

**SVILUPPO RETE TRA PESARO E ANCONA**

**"REALIZZAZIONE COLLEGAMENTO TRA S/E CANDIA E CP FOSSOMBRONE"**

**INTERVENTI VARI LINEE IN CAVO A 150 kV**

*Piano Tecnico delle Opere*

**RELAZIONE C.E.M. – Intervento 3**

**Raccordi in cavo dal Sost. 122 della linea esistente 220 kV Candia - S. Martino in XX oggetto di declassamento, alla CP Fossombrone**

**Storia delle revisioni**

Rev. 00	Del 30/11/2018	Emissione per PTO



Elaborato	Verificato	Approvato
R. Di Loreti DTCS UPRI T-LIN	S. Madonna DTCS UPRI T-LIN	A. Limone DTCS UPRI

m010CI-LG001-r02

**INDICE**

1	PREMESSA.....	3
2	METODOLOGIA DI CALCOLO .....	3
2.1	VALUTAZIONE CEM ELETTRODOTTO IN CAVO .....	3
2.1.1	Analisi campo elettrico tratte in cavo interrato 150kV.....	3
2.1.2	Distanza di Prima Approssimazione .....	4
2.1.3	Correnti di calcolo .....	4
2.1.4	Schemi di posa cavi utilizzati per il calcolo delle DPA.....	4
2.1.5	Canalette Schermanti .....	5
2.1.6	Valutazione DpA Elettrodotti in cavo 150 kV .....	7
2.1.7	Valutazione DpA in corrispondenza delle buche giunti .....	8
3	VERIFICA DELLA PRESENZA DI RECETTORI SENSIBILI ALL'INTERNO DELLA DPA...	10
4	CONCLUSIONI.....	10

## 1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di riportare gli esiti della valutazione del campo elettrico ed induzione magnetica relativamente all'intervento 3: **“Raccordi in cavo dal Sost. 122 della linea esistente 220 kV Candia - S. Martino in XX oggetto di declassamento, alla CP Fossombrone”**

Lo studio è effettuato con riferimento ai seguenti elaborati:

Planimetria 1:2000 con Distanza di prima approssimazione (DPA) Comune di Serrungarina	<b>D E 23787A1 C EX 3042</b>
Planimetria 1:2000 con Distanza di prima approssimazione (DPA) Comune di Montefelcino	<b>D E 23787A1 C EX 3043</b>
Planimetria 1:2000 con Distanza di prima approssimazione (DPA) Comune di Fossombrone	<b>D E 23787A1 C EX 3044</b>

## 2 METODOLOGIA DI CALCOLO

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

Per “**fasce di rispetto**” si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, ovvero il volume racchiuso dalla curva isolivello a 3 microtesla, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT (ora ISPRA), sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

### 2.1 VALUTAZIONE CEM ELETTRODOTTO IN CAVO

#### 2.1.1 *Analisi campo elettrico tratte in cavo interrato 150kV*

Le linee elettriche aeree durante il normale funzionamento generano un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla linea.

Nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche, rende di fatto il campo elettrico nullo ovunque. Pertanto il rispetto della normativa vigente in

corrispondenza dei recettori sensibili **è sempre garantito indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto**. Non si riporta rappresentazione del calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché **il campo elettrico esterno al cavo è nullo**.

### 2.1.2 Distanza di Prima Approssimazione

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la distanza di prima approssimazione, definita come *“la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di  $D_{pa}$  si trovi all'esterno delle fasce di rispetto”*.

Tale decreto prevede per il calcolo della  $D_{pa}$  l'utilizzo della configurazione spaziale dei conduttori, geometrica e di fase che forniscono il risultato più cautelativo. A tal proposito si riporta di seguito il calcolo della Distanza di prima approssimazione degli elettrodotti in cavo in oggetto dello studio.

