

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA

TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA

SSE PIETRA LIGURE

Studio esposizione ai campi elettromagnetici

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IV01 00 D 18 SD SE0100 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Definitiva	F. Pigato <i>Federico Pigato</i>	12.2021	N. Carones <i>N. Carones</i>	12.2021	G. Fedda <i>G. Fedda</i>	12.2021	G. Guidi Buffarini 12.2021 <i>G. Guidi Buffarini</i> ITALFERR s.p.a. U. Organismo Centro Ing. Guido Buffarini Ordine Ingegneri Provincia di Roma n° 77512

File: IV0100D18SDSE0100001A - CEM Pietra

n. Elab.:

## INDICE

1.	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	3
2.	DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO.....	4
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	4
2.2	RIFERIMENTI PROGETTUALI.....	4
3.	CARATTERISTICHE DEI SOFTWARE UTILIZZATI.....	6
4.	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI.....	7
5.	CONFIGURAZIONE DI CARICO DEI SISTEMI SIMULATI .....	8
6.	CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO .....	9
6.1	CAVIDOTTO.....	11
6.2	REPARTO AT DI SOTTOSTAZIONE.....	13
7.	CONCLUSIONI.....	15

## **1. SCOPO DEL DOCUMENTO**

Tra gli interventi di potenziamento infrastrutturale della Linea Ferroviaria Genova - Ventimiglia, e più in particolare nell'ambito del raddoppio della tratta Finale Ligure - Andora, è prevista la realizzazione delle due nuove sottostazioni elettriche di conversione di Albenga e Pietra Ligure. Per entrambe le SSE è prevista una alimentazione AT 132kV.

Scopo del presente documento è quello di fornire uno studio delle emissioni di campi elettromagnetici generati dalla nuova sottostazione elettrica e dall'elettrodotto di alimentazione in cavo interrato. Nei successivi paragrafi sono descritti anche i criteri con cui sono state effettuate le simulazioni per la valutazione delle emissioni magnetiche relative ai suddetti nuovi impianti RFI.

Le simulazioni condotte, hanno consentito di effettuare la valutazione puntuale dell'ampiezza della fascia di rispetto ai sensi delle normative vigenti, cui viene fatto esplicito riferimento nel paragrafo 2.1, e dell'ampiezza delle isolinee di campo magnetico da confrontare con le planimetrie e le sezioni di progetto, in modo da evidenziare eventuali criticità.

## 2. DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO

### 2.1 Riferimenti normativi

Il presente studio di esposizione ai campi elettromagnetici fa riferimento alla normativa vigente in materia, di seguito richiamata:

<b>Legge 22 febbraio 2001, n°36</b>	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
<b>DPCM 8 luglio 2003</b>	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
<b>DM 29 maggio 2008</b>	Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti
<b>Guida CEI 211.4</b>	Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche
<b>Guida CEI 211.6</b>	Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz-10kHz, con riferimento all'esposizione umana
<b>Guida CEI 9.113</b>	Procedure di misura del livello dei campi magnetici generati dai dispositivi elettronici ed elettrici nell'ambiente ferroviario in riferimento all'esposizione umana
<b>RFI/DTC.EE.TE159</b>	Cavi elettrici in media ed alta tensione

### 2.2 Riferimenti progettuali

Costituiscono parte integrante della presente relazione gli elaborati di Progetto Definitivo di seguito riepilogati, ai quali si rimanda per gli aspetti di dettaglio non esplicitamente menzionati nel presente documento:

<b>ELABORATI GENERALI DI SSE – SE00</b>	
Relazione generale SSE	IV0100D18RGSE0000001A
<b>SSE PIETRA LIGURE - SE01</b>	
SSE Pietra Ligure - Planimetria ubicazione impianto	IV0100D18P8SE0100001A
SSE Pietra Ligure - Piazzale di SSE/Disposizione apparecchiature (Layout)	IV0100D18P9SE0100001A
SSE Pietra Ligure - Sezioni di piazzale	IV0100D18WASE0100001A
SSE Pietra Ligure - Schema elettrico unifilare di potenza	IV0100D18DXSE0100002A

**SSE PIETRA LIGURE – Studio esposizione ai  
campi elettromagnetici**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0I	00	D 18 SD	SE0100 001	A	5 di 15

