

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO DEFINITIVO

Elettrificazione Linea Cagliari – Oristano

SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE

Studio esposizione ai campi elettromagnetici impianti Per la trazione elettrica ferroviaria

SCALA:

-

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


R R 0 S 0 0 D 1 8 S D S E 0 0 0 0 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	D. Sellitti 	Lug. 22	N. Garones 	Lug. 22	P. Manna 	Lug. 22	G. Guidi Buffarini Lug. 22 ITALFERR Uffici Centrali Ing. Guido Buffarini Ordine Ingegneri Provincia di Bari n° 17812

File: RR0S00D18SDSE0000002A

INDICE

1.	SCOPO DEL DOCUMENTO	3
2.	NORME E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
2.2	RIFERIMENTI PROGETTUALI	5
3.	CARATTERISTICHE DEI SOFTWARE UTILIZZATI.....	6
4.	SOTTOSTAZIONE ELETTRICA E ELETTRODOTTO 150 KV DI VILLASOR.....	7
4.1	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI	8
4.2	CONFIGURAZIONE DI CARICO DEI SISTEMI SIMULATI	8
4.3	CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO	9
5.	SOTTOSTAZIONE ELETTRICHE IN MEDIA TENSIONE	14
5.1	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI	14
5.2	CONFIGURAZIONE DI CARICO DEI SISTEMI SIMULATI	15
5.3	CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO	15
6.	IMPIANTI DI LINEA DI CONTATTO.....	16
6.1	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI E DEFINIZIONE DEI LIMITI NORMATIVI	16
6.2	CONFIGURAZIONE DI CARICO DEI SISTEMI SIMULATI	16
6.3	CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO	17
7.	CONCLUSIONI.....	19

	ELETRIFICAZIONE DELLA LINEA CAGLIARI - ORISTANO PROGETTO DEFINITIVO					
Studio esposizione ai campi elettromagnetici impianti per la trazione elettrica ferroviaria	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 18 SD	DOCUMENTO SE 0000 002	REV. A	FOGLIO 3 di 19


1. SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo del presente documento è quello di fornire uno studio delle emissioni di campi elettromagnetici generati dai nuovi impianti per la trazione elettrica ferroviaria, necessari per l'elettrificazione della linea Cagliari Oristano. In particolare le opere oggetto della presente analisi sono le seguenti:

- N. 1 SSE alimentate in alta tensione (SSE di Villasor – 150 kV);
- Elettrodotto in alta tensione 150 kV di allaccio della SSE di Villasor alla omonima cabina primaria di Terna. Seppure tale elettrodotto risulta ad oggi esistente, viene in ogni caso effettuato lo studio CEM poiché la linea in alta tensione non è ad oggi in servizio. L'attivazione della SSE pertanto perturba lo scenario ante-opera, andando di fatto a ri-attivare una sorgente di campo magnetico ad oggi quiescente;
- N. 5 SSE alimentate in media tensione (SSE di Cagliari, Decimomannu, San Gavino, Marrubiu, Oristano – 15 kV). Per tali opere è esclusa la verifica dei campi magnetici prodotti delle linee in cavo ENEL in media tensione di alimentazione delle Sottostazioni. La realizzazione di tali cavidotti è a cura di Enel, che curerà la parte progettuale e autorizzativa degli interventi. Nell'ambito di tale progetto il gestore della rete elettrica pubblica effettuerà le verifiche di conformità delle sue opere alla Normativa vigente, inclusa la normativa inerente le emissioni di campo elettromagnetico. In ogni caso non è possibile per la scrivente struttura, progettista delle opere ferroviarie, fornire qualsiasi valutazione inerente alle emissioni di campo elettromagnetico, in quanto il suddetto progetto di Enel non è noto.
- Impianti di linea aerea di contatto 3 kV in corrente continua lungo il tracciato ferroviario.

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.

	ELETRIFICAZIONE DELLA LINEA CAGLIARI - ORISTANO PROGETTO DEFINITIVO					
Studio esposizione ai campi elettromagnetici impianti per la trazione elettrica ferroviaria	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 18 SD	DOCUMENTO SE 0000 002	REV. A	FOGLIO 4 di 19

2. NORME E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Riferimenti Normativi

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

- **Legge 22 febbraio 2001, n°36** Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- **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
- **DM 29 maggio 2008** Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti
- **Guida CEI 211.4** Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche
- **Guida CEI 211.6** Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz-10kHz, con riferimento all'esposizione umana
- **Guida CEI 9.113** Procedure di misura del livello dei campi magnetici generati dai dispositivi elettronici ed elettrici nell'ambiente ferroviario in riferimento all'esposizione umana
- **Norma CEI 11.60** "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV" Ed. 06/2002.
- **LINEE GUIDA ICNIRP SUI LIMITI DI ESPOSIZIONE A CAMPI MAGNETICI STATICI" (2009)**
- **CEI EN 50119** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi - Linee aeree di contatto per trazione elettrica


**Studio esposizione ai campi elettromagnetici
impianti per la trazione elettrica ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0S	00	D 18 SD	SE 0000 002	A	5 di 19

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:

