

**ELETTRODOTTO AEREO 150kV DOPPIA TERNA  
SE TROIA – CP TROIA – SE TROIA/EOS1  
ED OPERE CONNESSE**

**VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTRICO E MAGNETICO**

**Storia delle revisioni**

Rev. 00	Del 01/06/2012	Emissione per PTO



Elaborato		Verificato		Approvato
S. Madonna SRI-PRI NA	G. Savica SRI – PRI NA		S. Madonna SRI-PRI NA	Paternò P. SRI-PRI-NA

m010CI-LG001-r02

**INDICE**

1	PREMESSA .....	3
2	NORMATIVA VIGENTE E FASCE DI RISPETTO .....	4
3	IPOTESI DI CALCOLO .....	5
3.1	Caratteristiche degli elettrodotti.....	5
3.1.1	Elettrodotti di nuova costruzione a 150 kV in semplice e doppia terna .....	5
3.2	Schemi dei sostegni .....	5
3.2.1	Sostegni utilizzati per gli elettrodotti 150kV in semplice e doppia terna .....	5
3.3	Valori di corrente utilizzati nell'analisi.....	8
4	VALUTAZIONE DEL CAMPO ELETTRICO .....	8
5	VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO .....	10
5.1	Calcolo della Distanza di Prima Approssimazione (DPA) .....	11
5.2	Individuazione e analisi delle strutture potenzialmente sensibili.....	12
5.2.1	Struttura CEM-1.....	13
5.2.2	Struttura CEM-2.....	14
5.2.3	Struttura CEM-3.....	15
5.3	Esito della valutazione puntuale di campo magnetico.....	16
6	CONCLUSIONI.....	17

## 1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di riportare gli esiti della valutazione dei campi elettrico e magnetico relativamente all'elettrodotto aereo 150 kV in doppia terna SE Troia – CP Troia – SE Troia/EOS1 ed opere connesse. Tale opera prevede la realizzazione dei seguenti interventi:

- realizzazione di collegamenti in doppia terna 150 kV tra la stazione elettrica 380 kV di Troia, la CP 150 kV di Troia e la SE di Troia/EOS1;
- variante all'elettrodotto aereo 150 kV CP Orsara – CP Troia e CP Troia – SE Troia/EOS1

Lo studio è effettuato con riferimento ai seguenti elaborati:

- DEFR10017BGL00042 - Planimetria in scala 1:10 000 con Distanza di Prima Approssimazione
- DEFR10017BGL00043 - Planimetria catastale con Distanze di Prima Approssimazione – Comune di Troia

## 2 NORMATIVA VIGENTE E FASCE DI RISPETTO

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  $\mu$ 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.

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

### 3 IPOTESI DI CALCOLO

#### 3.1 Caratteristiche degli elettrodotti

##### 3.1.1 Elettrodotti di nuova costruzione a 150 kV in semplice e doppia terna

Gli elettrodotti aerei 150 kV in semplice e doppia terna saranno costituiti da una palificazione con sostegni del tipo tronco piramidali; i sostegni saranno realizzati con angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati; ogni fase sarà costituita da 1 conduttore di energia. Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio con un diametro complessivo di 31,50 mm.

In particolare i sostegni utilizzati saranno della seguente tipologia:

##### Sostegni 150 kV semplice terna - ZONA A EDS 21 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"N" Normale	9 ÷ 42 m	350 m	4°	0,15000
"M" Medio	9 ÷ 33 m	350 m	8°	0,18000
"P" Pesante	9 ÷ 48 m	350 m	16°	0,24000
"V"Vertice	9 ÷ 42 m	350 m	32°	0,36000
"C"Capolinea	9 ÷ 33 m	350 m	60°	0,24000
"E" Eccezionale	9 ÷ 33 m	350 m	90°	0,36000
"E*" Asterico	9 ÷ 18 m	350 m	90°	0,36000

##### Sostegni 150 kV doppia terna - ZONA A EDS 21 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"N" Normale	9 ÷ 45 m	350 m	3°24'	0,24000
"M" Medio	9 ÷ 33 m	350 m	11°28'	0,36000
"V"Vertice	9 ÷ 42 m	350 m	35°4'	0,36000
"E" Eccezionale	9 ÷ 33 m	350 m	90°	0,36000

#### 3.2 Schemi dei sostegni

##### 3.2.1 Sostegni utilizzati per gli elettrodotti 150kV in semplice e doppia terna

In questa sezione si riportano gli schemi dei sostegni che saranno utilizzati per il calcolo della distanza di prima approssimazione per gli elettrodotti a 150 kV in semplice e doppia terna.

