



Engineering & Construction



ENERGY  
ENVIRONMENT  
ENGINEERING

GRE CODE

GRE.EEC.R.74.IT.R.15066.00.118.00

PAGE

1 di/of 18

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

Nuova SE a 380/150kV "Macomer 380"  
e Raccordi alla RTN  
in entra-esca sulla linea esistente a 380kV  
"ITTIRI – SELARGIUS"

Raccordi alla RTN a 380kV

Relazione tecnica di valutazione del campo elettrico e  
magnetico e calcolo della fascia di rispetto

File:

00	Feb. 2021	Emissione	3E	3E	EGP
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

GRE VALIDATION

	NAPOLI	MARLETTA
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION									
	GRE	EEC	R	7	4	I	T	R	1	5	0	6	6	0	0	1	1	8	0

CLASSIFICATION	UTILIZATION SCOPE
----------------	-------------------



Engineering & Construction



ENERGY  
ENVIRONMENT  
ENGINEERING

GRE CODE

GRE.EEC.R.74.IT.R.15066.00.118.00

PAGE

2 di/of 18

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
1.1	Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto.....	3
2	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI .....	3
2.1	RICHIAMI NORMATIVI .....	3
2.2	CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI .....	6
3	AREE IMPEGNATE .....	10
4	FASCE DI RISPETTO.....	11
4.1	Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto.....	11
4.1.1	Correnti di calcolo .....	11
4.1.2	Calcolo della Distanza di prima approssimazione (DPA) .....	11
5	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI STAZIONE DI RETE A 380 KV .....	18

**1      PREMESSA**

La società scrivente ha predisposto il progetto del collegamento alla RTN della nuova SE "Macomer 380" e dei nuovi raccordi in entra – esci a 380 kV all'attuale elettrodotto 380 kV della RTN denominato "Ittiri – Selargius". Le opere saranno ubicate nel comune di Macomer, della Provincia di Nuoro.

Il presente documento fornisce la descrizione delle metodologie di calcolo dei campi elettrici e magnetici associati alle opere in progetto e la valutazione delle relative fasce di rispetto.

**1.1      Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto**

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	380 kV
Corrente nominale (secondo norma CEI 11-60 per il periodo freddo)	2955 A
Potenza nominale	1945 MVA

La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 380 kV in zona A e in zona B.

**2      CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI****2.1      RICHIAMI NORMATIVI**

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP.

Successivamente è intervenuta, con finalità di riordino e miglioramento della normativa allora vigente in materia, la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;

- valore di attenzione, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- l'obiettivo di qualità come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato sempre dal citato Comitato, è stata emanata nonostante che le raccomandazioni del Consiglio della Comunità Europea del 12/7/99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP; tutti i paesi dell'Unione Europea, hanno accettato il parere del Consiglio della CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08.07.2003, che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 microtesla, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 microtesla. È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Non si deve dunque fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea.

Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento.

In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.74.IT.R.15066.00.118.00

PAGE

5 di/of 18

fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione<sup>1</sup>. Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli neanche in melius.