ELABORATI GENERALI DI SOTTOSTAZIONE																						
Relazione tecnica generale di SSE	R	R	0	S	0	0	D	1	8	R	G	S	E	0	0	0	0	0	0	0	1	A
SSE Cagliari - SE01																						
SSE Cagliari - Planimetria ubicazione impianto	R	R	0	S	0	0	D	1	8	P	6	S	E	0	1	0	0	0	0	0	1	A
SSE Cagliari - Piazzale di SSE/Sezioni di piazzale	R	R	0	S	0	0	D	1	8	W	A	S	E	0	1	0	0	0	0	0	1	A
SSE Cagliari - Schema elettrico unifilare di potenza	R	R	0	S	0	0	D	1	8	D	X	S	E	0	1	0	0	0	0	0	1	A
SSE Decimomannu - SE02																						
SSE Decimomannu - Planimetria ubicazione impianto	R	R	0	S	0	0	D	1	8	P	6	S	E	0	2	0	0	0	0	0	1	A
SSE Decimomannu - Piazzale di SSE/Disposizione apparecchiature (Layout)	R	R	0	S	0	0	D	1	8	P	A	S	E	0	2	0	0	0	0	0	1	A
SSE Decimomannu - Piazzale di SSE/Sezioni di piazzale	R	R	0	S	0	0	D	1	8	W	A	S	E	0	2	0	0	0	0	0	1	A
SSE Decimomannu - Schema elettrico unifilare di potenza	R	R	0	S	0	0	D	1	8	D	X	S	E	0	2	0	0	0	0	0	1	A
SSE Villasor - SE03																						
SSE Villasor - Planimetria ubicazione impianto	R	R	0	S	0	0	D	1	8	P	6	S	E	0	3	0	0	0	0	0	1	A
SSE Villasor - Piazzale di SSE/Disposizione apparecchiature (Layout)	R	R	0	S	0	0	D	1	8	P	9	S	E	0	3	0	0	0	0	0	5	A
SSE Villasor - Piazzale di SSE/Sezioni di piazzale	R	R	0	S	0	0	D	1	8	W	9	S	E	0	3	0	0	0	0	0	1	A
SSE Villasor - Schema elettrico unifilare di potenza	R	R	0	S	0	0	D	1	8	D	X	S	E	0	3	0	0	0	0	0	1	A
SSE San Gavino - SE04																						
SSE San Gavino - Planimetria ubicazione impianto	R	R	0	S	0	0	D	1	8	P	6	S	E	0	4	0	0	0	0	0	1	A
SSE San Gavino - Piazzale di SSE/Disposizione apparecchiature (Layout)	R	R	0	S	0	0	D	1	8	P	A	S	E	0	4	0	0	0	0	0	1	A
SSE San Gavino - Piazzale di SSE/Sezioni di piazzale	R	R	0	S	0	0	D	1	8	W	A	S	E	0	4	0	0	0	0	0	1	A
SSE San Gavino - Schema elettrico unifilare di potenza	R	R	0	S	0	0	D	1	8	D	X	S	E	0	4	0	0	0	0	0	1	A
SSE Marrubiu - SE05																						
SSE Marrubiu - Planimetria ubicazione impianto	R	R	0	S	0	0	D	1	8	P	6	S	E	0	5	0	0	0	0	0	1	A
SSE Marrubiu - Piazzale di SSE/Disposizione apparecchiature (Layout)	R	R	0	S	0	0	D	1	8	P	A	S	E	0	5	0	0	0	0	0	1	A
SSE Marrubiu - Piazzale di SSE/Sezioni di piazzale	R	R	0	S	0	0	D	1	8	W	A	S	E	0	5	0	0	0	0	0	1	A
SSE Marrubiu - Schema unifilare quadro s.a. ca e cc.	R	R	0	S	0	0	D	1	8	D	X	S	E	0	5	0	0	0	0	0	3	A
SSE Oristano - SE06																						
SSE Oristano - Planimetria ubicazione impianto	R	R	0	S	0	0	D	1	8	P	6	S	E	0	6	0	0	0	0	0	1	A
SSE Oristano - Piazzale di SSE/Disposizione apparecchiature (Layout)	R	R	0	S	0	0	D	1	8	P	A	S	E	0	6	0	0	0	0	0	1	A
SSE Oristano - Piazzale di SSE/Sezioni di piazzale	R	R	0	S	0	0	D	1	8	W	A	S	E	0	6	0	0	0	0	0	1	A
SSE Oristano - Schema elettrico unifilare di potenza	R	R	0	S	0	0	D	1	8	D	X	S	E	0	6	0	0	0	0	0	1	A
ELABORATI GENERALI DI LINEA DI CONTATTO																						
Relazione tecnica generale	R	R	0	S	0	0	D	1	8	R	G	L	C	0	0	0	0	0	0	0	1	A
Sezioni trasversali TE tipologiche	R	R	0	S	0	0	D	1	8	W	B	L	C	0	6	0	0	0	0	0	2	A
Schema elettrico di alimentazione T.E.	R	R	0	S	0	0	D	1	8	D	X	L	C	0	6	0	0	0	0	1	2	A

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA CAGLIARI - ORISTANO PROGETTO DEFINITIVO					
Studio esposizione ai campi elettromagnetici impianti per la trazione elettrica ferroviaria	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 18 SD	DOCUMENTO SE 0000 002	REV. A	FOGLIO 6 di 19

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".

	ELETRIFICAZIONE DELLA LINEA CAGLIARI - ORISTANO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
Studio esposizione ai campi elettromagnetici impianti per la trazione elettrica ferroviaria	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 18 SD	DOCUMENTO SE 0000 002	REV. A	FOGLIO 7 di 19

4. METODOLOGIA DI CALCOLO

Nei capitoli che seguono verranno riportati e descritti i risultati dei calcoli effettuati per la valutazione del campo magnetico generati dagli impianti di progetto.


Per gli impianti in alta tensione tutte le simulazioni sono state effettuate sulla base dei modelli geometrici definiti nel Progetto Definitivo e del valore di carico i corrente più gravoso (portate al limite termico); 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 μ T, fissato come obiettivo di qualità dal DPCM 8 luglio 2003** come limite di esposizione per i recettori tutelati (luoghi in cui sia prevista presenza umana per più di 4 ore giornaliere) per gli impianti di nuova realizzazione .

Le simulazioni sono state implementate in un dominio sufficientemente ampio in maniera da ottenere informazioni almeno sull’intera gamma di valori compresi tra 1 μ T e 10 μ T.

L’ampiezza delle curve di induzione magnetica del valore di 3 μ 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 μ T, 3 μ T e 10 μ T.

Per gli impianti 3 kV in corrente continua è stata usata la medesima procedura sopra descritta, solo che per i limiti di esposizione si è considerato il valore limite per la popolazione indicato da ICNIRP in 400 mT ridotto a 0,5 mT in via prudenziale per tener conto di eventuali effetti su apparecchi elettromedicali, non essendo applicabile la Normativa Nazionale vigente per queste tipologie impianti.

Per le SSE MT, stante la complessità del sistema che tuttavia non presenta emissioni di campo magnetico molto elevato, è stata usato l’algoritmo semplificato di cui al paragrafo 5.2.1 del decreto 29 Maggio 2008 per il calcolo della distanza di prima approssimazione (DPA), ossia della distanza definita dal suddetto decreto, sicuramente comprensiva della fascia di rispetto 3 μ T.

	ELETRIFICAZIONE DELLA LINEA CAGLIARI - ORISTANO PROGETTO DEFINITIVO					
	Studio esposizione ai campi elettromagnetici impianti per la trazione elettrica ferroviaria	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 18 SD	DOCUMENTO SE 0000 002	REV. A

5. SOTTOSTAZIONE ELETTRICA E ELETTRODOTTO 150 kV DI VILLASOR

5.1 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

I nuovi impianti 150 kV di proprietà RFI necessari per l'elettrificazione della linea Cagliari - Oristano constano in una SSE di conversione 150 kVca/3 kVcc e nella riattivazione di due linee in alta tensione esistenti ma non in servizio.

In particolare, l'elettrodotto è costituito da una doppia linea a 150 kV in singola terna, mentre il reparto AT della sottostazione, invece, è composto essenzialmente da due stalli arrivo linea, una sbarra AT a 150 kV, e due stalli gruppi. Al termine di ognuno di essi è presente un trasformatore di tensione AT/MT.