In particolare, si utilizzerà come sostegni maggiormente rappresentativo il sostegno 150 kV doppia terna di tipo V e semplice terna di tipo V.

La configurazione utilizzata nelle simulazione prevede una altezza utile dei sostegni di 10 m, in modo che le valutazione vengano fatte nelle ipotesi maggiormente conservative.

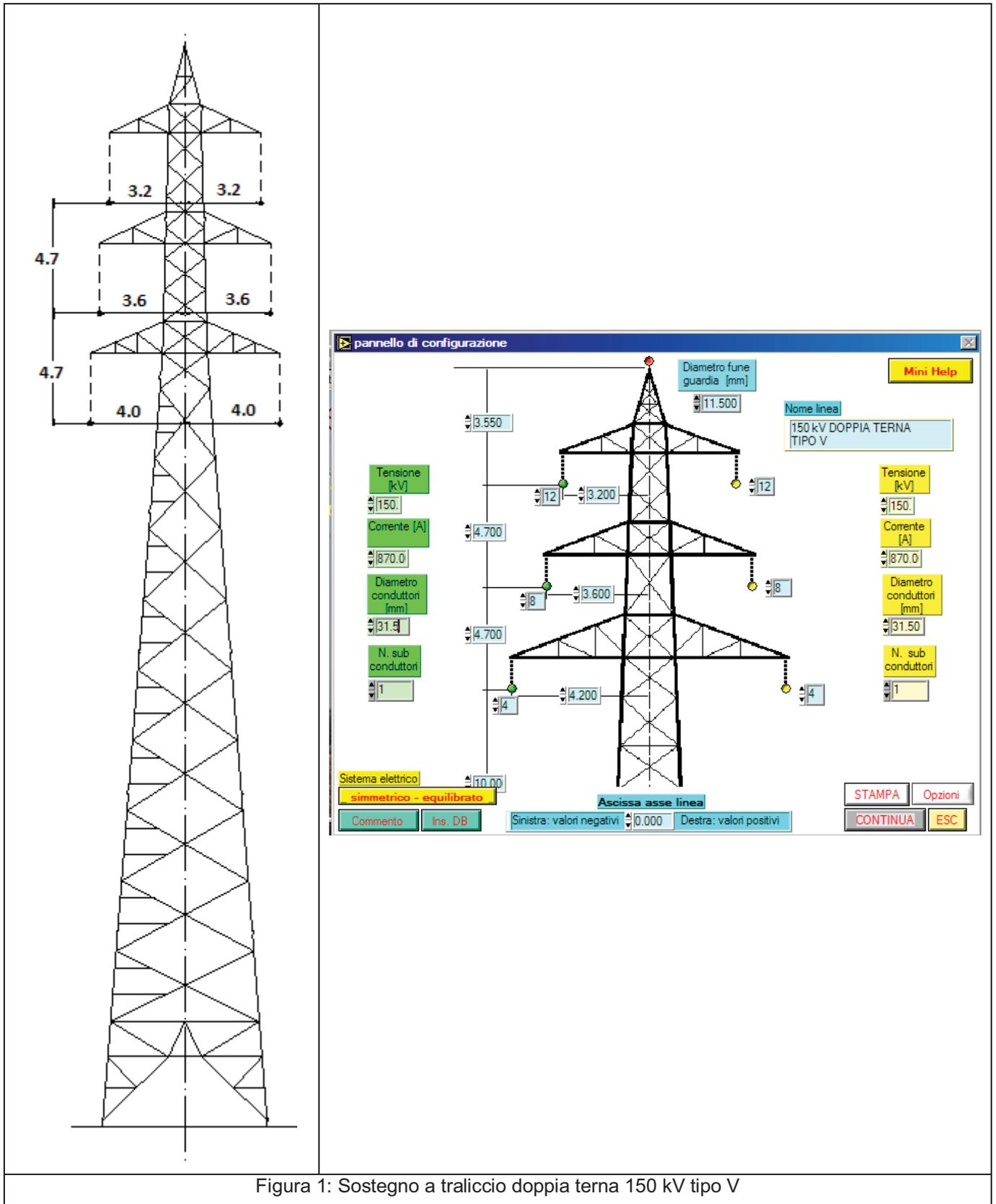


Figura 1: Sostegno a traliccio doppia terna 150 kV tipo V

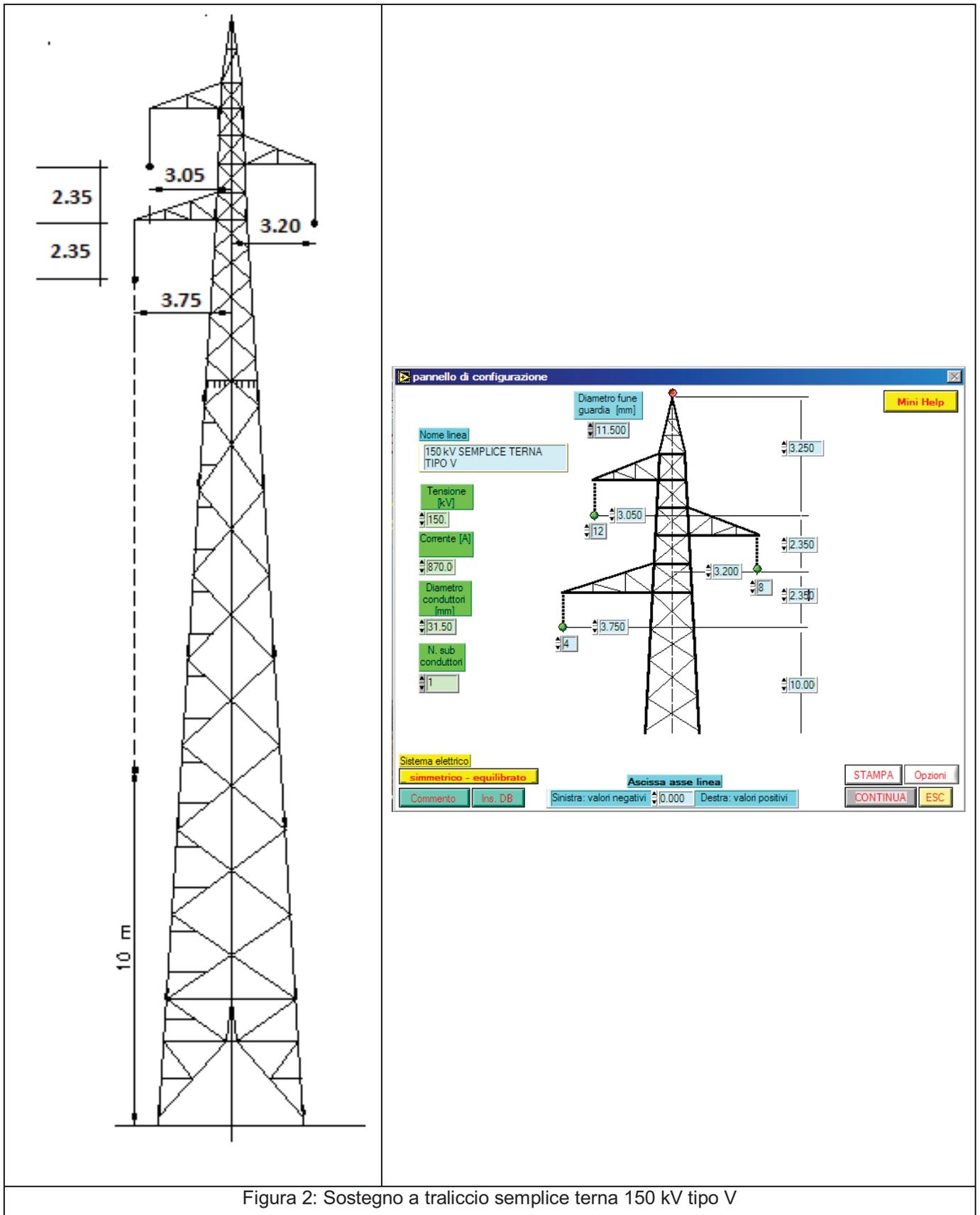


Figura 2: Sostegno a traliccio semplice terna 150 kV tipo V

### 3.3 Valori di corrente utilizzati nell'analisi

Nel calcolo si è considerata la corrente corrispondente alla portata in servizio normale della linea definita dalla norma **CEI 11-60** e conformemente al disposto del DPCM 08/07/2003, come indicato nella seguente tabella:

TENSIONE NOMINALE	PORTATA IN CORRENTE (A) DELLA LINEA SECONDO CEI 11-60			
	ZONA A		ZONA B	
	PERIODO C	PERIODO F	PERIODO C	PERIODO F
380 kV	2220	2955	2040	<b>2310</b>
150 kV	620	870	575	<b>675</b>

Non potendosi determinare un valore storico di corrente per un nuovo elettrodotto, nelle simulazioni, a misura di maggior cautela, si fa riferimento per la mediana nelle 24 ore in condizioni di normale esercizio, alla corrente in servizio normale definita dalla norma CEI 11-60 per il **periodo freddo** riferito alla **zona climatica "A"**.

