

***Riassetto linee aeree 132 kV "Tavazzano-Pavia CS" e "Lacchiarella-Pavia O."***

***PIANO TECNICO DELLE OPERE – APPENDICE E***

***RELAZIONE TECNICA - METODOLOGIA DI CALCOLO DELLA FASCIA DI RISPETTO***



***Storia delle revisioni***

Rev.	Data	Descrizione
Rev.00	del 01/10/2018	Prima emissione

Elaborato	Verificato	Approvato
J. Garau ING REA PRNO	J. Garau ING REA PRNO	L. Sabbadini ING REA PRNO

## INDICE

INDICE.....	2
1 PREMESSA.....	3
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
3 Metodologia di calcolo della fascia di rispetto .....	5
4 Correnti di calcolo .....	5
5 Fasce di rispetto .....	5
5.1 Definizione .....	5
5.2 Calcolo delle fasce di rispetto .....	6
6 Calcolo della Distanza di prima approssimazione (Dpa).....	8
7 Sezione alla fascia di rispetto in corrispondenza di un sostegno (inserire le varie sezioni). .....	9
7.1 Sostegno Tipo E semplice terna.....	10
7.2 Sostegno Tipo N semplice terna.....	10
7.3 Sostegno tipo E doppia terna .....	11
7.4 Sostegni tipo N, M doppia terna .....	12
8 Conclusioni .....	13

## 1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di evidenziare il rispetto della normativa vigente in merito al campo di induzione magnetica relativamente all'opera di sviluppo della Rete Elettrica di Trasmissione Nazionale denominata "**Riassetto linee aeree 132 kV "Tavazzano-Pavia CS" e "Lacchiarella-Pavia"**".

Tali valutazioni sono state fatte nel rispetto del **D.P.C.M. dell'8 luglio 2003**, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", nonché della "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti", approvata con DM 29 maggio 2008. (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160).

I valori indicati sono i seguenti:

- **Limite di esposizione:** 100  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci;
- **Valore di attenzione:** 10  $\mu$ 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  $\mu$ 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.

Le valutazioni delle fasce di rispetto e del campo magnetico si riferiscono agli interventi elencati nella Relazione Tecnica Illustrativa, doc n. **REBR13002BIN00011\_00**.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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 avvallato 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.

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

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

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

In esecuzione della predetta Legge quadro, è stato infatti emanato il **D.P.C.M. 08.07.2003** "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.", che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla ( $\mu\text{T}$ ) per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10  $\mu\text{T}$ , a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3  $\mu\text{T}$ . È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali.

### 3 Metodologia di calcolo della fascia di rispetto

Il calcolo della fascia è stato effettuato concordemente a quanto previsto dal D.P.C.M. 08/07/2003 e secondo le metodologie definite dal D.M. 29 Maggio 2008 "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".

Per la valutazione delle fasce di rispetto e del campo di induzione magnetica viene seguita la seguente metodologia:

1. per la determinazione della fascia di rispetto si procede alla valutazione del campo di induzione magnetica mediante modelli di calcolo tridimensionali, nell'ipotesi che sugli stessi elettrodotti fluisca la massima corrente prevista per l'elettrodotto in oggetto in esercizio normale. Una volta determinata la fascia di rispetto viene effettuata la sua proiezione al suolo, determinando la DPA;
2. vengono individuati i recettori sensibili ricadenti all'interno della DPA. Per essi vengono predisposte delle schede ad-hoc riportanti i principali dati geografici e catastali, confermati mediante appositi sopralluoghi in situ;
3. Per tali recettori vengono effettuati i calcoli di campo di induzione magnetica, considerando le reali condizioni di esercizio, ed in particolare:
  - per gli elettrodotti di nuova realizzazione: il valore della portata di corrente in servizio normale così come definita dalla norma CEI 11-60;
  - per gli elettrodotti esistenti: il valore massimo della corrente mediana giornaliera nelle 24 ore.