L'impianto si svilupperà su un'area di 8100 mq e sarà ubicata all'incirca al km 26+255, come riportato nel documento:

- **RR0S00D18P6SE0300001A** SSE Villasor – Planimetria ubicazione impianto

Per i dettagli relativi alle configurazioni impiantistica si rimanda ai documenti:

- **RR0S00D18P9SE0300005A** SSE Villasor – Piazzale di SSE/Disposizione apparecchiature (Layout)
- **RR0S00D18W9SE0300001A** SSE Villasor – Piazzale di SSE/Sezioni di piazzale

5.2 CONFIGURAZIONE DI CARICO DEI SISTEMI SIMULATI

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 termica del conduttore, con carico equilibrato sulle tre fasi.

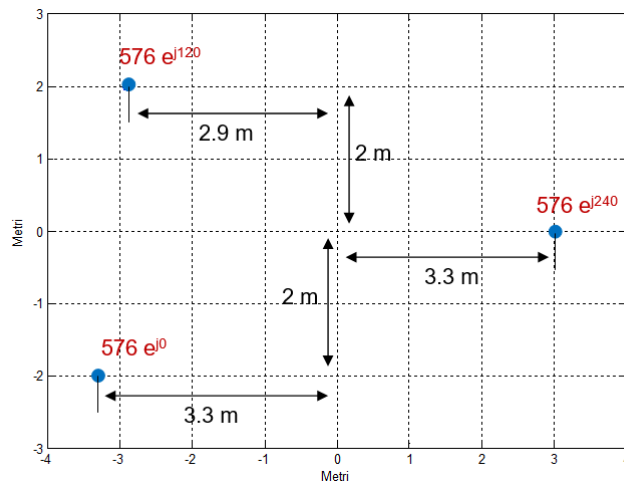
Tensione nominale della linea (kV)	Portata in corrente del conduttore di riferimento I_0 (A)			
	Zona A		Zona B	
	Periodo C	Periodo F	Periodo C	Periodo F
380	740	985	680	770
220	665	905	610	710
132÷150	620	870	575	675

Per la determinazione delle fasce di rispetto, il riferimento è stato l'obiettivo di qualità (3 μ T) del DPCM dell'8 luglio 2003, imponendo la portata di corrente in servizio normale degli elettrodotti, come definita dalla norma CEI 11 - 60.

Nella precedente Tabella, tratta dalla norma CEI 11-60, è indicata la portata in corrente in servizio normale del conduttore di riferimento ACSR di 31,5 mm di diametro, nelle due zone climatiche (A e B), nei rispettivi periodi

stagionali e per i diversi livelli di tensione. Nel caso in esame, il valore di corrente di riferimento risulta pari a 870 A. Applicando gli opportuni coefficienti riduttivi previsti dalla stessa CEI 11-60, per un conduttore ACSR di 22.8 mm di diametro, si è giunti a considerare la sua portata in corrente al limite termico pari a 576 A.

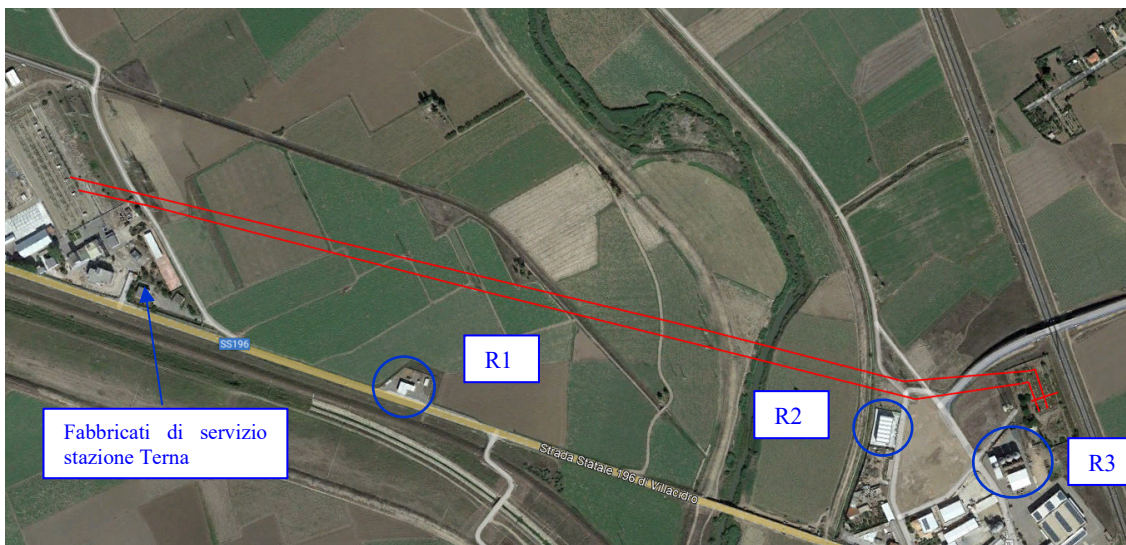
Nel programma di calcolo sono stati quindi introdotte le correnti aventi valore, fase e disposizione come mostrato nella Figura seguente per ognuno dei conduttori oggetto di simulazione.




In via conservativa tali valori di corrente sono stati assunti anche sulle sbarre e sugli stalli di SSE.

5.3 CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO

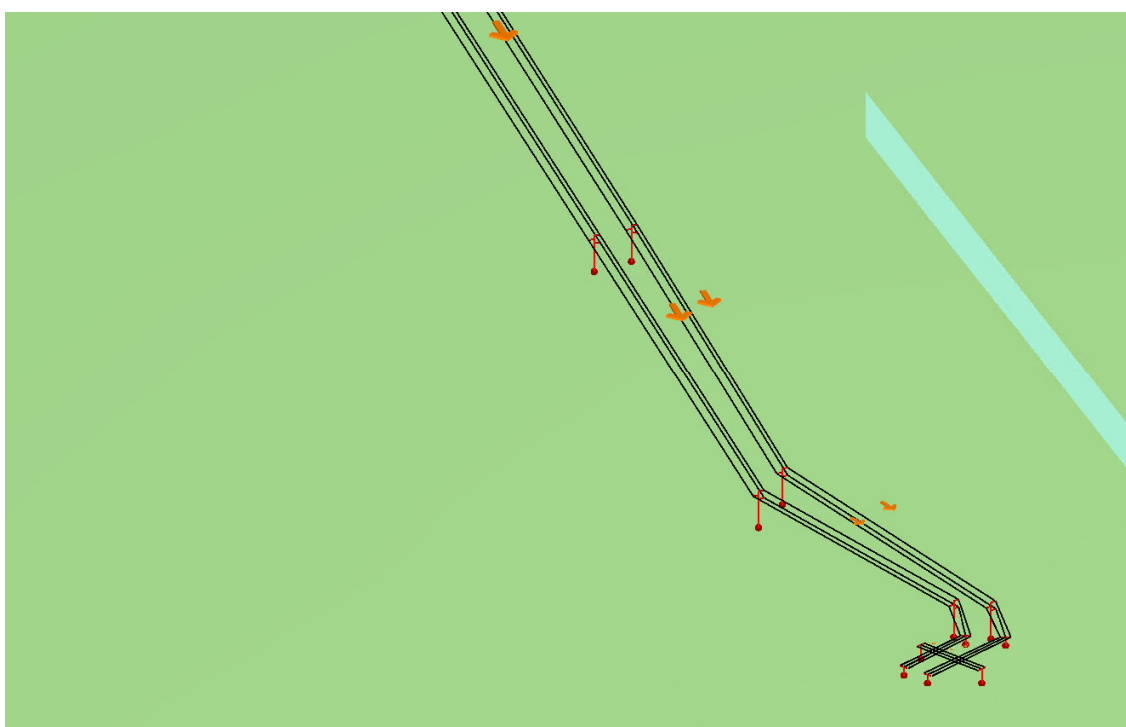
Nella seguente figura è riportato il contesto territoriale oggetto della simulazione. Le linee rosse rappresentano sia gli elettrodotti esistenti di alimentazione della SSE che, all'interno del piazzale di sottostazione, i nuovi stalli in alta tensione.