Si fa notare che per l'elettrodotto in progetto, pur attraversando zone climatiche sia di tipologia A che di tipologia B, ai fini della valutazione dei CEM si è ritenuto dover considerare la portata in corrente della linea appartenente alla tipologia B.

Per cui:

- per gli elettrodotti a **150kV in semplice e doppia terna**, di nuova costruzione si utilizza il valore **8700 A**, portata in corrente nel periodo freddo in zona A.

## 4 VALUTAZIONE DEL CAMPO ELETTRICO

La valutazione del campo elettrico al suolo è avvenuta mediante l'impiego del software "EMF Vers 4.0" sviluppato per T.E.R.NA. da CESI in aderenza alla norma CEI 211-4.

La configurazione della geometria dei sostegni e i valori della grandezze elettriche sono quelli riportati nel capitolo precedente.

La valutazione del **campo elettrico** è avvenuta nelle condizioni maggiormente conservative, effettuando la simulazione in corrispondenza di un sostegno la cui altezza utile sia inferiore a quella minima dei sostegni previsti nel tracciato in oggetto.

Come si evince dalla figura 4, sia per gli interventi di nuova costruzione previsti a 380 kV sia per gli elettrodotti a 150 kV in semplice terna, il valore del campo elettrico è **sempre inferiore al limite previsto** dal DPCM 08/07/03 fissato in **5kV/m**.

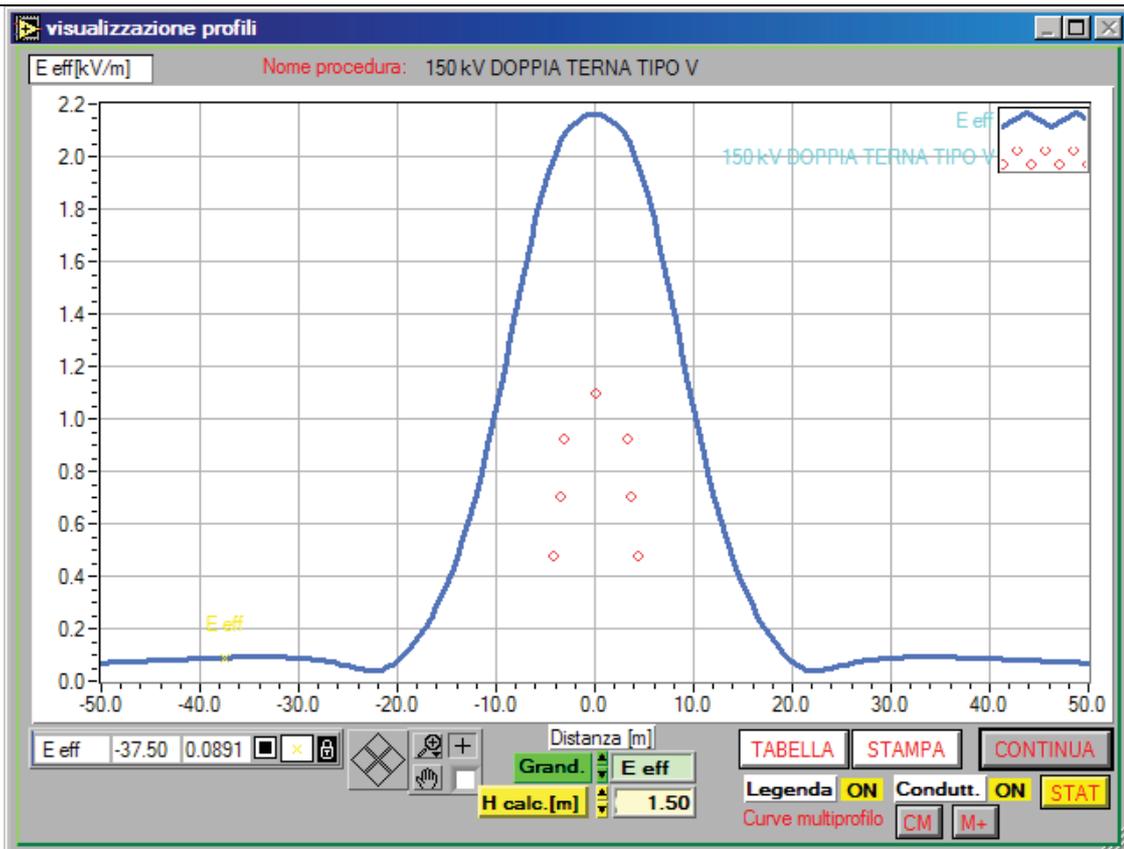


Figura 3: Sostegno V Doppia Terna 150 kV  
Andamento del campo elettrico atteso, calcolato a 1.5 m dal suolo