### 4 Correnti di calcolo

Conformemente a quanto disposto del D.P.C.M. 08/07/2003 (Art.6 §1), le fasce di rispetto di un nuovo elettrodotto devono essere determinate impiegando la "corrente in servizio normale dell'elettrodotto", come definita dalla norma CEI 11-60.

La corrente in servizio normale prevista per questa linea è pari a **675 A**, con un livello di tensione a 132 kV.

### 5 Fasce di rispetto

#### 5.1 Definizione

Per "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, 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, 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.

## 5.2 Calcolo delle fasce di rispetto

Per il calcolo delle fasce di rispetto si è proceduto ad una simulazione **con modelli tridimensionali** eseguita con il software **WinEDT\ELF Vers.7.3** realizzato da VECTOR Srl (**software utilizzato dalle ARPA e validato dall'Università dell'Aquila e dal CESI**).

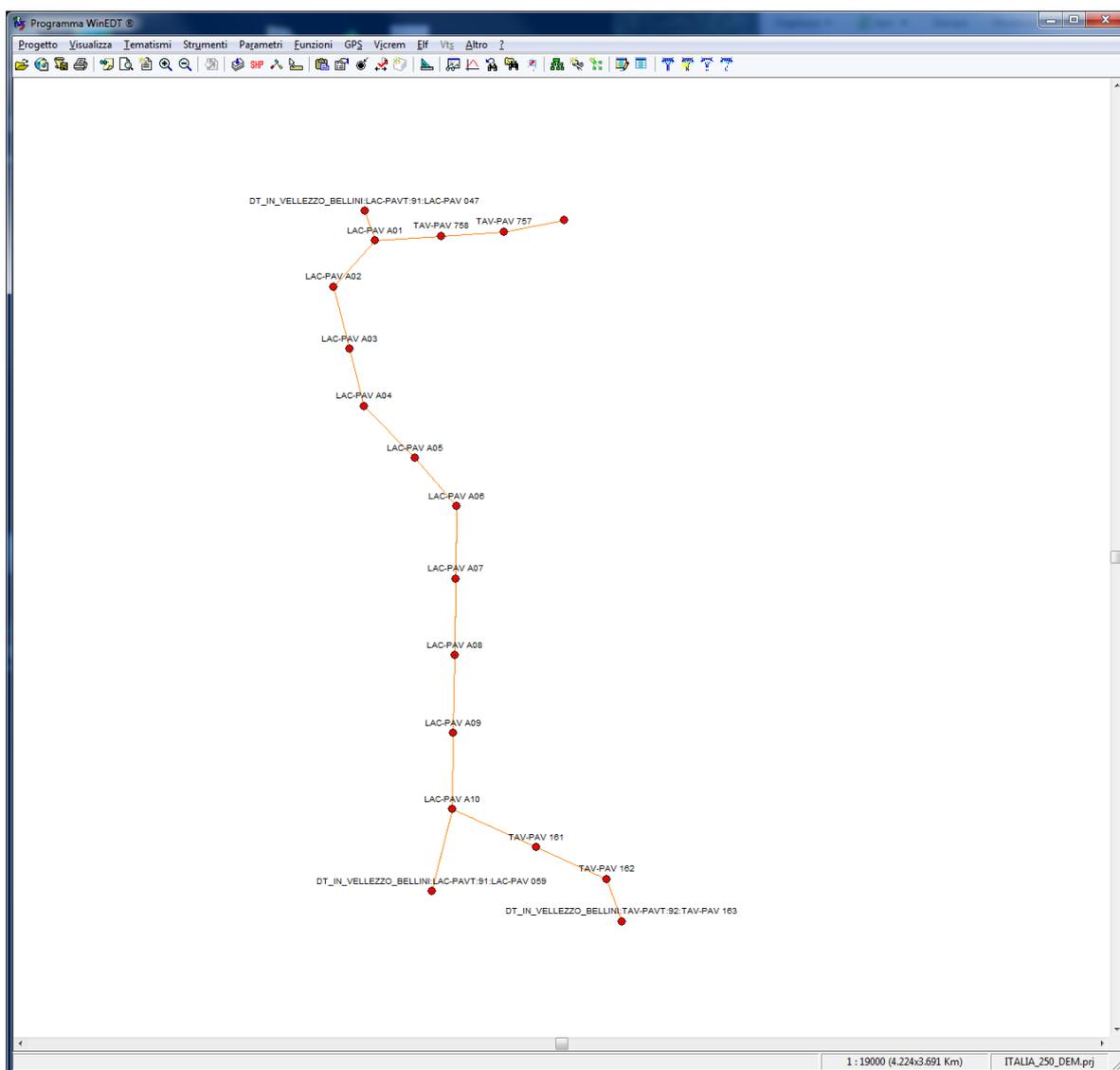
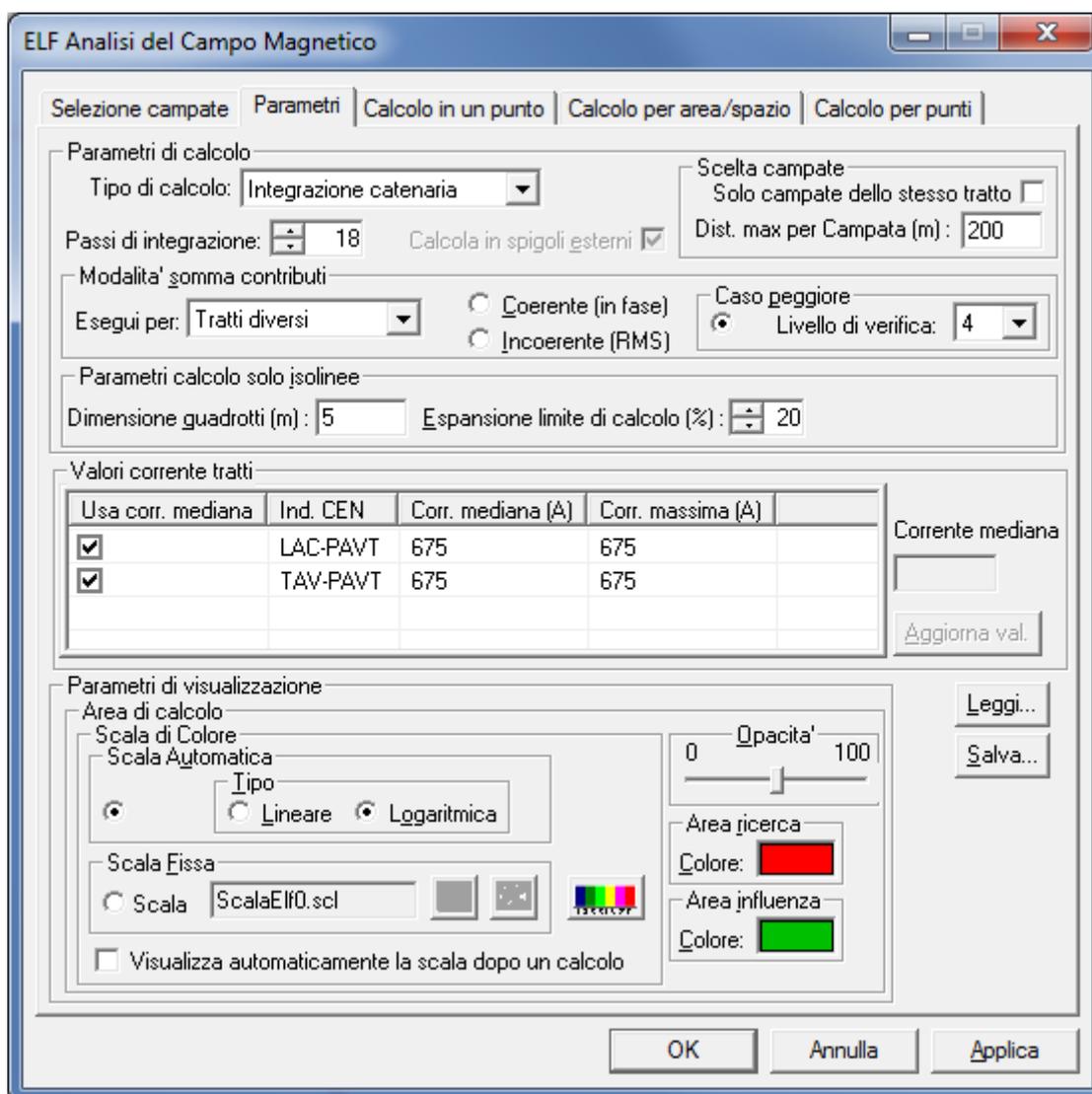


