

REGIONE EMILIA ROMAGNA



PROVINCIA DI PARMA



COMUNE DI TORNOLO

**PROGETTO PARCO EOLICO****"MONTE FOPPO"****in località Monte Foppo - Comune di Tornolo (PR)****POTENZA COMPLESSIVA 4 MW**

FASE PROGETTO

PROGETTO DEFINITIVO

PROPONENTE

GEA Energie Srl

PI e CF: 07746350961
Corso Sempione 33, 20145 Milano (MI)

PROGETTISTA

Dott. Ing. Flavio Friburgo - Ordine degli ingegneri di Genova n. 9611 A
16038 S. Margherita Ligure (GE) C.so Matteotti 7/5
e.mail: flavio.friburgo@ingpec.eu - tel/fax: 0185283918

ELABORATO TOR-RC-T0.4		TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE C.E.M.		DATI GENERALI	
				ESEGUITO	G.N.
				VERIFICATO	F.F.
				FIRMATO	F.F.+G.N.
				SCALA	-
REVISIONI	DATA	MOTIVAZIONE	CONTR.	FIRMA	
01	01/2022	INTEGRAZIONE	FF	<div></div> <div></div>	
02	01/2022	DPA	FF		
03					
04					
05					

COMUNE DI TORNOLO
PROVINCIA DI PARMA

RELAZIONE SULLE EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE
DELLE OPERE DI RACCORDO ALLA RTN DELLA NUOVA
CP ENEL NECESSARIA PER LA CONNESSIONE DEL
PARCO EOLICO DI GEA ENERGIE S.R.L.

Proponente:

GEA Energie s.r.l.

Sede Legale: Corso Sempione n°33 – 20145 MILANO (MI)

Il Tecnico incaricato:

Ing. Giuseppe Nobile



INDICE

SINTESI DEL DOCUMENTO	3
INTRODUZIONE	4
SCOPO DEL DOCUMENTO	5
ANALISI TEORICA DELLE INTERAZIONI CAMPI E. M.- CORPO UMANO E POTENZIALI RISCHI CONNESSI PER LA SALUTE.....	6
1. GENERALITA'	6
2. NORMATIVA NAZIONALE E TECNICA.....	6
3. ANALISI DELL'IMPIANTO DI RACCORDO E CONNESSIONE IN TORNOLO.....	7
4. CONCLUSIONI	13

SINTESI DEL DOCUMENTO

Si riporta in forma estremamente sintetica l'essenza di quanto sviluppato nel seguito del documento circa le emissioni elettromagnetiche dei raccordi AT di collegamento della nuova CP Enel alla linea aerea RTN 220 kV "San Colombano – Avenza" di Terna. La realizzazione della CP e relativi raccordi alla RTN si rende necessaria per l'allacciamento del parco eolico denominato "Monte Foppo" in ipotesi di realizzazione in Agro del Comune di Tornolo, Provincia di Parma, da parte della GEA Energie S.r.l. (di seguito la "Committente").

Come detto nel paragrafo "Scopo del Documento" l'analisi oggetto della presente è necessaria ai fini autorizzativi. Allo scopo sono state investigate le interazioni campi E. M. - corpo umano e potenziali rischi connessi per la salute.

L'argomento in oggetto è molto delicato considerata la notevole apprensione che genera nella popolazione. Per l'analisi in oggetto, alla luce della legislazione nazionale e regionale vigente, è stato applicato il principio della massima prudenza da cui è derivata la procedura di seguito brevemente descritta.

E' stato considerato sempre e in ogni caso come valore limite di esposizione all'induzione magnetica quello di 3 μ T, previsto dal DPCM del 2 luglio 2003 che individua tale valore come obiettivo di qualità. Come limite del valore efficace di campo elettrico è stato considerato il valore di 5 kV/m, pari al minimo considerato dalla normativa.

Lo strumento cui si è affidato il certo raggiungimento dell'obiettivo sicurezza è, in virtù della natura stessa dei fenomeni, quello della distanza. In pratica ci si è accertati su base analitica che essa sia sempre almeno tale che le intensità di campo, a cui insediamenti umani fissi e/o permanentemente occupati possono essere esposti, siano sempre inferiori ai valori ottenuti attraverso le simulazioni al calcolatore. Pertanto, dopo aver individuato le distanze di sicurezza e l'ampiezza delle fasce di rispetto, è stato prescritto che le sorgenti emissive siano collocate rispetto ai punti sensibili suindicati ad una distanza maggiore di quella calcolata e al di fuori delle fasce di rispetto individuate. L'ampiezza di esse è stata sempre stimata sovradimensionando le causa e le sorgenti emissive.

Le sintesi finali campeggiano nel paragrafo delle conclusioni cui si rimanda.

INTRODUZIONE

Prima di ogni altra considerazione è necessario chiarire alcuni assunti di base circa la compatibilità elettromagnetica (EMC).

Volendo parlare di disturbi elettromagnetici bisogna innanzitutto distinguere i concetti di disturbo e di interferenza (EMI). Per disturbo elettromagnetico si intende la causa, l'interferenza elettromagnetica rappresenta l'effetto sull'apparato in esame.

Ogni problema EMI è composto da tre elementi essenziali:

- sorgente di disturbo interferente;
- canale;
- ricevitore disturbato.