**CAVIDOTTO LP 132 kV PIETRA LIGURE**

LP 132 kV Pietra Ligure- Relazione generale	IV0I00D18RGLP0000001A
LP 132 kV Pietra Ligure - Planimetria di tracciato	IV0I00D18PALP0000001A
LP 132 kV Pietra Ligure - Sezioni di linea e fasce di asservimento	IV0I00D18WALP0000001A

### **3. CARATTERISTICHE DEI SOFTWARE UTILIZZATI**

Per effettuare le simulazioni a corredo del presente documento è stato utilizzato prevalentemente l'applicativo "WinEDT", (<http://www.sedicomtech.it>), le cui caratteristiche e referenze sono facilmente reperibili in rete sul sito del produttore (SE.DI.COM. S.r.l.)

Tale applicativo è un software di calcolo ad elementi finiti dedicato alla risoluzione di problemi di tipo elettromagnetico nel campo delle basse frequenze in dominio tridimensionale.

La Suite WinEDT di Sedicom è basata su un ambiente interattivo destinato alla gestione del territorio, all'analisi e verifica dei campi radioelettrici generati da trasmettitori e linee elettriche. L'ambiente di modellazione solida su cui la Suite è basata permette di effettuare la valutazione del presunto impatto ambientale indicando il livello di intensità di campo prodotto, gestendo informazioni intrinsecamente tridimensionali, reali, avvalendosi di livelli predefiniti attivabili (rappresentazione del modello altimetrico, confini amministrativi, toponomastica, etc).

Il software è composto da un preprocessore tramite il quale viene effettuata la modellazione geometrica e fisica della configurazione in esame e delle relative condizioni al contorno e quindi la discretizzazione di questa in un insieme di elementi finiti (mesh), da un solutore tramite il quale vengono risolti i sistemi di equazioni matriciali caratteristici relativi alla configurazione di input, e da un postprocessore tramite il quale vengono analizzati i risultati del calcolo e generati grafici e/o mappe cromatiche delle caratteristiche oggetto di verifica.

Le condizioni al contorno e le ipotesi di calcolo sono conformi a quanto prescritto dal paragrafo 6 della Norma CEI 211.6 "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz-10kHz, con riferimento all'esposizione umana".

#### **4. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI**

I nuovi impianti AT di proprietà RFI che verranno costruiti per il progetto di raddoppio della tratta Finale Ligure - Andora constano in un cavidotto ed una SSE di conversione.

In particolare, il cavidotto è a 132 kV in singola terna e presenta sia sezioni di posa interrate, con disposizione dei cavi a trifoglio, sia tratti con posa in teleguidato, come descritto nei documenti riportanti sezioni e planimetria del cavo riportati nel paragrafo 2.2.

Il reparto AT della sottostazione, invece, è composto essenzialmente da uno stallo arrivo linea, una sbarra AT a 132 kV, e due stalli gruppi. Al termine di ognuno di essi è presente un trasformatore di tensione AT/MT.

## **5. CONFIGURAZIONE DI CARICO DEI SISTEMI SIMULATI**

Nell'ambito del presente studio sono state condotte simulazioni per le configurazioni geometriche previste e rappresentate negli elaborati di Progetto Definitivo. In particolare, gli elaborati di riferimento per il cavidotto sono:

**IV0100D18PALP0000001A** LP 132 kV Pietra Ligure - Planimetria di tracciato

**IV0100D18WALP0000001A** LP 132 kV Pietra Ligure - Sezioni di linea e fasce di asservimento

Per il reparto AT della SSE di Pietra Ligure, si fa riferimento invece alle tavole:

**IV0100D18P9SE0100001A** SSE Pietra Ligure - Piazzale di SSE/Disposizione apparecchiature (Layout)

**IV0100D18WASE0100001A** SSE Pietra Ligure - Sezioni di piazzale

Per quanto riguarda le condizioni di carico che determinano l'ampiezza delle fasce di rispetto, si fa riferimento in via cautelativa ad una corrente di fase pari alla portata del cavo, con carico equilibrato sulle tre fasi.