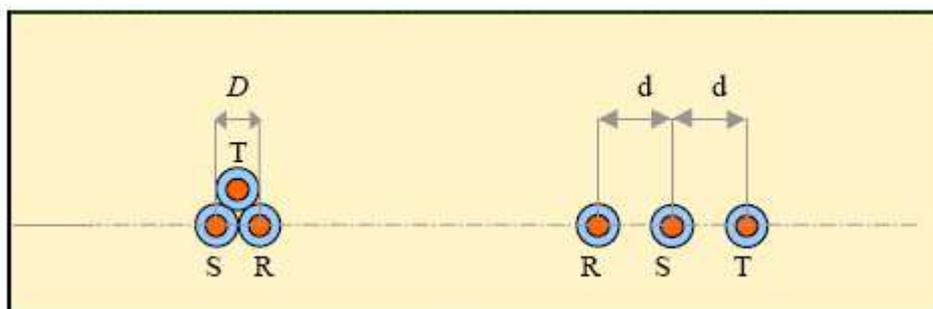
### 2.1.3 Correnti di calcolo

La corrente utilizzata per la determinazione delle fasce di rispetto e quindi delle  $D_{pa}$  è pari alla corrente nominale del cavo di 1000A.

Per quanto riguarda il campo magnetico si rileva che la vicinanza dei conduttori delle tre fasi tra di loro rende il campo trascurabile già a pochi metri dall'asse dell'elettrodotto.

### 2.1.4 Schemi di posa cavi utilizzati per il calcolo delle DPA

Gli schemi tipici di posa di un elettrodotto a 150 kV sono tipicamente 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.

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

La disposizione delle fasi sarà normalmente “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 zone ove saranno previste le buche giunti la disposizione del cavo sarà "in piano" con interasse di 0.70 m.

## **2.1.5 Canalette Schermanti**

### **2.1.5.1 Caratteristiche tecniche**

La tecnica di posa con schermatura è realizzata inserendo i cavi in apposite canalette di materiale ferromagnetico riempite con cemento a resistività termica stabilizzata.

Le canalette vengono utilizzate nei tratti di elettrodotto caratterizzati dalla vicinanza a strutture potenzialmente sensibili per le quali si ha la necessità di ridurre i valori assunti dal campo magnetico.

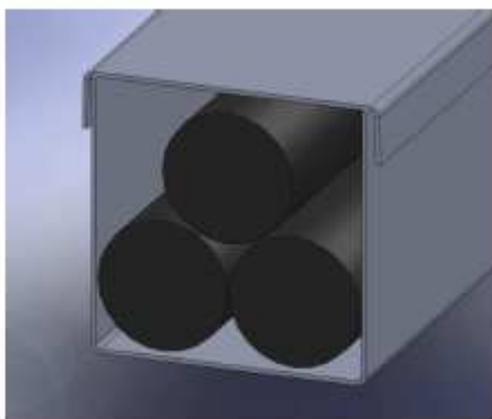
Le canalette per la schermatura magnetica sono realizzate con acciai di diverso spessore, caratterizzati da una differente capacità di attenuazione del campo magnetico.

Hanno una lunghezza variabile e vengono sormontate di circa 600 mm per ottenere una schermatura uniforme del campo magnetico.

Le canalette sono costituite da unità a pianta trapezoidale sequenziabili a realizzare percorsi comunque complessi, anche non lineari e non planari, in configurazione chiusa specifica per interrimento, con protezione dalla corrosione tramite un ciclo di verniciatura a polvere epossidica in grado di garantire un'ottima resistenza alla corrosione anche in ambienti aggressivi.

Le canalette hanno dimensioni variabili in funzione del diametro dei cavi.

Le giunzioni sono studiate in modo che la sfruttabilità dei giochi e l'elasticità relativa degli elementi permettano di adeguare la canaletta al tracciato di posa della linea.



Il coperchio viene bloccato con morsetti di fissaggio per garantire il contatto tra scafo e coperchio.