	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA CAGLIARI - ORISTANO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
Studio esposizione ai campi elettromagnetici impianti per la trazione elettrica ferroviaria	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 18 SD	DOCUMENTO SE 0000 002	REV. A	FOGLIO 10 di 19

Nella precedente figura sono evidenziati anche i recettori più prossimi ai nuovi impianti. Sono esclusi dalle verifiche di esposizione i fabbricati all'interno della Stazione Terna. Tali recettori saranno frequentati da personale professionalmente esposto, pertanto, ai sensi del DPCM 8 luglio 2003 non sono applicabili i limiti di esposizione imposti dalla Normativa Vigente.

Nella seguente figura è rappresentato il modello 3D complessivo del sistema simulato.



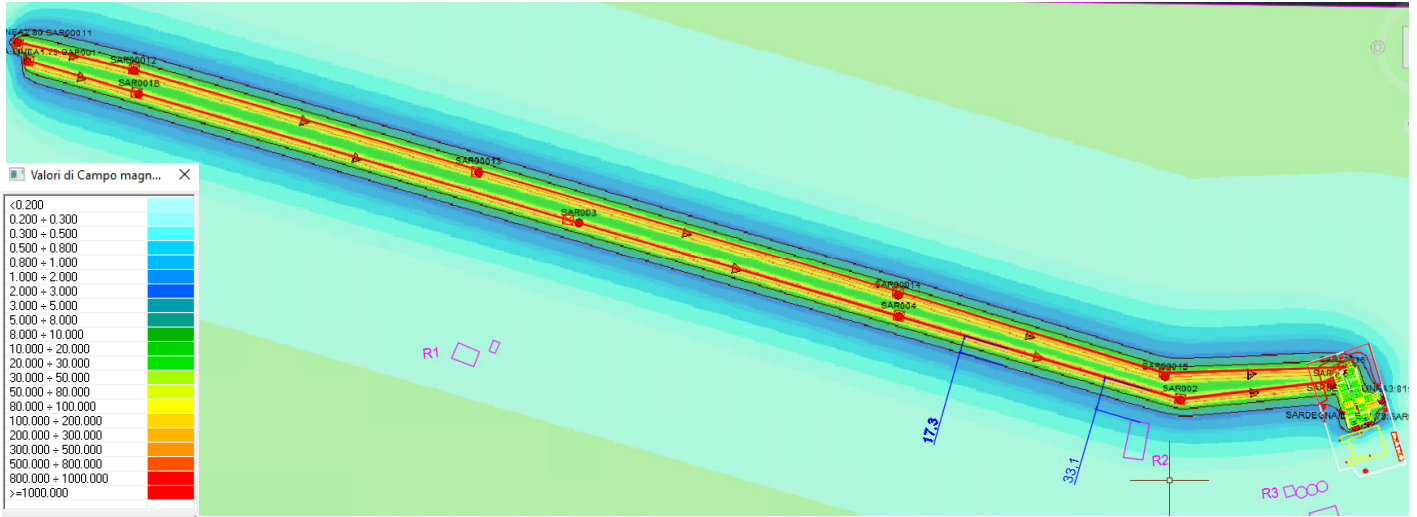
Nell'immagine di seguito sono riportati i risultati della simulazione calcolati per la sezione orizzontale dei massimi. Nonostante l'estensione dell'area presa in considerazione, sono visibili le isolinee 3 e 10 μT sopra descritte. In particolare, la fascia di rispetto a 3 μT è quasi interamente confinata nelle pertinenze della sottostazione e, per quanto riguarda la linea primaria, tale fascia si trova ad una distanza di 17,3 m. Tali aree non risultano interessate da recettori, come è possibile evidenziare dal confronto con l'elaborato:

- **RR0S00D18P6SE0300001** SSE Villasor - Planimetria ubicazione impianto

Si noti infatti che il recettore più prossimo all'impianto (R2) si trova ad oltre 34 metri dalla linea. Per tale recettore il valore di esposizione calcolato è pari a 1,1 μT . Tutti gli altri recettori si trovano in zone di campo con intensità inferiore 0,2 μT

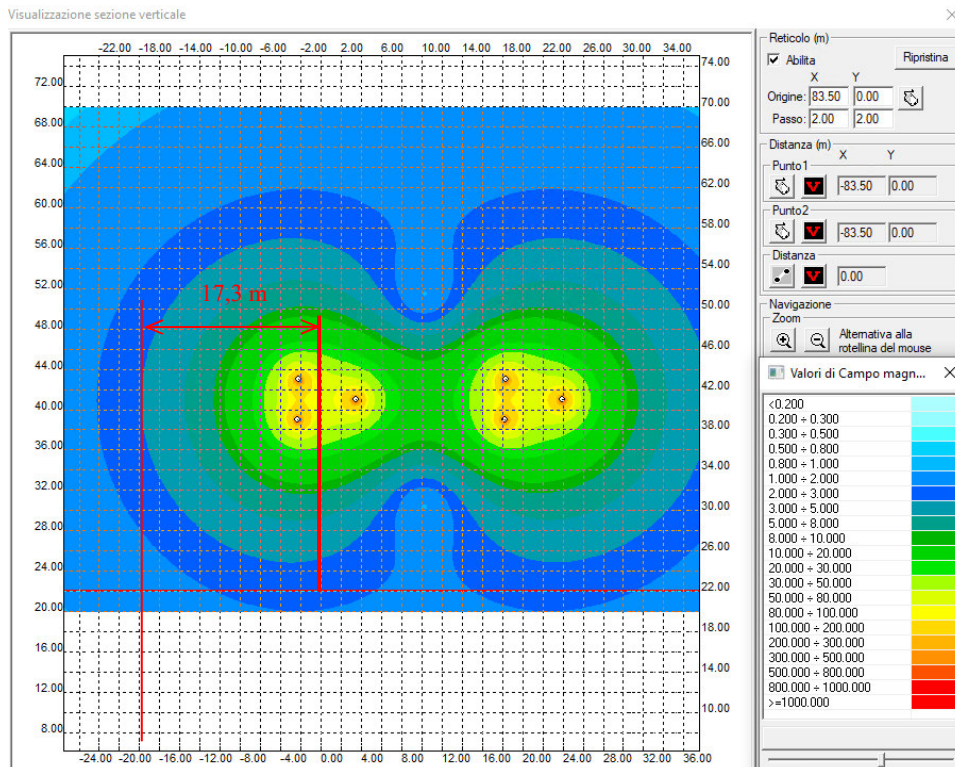
Studio esposizione ai campi elettromagnetici impianti per la trazione elettrica ferroviaria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0S	00	D 18 SD	SE 0000 002	A	11 di 19