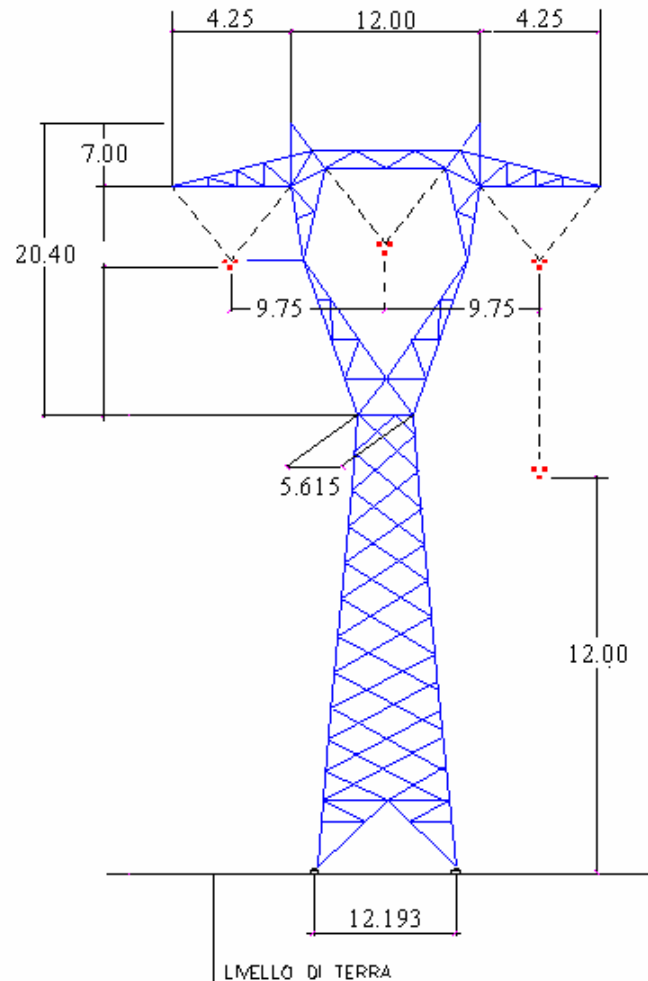
---

<sup>1</sup> Nella sentenza (pagg. 51 e segg.) si legge testualmente: "L'esame di alcune delle censure proposte nei ricorsi presuppone che si risponda all'interrogativo se i valori-soglia (limiti di esposizione, valori di attenzione, obiettivi di qualità definiti come valori di campo), la cui fissazione è rimessa allo Stato, possano essere modificati dalla Regione, fissando valori-soglia più bassi, o regole più rigorose o tempi più ravvicinati per la loro adozione. La risposta richiede che si chiarisca la ratio di tale fissazione. Se essa consistesse esclusivamente nella tutela della salute dai rischi dell'inquinamento elettromagnetico, potrebbe invero essere lecito considerare ammissibile un intervento delle Regioni che stabilisse limiti più rigorosi rispetto a quelli fissati dallo Stato, in coerenza con il principio, proprio anche del diritto comunitario, che ammette deroghe alla disciplina comune, in specifici territori, con effetti di maggiore protezione dei valori tutelati (cfr. sentenze n. 382 del 1999 e n. 407 del 2002). Ma in realtà, nella specie, la fissazione di valori-soglia risponde ad una ratio più complessa e articolata. Da un lato, infatti, si tratta effettivamente di proteggere la salute della popolazione dagli effetti negativi delle emissioni elettromagnetiche (e da questo punto di vista la determinazione delle soglie deve risultare fondata sulle conoscenze scientifiche ed essere tale da non pregiudicare il valore protetto); dall'altro, si tratta di consentire, anche attraverso la fissazione di soglie diverse in relazione ai tipi di esposizione, ma uniformi sul territorio nazionale, e la graduazione nel tempo degli obiettivi di qualità espressi come valori di campo, la realizzazione degli impianti e delle reti rispondenti a rilevanti interessi nazionali, sottesi alle competenze concorrenti di cui all'art. 117, terzo comma, della Costituzione, come quelli che fanno capo alla distribuzione dell'energia e allo sviluppo dei sistemi di telecomunicazione. Tali interessi, ancorché non resi espliciti nel dettato della legge quadro in esame, sono indubbiamente sottesi alla considerazione del "preminente interesse nazionale alla definizione di criteri unitari e di normative omogenee" che, secondo l'art. 4, comma 1, lettera a, della legge quadro, fonda l'attribuzione allo Stato della funzione di determinare detti valori-soglia. In sostanza, la fissazione a livello nazionale dei valori-soglia, non derogabili dalle Regioni nemmeno in senso più restrittivo, rappresenta il punto di equilibrio fra le esigenze contrapposte di evitare al massimo l'impatto delle emissioni elettromagnetiche, e di realizzare impianti necessari al paese, nella logica per cui la competenza delle Regioni in materia di trasporto dell'energia e di ordinamento della comunicazione è di tipo concorrente, vincolata ai principi fondamentali stabiliti dalle leggi dello Stato. Tutt'altro discorso è a farsi circa le discipline localizzative e territoriali. A questo proposito è logico che riprenda pieno vigore l'autonoma capacità delle Regioni e degli enti locali di regolare l'uso del proprio territorio, purché, ovviamente, criteri localizzativi e standard urbanistici rispettino le esigenze della pianificazione nazionale degli impianti e non siano, nel merito, tali da impedire od ostacolare ingiustificatamente l'insediamento degli stessi".

## 2.2 CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera 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, come riportato nei grafici seguenti.

A titolo di esempio si riporta l'andamento dell'induzione magnetica lungo il tracciato generata da una linea a 380 kV, considerando un sostegno di tipo N a semplice terna con disposizione dei conduttori in piano e fasi ottimizzate.



Le condizioni di carico che sono presentate sono quelle della norma CEI 11-60, per la zona A e la zona B nel periodo freddo e nel periodo caldo, come indicato nella seguente tabella

