

	Piano Tecnico delle Opere – Progetto definitivo Nuovo Elettrodotto 150kV "CP San Savino - SE Toscana 380" Elettrodotto AT 150kV Relazione tecnica di calcolo CEM			FRV2201 srl	
	OGGETTO / SUBJECT				
	070.21.00.R03	00	Mag. 2022		2/13
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

S O M M A R I O

1	PREMESSA.....	3
2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	4
3	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	5
3.1	Richiami normativi.....	5
3.2	Campi elettrici e magnetici elettrodotto aereo	6
4	FASCE DI RISPETTO	10
4.1	Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto	10
4.1.1	Correnti di calcolo.....	10
4.1.2	Calcolo della Distanza di prima approssimazione (DPA).....	10
5	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	13

	Piano Tecnico delle Opere – Progetto definitivo Nuovo Elettrodotto 150kV "CP San Savino - SE Tuscania 380" Elettrodotto AT 150kV Relazione tecnica di calcolo CEM			FRV2201 srl	
	OGGETTO / SUBJECT				
	070.21.00.R03	00	Mag. 2022		3/13
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

1 PREMESSA

La società proponente, nell'ambito del proprio piano di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili nella Regione Lazio, prevede di realizzare alcuni impianti fotovoltaici in varie aree situate nei comuni di Tuscania e Viterbo (VT).

Per la connessione degli impianti è stata richiesta una potenza massima in immissione di 23,868 MW. La soluzione di connessione prevede che l'impianto di produzione sia allacciato alla rete di Distribuzione MT con tensione nominale di 20 kV. Per ciascun impianto del lotto è previsto l'inserimento di una cabina di consegna, ubicata sul terreno del produttore, collegata ad uno stallo MT dedicato della cabina primaria denominata "San Savino" mediante linea MT in cavo interrato.

La connessione richiede il potenziamento della Cabina Primaria "San Savino", mediante l'acquisizione del terreno adiacente ed i seguenti interventi sulla RTN di TERNA Spa:

- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV di collegamento tra la CP San Savino e la stazione elettrica RTN 380/150 kV di Tuscania,
- ampliamento della stazione elettrica RTN 380/150 kV di Tuscania;
- realizzazione dei raccordi RTN a 150 kV, di cui al Piano di Sviluppo Terna, di collegamento della linea RTN a 150 kV "Arlena SE – Canino" con la stazione elettrica di trasformazione RTN 380/150 kV di Tuscania;

Si fa presente che tale soluzione è in comune con altri produttori e che la società proponente si è fatta carico di progettare la presente opera, anche per conto degli altri produttori che condividono in tutto o in parte la soluzione di connessione.

Il presente documento fornisce la descrizione delle metodologie di calcolo dei campi elettrici e magnetici associati alla realizzazione dell'elettrodotto aereo a 150 kV di collegamento tra la CP San Savino e la stazione elettrica RTN 380/150 kV di Tuscania e la valutazione delle relative fasce di rispetto.

 E N E R G Y E N V I R O N M E N T E N G I N E E R I N G	Piano Tecnico delle Opere – Progetto definitivo Nuovo Elettrodotto 150kV "CP San Savino - SE Tuscania 380" Elettrodotto AT 150kV Relazione tecnica di calcolo CEM			FRV2201 srl	
	OGGETTO / SUBJECT				
	070.21.00.R03	00	Mag. 2022		4/13
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'elettrodotto AT a 150 kV collegherà la CP San Savino e la stazione elettrica RTN 380/150 kV di Tuscania, entrambe ubicate nel comune di Tuscania (VT). L'elettrodotto sarà realizzato in linea aerea in semplice terna. Il tracciato si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 13 km, coinvolgendo prevalentemente zone agricole e collinari. L'elettrodotto sarà costituito da 41 nuovi sostegni, oltre a due portali da realizzarsi in uscita dalla SE ed in ingresso nella CP.

