

***Razionalizzazione rete AT nella Val Formazza***

***Relazione di calcolo delle fasce di rispetto***

***Storia delle revisioni***

Rev.02	del 24/05/2018	Inserimento categorie catastali dei potenziali recettori
Rev.01	del 31/01/2014	Aggiornamento progettuale
Rev.00	del 06/06/2011	EMISSIONE PER PTO

Elaborato		Verificato		Approvato
Mosca L. ING-REA-PRNO			ING-REA-PRNO	Sabbadini L. ING-REA-PRNO

m010CI-LG001-r02

## INDICE

INDICE.....	2
1 Premessa.....	3
2 Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto .....	4
2.1 Correnti per calcolo della distanza di prima approssimazione (DPA) .....	4
3 Calcolo della Distanza di prima approssimazione (DPA) .....	4
3.1 Linee aeree a 220 kV.....	5
3.2 Tratti in cavo a 132 kV .....	10
4 Verifica della presenza di recettori sensibili all'interno della Distanza di prima Approssimazione (DPA).....	14
4.1 Calcolo puntuale dei valori di induzione magnetica .....	16
5 Conclusioni .....	23

## 1 Premessa

La presente relazione ha lo scopo di definire le ipotesi di calcolo mediante le quali sono state calcolate le fasce di rispetto relativamente alle opere in oggetto:

- **Intervento A – elettrodotto aereo 220 kV in semplice terna "All'Acqua-Ponte V.F.";**
- **Intervento B - elettrodotto aereo 220 kV in semplice terna "Ponte V.F.-Verampio";**
- **Intervento D - interramento linea 132 kV "Fondovalle - Ponte V.F." T.427;**
- **Intervento E - interramento di un tratto della linea 132 kV "Morasco - Ponte" T.426.**

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 quanto riguarda il censimento dei potenziali recettori delle "Alternative di progetto", si rimanda a quanto riportato nel doc. RGRX10004BIAM02635.**

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 ( $3 \mu\text{T}$ ), 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.

## 2 Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto

### 2.1 Correnti per 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*”.

I tratti di linee interessate dal progetto sono geograficamente in zona B; le portate, e quindi il calcolo del campo elettromagnetico, sono state considerate in Zona B.

Ai sensi dell'art. 6 comma 1 del DPCM 8 luglio 2003, la corrente da utilizzare nel calcolo per la DPA è la *portata in corrente in servizio normale* relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata (periodo freddo).

Per le linee aeree, la portata di corrente in servizio normale viene determinata ai sensi della norma CEI 11-60.

Per i tratti di raccordi in cavo a 132 kV è stata considerata una portata in corrente pari a 675 A, pari alla corrente in servizio normale, per elettrodotti aerei, definita dalla norma CEI 11-60 per il periodo freddo riferito alla zona climatica di interesse (zona B) con conduttore 31.5 mm.

## 3 Calcolo della Distanza di prima approssimazione (DPA)

Per il calcolo delle isocampo sopra riportate, è stato utilizzato il programma “EMF Vers 4.08” sviluppato per T.E.R.NA. 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.

**Dal momento che il progetto in esame, dal confine di Stato con la Svizzera fino alla S.E. Verampio (Comune di Crodo, in Provincia del Verbano - Cusio - Ossola), condivide lo stesso ambito territoriale del progetto denominato "Interconnector Svizzera - Italia", nel presente documento e nelle relative cartografie (cfr. DGAR10019BGL00077) si tiene conto dell'effetto combinato della presenza dei due progetti come effetto peggiorativo.**

**Qualora uno dei due progetti non venga approvato, si provvederà a rielaborare la DPA e le relative cartografie.**

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.

### 3.1 Linee aeree a 220 kV

I tratti in esame sono:

- **Intervento A – elettrodotto aereo 220 kV in semplice terna "All'Acqua-Ponte V.F.";**
- **Intervento B - elettrodotto aereo 220 kV in semplice terna "Ponte V.F.-Verampio";**

Tali tratti verranno costruiti utilizzando un conduttore singolo diametro 56.26 mm (di adeguata resistenza meccanica conseguente alla particolare condizione climatica di alta montagna), che ha portata equivalente ad un fascio trinato di conduttori da 31.5 mm. Inoltre i sostegni saranno in classe 380 kV, (per gli stessi motivi tecnici di condizione climatica di alta montagna). Pertanto, pur essendo la linea in classe 220 kV, si considera la corrente nel conduttore pari a 2310 A, in conformità a quanto riportato nel par. 3.1 della norma CEI 11-60, in quanto conduttore equivalente di un fascio trinato di una linea 380 kV.

Per questi due motivi, si fa sempre riferimento alle distanze previste nel Decreto 29 Maggio 2008 per le linee a 380 kV con 3 conduttori per fase.

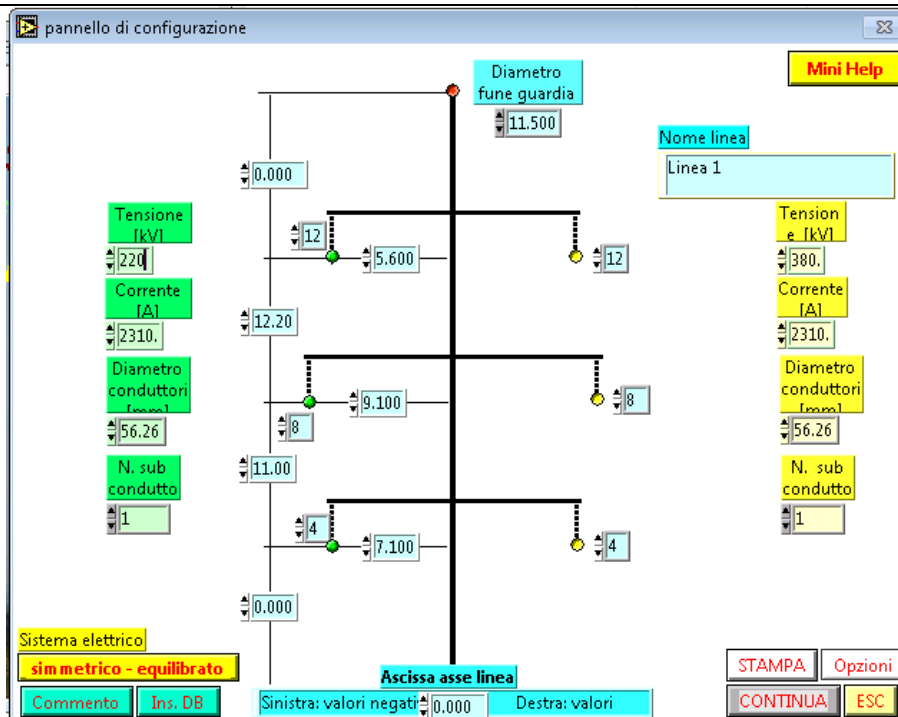
Ne consegue che nei calcoli di campo elettrico e magnetico, verranno adottati i seguenti dati:

Tensione di esercizio:	220 kV
Portata in corrente:	2310 A
N. di conduttori per fase (ai fini del calcolo di campo magnetico)	n°1 (diametro 56,26 mm) (equivalente a 3 conduttori diametro 31,5 mm)

Nel calcolo delle isocampo di induzione magnetica, lo schema dei sostegni utilizzati è quello dei sostegni 380 kV ad Alto Sovraccarico.