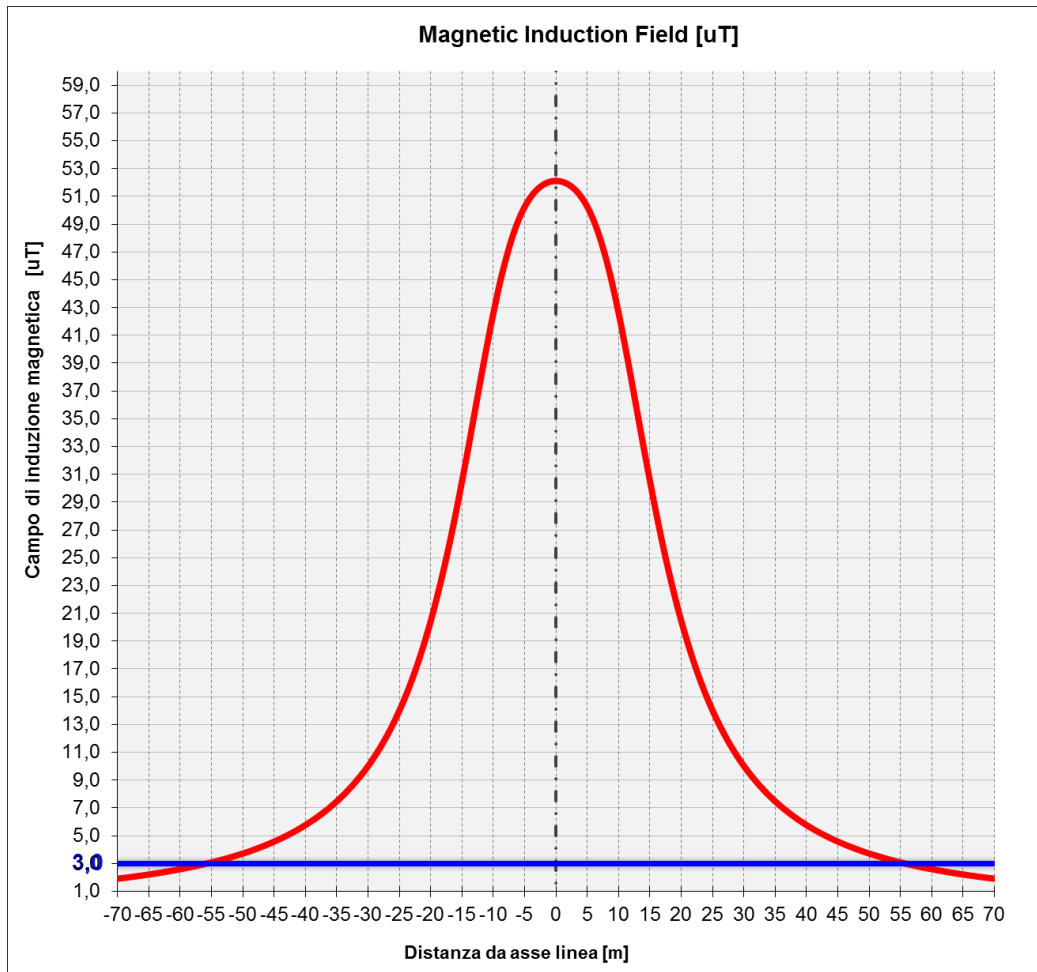
TENSIONE NOMINALE	PORTATA IN CORRENTE (A) DEL CONDUTTORE SECONDO CEI 11-60			
	ZONA A		ZONA B	
	PERIODO C	PERIODO F	PERIODO C	PERIODO F
380 kV	740	985	680	770

Si noti che il calcolo dei valori di campo di induzione magnetica sono riferiti ad un fascio trinato di conduttori per una portata complessiva in periodo freddo per la ZONA A pari a 2.955 A; le condizioni utilizzate per i calcoli sono conservative rispetto al valore di corrente di normale utilizzo.

Per il calcolo è stato utilizzato un programma apposito sviluppato in conformità alla norma CEI 211-4; i calcoli dei campi elettrico e magnetico sono stati eseguiti secondo quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

I valori esposti si intendono calcolati ad una distanza di 1 metro dal suolo.

Per il calcolo delle intensità dei campi elettrico e magnetico si è considerata un'altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 11.5 m, corrispondente cioè all'approssimazione per eccesso del valore indicato dal D.M. 1991 per le aree ove è prevista la presenza prolungata di persone sotto la linea. Tale ipotesi è conservativa, in quanto la loro altezza è, per scelta progettuale, sempre maggiore di tale valore. I conduttori sono ancorati ai sostegni, come da disegno schematico riportato in figura. Tra due sostegni consecutivi il conduttore si dispone secondo una catenaria, per cui la sua altezza dal suolo è sempre maggiore del valore preso a riferimento, tranne che nel punto di vertice della catenaria stessa. Anche per tale ragione l'ipotesi di calcolo assunta risulta conservativa.