L'elettrodotto ha origine dal nuovo stallo a 150 kV dell'ampliamento della stazione di rete di Tuscania, lascia il sedime della stazione con un breve tratto in direzione Nord per poi voltare in direzione Est per circa 1,6 km. Successivamente il tracciato procede in direzione Nord-Est per circa 7 km. Superato il fosso Piantacciano il percorso volta nuovamente in direzione Nord, fino ad oltrepassare la SP n°2 Tuscanese. L'elettrodotto volta infine in direzione Ovest fino a giungere allo stallo nell'ampliamento della CP San Savino

Le caratteristiche tecniche delle opere sono riportate nelle relazioni tecnico-descrittive.

	Piano Tecnico delle Opere – Progetto definitivo Nuovo Elettrodotto 150kV "CP San Savino - SE Tuscania 380" Elettrodotto AT 150KV Relazione tecnica di calcolo CEM			FRV2201 srl	
	OGGETTO / SUBJECT				
	070.21.00.R03	00	Mag. 2022		5/13
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

3 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

3.1 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.

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito, il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla CE di continuare ad adottare tali linee guida.

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.

	Piano Tecnico delle Opere – Progetto definitivo Nuovo Elettrodotto 150kV "CP San Savino - SE Tuscania 380" Elettrodotto AT 150kV Relazione tecnica di calcolo CEM			FRV2201 srl	
	OGGETTO / SUBJECT				
	070.21.00.R03	00	Mag. 2022		6/13
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08.07.2003, che ha fissato i seguenti limiti di esposizione (da intendersi espressi in valore efficace):

Campo elettrico

(riferito al campo non perturbato, in assenza di persone, animali o cose):

- 5 kV/m in aree frequentate da persone per una parte significativa del giorno,
- 10 kV/m in aree in cui l'esposizione è limitata a poche ore al giorno.

Campo magnetico:

- 3 μ T come obiettivo di qualità
- 10 μ T come valore di attenzione 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.
- 100 μ T per zone di transito di persone.
- 1000 μ T per zone di transito limitato.

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 fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione. 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.

3.2 Campi elettrici e magnetici elettrodotto aereo

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.

	Piano Tecnico delle Opere – Progetto definitivo Nuovo Elettrodotto 150kV "CP San Savino - SE Tuscania 380" Elettrodotto AT 150kV Relazione tecnica di calcolo CEM			FRV2201 srl	
	OGGETTO / SUBJECT				
	070.21.00.R03	00	Mag. 2022		7/13
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

Tramite software dedicato sono state elaborate delle simulazioni per determinare il valore di induzione magnetica, e le relative curve isocampo, generate dalla linea in progetto.

Le caratteristiche geometriche dei sostegni relativi ai diversi tronchi di palificazione sono state integrate con i dati elettrici dell'elettrodotto in progetto che vengono di seguito riassunti.

Per le linee a 150 kV:

- ✓ Potenza trasmissibile: 226 MVA;
- ✓ Tensione nominale: 150 kV;
- ✓ Corrente a limite termico in base alla CEI 11-60: 870 A;
- ✓ Frequenza: 50 Hz;

Il complesso dei parametri è stato quindi elaborato tramite il già citato software, il cui output, per semplicità d'interpretazione, consiste in curve di andamento dell'induzione magnetica, determinate in un piano verticale ortogonale all'asse della linea.

Lo stesso procedimento è stato usato per il calcolo del campo elettrico.

Nelle seguenti figure è rappresentato il caso di una terna di cavi percorsa dalla corrente di 870 A.

Come si evince l'obiettivo di qualità viene raggiunto ad una distanza di poco inferiore a **20 m** dal centro della geometria dei conduttori dell'elettrodotto.