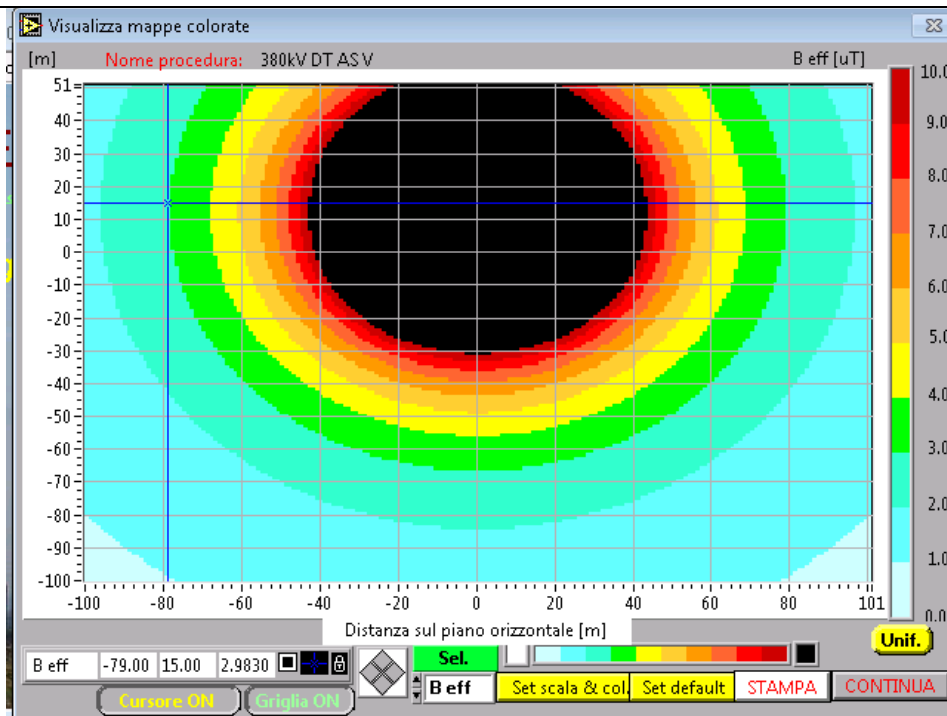
Schemi dei sostegni utilizzati e relative curve isocampo

- **Elettrodotto in doppia terna in classe 380kV ad Alto Sovraccarico**

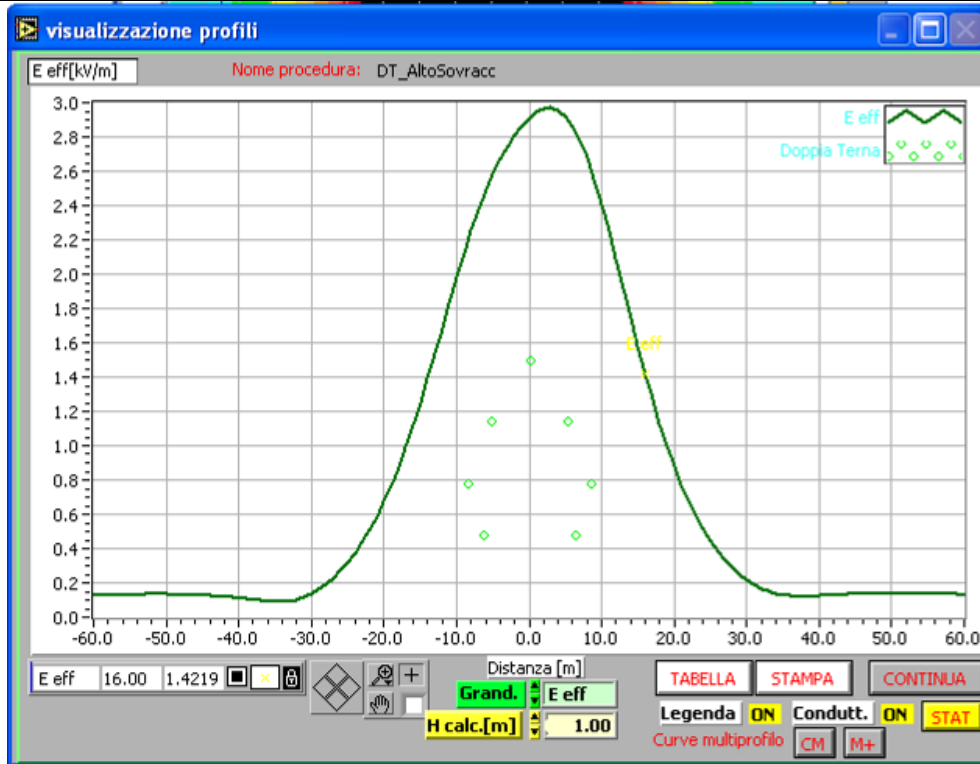


SOSTEGNO A TRALICCIO DOPPIA TERNA 380 kV ALTO SOVRACCARICO TIPO V

Le fasi non sono considerate ottimizzate, cautelativamente, in quanto, trattandosi di tratto in connessione internazionale, non è sempre certo il flusso di energia.