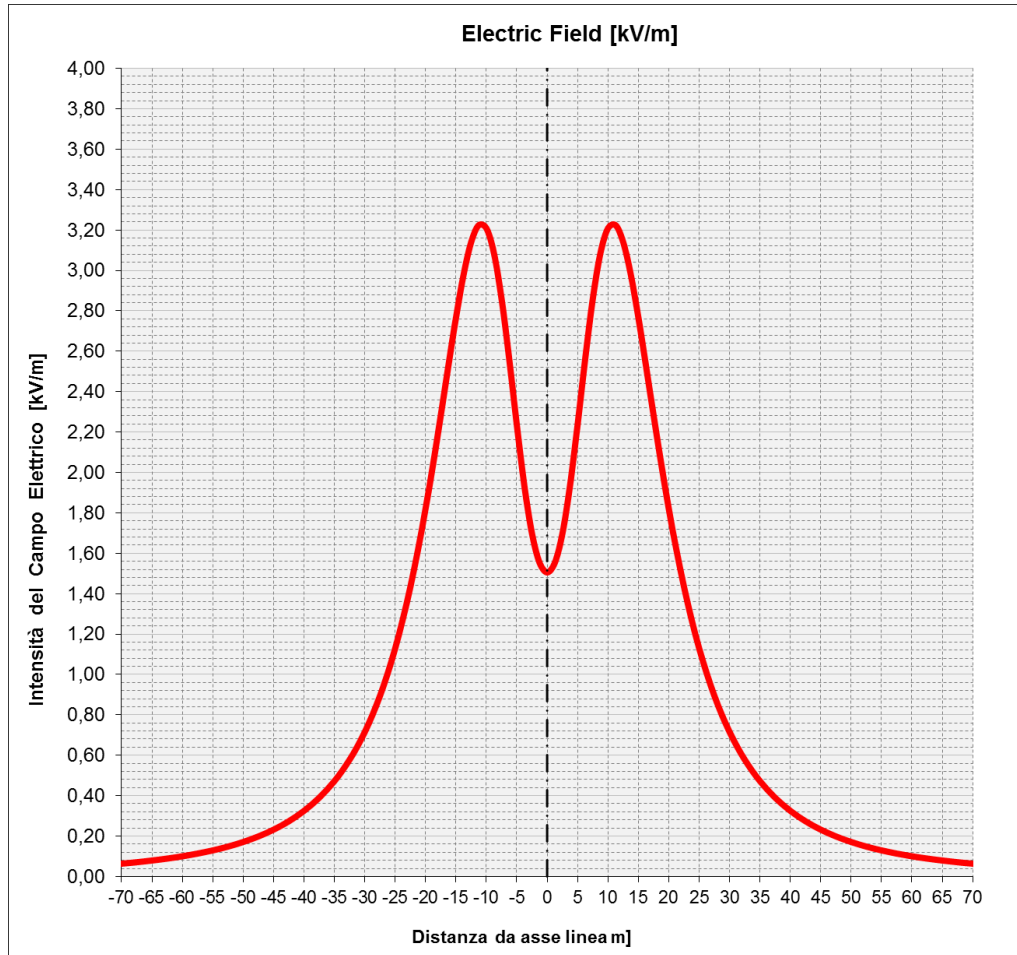


Come si vede dal grafico nei casi di carico previsti dalla norma CEI 11-60 si raggiunge l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T intorno ai 50 metri dall'asse linea.

Dalle valutazioni su esposte, considerate le distanze delle abitazioni e dei luoghi destinati a permanenza prolungata della popolazione dell'elettrodotto in progetto, si dimostra ovunque il rispetto con margine dei limiti di esposizione stabiliti dalla normativa vigente.



Di seguito è riportato il calcolo del campo elettrico generato dalla linea 380 kV semplice terna presa in considerazione:



Come si vede i valori di campo elettrico sono sempre inferiori al limite di 5 kV/m imposto dalla normativa.



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.74.IT.R.15066.00.118.00

PAGE

10 di/of 18

### 3 AREE IMPEGNATE

In merito all'attraversamento di aree da parte dell'elettrodotto, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01, le **aree impegnate**, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto (circa 25 m dall'asse linea per parte per elettrodotti a 380 kV). Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle "aree potenzialmente impegnate" (previste dalla L. 239/04), equivalenti alle "zone di rispetto" di cui all'articolo 52 quater, comma 6, dello stesso testo unico (come integrato dal Decreto Legislativo 27 dicembre 2004, n. 330), all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni. L'estensione delle zone di rispetto nel caso in specie, sarà di circa 50 m per parte dall'asse linea, come riportato nella tavola grafica "Planimetria su mappa catastale con API", dove si evince l'asse linea indicativa del tracciato e un'ipotesi di posizionamento preliminare dei sostegni con la fascia delle aree potenzialmente impegnate, sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'esproprio. In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'esproprio e servitù.

L'elenco delle particelle catastali interessate dall'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, con l'indicazione dei nominativi dei proprietari come da risultanze catastali, è riportato nel documento "Piano Particellare di Esproprio descrittivo".

#### 4 FASCE DI RISPETTO

Per "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36, 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, 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.

Scopo dei paragrafi seguenti è il calcolo delle fasce di rispetto, tramite l'applicazione della suddetta metodologia di calcolo, per la linea in oggetto e la rappresentazione delle stesse fasce sulla corografia del tracciato.

##### 4.1 METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO

###### 4.1.1 CORRENTI DI CALCOLO

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

Per le linee aeree con tensione superiore a 100 kV la portata di corrente in servizio normale viene calcolata ai sensi della norma CEI 11-60.

Nel caso in esame (zona A) la portata in corrente della linea in oggetto, equipaggiata con un conduttore trinato, per il livello di tensione a 380 kV è pari a 2.955 A.

