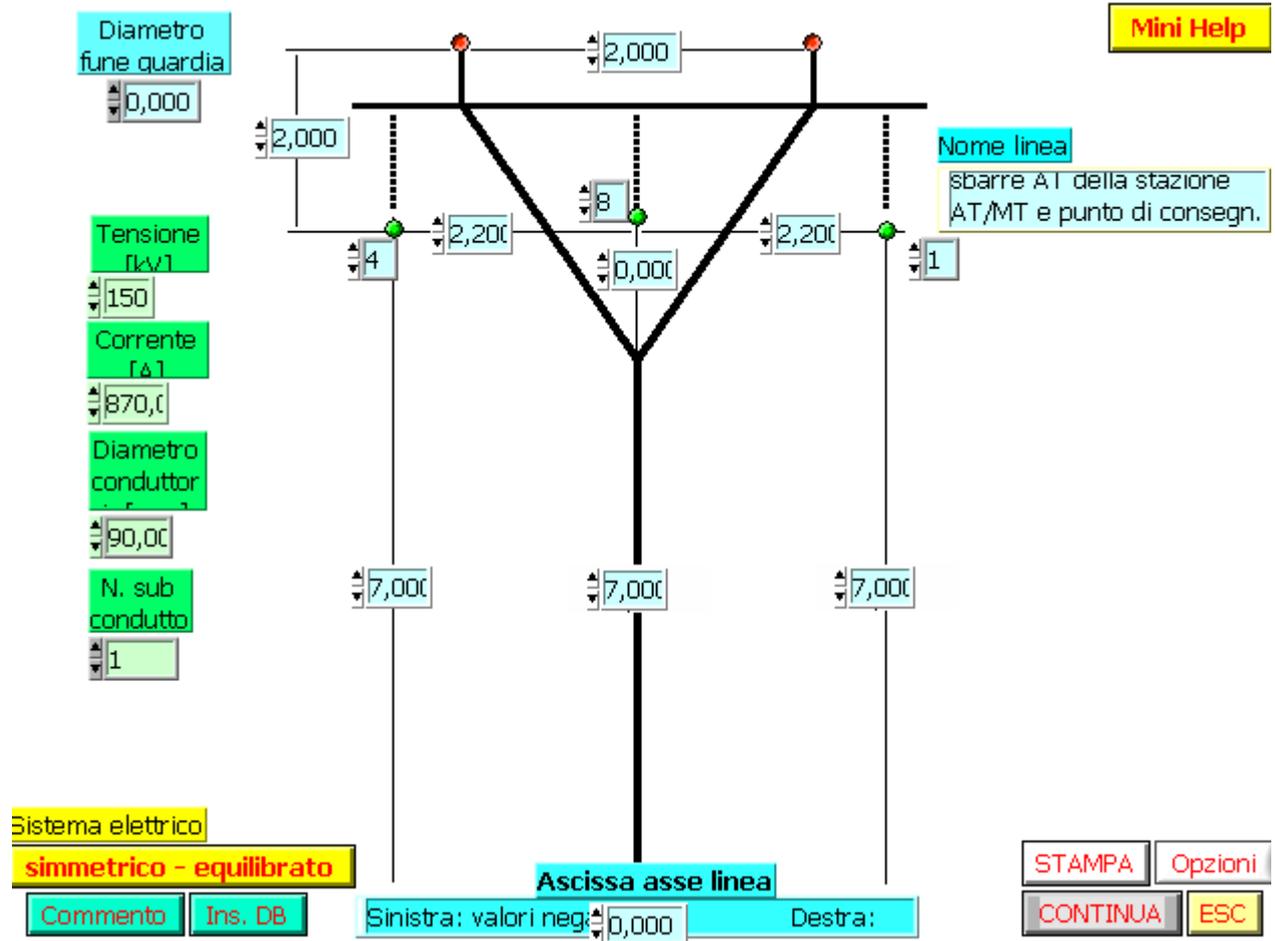


Fig. 16: sbarre di smistamento 150 kV produttori e stazione 150/30 kV produttore corrente in servizio normale