### **2.1.5.2 Capacità schermante delle canalette**

La SELITE, azienda leader nel settore delle schermature di campi magnetici a frequenza industriale, produttrice di canalette omologate nel 2009 da Terna in accordo alle loro prescrizioni tecniche, ha eseguito, mediante il software dedicato FC400, studi teorici sulla capacità schermante delle canalette relativamente a cavi aventi le medesime caratteristiche, elettriche e di posa, di quelle dei cavi utilizzati per la realizzazione degli elettrodotti in cavo oggetto della seguente relazione, che dimostrano che è possibile ottenere valori di capacità schermante che vanno da un minimo di 18 dB ad un massimo di 40 dB a seconda della composizione e del dimensionamento delle stesse canalette.

In particolare, essendo il valore di capacità schermante (SE) pari a:

$$SE = 20 * \log (H1/H2)$$

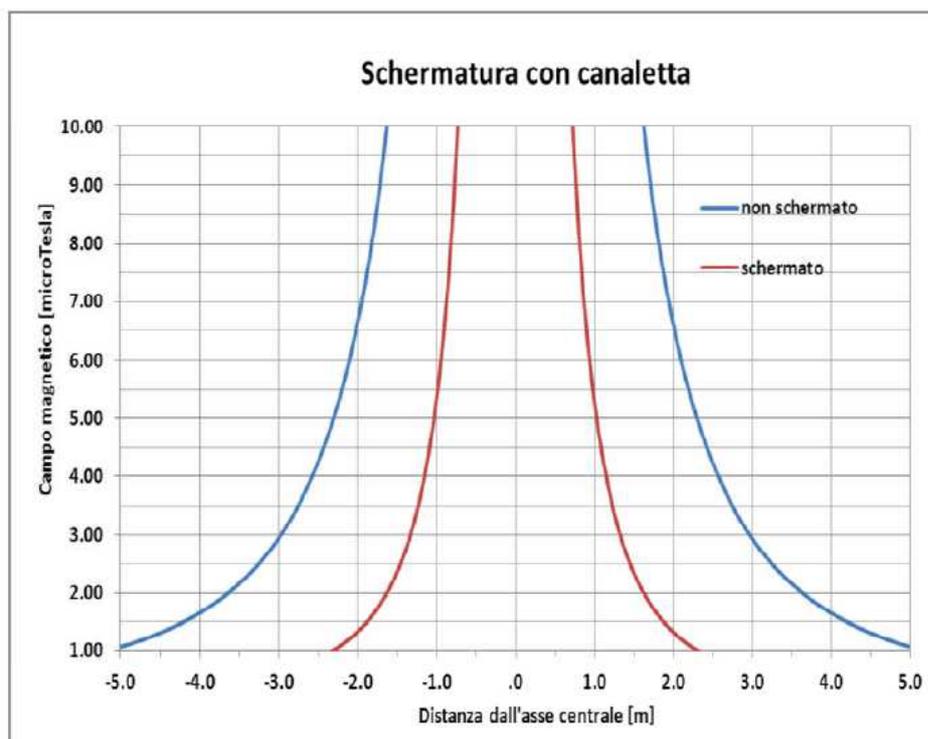
(H1 e H2 sono rispettivamente i valori del campo magnetico senza e con l'interposizione dello schermo)

si può notare come in corrispondenza del valore minimo di capacità schermante ottenibile (18db) si abbia un'attenuazione del campo magnetico pari a 7,9.

Ovvero il campo magnetico con l'utilizzo della schermatura viene attenuato di ben 7,9 volte rispetto a quello generato dal cavo senza l'utilizzo di schermatura.

Il comportamento delle canalette ferromagnetiche è stato sperimentalmente provato ed applicato in altri impianti già realizzati con risultati positivi.

Tale schermatura permetterà una riduzione del valore dell'induzione magnetica, ottenendo un valore della DPA pari a  $\pm 1.4$  m rispetto all'asse centrale del circuito: di seguito si riporta il relativo grafico.