Figura 1 - Modellazione della linea

La linea è stata modellata nelle reali condizioni di installazione in termini di:

- Geometria dei sostegni
- Tipologia conduttori
- Parametri di tesatura dei conduttori



**Figura 2 - Parametri di calcolo**

Nel dettaglio, ogni terna è stata modellata singolarmente. Tra tutti i casi di verifica è stato scelto quello che tra le combinazioni di comportamento per esperienza risulta sufficientemente rappresentativo delle condizioni peggiori di interazione tra le due terne (Livello di verifica 4).

Tenendo presente che non vi sono recettori prossimi alla linea e che comunque non si trovano all'interno della proiezione al suolo della fascia dei 3µT, il parametro di modellazione del conduttore non influenza significativamente il calcolo. Fermo restando questo aspetto, la linea è stata modellata in condizione di massima freccia (MFB).

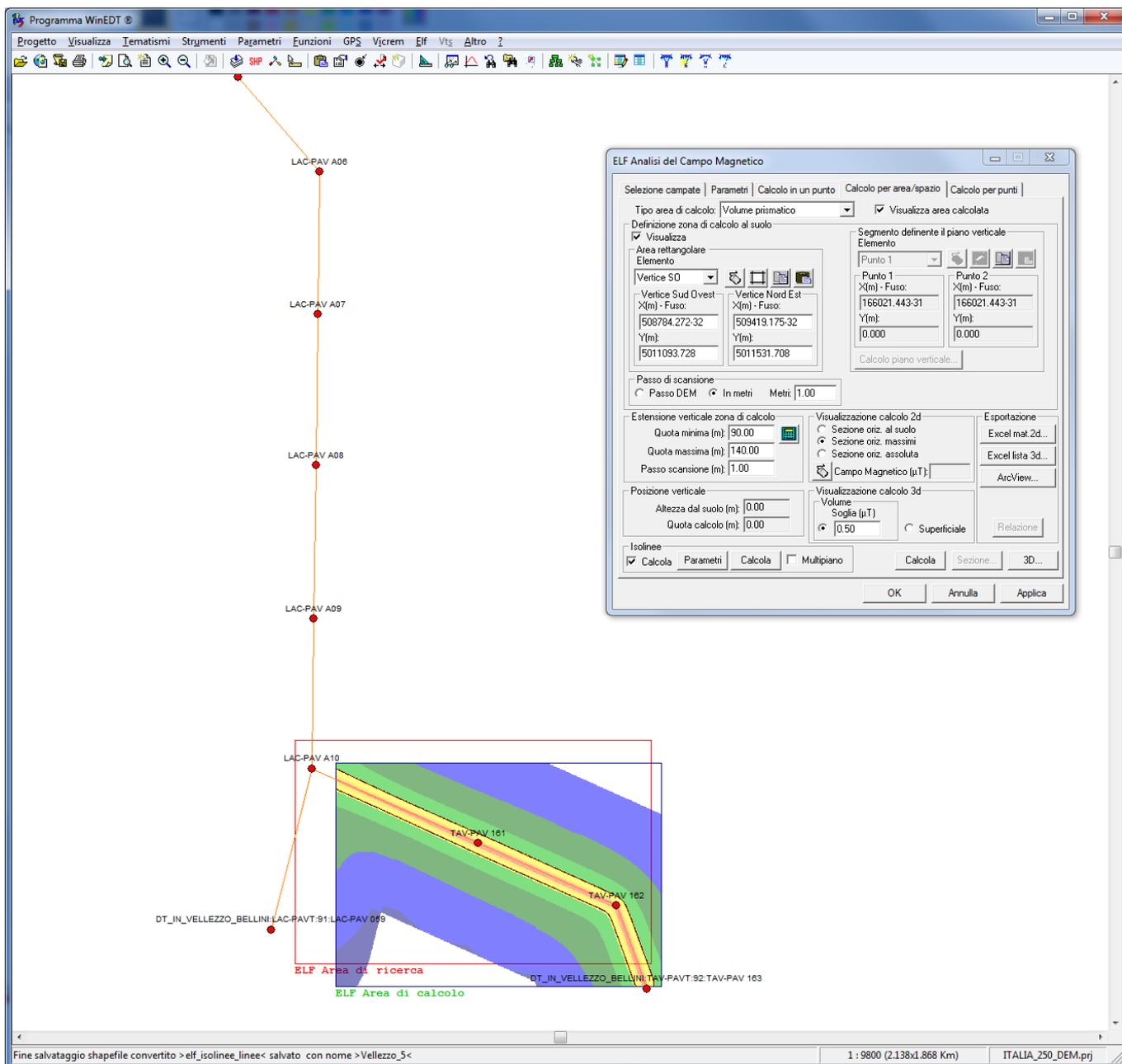


Figura 3 - Impostazione e risultati del calcolo tridimensionale

## 6 Calcolo della Distanza di prima approssimazione (Dpa)

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”*.