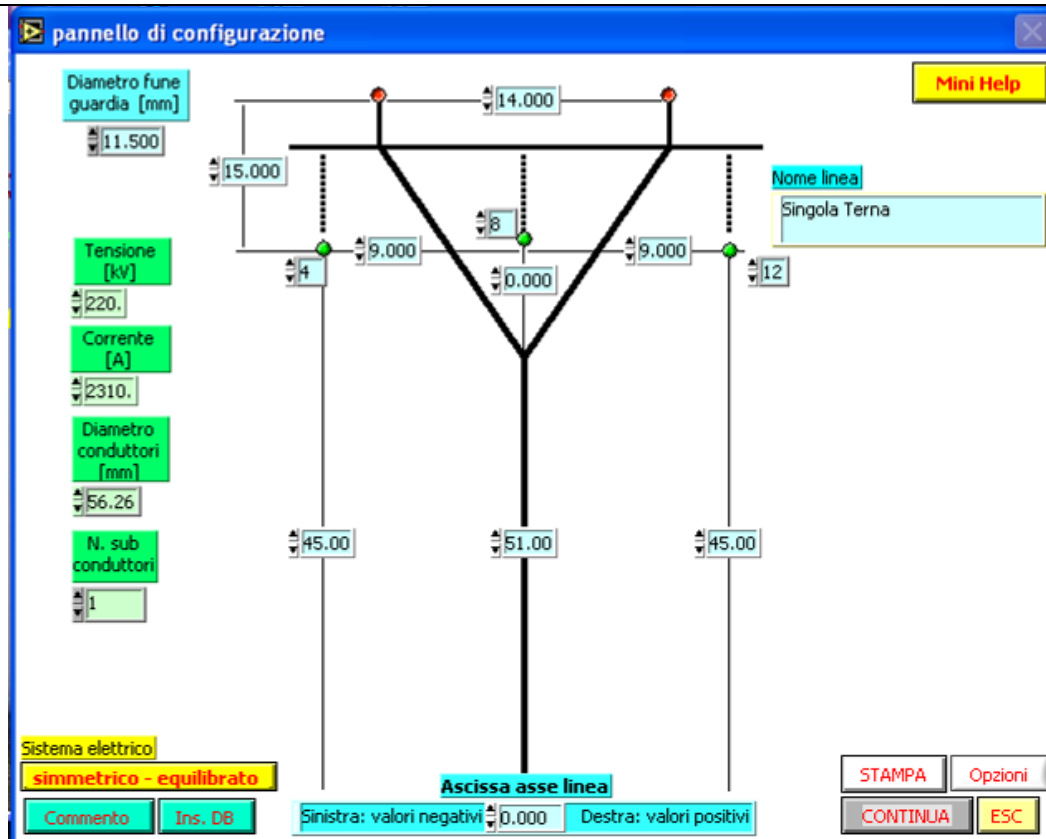


SOSTEGNO A TRALICCIO DOPPIA TERNA 380 kV ALTO SOVRACCARICO TIPO P: **DPA = 79 m**

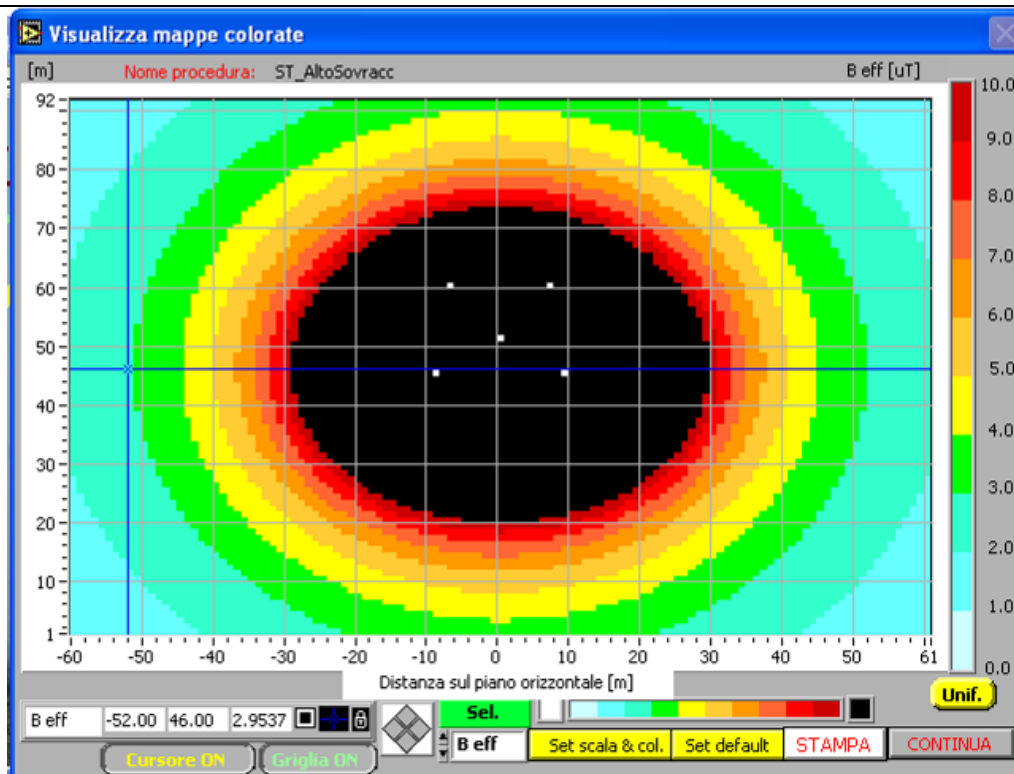


SOSTEGNO A TRALICCIO DOPPIA TERNA 380 kV ALTO SOVRACCARICO TIPO P: **andamento del campo elettrico a 1 m dal suolo considerando l'altezza dei conduttori in centro campata**

- *Elettrodotto in semplice terna in classe 380kV ad Alto Sovraccarico*

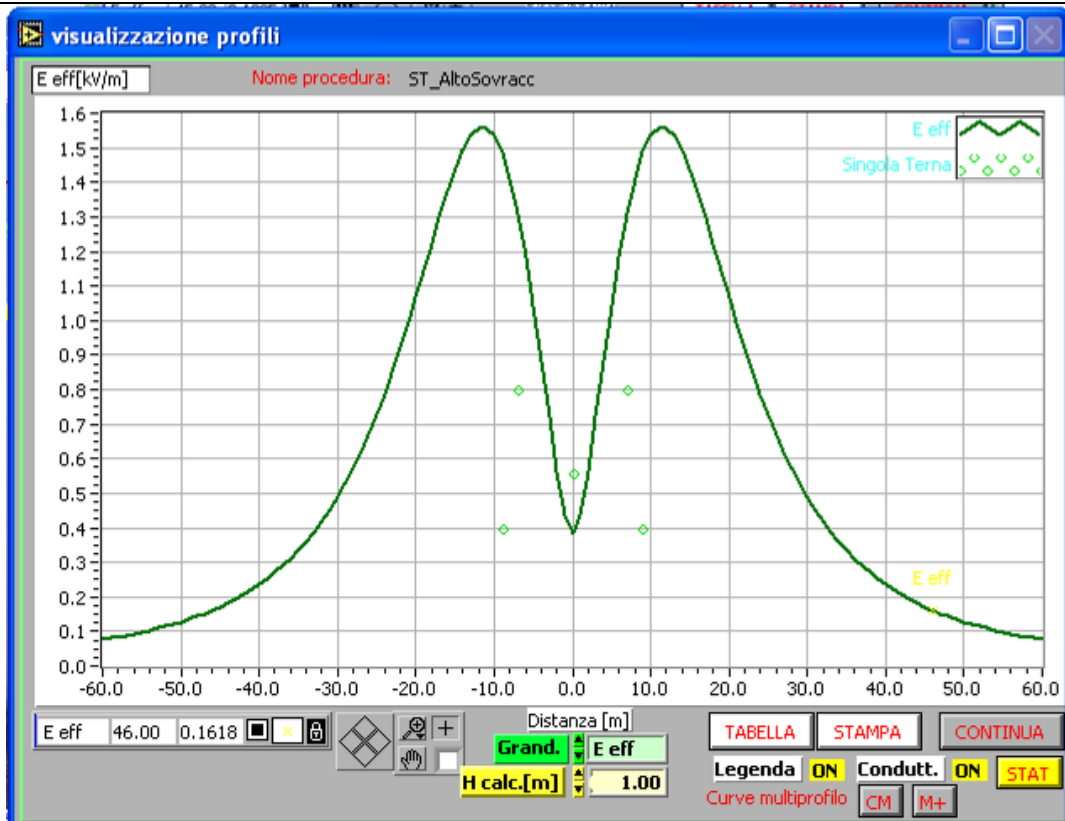


SOSTEGNO A TRALICCIO SINGOLA TERNA 380 kV ALTO SOVRACCARICO TIPO G1



SOSTEGNO A TRALICCIO SINGOLA TERNA 380 kV ALTO SOVRACCARICO TIPO G1: DPA = 52 m





**SOSTEGNO A TRALICCIO SINGOLA TERNA 380 kV ALTO SOVRACCARICO TIPO G1: andamento del campo elettrico a 1 m dal suolo considerando l'altezza dei conduttori in centro campata**

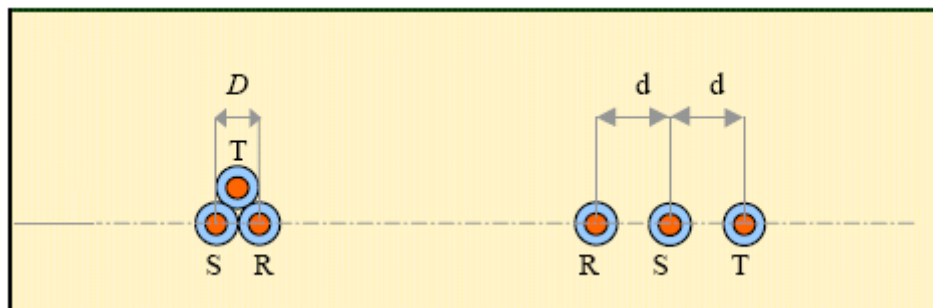
Riassumendo, le ampiezze delle DPA (rispetto all'asse linea) indisturbate ottenute per le linee aeree sopra menzionate, considerando i valori di corrente di cui al par. precedente, sono pari a:

- 79 m per il tratto in classe 380 kV in doppia terna ad alto sovraccarico su cui verranno posizionate la linea 220 kV "All'Acqua-Ponte V.F." e la linea 220 kV "All'Acqua-Verampio";
- 52 m per i tratti in classe 380 kV in singola terna ad alto sovraccarico della linea 220 kV "All'Acqua-Ponte V.F." e la linea 220 kV "All'Acqua-Verampio" e per la linea 220 kV "Ponte V.F.-Verampio".