###### 4.1.2 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".

Ai fini del calcolo della DPA per le linee in oggetto si è applicata l'ipotesi più cautelativa considerando per il calcolo sostegni di tipo C; per il calcolo è stato utilizzato un programma sviluppato in aderenza alla norma CEI 211-4, inoltre i calcoli sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

I valori di DPA ottenuti nel caso del sostegno in singola terna a delta rovesciato sono pari a **57 m** rispetto all'asse linea, come riportato nel grafico sottostante.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà ad una definizione più esatta della distanza di prima approssimazione che rispecchi la situazione post-realizzazione, in conformità col par. 5.1.3 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008, con conseguente riduzione delle aree interessate.

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; in particolare:

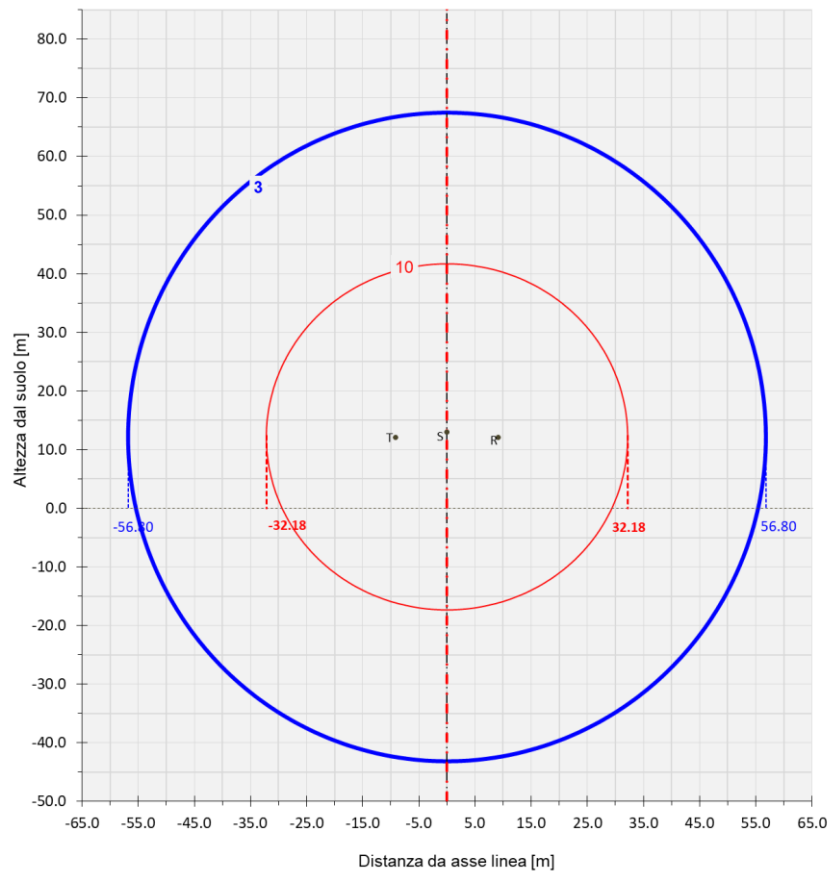
- nei tratti dei parallelismi delle linee sono stati calcolati gli incrementi ai valori delle semifasce calcolate come imperturbate secondo quanto previsto dal par. 5.1.4.1 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008.
- nei cambi di direzione si sono applicate le estensioni della fascia di rispetto lungo la bisettrice all'interno ed all'esterno dell'angolo tra due campate (si veda par. 5.1.4.2 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008);
- negli incroci si è applicato il metodo riportato al par. 5.1.4.4 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008, valido per incroci tra linee ad alta tensione applicando il caso adeguato;

La rappresentazione di tali distanze ed aree di prima approssimazione, sulle quali dovranno essere apposte le necessarie misure di salvaguardia, è riportata nella tavola grafica "Planimetria su mappa catastale con DPA".