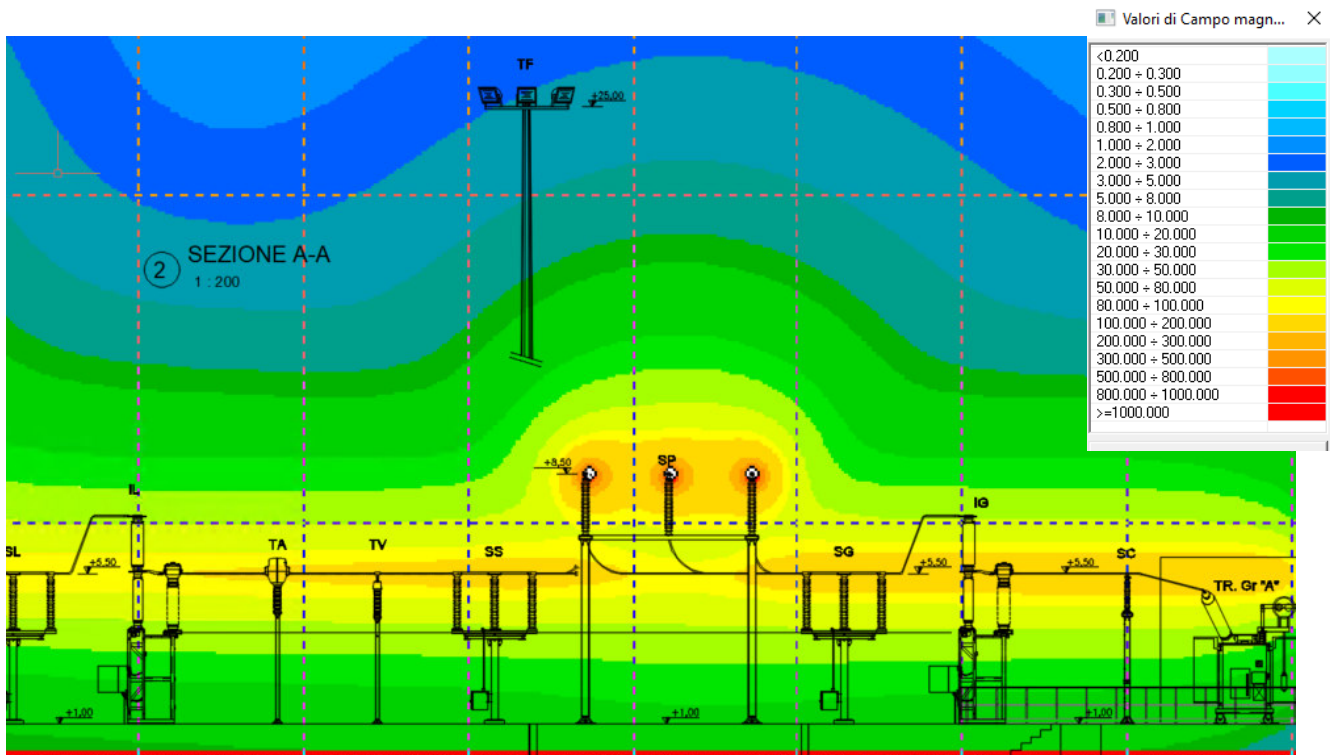
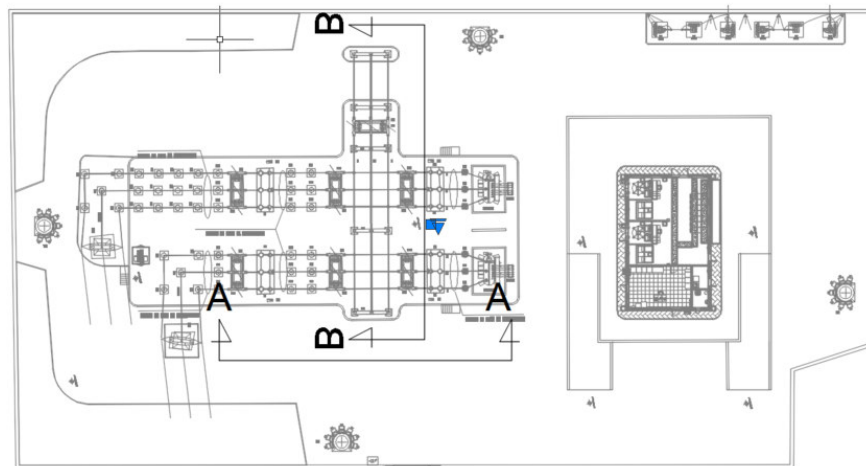
5.3.1 Elettrodotto AT

Si riportano di seguito le simulazioni della sezione di linea su doppia palificata alimentante l'impianto di SSE. In particolare la seguente figura riporta le mappe cromatiche rappresentanti il campo emesso dai conduttori delle linee 150 kV. Si conferma il valore della fascia di rispetto a $3 \mu\text{T}$ è di 17,3 m, da arrotondare a 18 metri ai sensi del DPCM 8 luglio 2003.