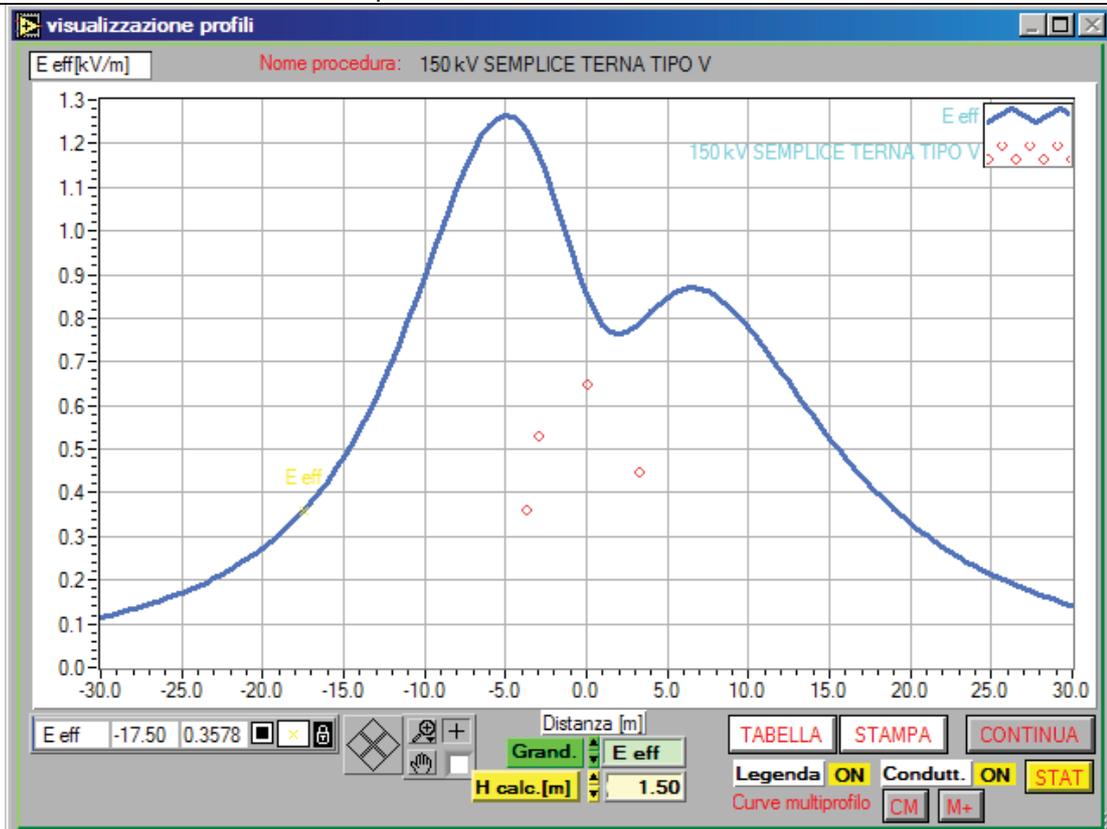


Figura 4: Sostegno V Semplice Terna 150 kV  
Andamento del campo elettrico atteso, calcolato a 1.5 m dal suolo

## 5 VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO

Per la valutazione del campo magnetico si è operato con la seguente metodologia:

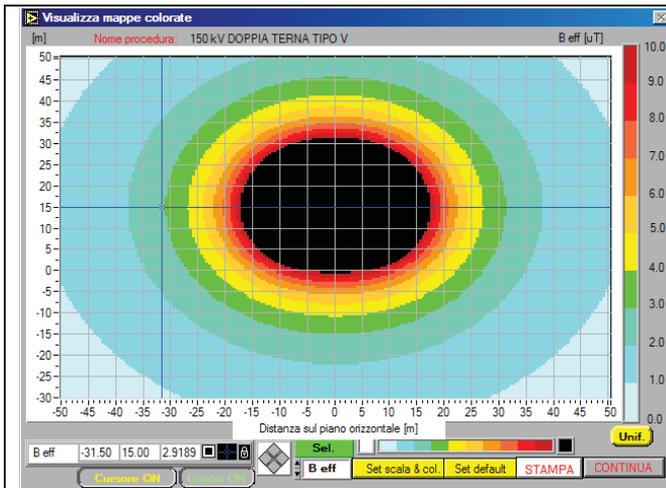
1. Modellazione degli elettrodotti interessati nel SW WinEDT – ELF al fine di effettuare una valutazione tridimensionale
2. valutazione della distanza di prima approssimazione (DPA), secondo quanto previsto dalla definizione della distanza di prima approssimazione indicata nel DM 29 Maggio 2008, ossia come proiezione a terra della fascia di rispetto. (*“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”*)
3. individuazione delle strutture che possono rappresentare dei recettori sensibili che ricadono all’interno della DPA;
4. simulazione tridimensionale del campo di induzione magnetica in corrispondenza delle strutture potenzialmente sensibili che ricadono all’interno della DpA