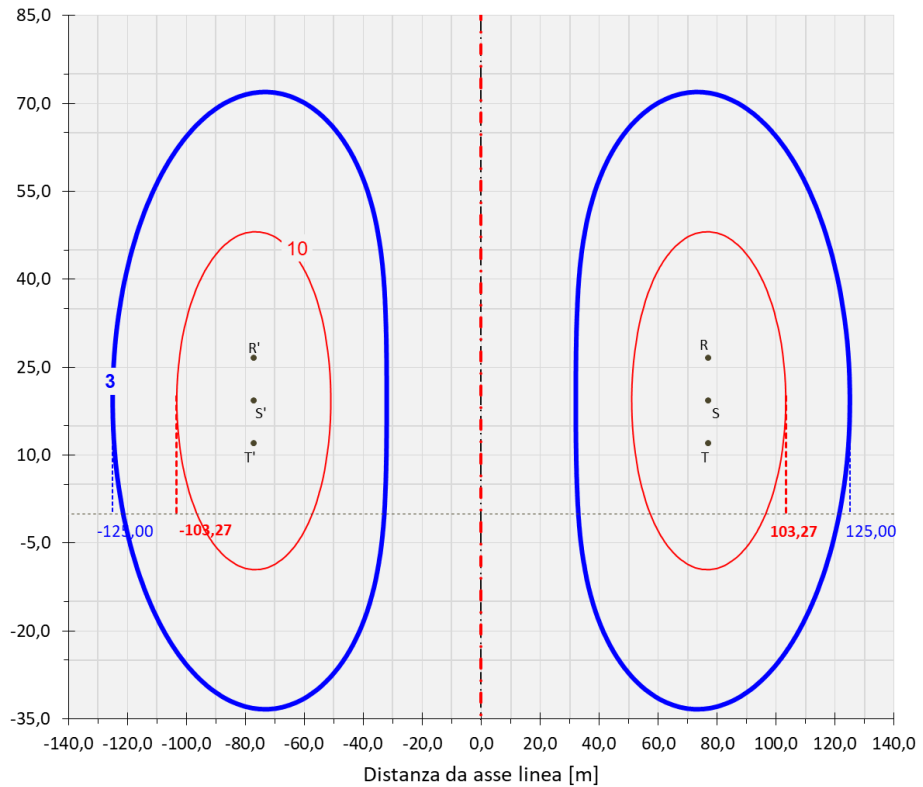
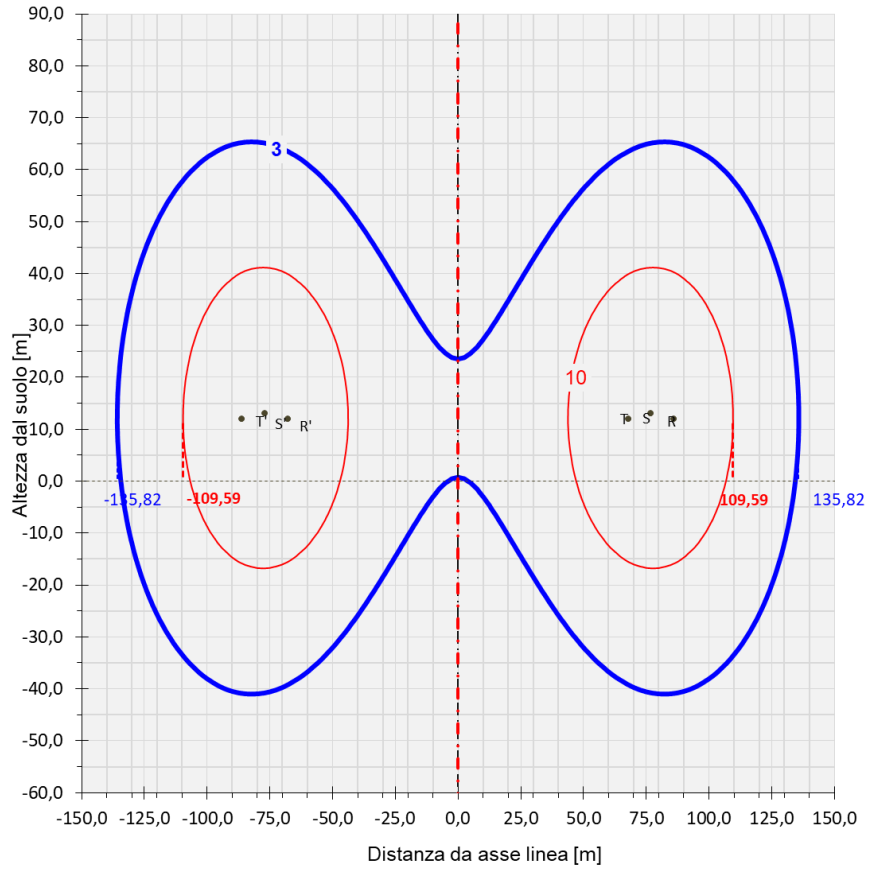
Tali distanze ed aree sono state individuate tenendo conto dell'obiettivo di qualità corrispondente ad un valore del campo di induzione magnetica pari a  $3\mu\text{T}$ .

Come si può osservare nella documento "GRE.EEC.D.24.IT.W.15066.16.008.02 - SE e Raccordi - Planimetria su catastale con DPA", all'interno delle distanze ed aree di prima approssimazione ricadono due edifici rispettivamente in categoria catastale C/02 e D/10.

Nel grafico seguente è illustrato il risultato del calcolo in caso di singola terna, effettuato utilizzando i valori delle correnti nei conduttori pari alla portata massima definita secondo la norma CEI 11-60, pari a 2.955 A nel caso in esame.



Nei grafici seguenti sono invece riportati i risultati del calcolo tenendo conto del parallelismo in doppia terna, per entrambe le geometrie di sostegno presenti.



NB: la quota 0 è riferita alla quota terreno sotto l'asse linea

Si riportano di seguito le caratteristiche di ciascun recettore, evidenziando il valore efficace di induzione magnetica calcolato al suolo ed a 1,5 m dal suolo.