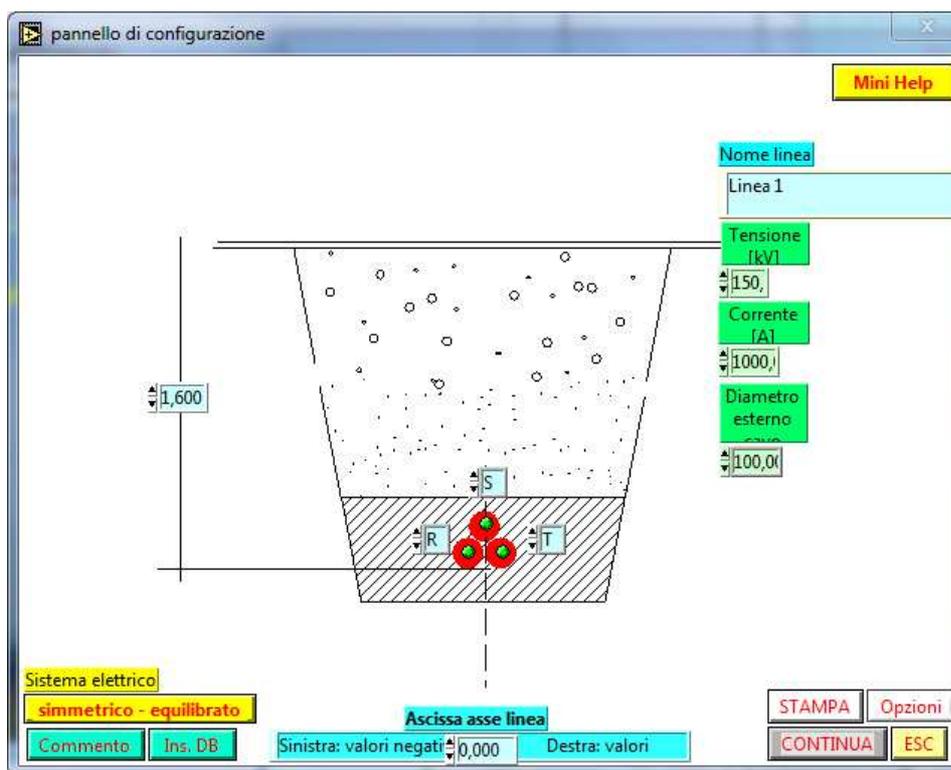


Si ritiene peraltro che il dimensionamento della schermatura debba essere effettuato in sede di progetto esecutivo, data anche la stretta correlazione coi dimensionamenti di competenza del costruttore dei cavi.