Per cavi del tipo ARE4H1H5E (isolante in XLPE) con conduttore in alluminio di sezione pari a 630 mm<sup>2</sup>, posa interrata e disposizione a trifoglio, la Specifica:

**RFI/DTC.EE.TE 159** Cavi elettrici in media ed alta tensione

definisce una portata pari a 660 A.

La stessa condizione di carico si estende sia allo stallo arrivo linea che ad entrambi gli stalli di gruppo; infatti, in caso di fuori servizio di un gruppo per guasto o per manutenzione ordinaria, è permesso l'esercizio con un solo gruppo in funzione, che si troverebbe quindi interessato dall'intera corrente del cavo e dello stallo di linea.

## **6. CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO**

Nei capitoli che seguono verranno riportati e descritti i risultati dei calcoli effettuati per la valutazione del campo magnetico generato dall'elettrodotto in cavo 132 kV in progetto e dagli stalli AT della nuova SSE di Pietra Ligure.

Tutte le simulazioni sono state effettuate sulla base dei modelli geometrici definiti nel Progetto Definitivo e del valore di carico più gravoso descritto al capitolo precedente; i risultati, presentati in forma di "mappe cromatiche", hanno portato alla determinazione dell'ampiezza della fascia di rispetto nelle configurazioni geometriche previste, ossia della zona di spazio circostante l'elettrodotto e la SSE che comprende tutti i punti (al di sopra ed al di sotto del livello del suolo) caratterizzati da un valore di induzione magnetica superiore a quello limite di  $3\mu\text{T}$ .

L'ampiezza delle curve di induzione magnetica del valore di  $3\mu\text{T}$ , approssimata per eccesso al metro come prescritto all'allegato 1 del D.M. 29 maggio 2008, è stata utilizzata per stabilire la dimensione della fascia di rispetto per ciascuna sezione di posa e tale informazione è stata riportata in forma di linee isocampo sovrapposte alle planimetrie e alle sezioni del Progetto Definitivo. Le immagini sono riportate nel corso della presente relazione: in particolare, nelle mappe cromatiche sono riportate le isolinee a  $1\mu\text{T}$ ,  $3\mu\text{T}$  e  $10\mu\text{T}$ .

Nell'immagine di seguito sono riportati i risultati della simulazione calcolati per la sezione orizzontale dei massimi. Nonostante l'estensione dell'area presa in considerazione, sono visibili le 3 isolinee sopra descritte. In particolare, la fascia di rispetto a  $3\mu\text{T}$  è quasi interamente confinata nelle pertinenze della sottostazione e nelle immediate vicinanze del cavo. Tali aree non risultano interessate da enti recettori, come è possibile evidenziare dal confronto con l'elaborato:

**IV0100D18P8SE0100001A**

SSE Pietra Ligure – Planimetria ubicazione impianto

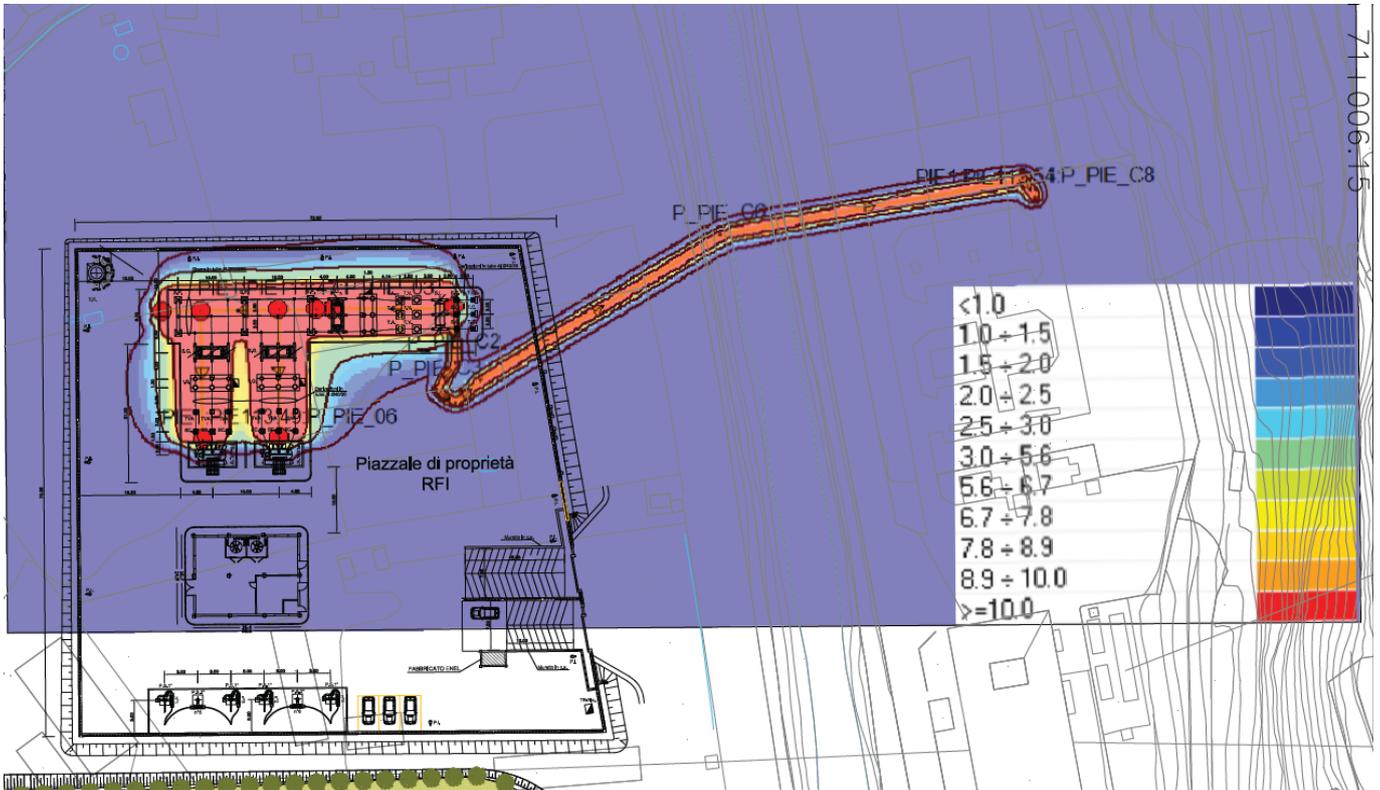


Figura 1 – Mappe cromatiche del campo magnetico in una vista di insieme del cavidotto e della SSE. Le curve in nero definiscono le isolinee a  $1 \mu T$ ,  $3 \mu T$  e  $10 \mu T$ .

## 6.1 Cavidotto

Sono state effettuate le simulazioni sulle due diverse sezioni tipo di posa previste per il cavidotto in oggetto. La Figura 2 riporta le mappe cromatiche per la sezione di posa interrata (scavo profondo 1,6 m). Al livello del suolo, la fascia di rispetto a  $3 \mu T$  è di 4 m, ovvero due metri per lato rispetto all'asse di posa del cavidotto.