	<b>RELAZIONE TECNICA - METODOLOGIA DI CALCOLO DELLA FASCIA DI RISPETTO</b>	Codifica <b>REBR13002BIN00061</b>	
		Rev. 00	Pag. <b>9</b> di 13

Ai fini del calcolo della Dpa per il riassetto linee aeree 132 kV "Tavazzano-Pavia CS" e "Lacchiarella-Pavia", non sono state utilizzate delle metodologie semplificate ma è stata effettuata la proiezione al suolo della fascia calcolata.

La proiezione a terra della fascia di rispetto è rappresentata nell'elaborato "Planimetria mappale con DPA" (Doc n° **DE21374A1BIN0042\_00**).

Al completamento della realizzazione dell'opera si procederà alla ridefinizione della distanza di prima approssimazione in accordo al come costruito, in conformità col par. 5.1.3 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

## **7 Sezione alla fascia di rispetto in corrispondenza di un sostegno (inserire le varie sezioni).**

A scopo dimostrativo ed illustrativo viene rappresentata la fascia isocampo dei 3  $\mu\text{T}$  in corrispondenza dei principali tipologici della linea.

Per il calcolo del campo magnetico è stato utilizzato il programma di simulazione "EMF Tools 4.2.2" sviluppato per TERNA dal CESI.