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.34 di 25

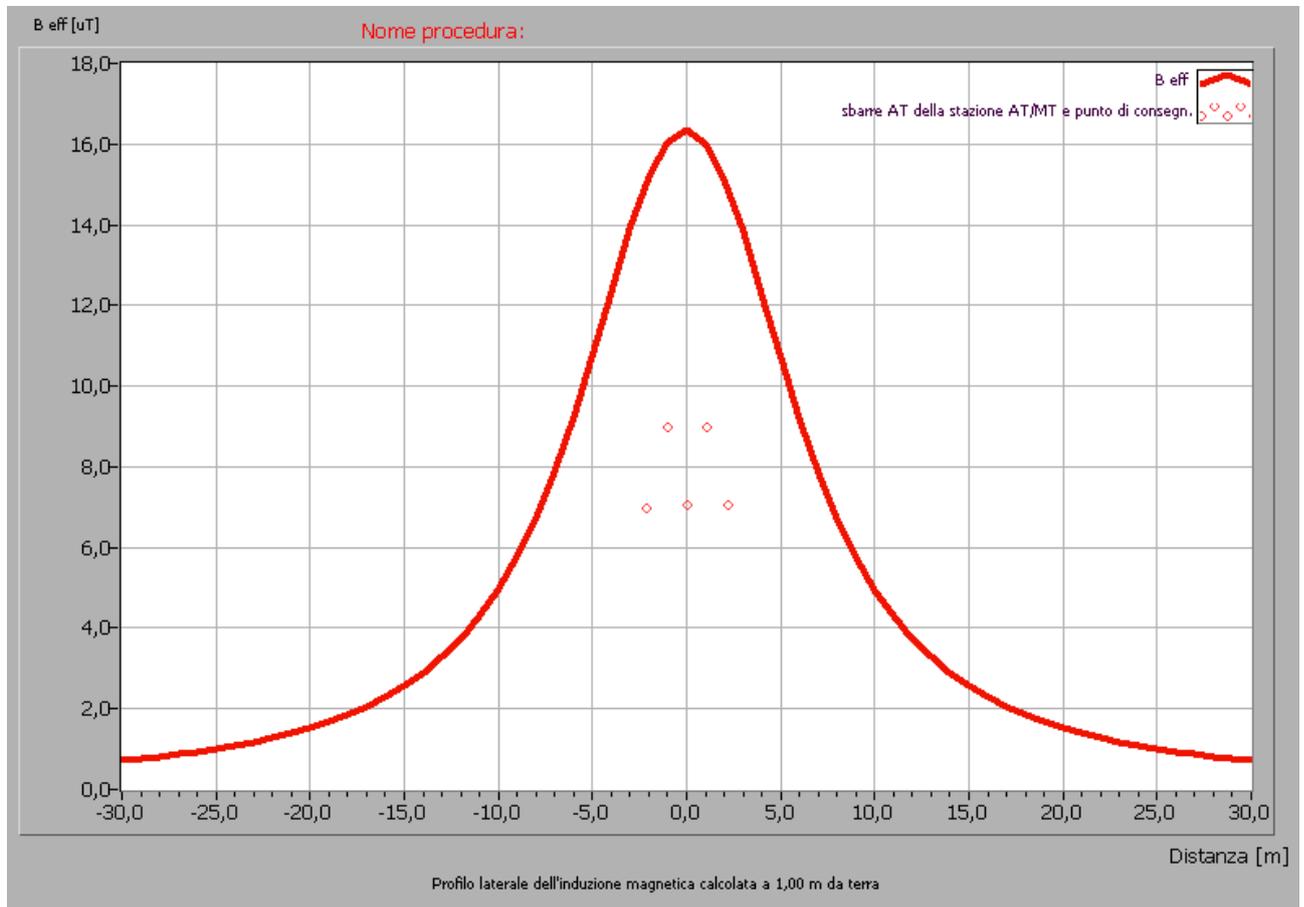


Fig.17 : sbarre di smistamento 150 kV produttori e stazione 150/30 kV produttore
corrente in servizio normale
profilo laterale dell'induzione magnetica