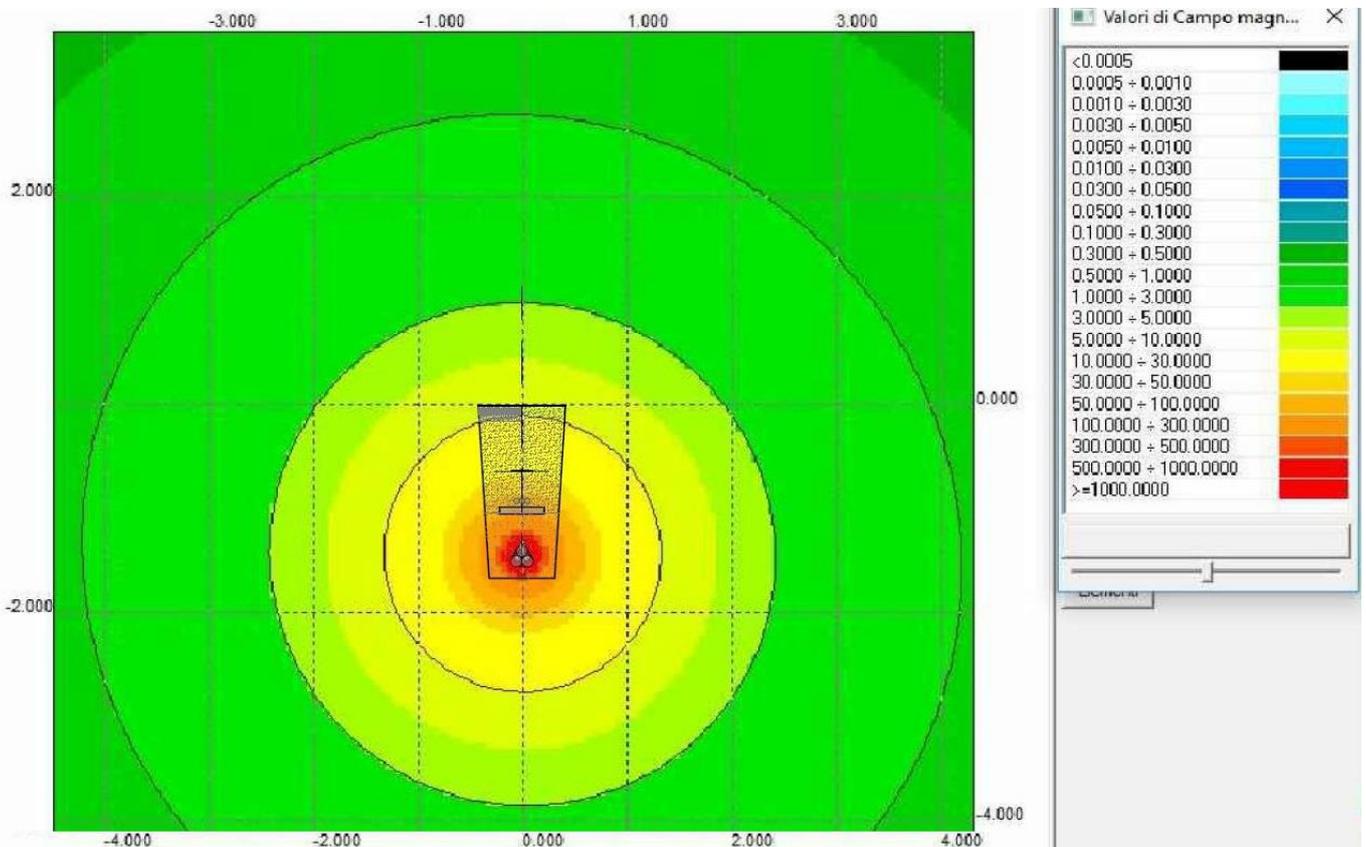


Figura 2 - Mappe cromatiche del campo magnetico sulla sezione del cavidotto con posa interrata. Le curve in nero definiscono le isolinee a  $1 \mu T$ ,  $3 \mu T$  e  $10 \mu T$

La Figura 3 rappresenta lo stesso dettaglio, ma per la sezione tipologica di posa con teleguidato.

In particolare si prescrive una sezione di posa un foro teleguidato unico contenente n.4 tubi; questa soluzione permette di limitare le emissioni di campo magnetico verso l'esterno, essendo le fasi più ravvicinate rispetto alla soluzione alternativa di realizzare più fori singoli (uno per fase). In via cautelativa, si è imposta una profondità di posa di circa due metri rispetto al suolo.