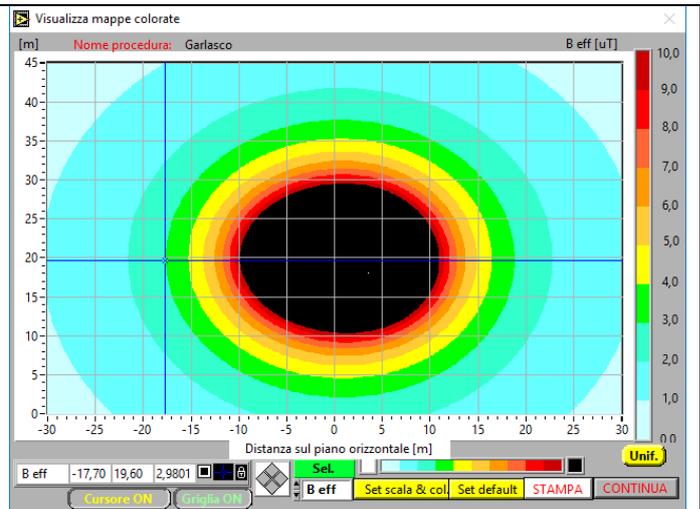
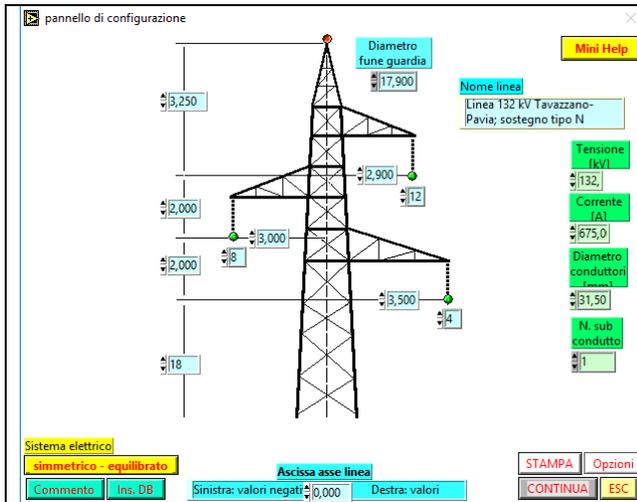
La metodologia di calcolo utilizzata è basata sull'algoritmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4, considerato idoneo per la maggior parte delle situazioni pratiche riscontrabili per le linee aeree. In particolare, il campo di induzione magnetica viene simulato utilizzando un algoritmo numerico basato sulla legge di Biot-Savart, mentre il campo elettrico viene simulato a mezzo di calcoli basati sul metodo delle cariche immagini. Alla frequenza di rete (50 Hz), il regime elettrico è di tipo quasi stazionario, e ciò permette la trattazione separata degli effetti delle componenti del campo elettrico e del campo magnetico. Questi ultimi in un punto qualsiasi dello spazio in prossimità di un elettrodotto trifase sono le somme vettoriali dei campi originati da ciascuna delle tre fasi e sfasati fra loro di  $120^\circ$ . In questo caso il calcolo è bidimensionale, e viene modellizzato considerando conduttori di lunghezza infinita e con direzione perfettamente ortogonale al piano.

Il programma prevede come primo passaggio l'inserimento delle caratteristiche del sostegno, dei conduttori e la corrente circolante massima per la linea (**675 A**). Questi dati sono sufficienti per la modellizzazione dei sostegni.

Il calcolo è stato effettuato per tutti i tipologici della linea, considerando sia quelli della tratta in singola terna che in doppia terna.

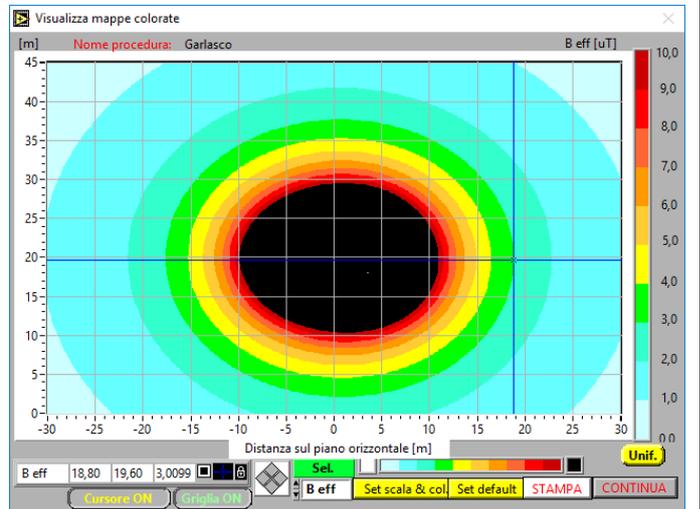
- Sostegno tipo "E" semplice terna;
- Sostegno tipo "N" semplice terna;
- Sostegno tipo "E" doppia terna;
- Sostegni tipo "N", "M", "V" doppia terna.