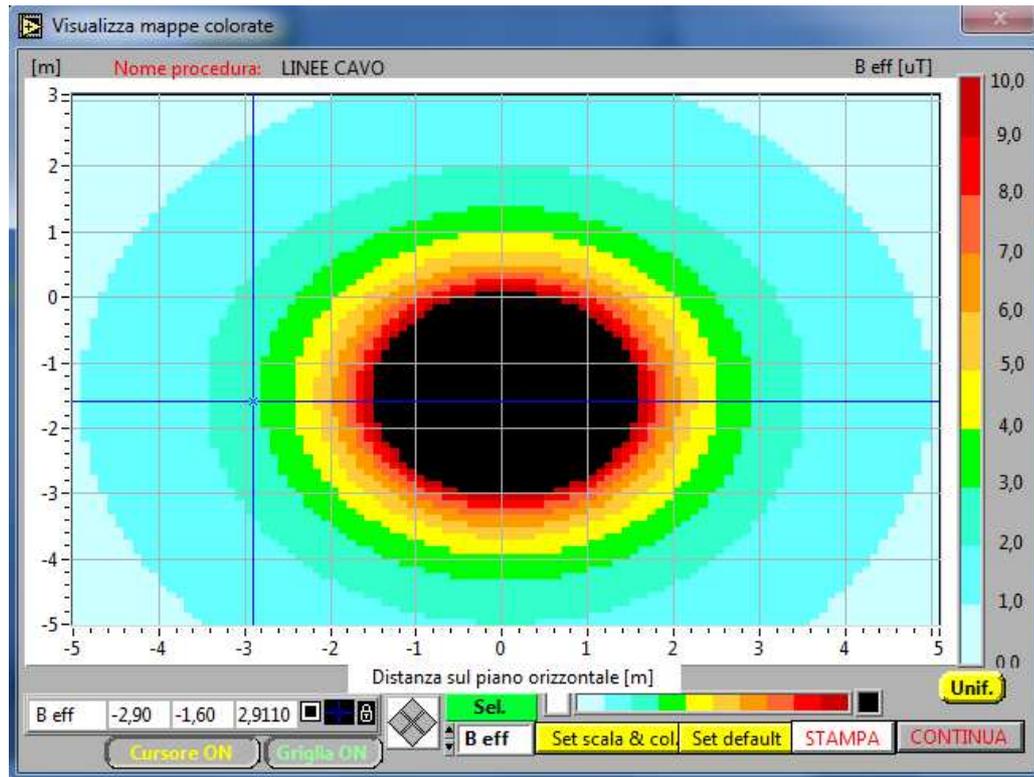
### 2.1.6 Valutazione DpA Elettrodotti in cavo 150 kV

Si riporta di seguito l'andamento della fascia di rispetto e della relativa Distanza di Prima Approssimazione relativa agli elettrodotti in cavo (unica terna), che saranno posati a trifoglio:

SINGOLA TERNA POSA CAVI A TRIFOGLIO	
PROFONDITA' DI POSA	1,6 metri
CORRENTE	1000 A (corrente nominale)
DIAMETRO ESTERNO	100 mm
SEZIONE CONDUTTORE CAVO	1600 mm <sup>2</sup>



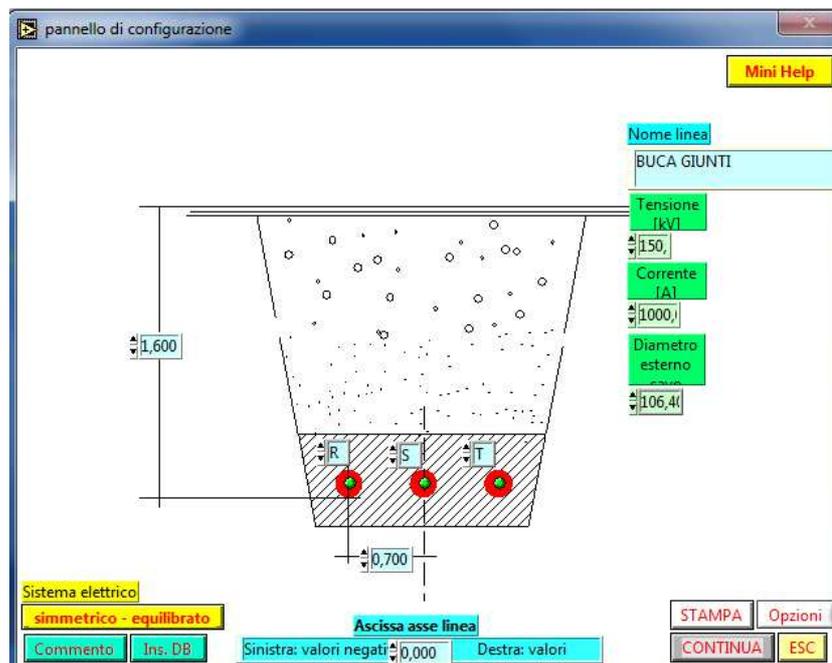
Configurazione di calcolo linea in cavo singola terna