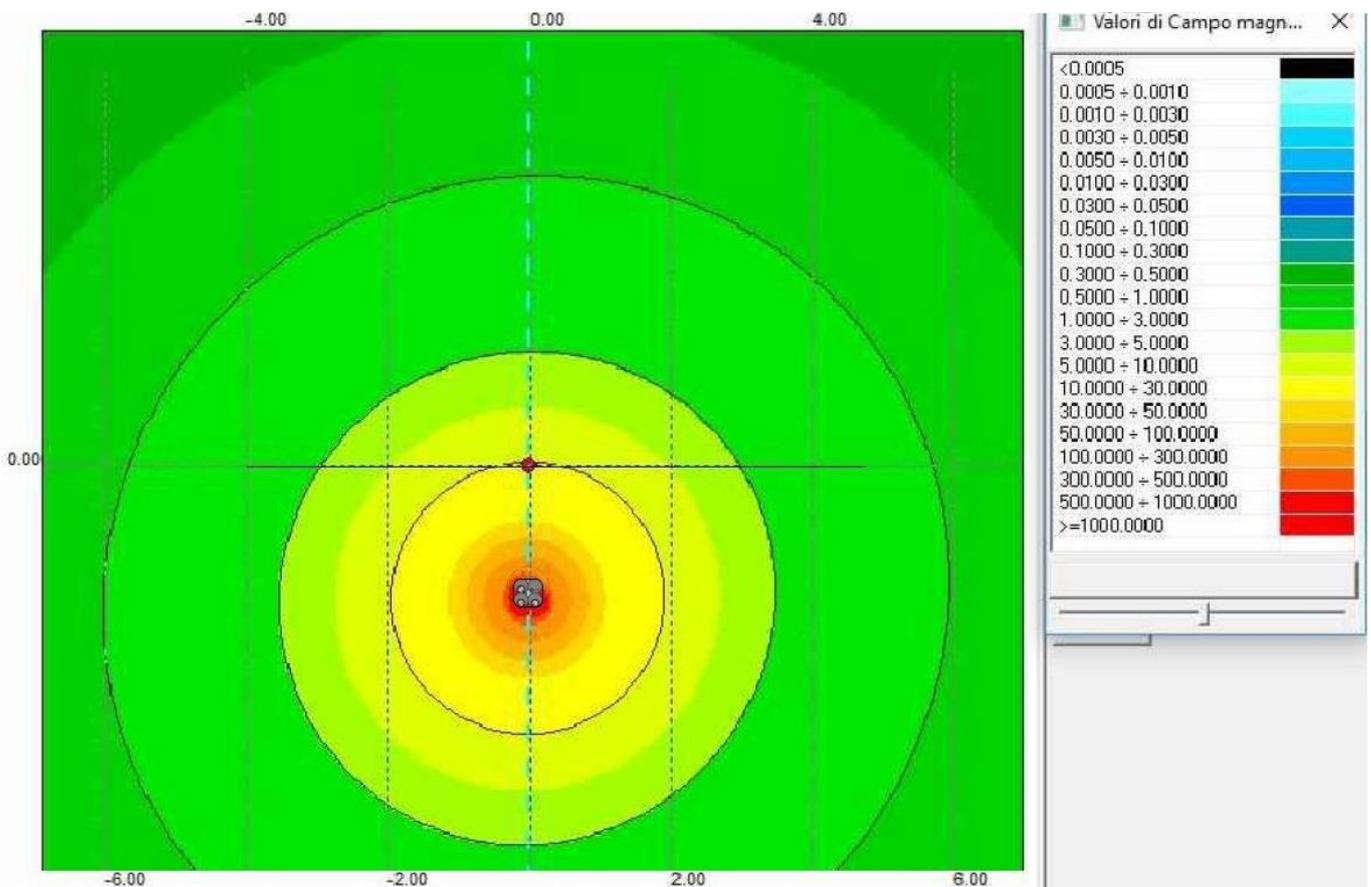


Figura 3 - Mappe cromatiche del campo magnetico sulla sezione del cavidotto con posa tramite teleguidato. Le curve in nero definiscono le isolinee a 1  $\mu$ T, 3  $\mu$ T e 10  $\mu$ T

In questo caso la fascia di rispetto di 3  $\mu$ T è di 8 metri (4 metri per ogni lato rispetto all'asse del cavidotto). Questa risulta essere più ampia rispetto al caso di cavo interrato, nonostante la maggiore profondità di posa. Tale differenza è dovuta alla disposizione dei conduttori, che non sono più a trifoglio, bensì come rappresentato nella Figura 4.