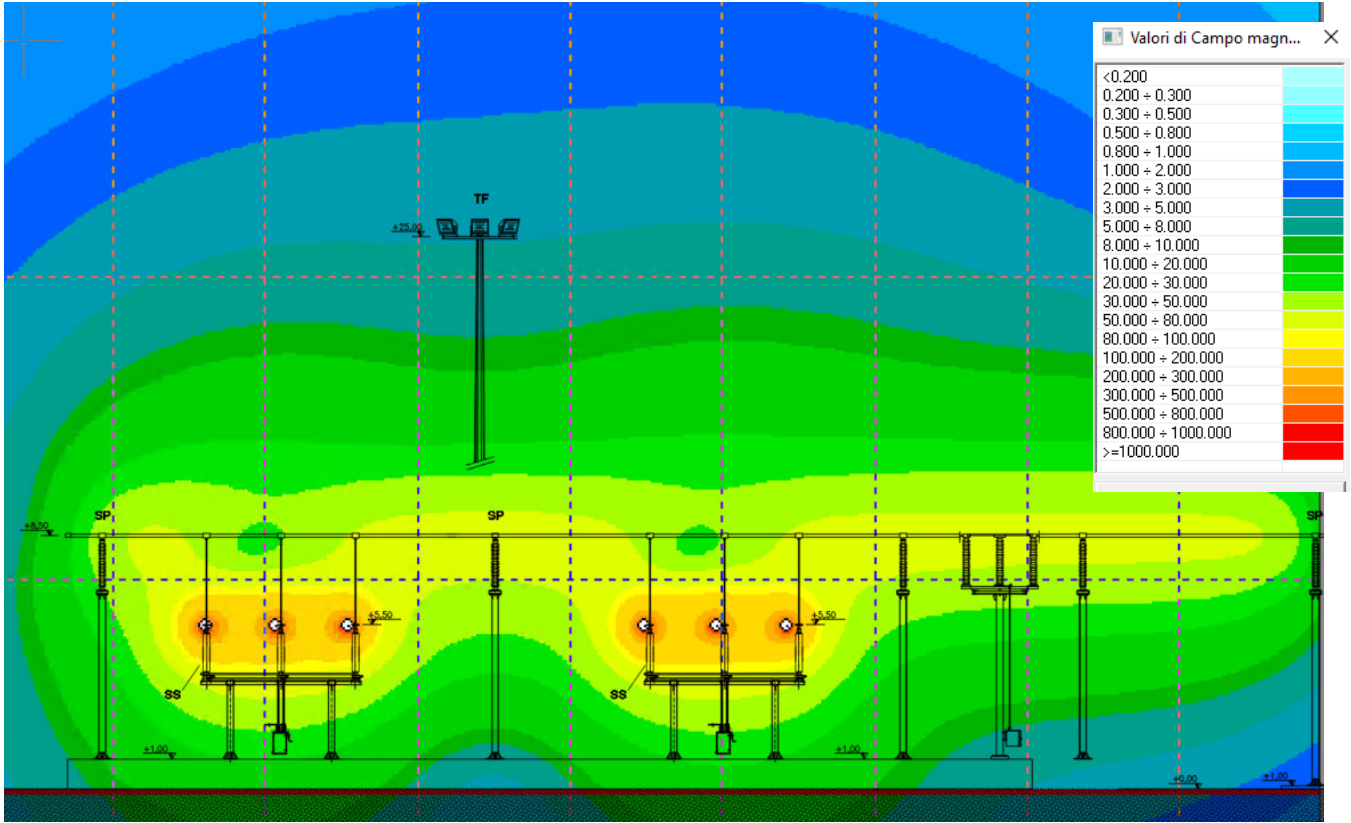
5.3.2 Impianto sottostazione elettrica

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

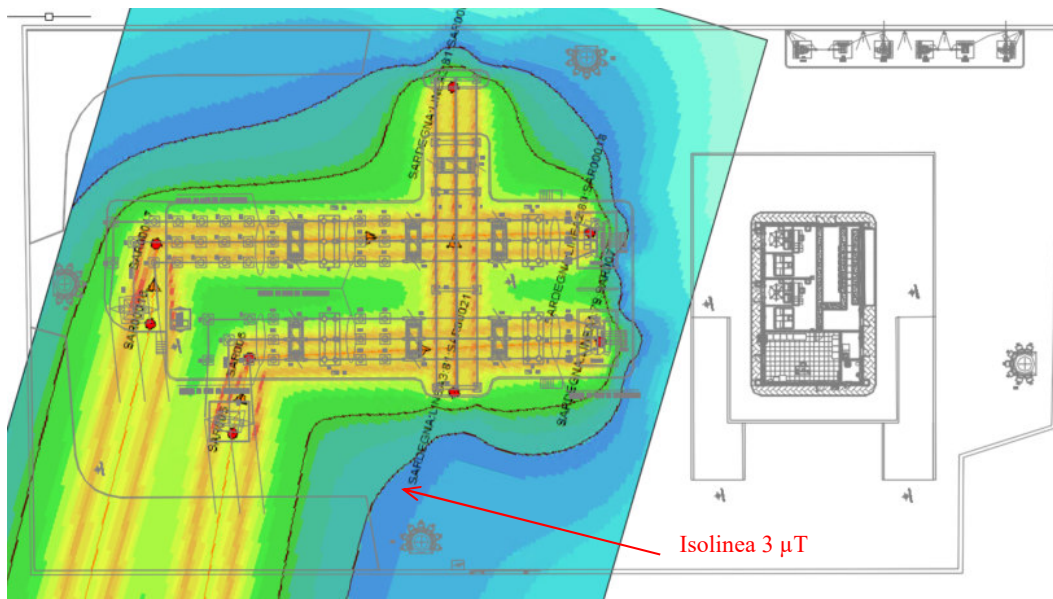



**Studio esposizione ai campi elettromagnetici
impianti per la trazione elettrica ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0S	00	D 18 SD	SE 0000 002	A	13 di 19



Nella seguente figura sono riportate larve isocampo 3 e 10 μT , come evidenziato in precedenza, tali curve sono sempre comprese all'interno del perimetro di piazzale.



	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA CAGLIARI - ORISTANO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
Studio esposizione ai campi elettromagnetici impianti per la trazione elettrica ferroviaria	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 18 SD	SE 0000 002	A	14 di 19

SOTTOSTAZIONE ELETTRICHE IN MEDIA TENSIONE

5.4 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

I nuovi impianti 15 kV di proprietà RFI necessari per l'elettrificazione della linea Cagliari - Oristano constano in 5 SSE di conversione 15 kVca/3 kVcc allocate nei comuni di Cagliari, Decimomannu, S. Gavino, Villasor e Oristano.

Gli impianti sono riconducibili a delle grandi cabine di trasformazione in media tensione, composti essenzialmente da due fabbricati: uno prospiciente l'ingresso dove è presente la consegna ENEL e un fabbricato più interno dove avviene la trasformazione dell'energia elettrica in corrente continua 3 kVcc.