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.35 di 25

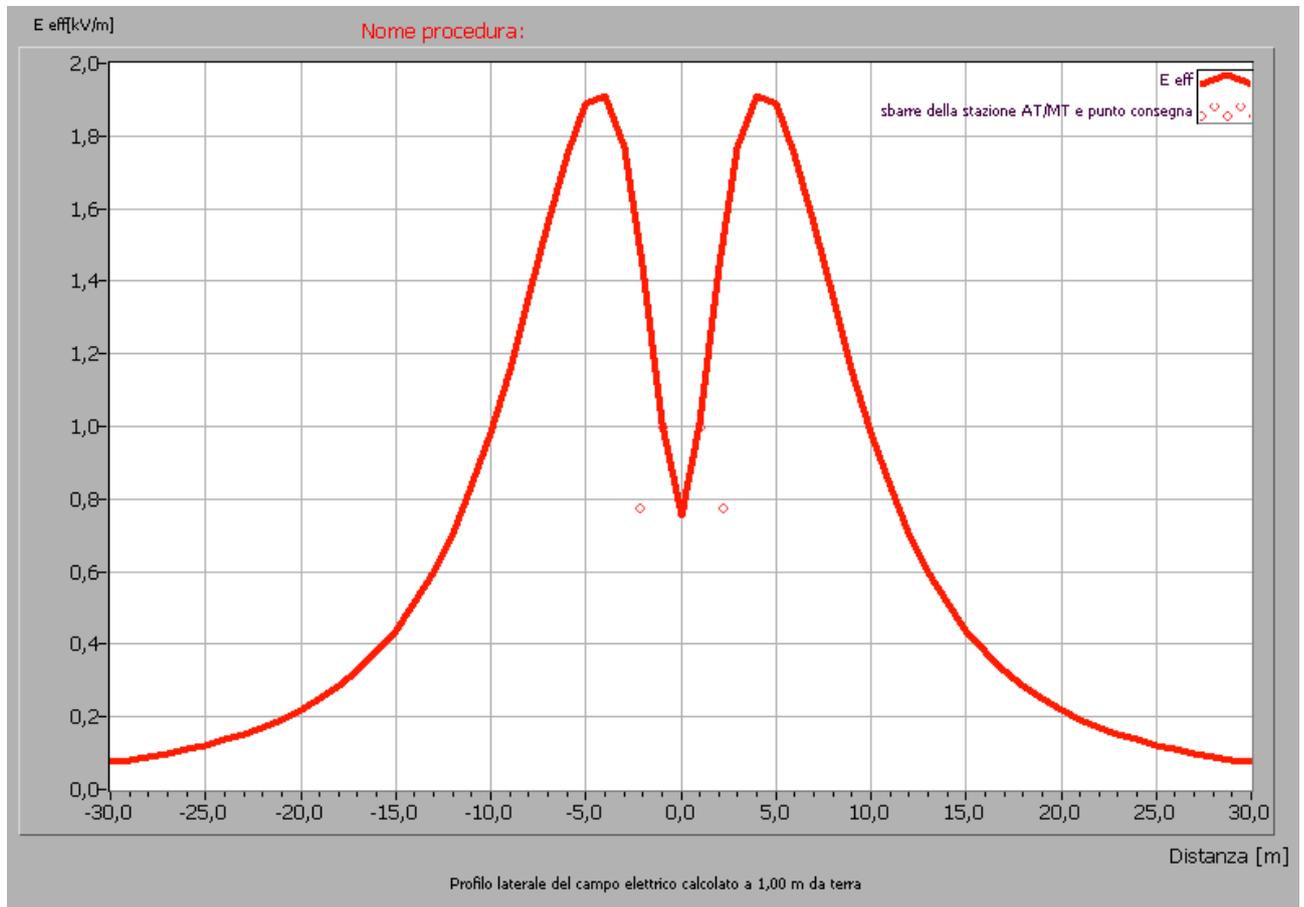


Fig. 18 : sbarre di smistamento 150 kV produttori e stazione 150/30 kV produttore corrente in servizio normale
profilo laterale del campo elettrico