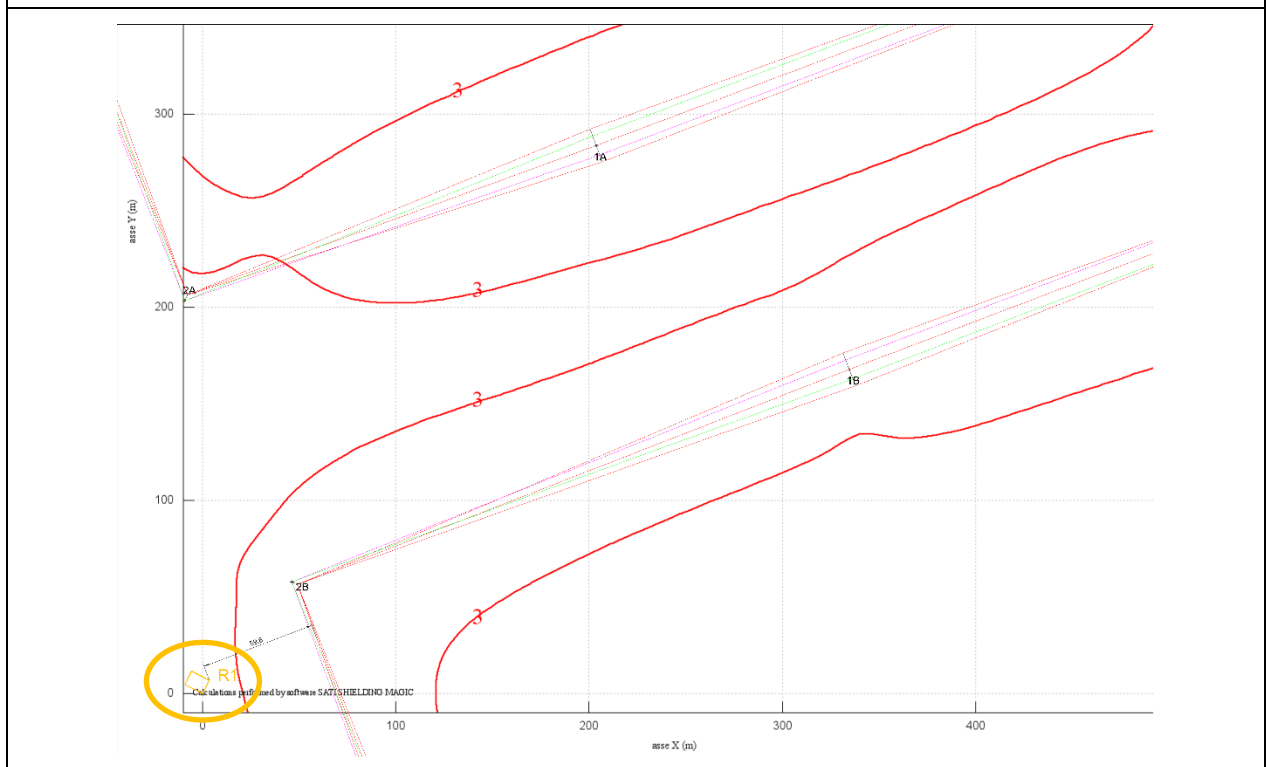
Recettore	R1
Linea	380kV "Ittiri-Selargius"
Comune	Macomer
Destinazione d'uso	C/02 - Magazzino
Altezza	3,00 m
Numero di piani	1
Stato di conservazione	In uso
Distanza asse linea - edificio	59 m



Recettore non sensibile

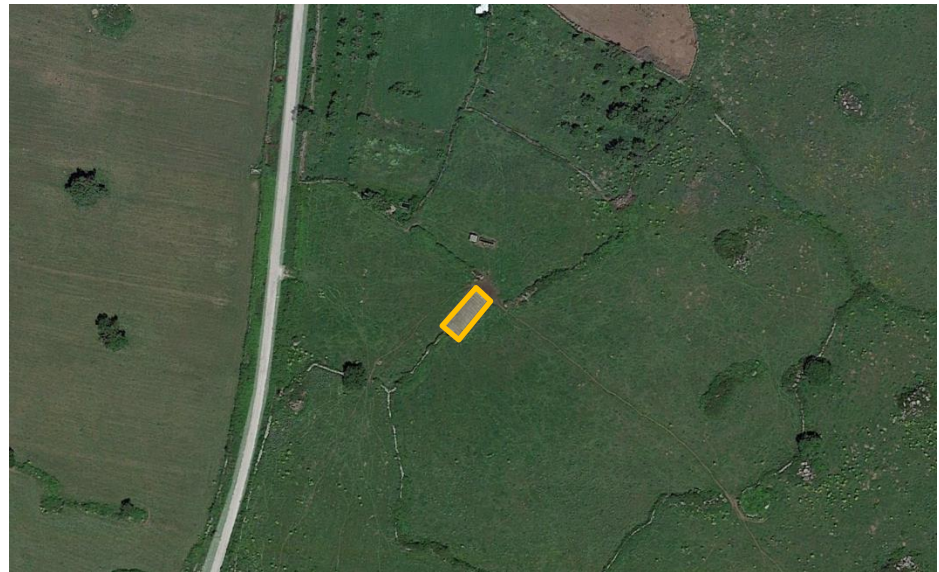
**VALORE DI B EFF. NEL PUNTO PIÙ VICINO AL RECETTORE:**