Come specificato nella relazione tecnica illustrativa DOC. n. REFR10017BGL00011 il collegamento in doppia terna dalla SE di Troia alla CP di Troia risulta parallelo per circa 4 km con un elettrodotto di media tensione esistente. Le caratteristiche geometriche ed i valori di corrente da utilizzare per tale elettrodotto sono riportati nella seguente tabella con riferimento alla corrente più cautelativa pari a 350 A

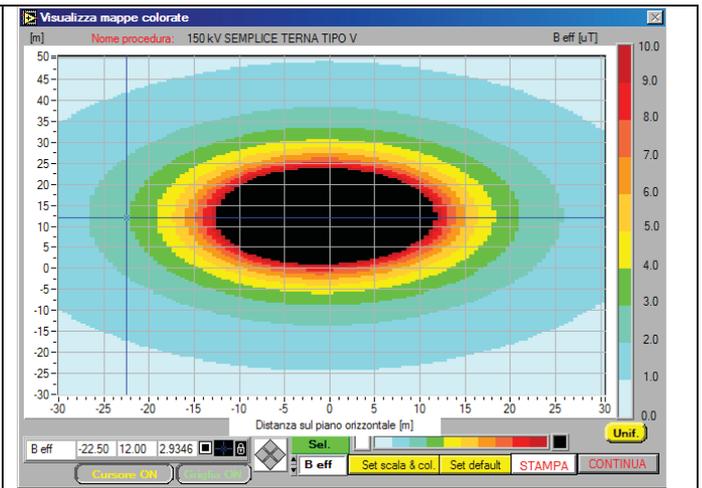
B4 – SEMPLICE TERNA CON ISOLATORI SOSPESI SU TRALICCIO – TENSIONE 15 KV O 20 KV					
CONDUTTORI					
MATERIALE	DIAMETRO	SEZIONE	I MAX ESERCIZIO NORMALE	DPA	RIF.TO
Rame	7,56 mm	35 mm <sup>2</sup>	190 A	8 metri	B4a
Alluminio	8,80 mm	60 mm <sup>2</sup>	210 A	8 metri	B4b
Alluminio/Acciaio	15,85 mm	150 mm <sup>2</sup>	350 A	10 metri	B4c

### 5.1 Calcolo della Distanza di Prima Approssimazione (DPA)

Per la definizione della DpA nelle condizioni di assenza di interferenze (parallelismi, incroci, deviazioni, ecc..) e cioè in condizioni indisturbate è stato utilizzato il programma “EMF Vers 4.0” sviluppato per T.E.R.N.A. da CESI in aderenza alla norma CEI 211-4 ed in conformità a quanto disposto dal DPCM 08/07/03.



Andamento della sez. trasversale del campo di induzione magnetico Sost. 150 kV DT tipo V:  
**DPA = 31,50 m**



Andamento della sez. trasversale del campo di induzione magnetico Sost. 150 kV ST tipo V:  
**DPA = 22,50 m**

Per tutto lo sviluppo del tracciato si è provveduto ad effettuare una simulazione tridimensionale del campo magnetico generato dalle linee interessate, considerando le effettive condizioni geometriche dei sostegni con l'esatta ampiezza delle mensole ed ubicazione spaziale dei conduttori.

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

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.

La rappresentazione di tali distanze ed aree di prima approssimazione è riportata nelle planimetrie in scala 1: 2 000 allegata Doc n. DEFR10017BGL00043, e in scala 1:10.000 Doc. n. DEFR10017BGL00042

## 5.2 Individuazione e analisi delle strutture potenzialmente sensibili

A seguito della definizione della DPA, sono state individuate 3 strutture potenzialmente sensibili situate al suolo, evidenziate nella Planimetria allegata Doc n. DEFR10017BGL00043.