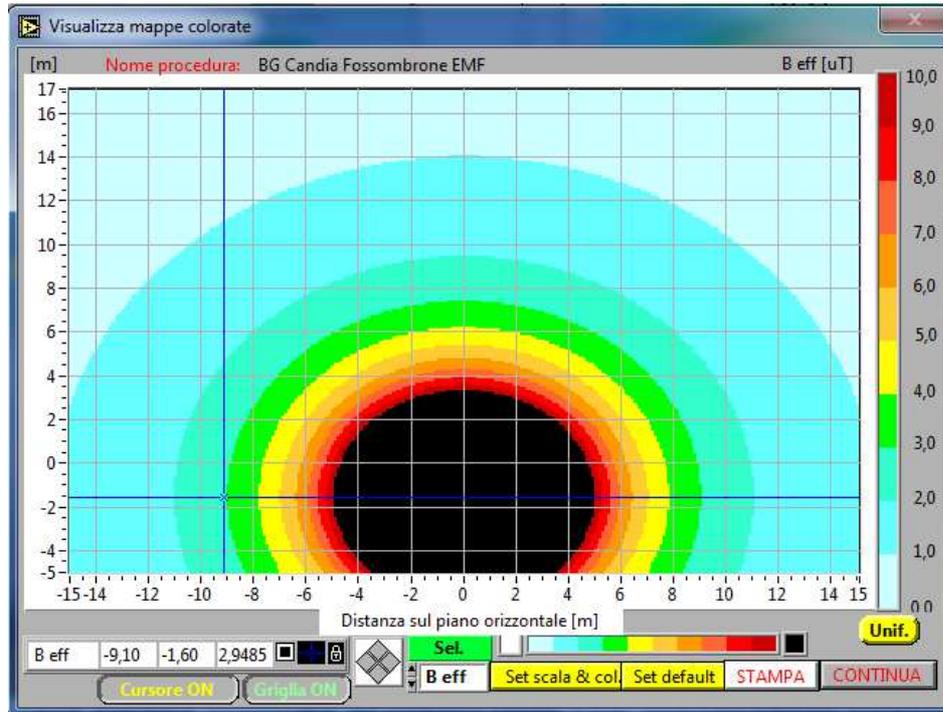


DPA sx = 2,90 m - DPA dx = 2,90 m  
SINGOLA TERNA DI CAVI POSATI A TRIFOGLIO: DPA = 5,80 mt

### 2.1.7 Valutazione DpA in corrispondenza delle buche giunti

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 150 kV posati in piano, disposizione che caratterizza la disposizione dei cavi all'interno delle buche giunti.