La SSE di Cagliari, alimentata in Media Tensione, occuperà un'area di 2340 mq e sarà ubicata all'incirca al km 2+188, come riportato nel documento:

- **RR0S00D18P6SE0100001A** SSE Cagliari – Planimetria ubicazione impianto

La SSE di Decimomannu, alimentata in Media Tensione, occuperà invece un'area di 1580 mq e sarà ubicata all'incirca al km 16+024, come riportato nel documento:

- **RR0S00D18P6SE0200001A** SSE Decimomannu – Planimetria ubicazione impianto

La SSE di San Gavino, alimentata in Media Tensione, occuperà invece un'area di 2400 mq e sarà ubicata all'incirca al km 50+921, come riportato nel documento:

- **RR0S00D18P6SE0400001A** SSE San Gavino – Planimetria ubicazione impianto

La SSE di Marrubiu, alimentata in Media Tensione ma con area predisposta per futuro allaccio in AT, occuperà invece un'area di 4500 mq e sarà ubicata all'incirca al km 77+724, come riportato nel documento:

- **RR0S00D18P6SE0500001A** SSE Marrubiu – Planimetria ubicazione impianto

Infine, la SSE di Oristano, alimentata in Media Tensione, occuperà invece un'area di 1970 mq e sarà ubicata all'incirca al km 93+619, come riportato nel documento:

- **RR0S00D18P6SE0600001A** SSE Oristano – Planimetria ubicazione impianto

Per i dettagli relativi alle configurazioni impiantistica si rimanda ai documenti:

- **RR0S00D18PASE0100001A** SSE Cagliari – Piazzale di SSE/Disposizione apparecchiature (Layout)
- **RR0S00D18WASE0100001A** SSE Cagliari – Piazzale di SSE/Sezioni di piazzale
- **RR0S00D18PASE0200001A** SSE Decimomannu – Piazzale di SSE/Disposizione apparecchiature (Layout)
- **RR0S00D18WASE0200001A** SSE Decimomannu – Piazzale di SSE/Sezioni di piazzale

**ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA CAGLIARI - ORISTANO**

PROGETTO DEFINITIVO

**Studio esposizione ai campi elettromagnetici
impianti per la trazione elettrica ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0S	00	D 18 SD	SE 0000 002	A	15 di 19

- **RR0S00D18PASE0400001A** SSE San Gavino – Piazzale di SSE/Disposizione apparecchiature (Layout)
- **RR0S00D18WASE0400001A** SSE San Gavino – Piazzale di SSE/Sezioni di piazzale
- **RR0S00D18PASE0500001A** SSE Marrubiu – Piazzale di SSE/Disposizione apparecchiature (Layout)
- **RR0S00D18WASE0500001A** SSE Marrubiu – Piazzale di SSE/Sezioni di piazzale
- **RR0S00D18PASE0600001A** SSE Oristano – Piazzale di SSE/Disposizione apparecchiature (Layout)
- **RR0S00D18WASE0600001A** SSE Oristano – Piazzale di SSE/Sezioni di piazzale

5.5 CONFIGURAZIONE DI CARICO DEI SISTEMI SIMULATI

La specifica tipologia d'impianto questo può essere assimilato ad una cabina di trasformazione MT/bt e pertanto si fa riferimento a quanto previsto dall'allegato al D.M. 29/5/2008 per tale tipologia di impianti.

A supporto di quanto sopra assunto, si consideri che sebbene i trasformatori di SSE abbiano potenze installate maggiori delle usuali cabine MT, si segnala che la tensione a secondario di detti trasformatori è pari 2750 V anziché 400 V. Ne consegue che le correnti nominali, che costituiscono le sorgenti del campo magnetico, assumono valori dello stesso ordine di grandezze delle cabine con trasformatori da 630 kVA.


5.6 CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO

In considerazione della taglia dei trasformatori presenti in SSE (due trasformatori di potenza 5400 kW) e della tensione nominale a secondario, che come suddetto vale 2750 V, ne consegue che la corrente in uscita dai trasformatori è pari $I=P/(V_n \times 1,73)= 1.155$ A.

Applicando l'algoritmo di cui al paragrafo 5.2.1 del decreto 29 Maggio 2008, risulta una DPA pari a: $DPA=Radq(I) 0.040942 * X^{0.5241}$ dove X è il diametro dei cavi in metri.

Considerando che il cavo in uscita dal trasformatore è 1x240 mmq $\rightarrow X=0.02$ m, quindi si può assumere $DpA=1,79$ m da arrotondare a 2 metri.

Come desumibile dai lay-out indicati come riferimento al precedente paragrafo 5.2, le DPA calcolate sono prevalentemente ubicate all'interno del piazzale di sottostazione elettrica, interessando al massimo una parte marginale della viabilità in accesso. **Nessun recettore tutelato rientra all'interno di tale zona.**

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA CAGLIARI - ORISTANO					
	PROGETTO DEFINITIVO					
Studio esposizione ai campi elettromagnetici impianti per la trazione elettrica ferroviaria	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 18 SD	DOCUMENTO SE 0000 002	REV. A	FOGLIO 16 di 19

6. IMPIANTI DI LINEA DI CONTATTO

6.1 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI E DEFINIZIONE DEI LIMITI NORMATIVI

Gli impianti di linea di contatto saranno realizzati lungo tutto il tracciato della linea ferroviaria, eserciti a tensione 3 kV in corrente continua. Per quanto concerne la configurazione impiantistica di questo sottosistema si rimanda agli elaborati:

- **RR0S00D18ROLC0000001A** Linea di contatto - Relazione tecnica generale
- **RR0S00D18WBLC0000002A** Linea di contatto - Sezioni trasversali TE tipologiche
- **RR0S00D18DXLC0000012A** Linea di contatto - Schema elettrico di alimentazione T.E.

Ai fini del calcolo dei campi elettromagnetici si evidenzia che queste opere costituiscono parti di impianto interamente in corrente continua. Pertanto i campi elettromagnetici prodotti saranno di tipo continuo (a frequenza pari 0 Hz), e quindi della stessa natura del campo magnetico naturale terrestre, che come noto, alle latitudini italiane assume un valore pari a circa 40 μ T.

Le sorgenti di tale natura non sono regolamentate da una normativa nazionale, in quanto non è applicabile il 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 (50Hz) generati dagli elettrodotti", ma sono disponibili solo dei riferimenti internazionali, costituiti in particolare dalle linee guida dell'ICNIRP. Per il caso in oggetto occorre far riferimento alle "LINEE GUIDA SUI LIMITI DI ESPOSIZIONE A CAMPI MAGNETICI STATICI" (2009). In tale linea guida, il limite di esposizione a campi magnetici statici per il pubblico in generale è fissato a valori molto più alti rispetto a quanto imposto dalla normativa nazionale per campi magnetici a 50 Hz. In particolare, le Linee Guida fissano un limite a 400 mT. A causa di potenziali effetti indiretti avversi, l'ICNIRP riconosce anche che si debbano adottare provvedimenti pratici per impedire pericolose esposizioni inconsapevoli di persone con dispositivi medici elettronici impiantati o con impianti contenenti materiale ferromagnetico, che possono portare a restrizioni a livelli più bassi, **pari 0,5 mT**.

Nella presente documentazione viene effettuato il calcolo del campo magnetico prodotto dal sistema catenaria 3 kVcc in corrente continua verificando che tali valori sono sempre ampiamente confinati all'interno delle pertinenze ferroviarie.