ENERGY
ENVIRONMENT
ENGINEERING

Piano Tecnico delle Opere – Progetto definitivo
Nuovo Elettrodotto 150kV "CP San Savino - SE Tuscania 380"
Elettrodotto AT 150kV
Relazione tecnica di calcolo CEM

FRV2201 srl

OGGETTO / SUBJECT

070.21.00.R03

00

Mag. 2022

8/13

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

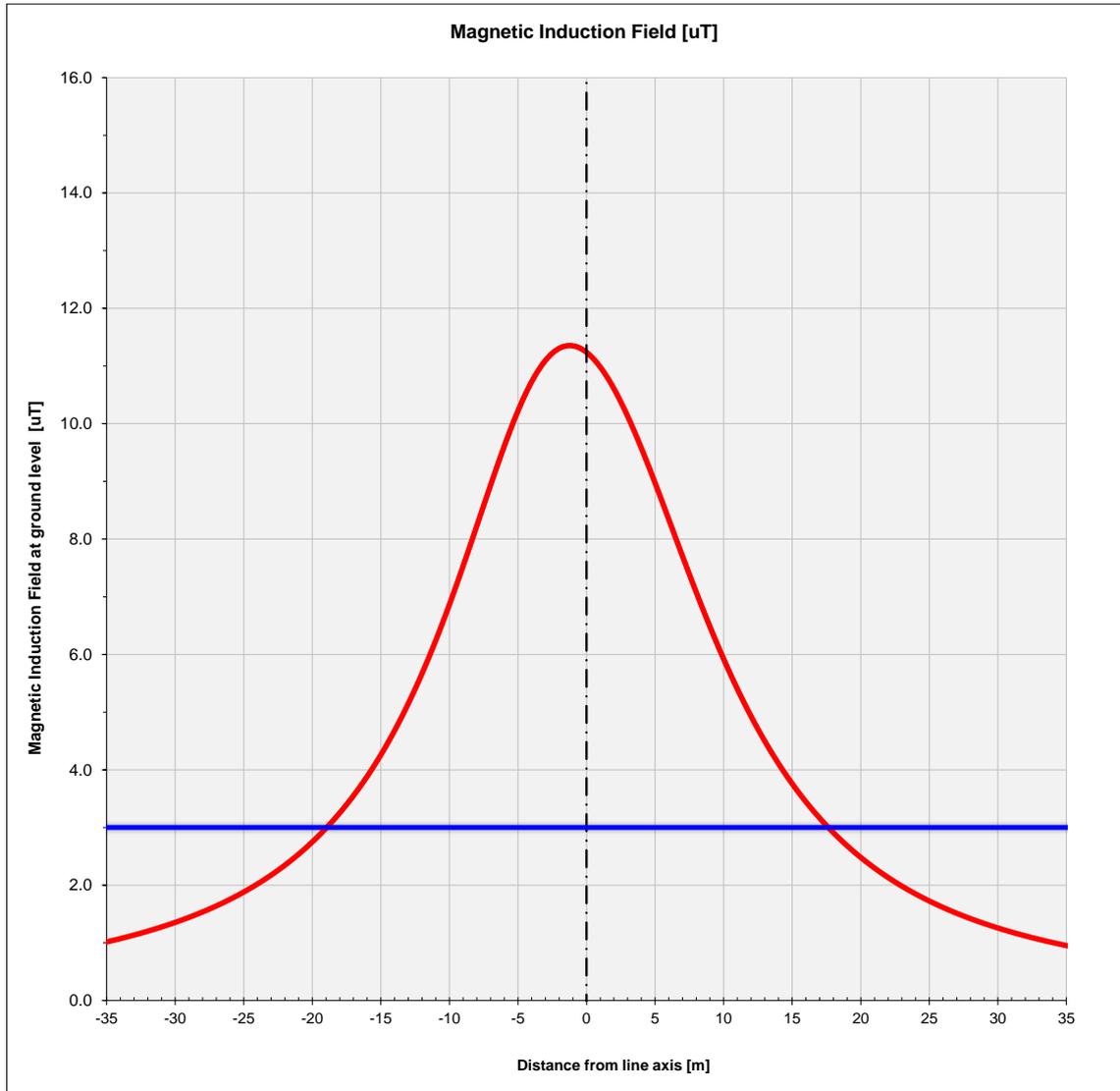


Fig. 1: andamento dell'induzione magnetica in una sezione perpendicolare all'asse linea, calcolata a 1,5 m dal suolo in caso di franco minimo e sostegno di tipo P (obiettivo di qualità pari a 3 μ T)