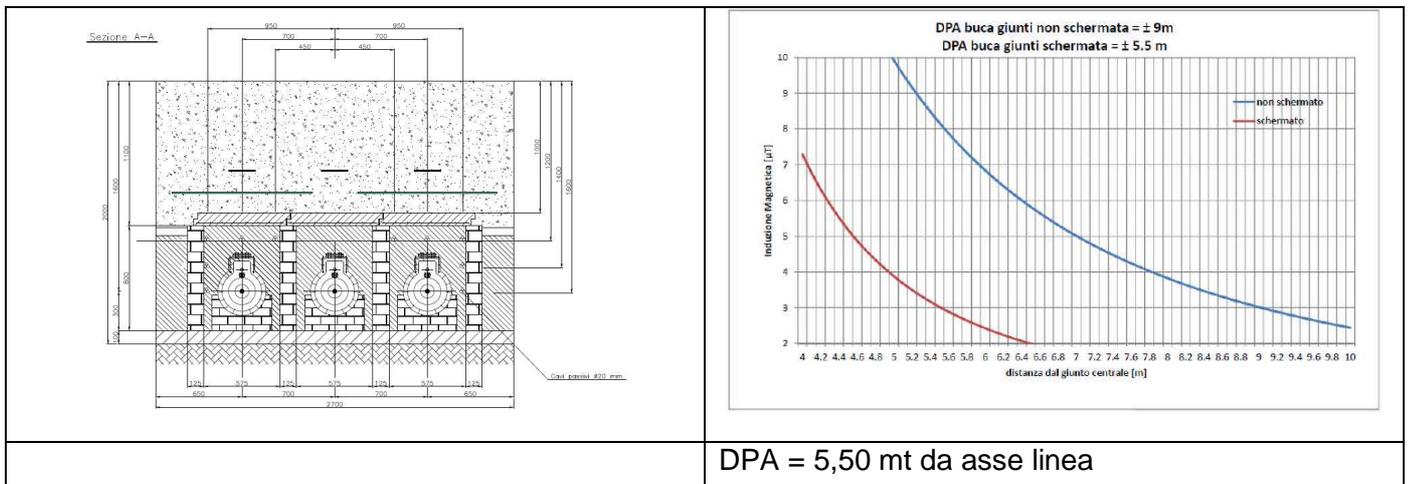




DPA sx = 9,1 m - DPA dx = 9,1 m  
DPA TOTALE= 18,20 mt in asse linea

La Dpa sviluppata dalle buche giunti ha una fascia di 9.1 m per lato, per essa è comunque possibile la mitigazione dell'induzione magnetica attraverso l'uso di Loop passivi mitigando la fascia DPA da 9.1 m a 5,5 mt per lato, come si evince dallo schema seguente; in corrispondenza delle buche giunti, si potrà di fatto inserire un sistema di mitigazione tale da garantire che la DPA sia più contenuta.

In questo intervento, per alcune buche giunti indicate in planimetria, si è ricorso all'uso della SCHERMATURA.



Di seguito una tabella riepilogativa delle DPA calcolate in base alle tipologia di posa:

Tipologia di installazione	Posa	Numero di circuiti	Distanza assiale tra le fasi [mm]	Profondità di posa [m]	DPA 3 $\mu$ T [m]
Posa a trifoglio chiuso	B1	1	105	1,5	$\pm 2,9$
Posa a trifoglio chiuso con canaletta schermante	B1	1	105	1,5	$\pm 1,4$
Buca giunti	GMS	1	700	1,6	$\pm 9,1$
Buca giunti schermata	GMS	1	700	1,6	$\pm 5,5$

### 3 VERIFICA DELLA PRESENZA DI RECETTORI SENSIBILI ALL'INTERNO DELLA DPA

Come si evince dall'analisi delle Planimetrie allegate:

Planimetria 1:2000 con Distanza di prima approssimazione (DPA) Comune di Serrungarina	D E 23787A1 C EX 3042
Planimetria 1:2000 con Distanza di prima approssimazione (DPA) Comune di Montefelcino	D E 23787A1 C EX 3043
Planimetria 1:2000 con Distanza di prima approssimazione (DPA) Comune di Fossombrone	D E 23787A1 C EX 3044

All'interno della DPA non ricadono recettori sensibili, ovvero luoghi nelle quali è ipotizzabile una permanenza giornaliera superiore a 4 ore (come definito dal DPCM 8 luglio 2003).

Durante la fase esecutiva del progetto, nel caso in cui per problematiche legate alla realizzazione entrassero nella fascia DPA dei ricettori sensibili, si prevede di utilizzare idonei schermi atti a ridurre il valore di induzione magnetica, che sarà comunque inferiore ai 3  $\mu$ T.

### 4 CONCLUSIONI

In conclusione dalle valutazioni effettuate si conferma che **NON esistono recettori sensibili** all'interno della Distanza di Prima Approssimazione per le tratte in cavo, per cui i tracciati degli elettrodotti oggetto di realizzazione sono stati studiati in modo da rispettare i limiti previsti dal DPCM 8 luglio 2003:

- Come detto al paragrafo 2.1, il valore del **campo elettrico** è nullo pertanto 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.