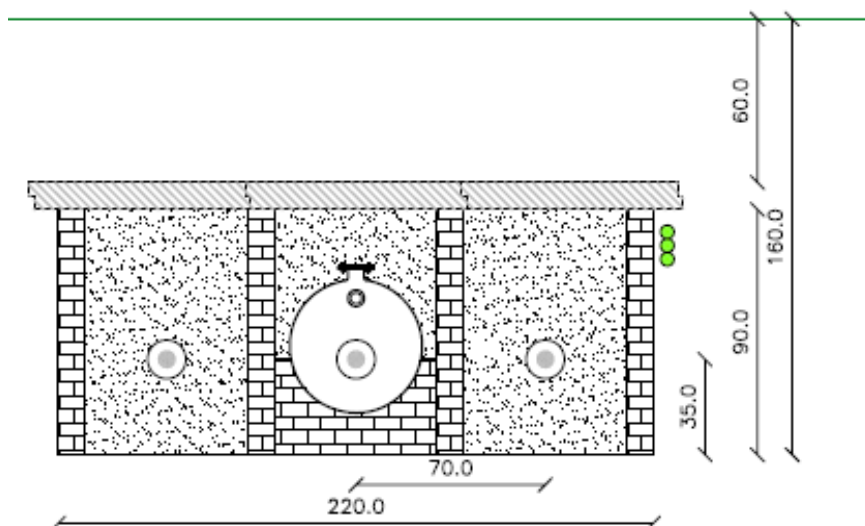
### 3.2 Tratti in cavo a 132 kV

Per quanto riguarda l'interramento linea 132 kV "Fondovalle - Ponte V.F." e del tratto della linea 132 kV "Morasco – Ponte V.F.", verrà utilizzata la configurazione di posa tipica delle linee interrato ad alta tensione.

Gli schemi tipici di posa di un elettrodotto a 132 kV sono a trifoglio o in piano, come rappresentato nella figura seguente:



La posa a trifoglio riduce la portata di corrente ammissibile del cavo dovuta al regime termico che si instaura a causa della vicinanza dei cavi. Al contrario la posa in piano presenta livelli di portata in corrente proporzionali alla distanza di interasse dei cavi, ed è usualmente utilizzata in corrispondenza delle "buche giunti", come rappresentato di seguito.



I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,6 m.

La disposizione delle fasi sarà "a trifoglio"; qualora si presentasse la necessità di contenere ulteriormente la distanza della isocampo massima dei 3  $\mu$ T saranno posizionate schermature e/o loop passivi atte a garantire in ogni caso il rispetto delle Norme.

Nelle esemplificazioni del calcolo e nella definizione della DPA per i cavi è stata adottata la disposizione "a trifoglio" in quanto più significativa nelle aree di presenza recettori.

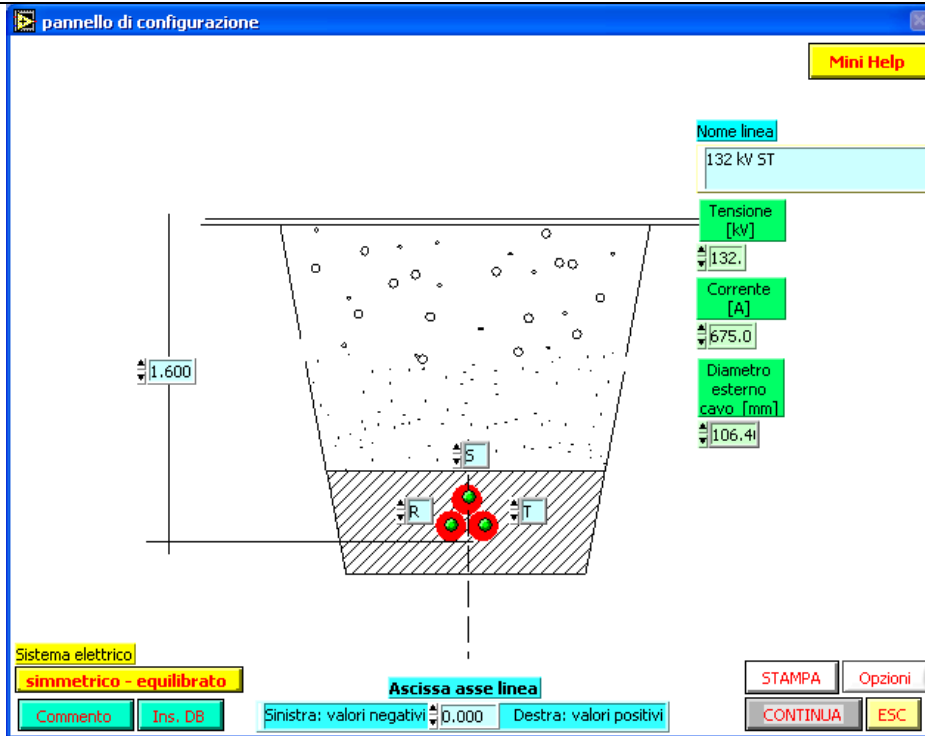
Si riporta di seguito l'andamento della fascia di rispetto e della relativa Distanza di Prima Approssimazione relativa ad una singola terna di cavi a 132 kV posati a trifoglio:

Le terne in esame sono:

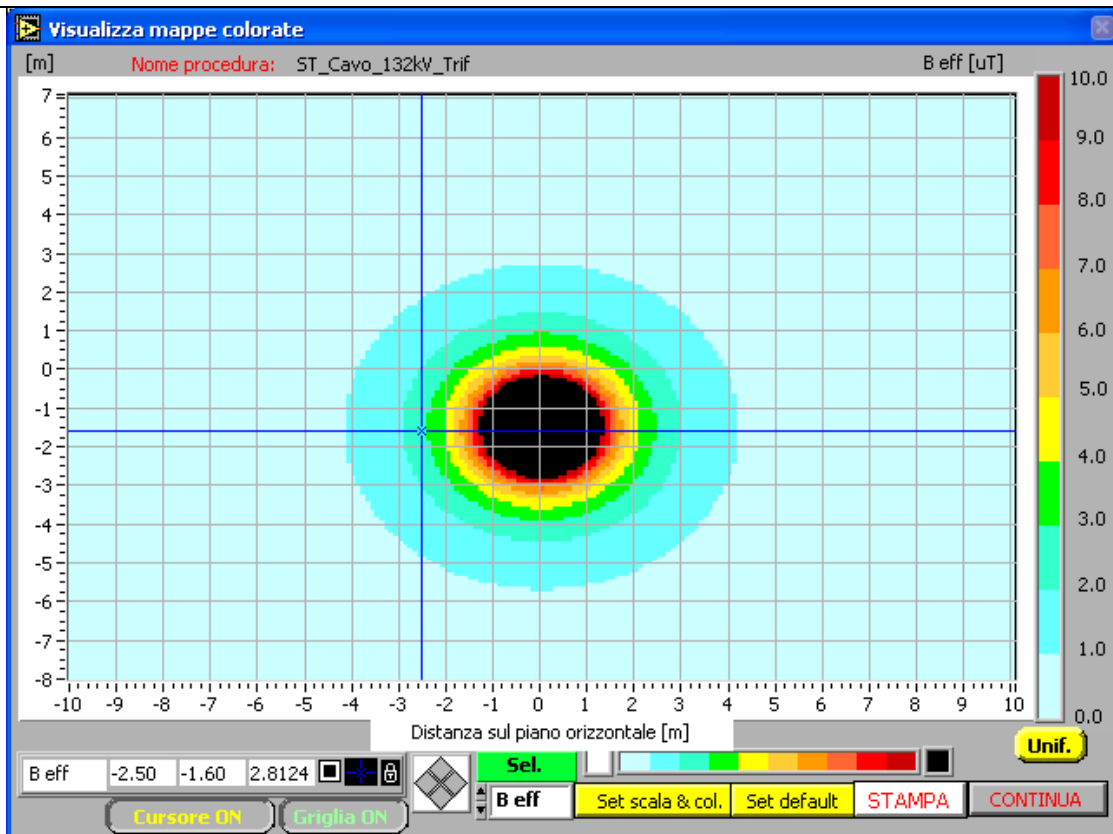
- **Intervento D - interrimento linea 132 kV "Fondovalle - Ponte V.F." T.427;**
- **Intervento E - interrimento di un tratto della linea 132 kV "Morasco - Ponte" T.426.**