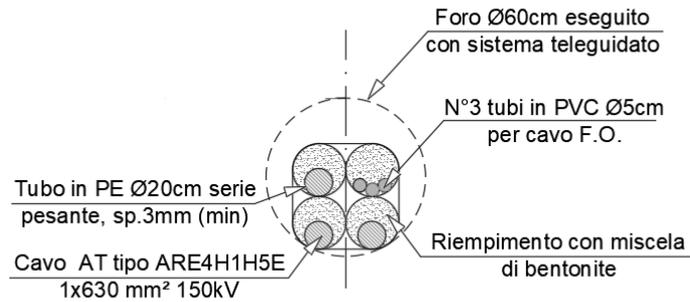


Figura 4 – Sezione tipica di cavidotto posato con teleguidato

## 6.2 Reparto AT di Sottostazione

Il modello costruito per il presente studio, come detto in precedenza, comprende anche il reparto Alta Tensione del piazzale della Sottostazione di Pietra Ligure, costituito da uno stallo arrivo linea, una sbarra AT e due stalli di gruppo. Sono state analizzate in particolare le due sezioni verticali riportate nella figura sottostante:

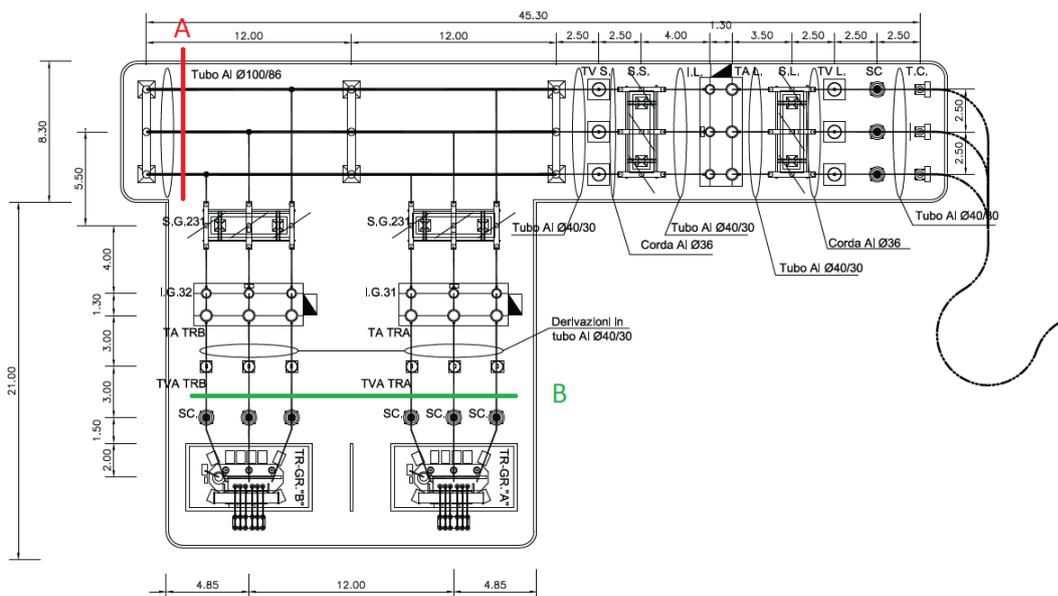


Figura 5 - Planimetria del piazzale di SSE con indicazione delle sezioni A e B

Le mappe cromatiche delle sezioni A e B sono riportate rispettivamente nella Figura 6 e nella Figura 7.