Per ognuna di esse è stata effettuata una **valutazione puntuale** del campo di induzione magnetica mediante **simulazione tridimensionale**

I principali parametri di calcolo sono riportati di seguito:

- **Campo calcolato:** Campo induzione magnetica
- **Modelli di calcolo:** Secondo Norma CEI 211-4; integrazione lungo la catenaria
- **Unità di misura:**  $\mu\text{T}$  (microTesla)
- **Criteri di selezione campate:** Area geografica, Tensione
- **Criteri di calcolo:** Per punto – Per area (sul modello orografico, su piani verticali e orizzontali).
- **Output:** Grafico (2D-3D).

Si riportano di seguito le caratteristiche delle singole strutture evinte da sopralluogo:

- **STRUTTURA:** identificativo progressivo della struttura esaminata;
- **COMUNE:** comune in cui è ubicata la struttura;
- **DESTINAZIONE D'USO:** destinazione d'uso della struttura;
- **STATO DI CONSERVAZIONE:** stato di conservazione come si evince da documentazione fotografica riportata a seguito di sopralluogo;
- **ASCISSA - X e ORDINATA - Y:** punto in cui è avvenuta l'analisi puntuale del campo magnetico. Tale punto è scelto in modo da essere nelle ipotesi maggiormente conservative (punto più vicino agli elettrodotti)
- **QUOTA SUOLO** quota della struttura come rilevata dalla corografia di progetto;
- **ALTEZZA STRUTTURA:** altezza del punto in cui è avvenuta l'analisi di campo così come rilevato da sopralluogo;
- **FUORI ASSE:** distanza del punto di analisi dall'asse dell'elettrodotto;
- **INDUZIONE MAGNETICA:** la valutazione puntuale del campo di induzione magnetica.

5.2.1 Struttura CEM-1

CARATTERISTICHE STRUTTURA		
STRUTTURA		CEM-1
COMUNE		TROIA
UBICAZIONE	(campate)	20 - 21
DESTINAZIONE D'USO		Box Acquedotto
STATO CONSERVAZIONE		Buono
Ascissa - X	WGS84 33N	527105.512
Ordinata - Y	WGS84 33N	4578728.484
QUOTA SUOLO	[m]	-
ALTEZZA STRUTTURA	[m]	-
FUORI ASSE	[m]	-
INDUZIONE MAGNETICA (B)	[ $\mu$ T]	NON VALUTATO

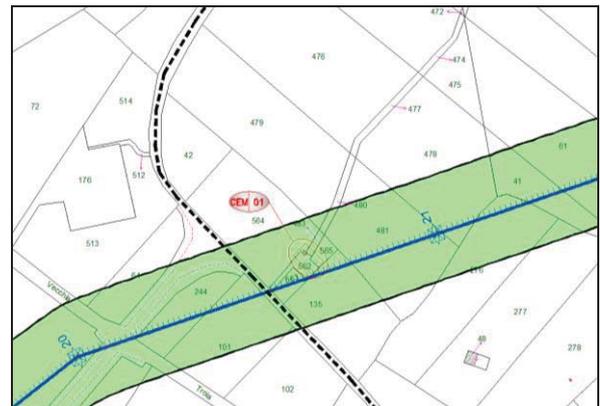


CTR



- Elettrodotto in Progetto 150 kV
- Linea elettrica in media tensione
- Distanza di Prima Approssimazione

CATASTALE



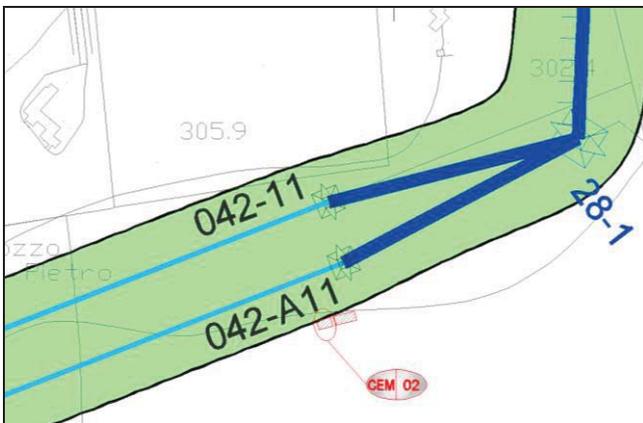
- Elettrodotto in Progetto 150 kV
- Linea elettrica in media tensione
- Distanza di Prima Approssimazione

5.2.2 Struttura CEM-2

CARATTERISTICHE STRUTTURA		
STRUTTURA		<b>CEM-2</b>
COMUNE		TROIA
UBICAZIONE	(campate)	42-A10 - 42-A11 (Esistente)
DESTINAZIONE D'USO		Opificio
STATO CONSERVAZIONE		Buono
Ascissa - X	WGS84 33N	532113.8062
Ordinata - Y	WGS84 33N	4578969.241
QUOTA SUOLO	[m]	299.8
ALTEZZA STRUTTURA	[m]	3
FUORI ASSE	[m]	20.68
INDUZIONE MAGNETICA (B)	[ $\mu$ T]	1.53