e si è adottata una corrente di 675 A, pari alla corrente in servizio normale, per elettrodotti aerei, definita dalla norma CEI 11-60 per il periodo freddo riferito alla zona climatica di interesse con conduttore 31.5 mm..

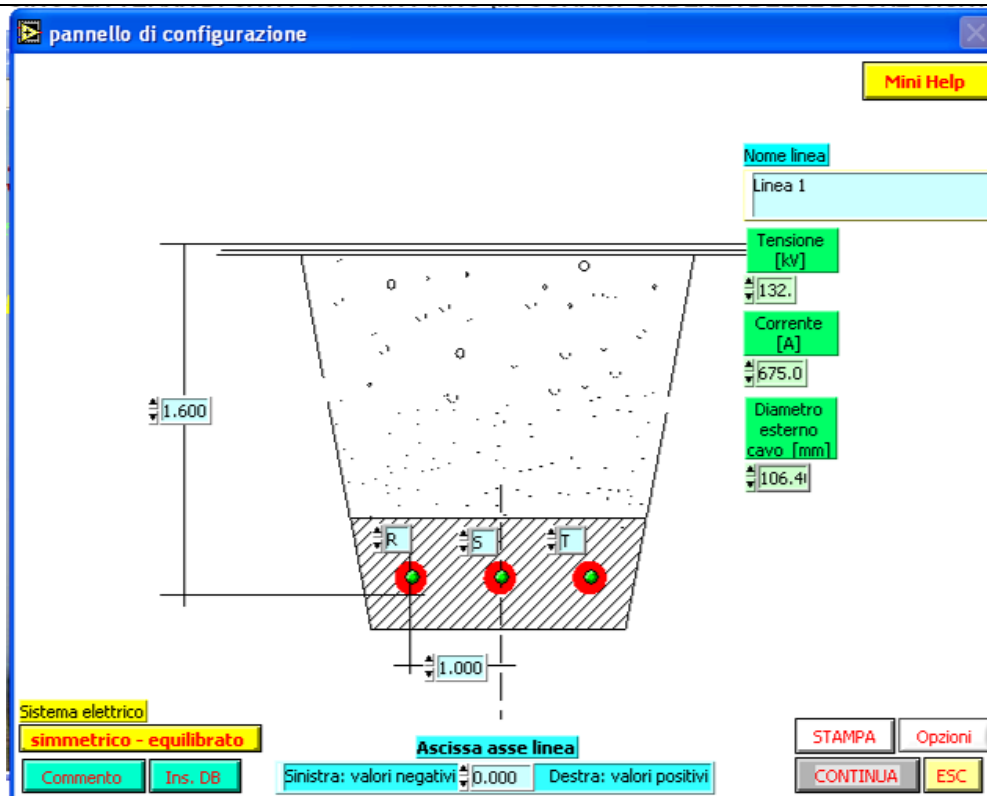
SINGOLA TERNA POSA CAVI A TRIFOGLIO	
PROFONDITA' DI POSA	1,6 metri
CORRENTE	675 A
DIAMETRO ESTERNO	106,4 mm
SEZIONE CONDUTTORE CAVO	1600 mm <sup>2</sup>



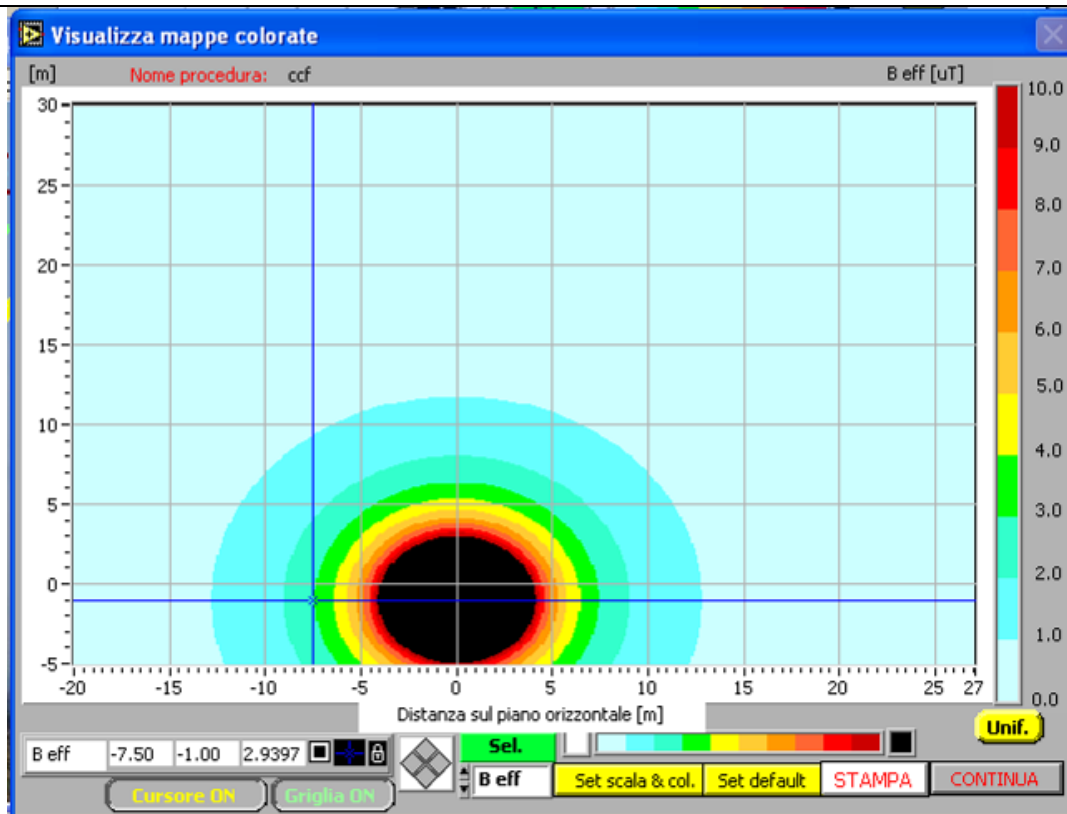
**SINGOLA TERNA DI CAVI POSATI A TRIFOGLIO**



**SINGOLA TERNA DI CAVI POSATI A TRIFOGLIO: DPA = 2,50 m**



SINGOLA TERNA DI CAVI POSATI IN PIANO (IN CORRISPONDENZA DELLE BUCHE GIUNTI)



SINGOLA TERNA DI CAVI POSATI A TRIFOGLIO: DPA = 7.5 m

Il posizionamento delle buche giunti è stato studiato in modo tale da soddisfare sia le esigenze tecniche per la realizzazione delle stesse, sia l'assenza di potenziali recettori sensibili all'interno della fascia DPA in corrispondenza delle stesse buche giunti.