### 7.1 Sostegno Tipo E semplice terna

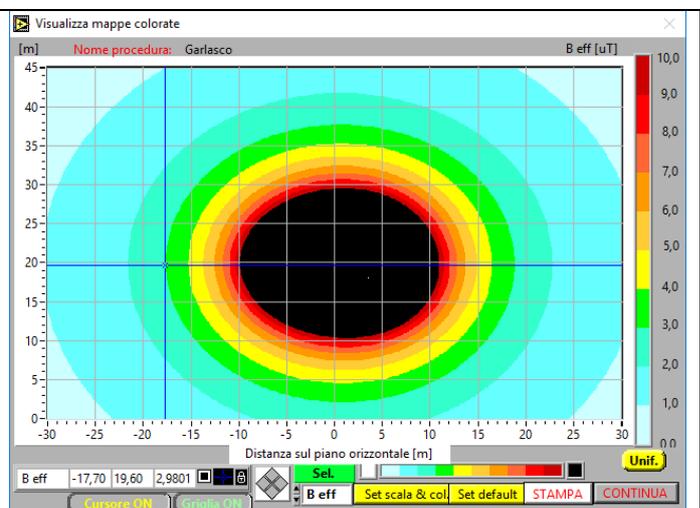
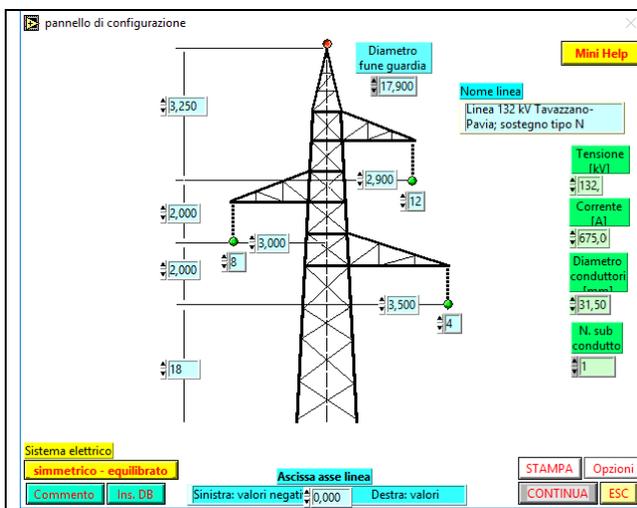


Linea 132 Tavazzano-Pavia  
Sostegno E di amarro semplice Terna

**DPA risultante = -17,7m; +18,8m**



### 7.2 Sostegno Tipo N semplice terna



Linea 132 Tavazzano-Pavia

Sostegno N di sospensione semplice Terna

**DPA risultante = -17,7m; +18,8m**

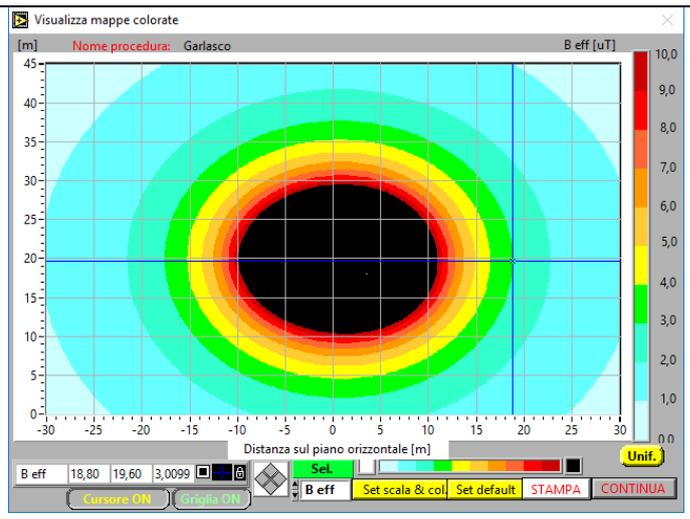
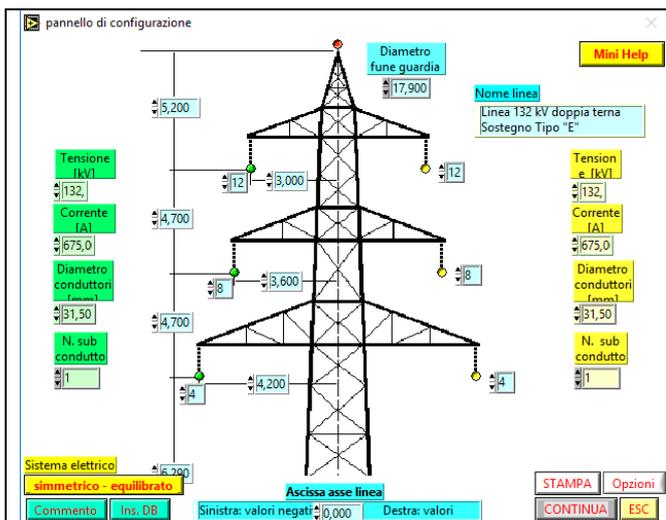