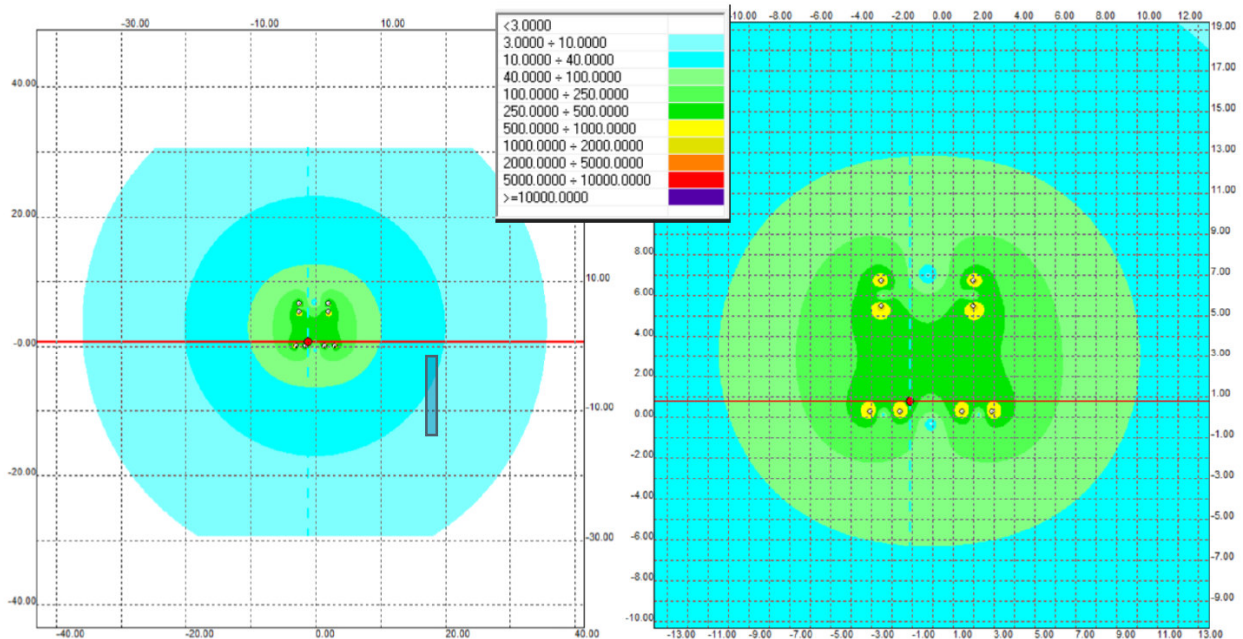
6.2 CONFIGURAZIONE DI CARICO DEI SISTEMI SIMULATI

I campi magnetici sono calcolati considerando la corrente percorrente la catenaria alla portata termica della linea di progetto 440 mm², pari a 925 A, come indicato nella tabella A1 della Norma EN 50119. In particolare il circuito sarà costituito dai conduttori della linea di contatto, il cui filo più basso si trova ad una quota di 5,2 metri dal piano del ferro, e considerando il ritorno sulle rotaie.

Il calcolo è stato effettuato considerando sia il caso di linea a doppio binario, tra Cagliari e San Gavino, sia il tratto a singolo binario tra San Gavino e Oristano.

6.3 CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO

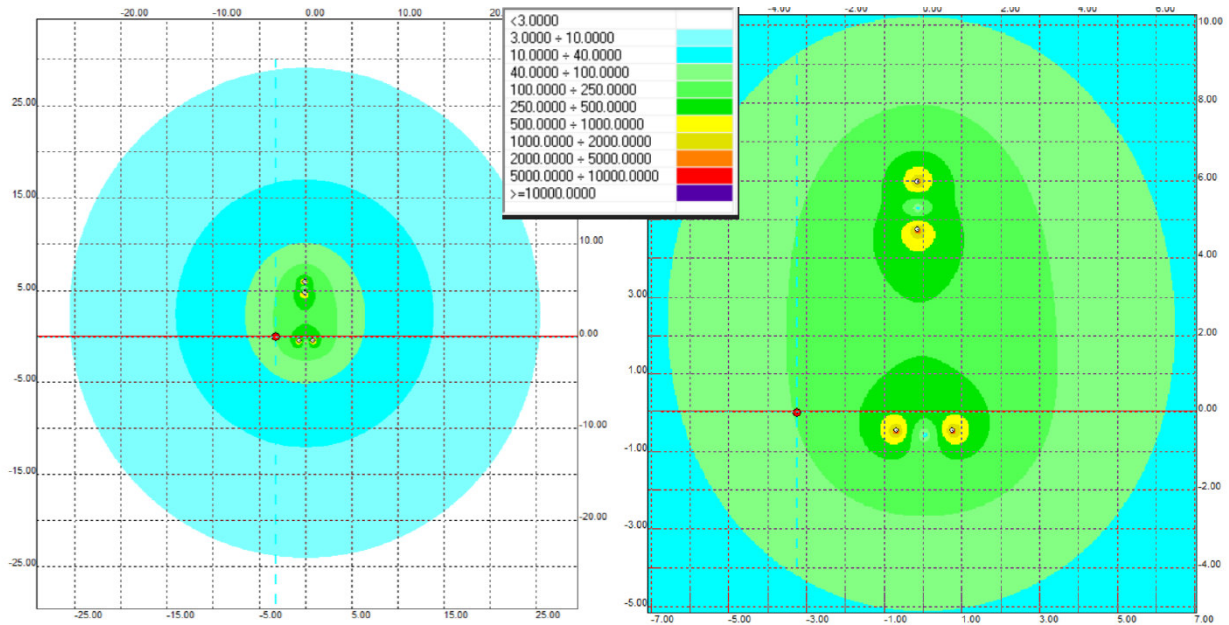
Nelle seguenti figure sono riportati i calcoli di campo magnetico generato dagli impianti di linea di contatto, nella configurazione di cui al precedente paragrafo.



Linea a doppio binario (valori di campo in microT)


**Studio esposizione ai campi elettromagnetici
impianti per la trazione elettrica ferroviaria**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0S	00	D 18 SD	SE 0000 002	A	18 di 19



Linea a semplice binario (valori di campo in microT)

Si sottolinea che i valori di campo magnetico suggeriti come limite dai riferimenti internazionali (0,5 mT) sono a poche decine di centimetri dai conduttori attraversati di corrente (linea elettrica aerea per la trazione ferroviaria e binari), pertanto sempre confinati all'interno delle pertinenze ferroviarie. **Nessun recettore tutelato rientra all'interno di tale zona.**

	ELETRIFICAZIONE DELLA LINEA CAGLIARI - ORISTANO PROGETTO DEFINITIVO					
Studio esposizione ai campi elettromagnetici impianti per la trazione elettrica ferroviaria	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 18 SD	DOCUMENTO SE 0000 002	REV. A	FOGLIO 19 di 19

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 μ T).

Anche per quanto concerne gli impianti in corrente continua, non disciplinati dalla normativa nazionale, i valori di esposizione non superano mai i valori limite raccomandati internazionalmente (linee guida ICNIRP).