Dato il passaggio degli elettrodotti in area urbana, è stato previsto in alcuni punti del tracciato, caratterizzati dalla vicinanza a potenziali recettori sensibili, l'utilizzo di canalette schermanti.

Tali canalette, se dimensionate in corrispondenza del valore minimo di capacità schermante ottenibile, garantiscono un'attenuazione del campo magnetico pari a 7.9 volte rispetto a quello generato dal cavo senza l'utilizzo di schermatura.

Dall'analisi dei valori del campo magnetico relativo alla posa a trifoglio, si evince che anche nel caso in cui le **canalette schermanti** vengano dimensionate secondo il valore minimo di capacità schermante cui corrisponde un'attenuazione del campo magnetico pari a 7.9, si ha una riduzione drastica del campo magnetico. In ogni caso, si adotta cautelativamente una **DPA pari a 1.0 m**:

Si ritiene inoltre che un appropriato dimensionamento della schermatura debba essere effettuato in sede di progetto esecutivo, data anche la stretta correlazione coi dimensionamenti di competenza del costruttore dei cavi e infine si specifica che le buche giunti potranno subire una variazione di posizione nel momento in cui verrà predisposto il progetto esecutivo dei collegamenti in cavo dal fornitore dello stesso, garantendo se.

La rappresentazione di tali distanze ed aree di prima approssimazione è riportata nella planimetria in scala 1: 2.000 allegata Doc. DGAR10019BGL00077.

#### **4 Verifica della presenza di recettori sensibili all'interno della Distanza di prima Approssimazione (DPA)**

Per "luogo adibito a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere" si intende un luogo "stabilmente attrezzato" (destinato tale negli strumenti urbanistici) per una permanenza ricorrente non inferiore a 4 ore giornaliere, mentre gli "ambienti abitativi" sono rilevabili da titolo edilizio (ciò esclude a mero titolo di esempio, salvo specifico titolo edilizio-urbanistico contrario, locali destinati a magazzino, sottoscala, stenditoio, lastrici solari non calpestabili, locali caldaia o volumi tecnici, cantine, box auto e altri ambienti comunque non soggetti a permanenza ricorrente non inferiore a 4 ore giornaliere).

Per quanto concerne le aree di interesse relative al presente progetto, nella cartografia sono spesso riportati dei fabbricati che, a seguito di sopralluoghi, si sono poi rivelati essere inesistenti oppure locali tecnici, ruderi, ex baite ormai in rovina o addirittura massi erratici di grandi dimensioni.

Con riferimento alla cartografia allegata (doc. DGAR10019BGL00077), si riporta l'elenco di tutte le particelle catastalmente individuate come "fabbricati" ed effettivamente presenti sul territorio, al fine di individuare quelli propriamente definibili come potenziali "recettori", evidenziati in carattere sottolineato, nella tabella di seguito riportata.

N.	Tipologia	Destinazione catastale
<u>F01</u>	<u>Casolare della dogana in disuso</u>	A/4
<u>F02</u>	<u>Rudere – stalla – fienile</u>	Fabb. Diruto
<u>F03</u>	<u>Rudere</u>	Prato
F04	Rovine	Fabb. Diruto
F05	Rovine	Fabb. Diruto
F06	Rovine	Fabb. Diruto
F07	Rovine	Fabb. Diruto
F08	Locale tecnico Snam	E/9
F09	Rovine	C/2
<u>F10</u>	<u>Locali della centrale di Ponte</u>	D/1
F11	Manufatti per condotta forzata	FU D ACCERT Fabb. Diruto C/2
F12	Rovine	Fabb. Diruto
F13	Manufatti per opera di presa	FU D ACCERT
<u>F14</u>	<u>Fabbricati in disuso</u>	A/4 C/2
F15	Rovine	FABB DIRUTO / unità collabenti
F16	Rovine	pasc. Cespug. Fabb. Diruto
F17	Rovine	Fabb. Diruto
F18	Rovine	Fabb. Diruto
<u>F19</u>	<u>Abitazione</u>	A/3 C/6-

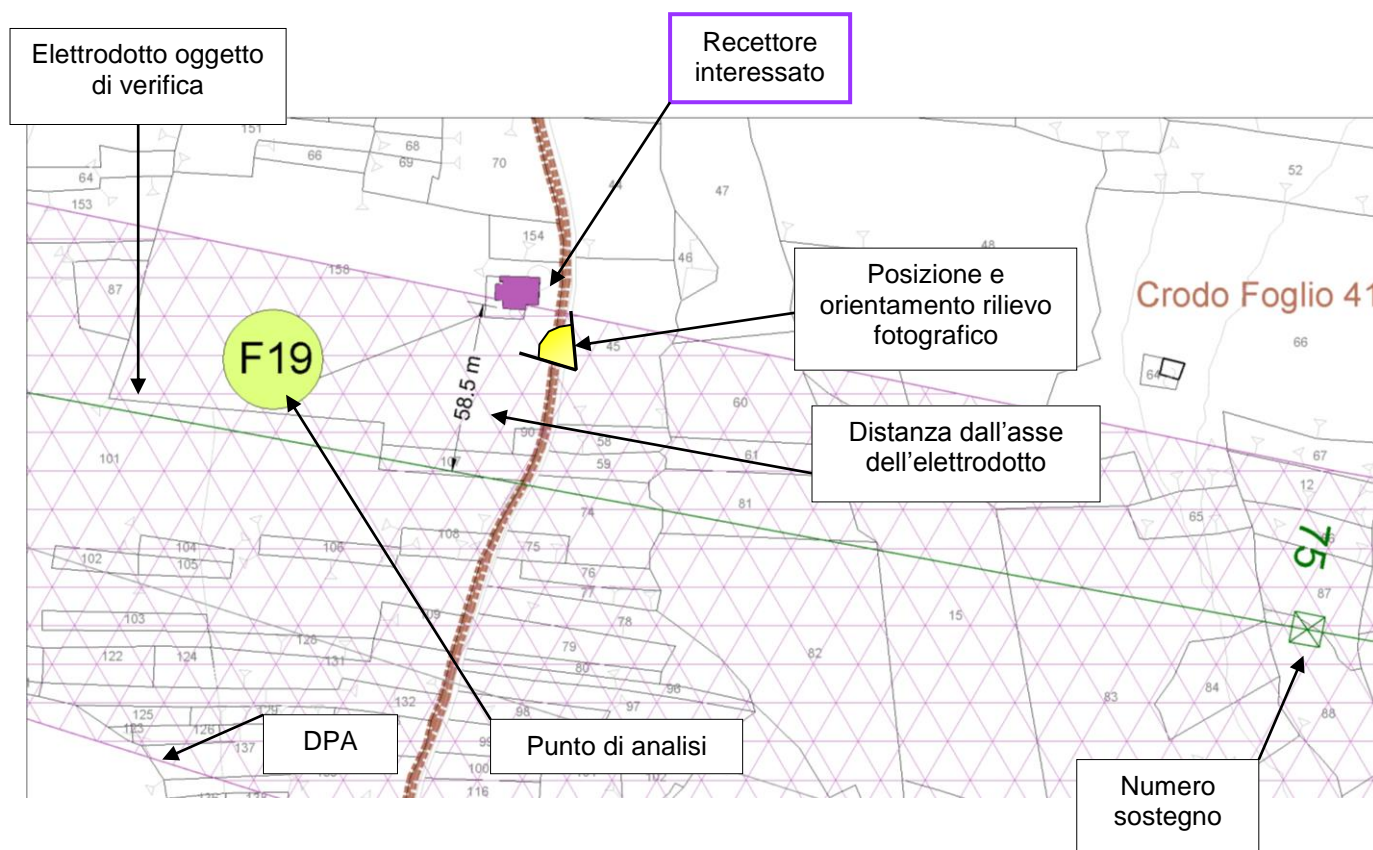
Ne consegue che, ai sensi della normativa vigente, all'interno della DPA riportata nel doc. DGAR10019BGL00077, sono presenti unicamente n. 5 fabbricati considerabili come recettori così come definito dal D.P.C.M. dell'8 luglio 2003.