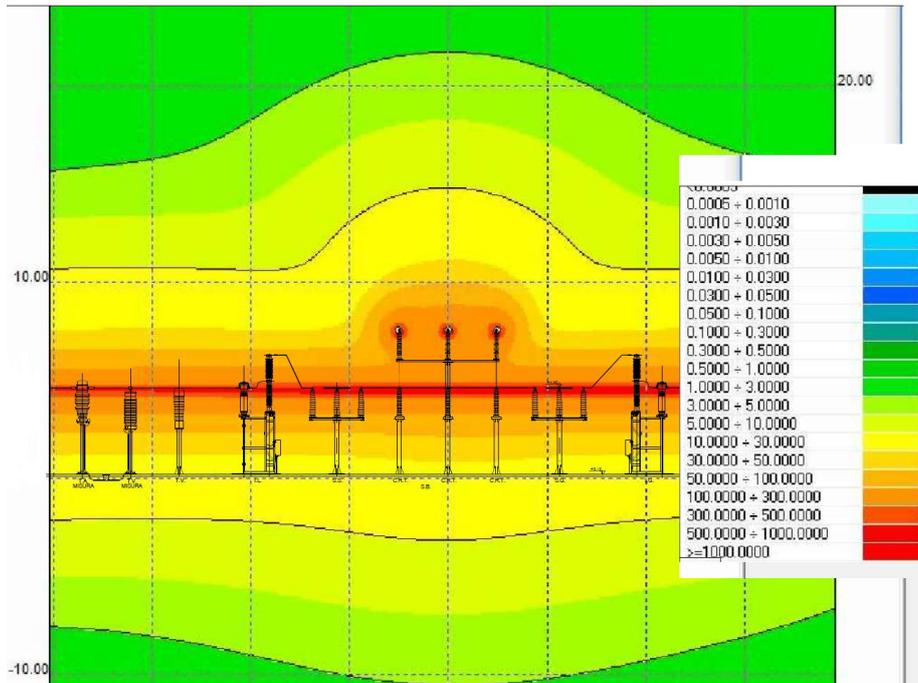


Figura 6 - Mappe cromatiche del campo magnetico sulla sezione A del piazzale di SSE.. Le curve in nero definiscono le isolinee a 1  $\mu$ T, 3  $\mu$ T e 10  $\mu$ T

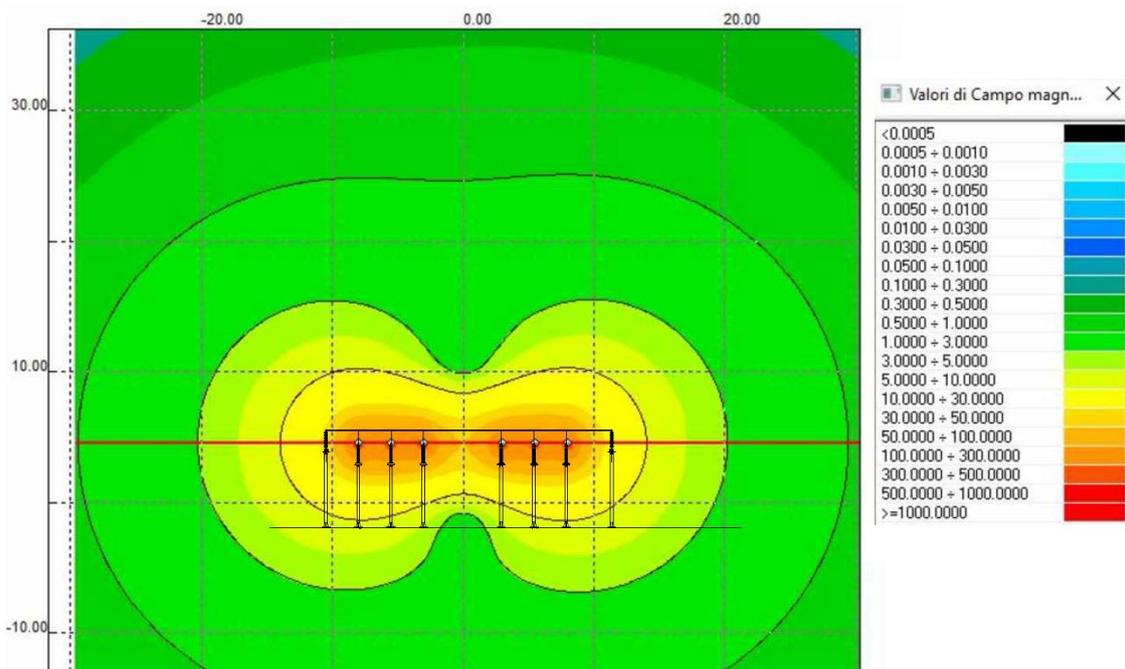


Figura 7 - Mappe cromatiche del campo magnetico sulla sezione B del piazzale di SSE.. Le curve in nero definiscono le isolinee a 1  $\mu$ T, 3  $\mu$ T e 10  $\mu$ T

## **7. CONCLUSIONI**

Alla luce di quanto evidenziato dai calcoli esposti nei precedenti paragrafi, e sulla base di quanto riportato nella documentazione di progetto definitivo, si può concludere che gli interventi previsti non alterano la situazione esistente ante-opera. In particolare, nessun recettore tutelato ad oggi presente sul territorio (aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore) sarà esposto ad un valore di campo elettromagnetico, generato dai nuovi impianti, superiore all'obiettivo di qualità fissato dalla normativa ( $3 \mu\text{T}$ ).