ENERGY
ENVIRONMENT
ENGINEERING

Piano Tecnico delle Opere – Progetto definitivo
Nuovo Elettrodotto 150kV "CP San Savino - SE Toscana 380"
Elettrodotto AT 150kV
Relazione tecnica di calcolo CEM

FRV2201 srl

OGGETTO / SUBJECT

070.21.00.R03

00

Mag. 2022

9/13

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

Analizzando l'andamento del campo elettrico prodotto dall'elettrodotto in esame, rappresentato nella seguente figura, si evince che i valori sono sempre inferiori al limite imposto dalla normativa vigente.

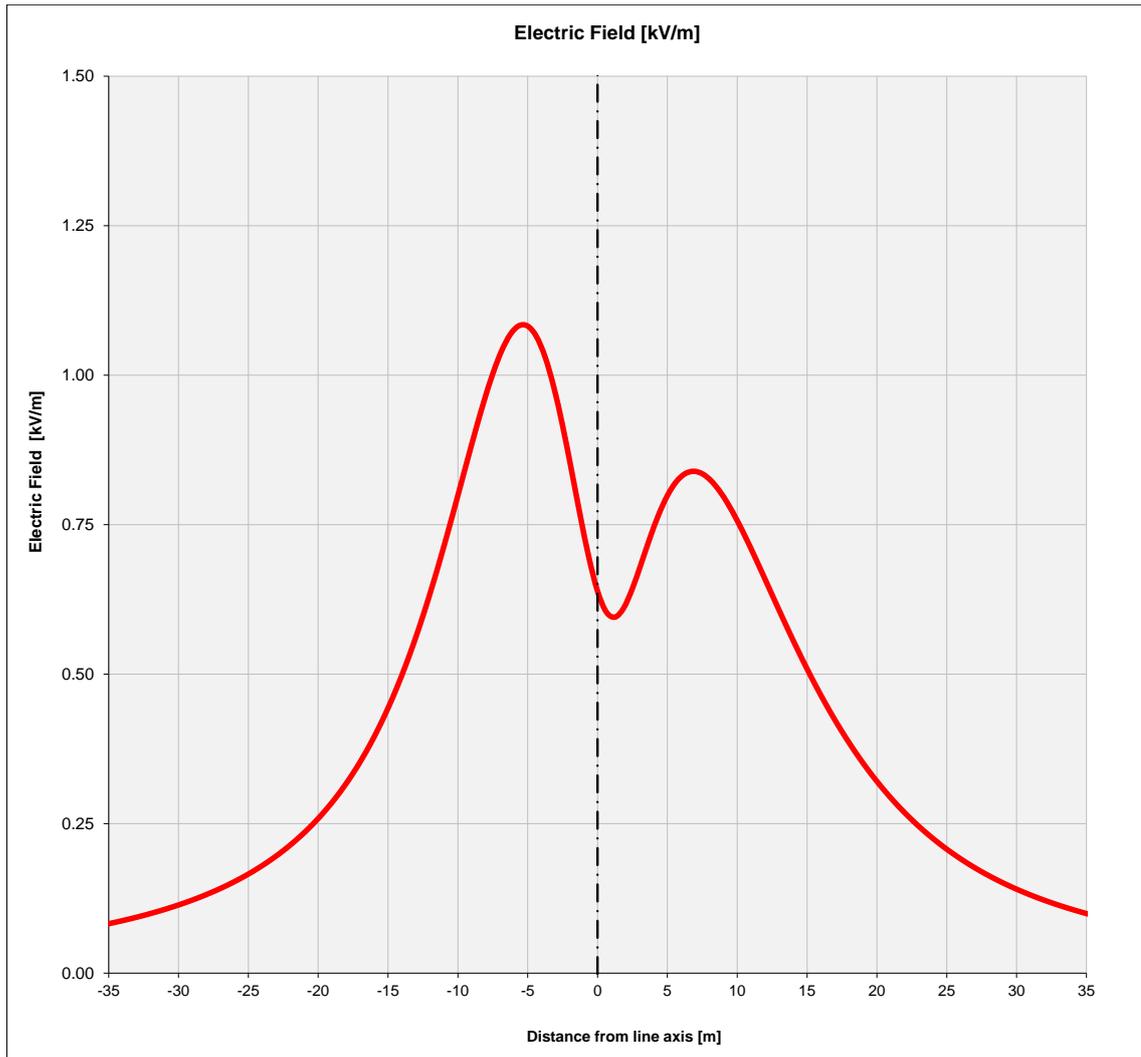


Fig. 2: andamento del campo elettrico in una sezione perpendicolare all'asse linea, calcolato a 1,5 m dal suolo in caso di franco minimo e sostegno di tipo P

 E N E R G Y E N V I R O N M E N T E N G I N E E R I N G	Piano Tecnico delle Opere – Progetto definitivo Nuovo Elettrodotto 150kV "CP San Savino - SE Tuscania 380" Elettrodotto AT 150kV Relazione tecnica di calcolo CEM			FRV2201 srl	
	OGGETTO / SUBJECT				
	070.21.00.R03	00	Mag. 2022		10/13
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

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 le linee in oggetto.

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 del conduttore di riferimento nel periodo freddo è pari a 870 A per il livello di tensione a 150 kV.

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*".

 E N E R G Y E N V I R O N M E N T E N G I N E E R I N G	Piano Tecnico delle Opere – Progetto definitivo Nuovo Elettrodotto 150kV "CP San Savino - SE Tuscania 380" Elettrodotto AT 150kV Relazione tecnica di calcolo CEM			FRV2201 srl	
	OGGETTO / SUBJECT				
	070.21.00.R03	00	Mag. 2022		11/13
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

Ai fini del calcolo della DPA per le linee in oggetto 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. Nel caso di interferenze o parallelismi con altre linee sono state applicate le formule di cui al Decreto 29 Maggio 2008.

Nel caso semplice terna l'**ampiezza delle APA (Aree di Prima Approssimazione) ottenuto per l'obiettivo di qualità di 3 microT, risulta, al massimo, pari a circa 22 m rispetto all'asse di ciascuna linea.**

Nel grafico seguente è illustrato il risultato del calcolo, effettuato utilizzando i valori delle correnti nei conduttori pari alla portata massima definita secondo la norma CEI 11-60 e la geometria più sfavorevole del sostegno, cioè quella del sostegno tipo P unificato).