Viene di seguito riportato il calcolo puntuale del campo magnetico in prossimità dei recettori sensibili.

#### 4.1 Calcolo puntuale dei valori di induzione magnetica

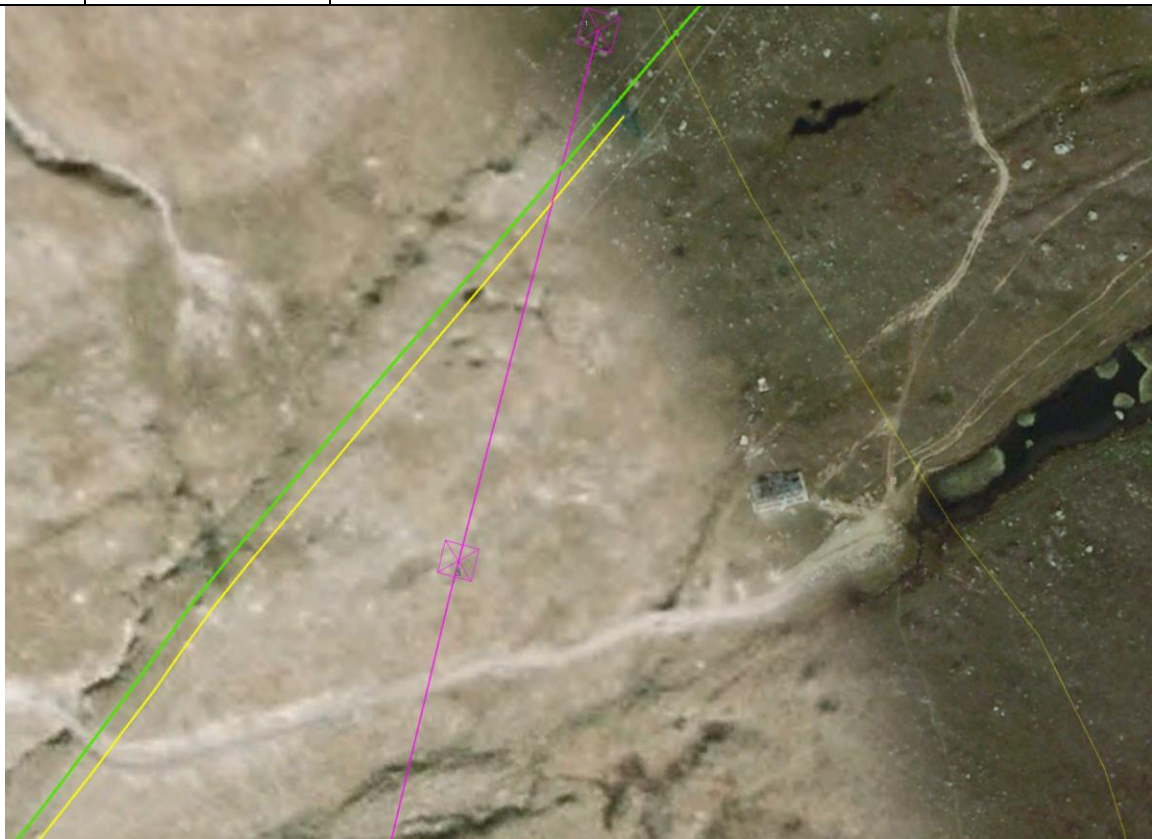
Il calcolo puntuale è stato eseguito considerando l'effettiva disposizione dei conduttori nello spazio rispetto ai fabbricati. Ne consegue che è stato preso in considerazione anche il dislivello del terreno tra le linee e la base dei fabbricati.

Per la localizzazione dei punti di analisi e il significato della simbologia utilizzata, si fa riferimento allo schema seguente:

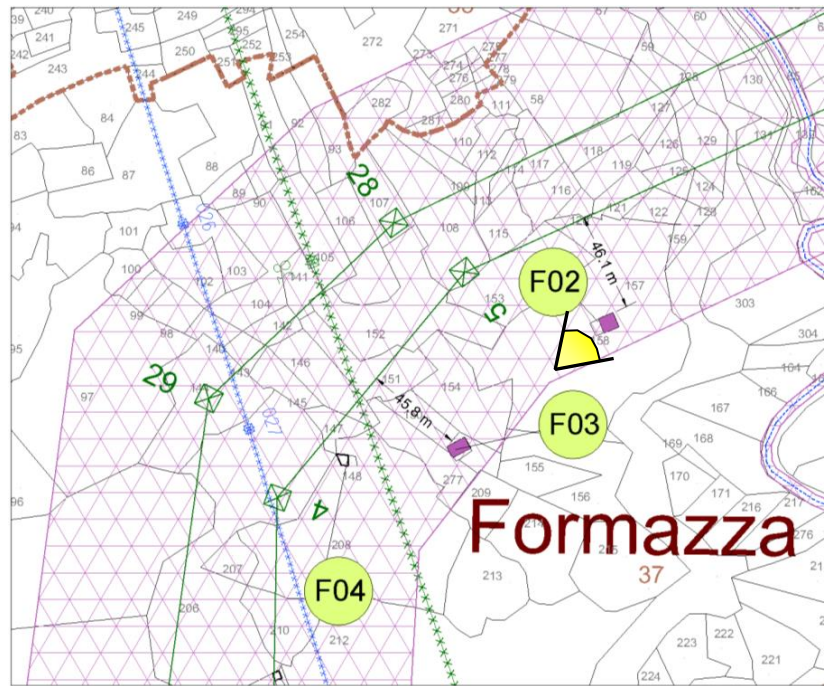




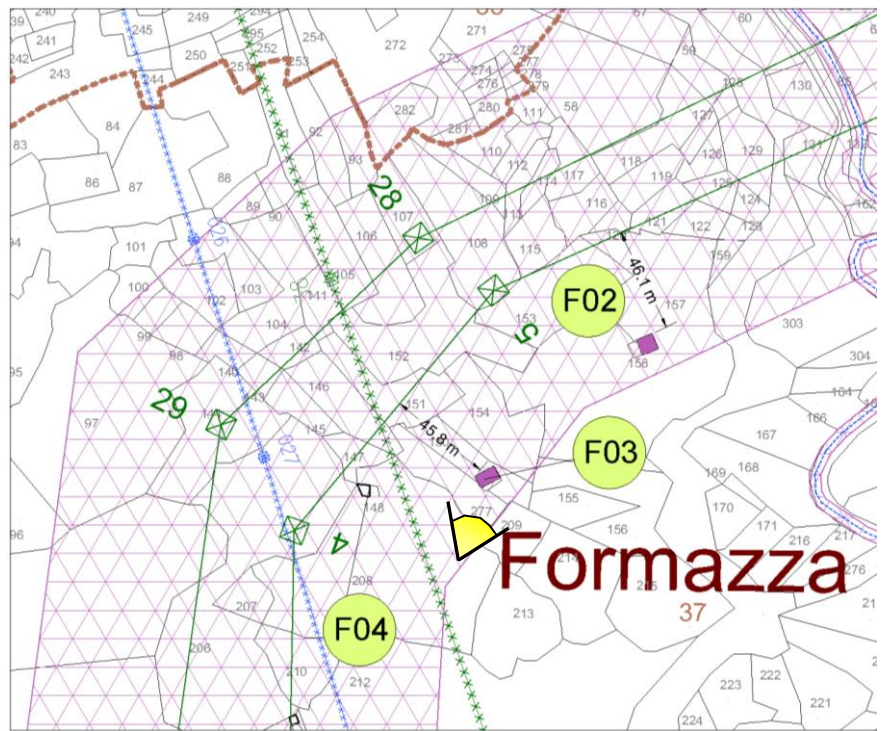
<b>Punto di analisi</b>	<b>F01</b>	
Linea	380/220 kV DT "All'Acqua – Pallanzeno" e "All'Acqua - Ponte"	
Comune	Formazza	
Destinazione d'uso	A/4	
Altezza	5 m	
Numero di piani	1	
Stato di conservazione	In disuso	
Distanza da asse linea	79.0 m	
Ubicazione	In campata P.1-P.2 della 380/220 kV DT "All'Acqua – Pallanzeno" e "All'Acqua - Ponte"	
<b>Valore campo magnetico massimo</b>	<b>2.8 <math>\mu</math>T</b>	