CTR



- Elettrodotta in Progetto 150 kV
- Elettrodotta Esistente 150 kV
- Distanza di Prima Approssimazione

CATASTALE



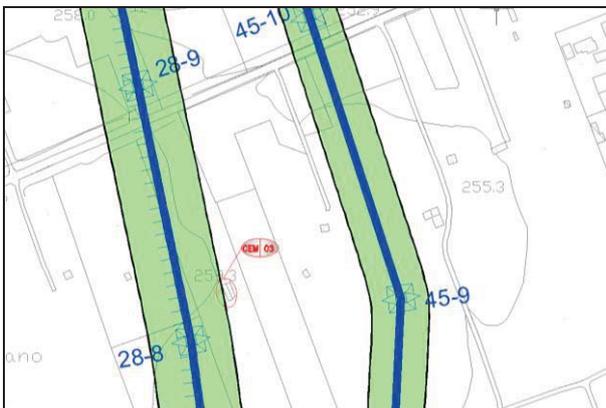
- Elettrodotta in Progetto 150 kV
- Elettrodotta Esistente 150 kV
- Distanza di Prima Approssimazione

5.2.3 Struttura CEM-3

CARATTERISTICHE STRUTTURA		
STRUTTURA		CEM-3
COMUNE		TROIA
UBICAZIONE	(campate)	28-8 - 28-9
DESTINAZIONE D'USO		Magazzini e locali di deposito
STATO CONSERVAZIONE		Buono
X	WGS84 33N	531835.7441
Y	WGS84 33N	4581227.591
QUOTA SUOLO	[m]	259.3
ALTEZZA STRUTTURA	[m]	5
FUORI ASSE	[m]	32
INDUZIONE MAGNETICA (B)	[ $\mu$ T]	2.80

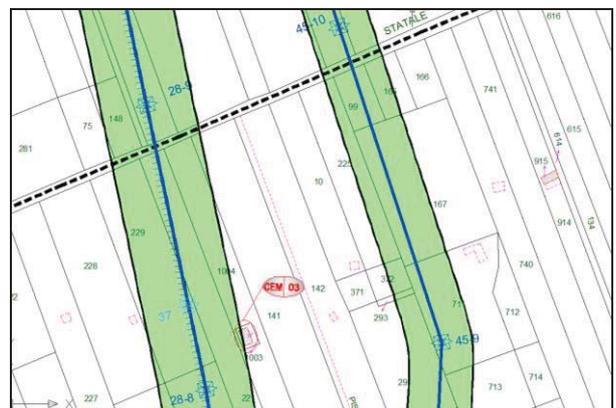


CTR



-  Elettrodotto 150 kV in Semplice Terna in Progetto
-  Elettrodotto 150 kV in Doppia Terna in Progetto
-  Distanza di Prima Approssimazione

CATASTALE



-  Elettrodotto 150 kV in Semplice Terna in Progetto
-  Elettrodotto 150 kV in Doppia Terna in Progetto
-  Distanza di Prima Approssimazione

### 5.3 Esito della valutazione puntuale di campo magnetico

Da quanto illustrato nel precedente paragrafo, si evince che la posizione dei recettori sulla planimetria catastale ha un certo errore rispetto a quanto rilevato sul posto e quanto riportato sulla CTR e Ortofoto, in particolare si evidenziano i grossi scostamenti della posizione dei recettori RS03 e RS06.

Per quanto evidenziato ed esposto le valutazioni puntuali dei CEM oggetto del presente studio, sono state realizzate prendendo in considerazione l'effettiva ubicazione dei recettori con riferimento alla CTR e Ortofoto.

L'analisi condotta ha evidenziato che in corrispondenza del tracciato oggetto di realizzazione dell'elettrodotto **non sono presenti strutture che si configurano come ricettori sensibili** dal momento che il campo di induzione magnetica è inferiore, anche nei punti più vicini all'elettrodotto stesso, al limite dei 3  $\mu$ T, limite fissato dal DPCM 08/07/2003 come obiettivo di qualità.

## 6 CONCLUSIONI

In conclusione dalle valutazioni effettuate si conferma che i tracciati degli elettrodotti oggetto di realizzazione sono stati studiati in modo da rispettare i limiti previsti dal DPCM 8 luglio 2003:

- 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, aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) è sempre inferiore a 3  $\mu$ T.