**Al suolo 1,432  $\mu$ T a 1,5 m dal suolo: 1.45  $\mu$ T**





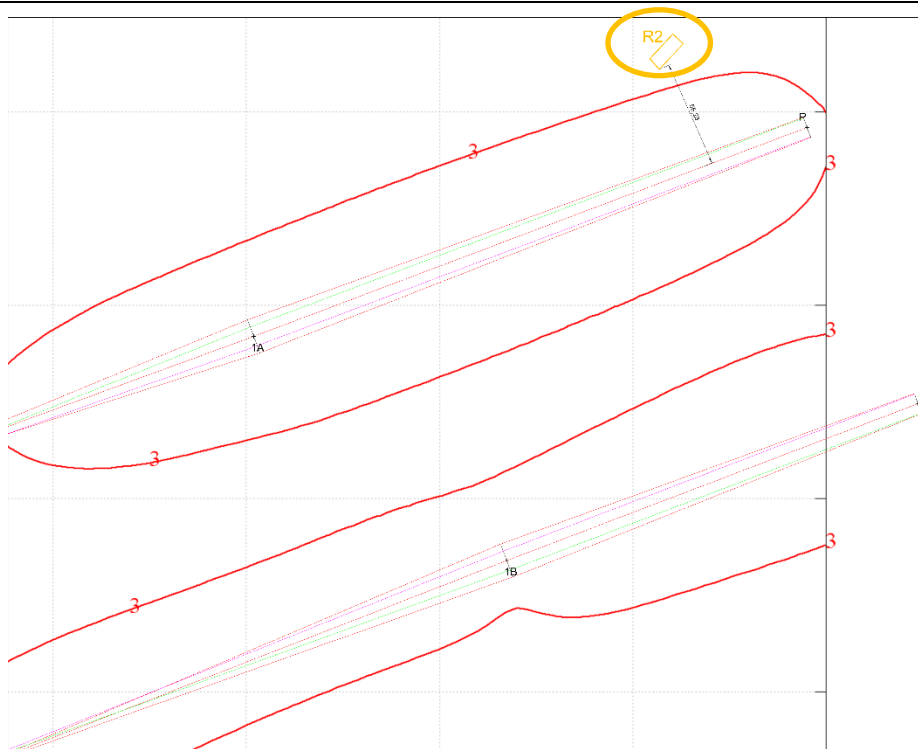
<b>Recettore</b>	<b>R2</b>
Linea	380kV "Ittiri-Selargius"
Comune	Macomer
Destinazione d'uso	D/10 – Fabb. Rurale
Altezza	3,00 m
Numero di piani	1
Stato di conservazione	In uso
Distanza asse linea - edificio	55.2 m



Recettore non sensibile

**VALORE DI B EFF. NEL PUNTO PIÙ VICINO AL RECETTORE:**

**Al suolo 2,017  $\mu$ T a 1,5 m dal suolo: 2,061  $\mu$ T**







Engineering & Construction



ENERGY  
ENVIRONMENT  
ENGINEERING

GRE CODE

GRE.EEC.R.74.IT.R.15066.00.118.00

PAGE

17 di/of 18

Il risultato del calcolo sopra riportato è stato effettuato utilizzando il Software "MAGIC® – Magnetic Induction Calculation", un software per il calcolo dei campi magnetici generati da sorgenti di tipo elettrico, considerando la corrente massima della linea a 380kV pari a 2955A come previsto dalle normative vigenti.

In entrambi i casi, l'obiettivo di qualità ( $B_{eff} < 3 \mu T$ ) è verificato, si ritiene quindi che il vincolo di legge sia rispettato.



Engineering & Construction



ENERGY  
ENVIRONMENT  
ENGINEERING

GRE CODE

GRE.EEC.R.74.IT.R.15066.00.118.00

PAGE

18 di/of 18

**5 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI STAZIONE DI RETE A 380 KV**

La stazione elettrica è normalmente esercita in teleconduzione e non è prevista la presenza di personale, se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria. La stazione elettrica prevede il rispetto, all'interno del perimetro di stazione, dei valori di campo elettrico e magnetico previsti dalla normativa statale vigente di riferimento per la valutazione dell'esposizione di tipo professionale dei lavoratori (limiti di cui al D.Lgs. 81/08). Il rispetto di tali limiti è garantito mediante l'applicazione del Progetto Unificato Terna. All'esterno del perimetro di stazione invece vengono rispettati tutti i limiti previsti dal DPCM 08/07/2003 per la tutela della popolazione nei confronti dell'esposizione al campo elettrico e magnetico, riconducibile a quello generato dalle linee entranti in stazione.