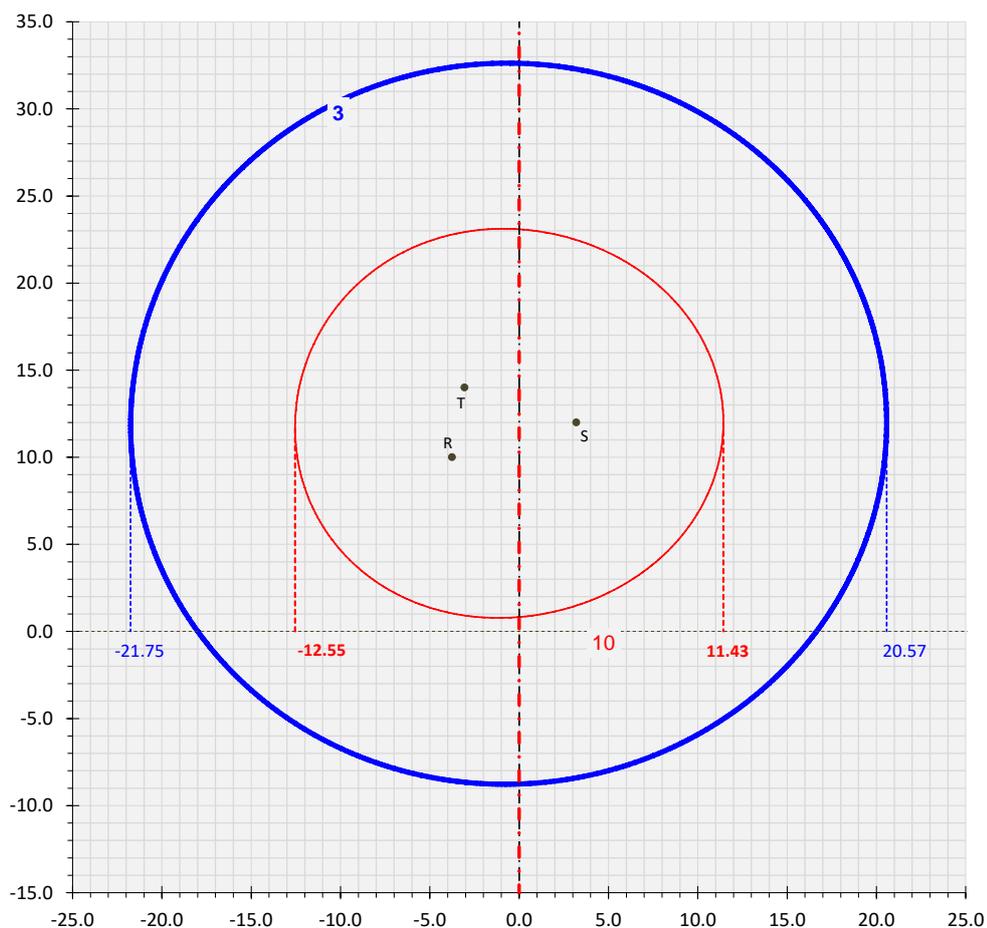


Fig. 3: isole dell'induzione magnetica nel caso di sostegno unificato

 E N E R G Y E N V I R O N M E N T E N G I N E E R I N G	Piano Tecnico delle Opere – Progetto definitivo Nuovo Elettrodotto 150kV "CP San Savino - SE Tuscania 380" Elettrodotto AT 150kV Relazione tecnica di calcolo CEM			FRV2201 srl	
	OGGETTO / SUBJECT				
	070.21.00.R03	00	Mag. 2022		12/13
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà ad una definizione più esatta delle fasce di rispetto che rispecchino la situazione post-realizzazione, in conformità col par. 5.1.3 dell'allegato al suddetto Decreto, con conseguente riduzione delle aree interessate.

Come sopra detto, 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 planimetria allegata, dalla quale si può osservare che all'interno delle distanze ed aree di prima approssimazione non ricadono edifici o luoghi destinati a permanenza non inferiore alle 4 ore.

 E N E R G Y E N V I R O N M E N T E N G I N E E R I N G	Piano Tecnico delle Opere – Progetto definitivo Nuovo Elettrodotto 150kV "CP San Savino - SE Tuscania 380" Elettrodotto AT 150kV Relazione tecnica di calcolo CEM			FRV2201 srl	
	OGGETTO / SUBJECT				
	070.21.00.R03	00	Mag. 2022		13/13
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

5 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1] 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".
- [2] DL 9 aprile 2008 n° 81 "Testo unico sulla sicurezza sul lavoro"
- [3] Norma CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici"
- [4] Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"
- [5] Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo."
- [6] DM del MATTM del 29.05.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"