<b>Punto di analisi</b>	<b>F02</b>	
<b>Linee</b>	220 kV ST terna "All'Acqua-Ponte V.F." 220 kV ST terna "Ponte V.F.-Verampio"	
<b>Comune</b>	Formazza	
<b>Destinazione d'uso</b>	Fabb. diruto	
<b>Altezza</b>	5 m	
<b>Numero di piani</b>	2	
<b>Stato di conservazione</b>	Non utilizzato	
<b>Distanza da asse linea</b>	46.1 m da "Ponte V.F.-Verampio" 82.8 m da "All'Acqua-Ponte V.F."	
<b>Ubicazione</b>	Campata tra i sostegni 5 e 6 della linea "Ponte V.F.-Verampio", a nord della S.E. Ponte	
<b>Valore campo magnetico massimo</b>	<b>1.3 <math>\mu</math>T</b>	Nota: il valore molto basso del campo magnetico è dovuto anche al fatto che il recettore è posizionato molto in basso rispetto ai conduttori



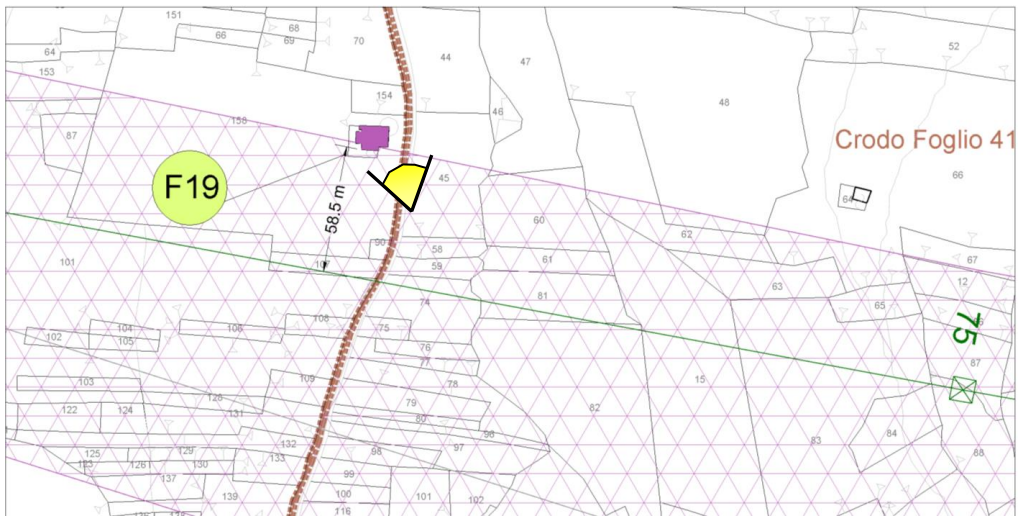
<b>Punto di analisi</b>	<b>F03</b>	
<b>Linee</b>	220 kV ST terna "All'Acqua-Ponte V.F." 220 kV ST terna "Ponte V.F.-Verampio"	
<b>Comune</b>	Formazza	
<b>Destinazione d'uso</b>	Prato	
<b>Altezza</b>	6 m	
<b>Numero di piani</b>	2	
<b>Stato di conservazione</b>	Semi-diroccato	
<b>Distanza da asse linea</b>	45.8 m da "Ponte V.F.-Verampio" 93.1 m da "All'Acqua-Ponte V.F."	
<b>Ubicazione</b>	Campata tra i sostegni 4 e 5 della linea "Ponte V.F.-Verampio", a nord della S.E. Ponte	
<b>Valore campo magnetico massimo</b>	<b>1.8 <math>\mu</math>T</b>	Nota: il valore molto basso del campo magnetico è dovuto anche al fatto che il recettore è posizionato molto in basso rispetto ai conduttori



<b>Punto di analisi</b>	<b>F10</b>	
<b>Linee</b>	220 kV ST terna "All'Acqua-Ponte V.F." 220 kV ST terna "Ponte V.F.-Verampio"	
<b>Comune</b>	Formazza	
<b>Destinazione d'uso</b>	D/1	
<b>Altezza</b>	7 m	
<b>Numero di piani</b>	2	
<b>Stato di conservazione</b>	Locale tecnico interno alla S.E. Ponte	
<b>Distanza da asse linea</b>	58 m	
<b>Ubicazione</b>	Interno alla S.E. Ponte	
<b>Valore campo magnetico massimo</b>	2.5 $\mu$ T	

<b>Punto di analisi</b>	<b>F14</b>	
<b>Linea</b>	220 kV ST terna "Ponte-Verampio"	
<b>Comune</b>	Crodo	
<b>Destinazione d'uso</b>	A/4	
<b>Altezza</b>	3 m	
<b>Numero di piani</b>	1	
<b>Stato di conservazione</b>	In disuso	
<b>Distanza da asse linea</b>	43.0 m	
<b>Ubicazione</b>	In prossimità del P.71 della linea "Ponte – Verampio"	
<b>Valore campo magnetico massimo</b>	<b>2.8 μT</b>	



<b>Punto di analisi</b>	<b>F19</b>	
<b>Linea</b>	220 kV ST terna "Ponte-Verampio"	
<b>Comune</b>	Crodo	
<b>Destinazione d'uso</b>	A/3	
<b>Altezza</b>	9 m	
<b>Numero di piani</b>	3	
<b>Stato di conservazione</b>	In uso	
<b>Distanza da asse linea</b>	58.5 m	
<b>Ubicazione</b>	Campata tra i sostegni 72 e 73, in prossimità della stazione di Verampio	
<b>Valore campo magnetico massimo</b>	<b>0.96 <math>\mu</math>T</b>	Nota: il valore è stato calcolato considerando l'effetto congiunto (in senso peggiorativo) in tre dimensioni delle due linee elettriche in progetto: Interconnector + Razionalizzazione Rete AT in Val Formazza)



## 5 Conclusioni

L'applicazione della metodologia indicata nel decreto ha permesso la definizione delle distanze di prima approssimazione (DPA) all'interno delle quali sono stati individuati dei possibili recettori sensibili.

A valle delle verifiche effettuate e dal risultato dei calcoli puntuali sui recettori interni alla DPA, è possibile affermare che **in corrispondenza dei possibili recettori sensibili (aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata)**, il valore di induzione magnetica generato dai nuovi elettrodotti **si mantiene sempre inferiore a 3  $\mu$ T, in ottemperanza alla normativa vigente.**

Inoltre, come si può desumere sempre dai grafici, il valore di campo elettrico atteso (ad 1 m dal suolo) sarà comunque sempre inferiore al "limite di esposizione" di 5 kV/m come definito dal DPCM 8/7/2003.