Figura 4 - Risultati di calcolo per il sostegno N semplice terna

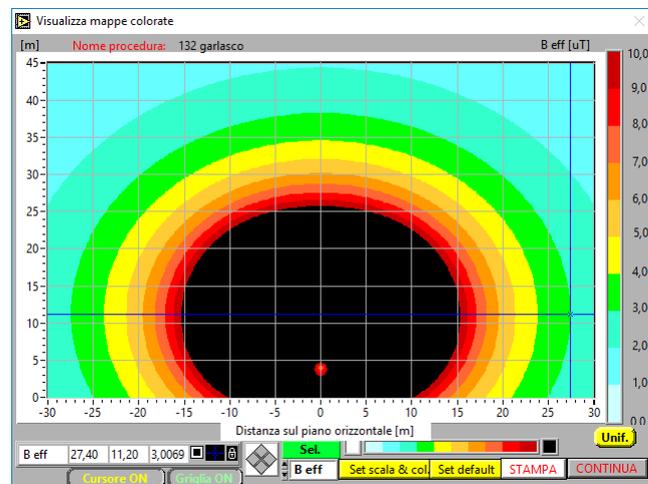
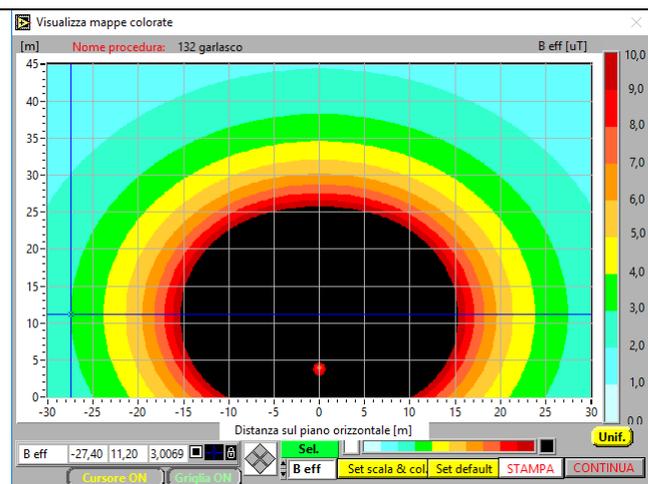
### 7.3 Sostegno tipo E doppia terna



Palificata in doppia terna:  
Linee 132 Tavazzano-Pavia CS  
e Lacchiarella-Pavia O.

Sostegno E di amarro

**DPA risultante = -27,4m; +27,4m**





## **8 Conclusioni**

Come si può osservare dalla planimetria allegata (Doc n° **DEBR13002BIN00042\_00**), all'interno della DPA non ricadono aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici o luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore. Pertanto, si può escludere, senza la necessità di analisi puntuali, che all'interno della fascia di rispetto dell'opera in oggetto ricadano recettori sensibili.