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.36 di 25

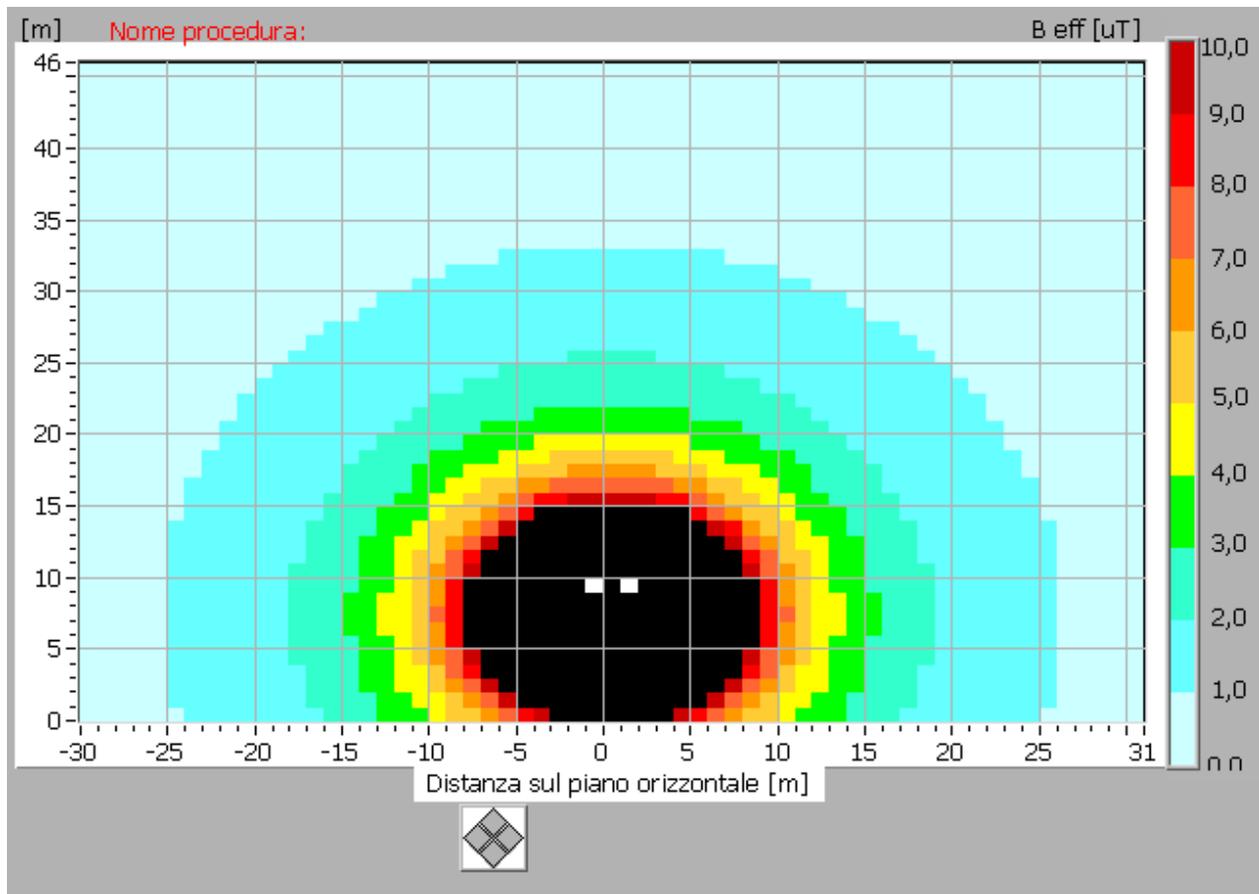


Fig. 19 : sbarre di smistamento 150 kV produttori e stazione 150/30 kV produttore corrente in servizio normale
mappa verticale dell'induzione magnetica

COGEIN ENERGY	Impianto: Impianto eolico di Castelpagano (BN)	Documento: RT. 02	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	REV. N. 00	Pag.37 di 25

Sommario

1.	PREMESSA	2
2.	OPERE PER LA CONNESSIONE DELL' IMPIANTO EOLICO ALLA RETE ELETTRICA	3
2.1	Riferimenti normativi	3
2.2	Descrizione dell'impianto	5
2.2.1	Generalità	5
2.2.2	Collegamenti in cavo interrato 30 kV tra gli aerogeneratori	5
2.2.3	Collegamento in cavo interrato 30 kV tra il campo eolico e la stazione di Trasformazione 150/30 kV	6
2.2.4	Collegamento in cavo interrato 150 kV tra stazione di trasformazione 150/30 kV produttori e la Stazione Elettrica di smistamento Terna a 150 kV di Morcone	6
3.	Caratteristiche tecniche collegamenti in cavo interrato 30 kV	6
3.1	Caratteristiche tecniche del raccordo 150 kV tra la stazione di trasformazione 150/30 kV e la Stazione Elettrica di smistamento Terna a 150 kV di Morcone	7
4.	CAMPI MAGNETICI	7
4.1	Generalità	7
4.2	CALCOLO DELLE DPA	8
a)	Torri eoliche	9
b)	Collegamento in cavo interrato 3x1x185 mm ² 18/30kV e cavo interrato 3x1x300 mm ² 18/30 kV con conduttore in alluminio, tra le torri eoliche.	11
c)	Collegamento in cavo interrato 3x1x500 mm ² 18/30kV tra le torri eoliche di smistamento e la stazione 150/30 kV del produttore.	12
d)	Sbarre 30 kV dell'edificio quadri di stazione	13
e)	Cavo interrato 150 kV da 400 mm ² in alluminio per il collegamento alla Stazione Elettrica di smistamento Terna a 150 kV di Morcone	15
f)	Sistema 150 kV STAZIONE PRODUTTORE	16
5.	CAMPI ELETTRICI	16
6.	CONCLUSIONI	17