Nel caso in esame la sorgente sono i raccordi AT 220 kV per il collegamento in entrata della nuova CP Enel alla linea aerea RTN 220 kV "San Colombano – Avenza" di Terna. Le opere indicate sono funzionali all'allacciamento del parco eolico denominato "Monte Foppo" della GEA Energie S.r.l..

Con riferimento al canale di propagazione i disturbi sono di tipo irradiato, ovvero si propagano nell'ambiente circostante sotto forma di onde elettromagnetiche. I ricevitori disturbati sono raggruppabili in famiglie distinte: altri sistemi ed apparecchiature tecnologiche e popolazione (facendo un piccolo sforzo nel voler definire quest'ultima "*ricevitore disturbato*"). Di ciascuna di queste categorie si dirà nel corso dei paragrafi successivi.

Gli impianti elettrici di potenza come quello in analisi, funzionano alla frequenza di 50 Hz e costituiscono particolari sorgenti di campi elettromagnetici definite ELF (extremely low frequency). A tale basso livello di frequenza è improprio considerare l'interazione elettromagnetica di tipo radiativo. E' più opportuno - ed è il punto di vista adottato nel presente documento - parlare di un'esposizione simultanea, in ambiente di vita o di lavoro, a due fattori fisici indipendenti che sono il campo elettrico e quello magnetico considerati stazionari. Il primo è direttamente proporzionale alla tensione della sorgente che lo produce, il secondo alla corrente che in essa fluisce; l'intensità di entrambi degrada se ci si allontana dalla fonte.

SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo del presente documento è quello di analizzare gli effetti delle interferenze elettromagnetiche generate dai raccordi aerei AT 220 kV di collegamento della nuova CP Enel alla RTN di Terna, considerando il problema EMC dal punto di vista delle interazioni campi E. M. – corpo umano e potenziali rischi connessi per la salute.

Si precisa che il presente studio è stato condotto esclusivamente in via teorica impiegando metodi di analisi e modelli computazionali. E' sempre possibile effettuare misure di campo elettrico e magnetico in situ, sia ante che post operam, al fine di valutare il reale impatto dell'installazione sul territorio.

Nella redazione della presente è stata utilizzata la documentazione di progetto sulla base della quale sono state effettuate delle verifiche e delle ipotesi di cui si è sempre fornita giustificazione.

Infine è opportuno sottolineare che l'intero studio è stato effettuato applicando sempre il principio della massima prudenza ovvero, in ipotesi conservative e in linea con lo spirito della legislazione attualmente vigente, verificare il rispetto delle condizioni di sicurezza sovrastimando il valore dei campi E.M. simulati.

ANALISI TEORICA DELLE INTERAZIONI CAMPI E. M. – CORPO UMANO E POTENZIALI RISCHI CONNESSI PER LA SALUTE

1. GENERALITA'

Le attuali conoscenze sui rischi per la salute non sono tali da decretare né da escludere con certezza che l'esposizione a campi elettrici e magnetici ELF determini l'insorgenza di malattie e in particolare di patologie tumorali.

Alcune evidenze epidemiologiche mettono in luce la **possibilità** che le esposizioni **croniche** a campi magnetici di basso livello possano favorire l'insorgere della patologia di cui sopra; altre parimenti dignitose negano tale evenienza.

Come afferma, tra gli altri, il Prof. Ing. Vincenzo Cataliotti in uno studio per la Regione Sicilia, tale incertezza "[...] ha finito col generare nella popolazione una notevole apprensione per tutto quello che riguarda i campi elettromagnetici, riconducibile ai seguenti fattori:

1. *Esiste in alcuni casi una notevole differenza tra i limiti di sicurezza previsti dalle normative vigenti e le soglie cui sono stati associati, anche se in modo controverso, alcuni effetti legati alle esposizioni croniche con una sensazione generale di scarsa tutela.*

2. *Il campo elettromagnetico non può essere percepito sensorialmente e ciò genera un senso di disagio ed insicurezza".*

Tutto ciò ha spinto il legislatore ad utilizzare per la determinazione dei limiti da adottare per i massimi valori ammissibili dei campi elettrici e magnetici in prossimità di sistemi elettrici il **principio di precauzione**.

Una breve panoramica della normativa è riportata di seguito.

2. NORMATIVA NAZIONALE E TECNICA

Attualmente è in vigore la Legge Quadro n°36 del 22/2/2001 e suo decreto attuativo D.P.C.M. 8/7/2003. Quest'ultimo :

- Fissa i limiti di esposizione e di attenzione per i campi E. M. (art. 3 c. 1 e 2);
- Abroga i D.P.C.M. 23/4/1992 e 28/9/1995 (art. 8);
- Rimanda alla norma tecnica CEI (comitato elettrotecnico italiano) 211-6 del 2001 per quanto riguarda le definizioni e le tecniche di misurazione (art. 5 c. 1 e allegato A);
- Delega l'A.P.A.T. alla definizione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto (art. 3 c. 2).

Successivamente in esecuzione di tale delega, è stato emanato il D.M. ATTM del 29/5/2008, che ha definito i criteri e la metodologia per la determinazione delle fasce di rispetto, introducendo inoltre il criterio della "distanza di prima approssimazione (DPA)" e delle connesse "aree o corridoi di prima approssimazione".

Ai fini della presente bisogna considerare i limiti contenuti nel già citato articolo 3 che sono riassunti in tabella.

LIMITI PREVISTI PER I CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A 50 Hz	VALORE EFFICACE INDUZIONE MAGNETICA CAMPO B [μT]	VALORE EFFICACE CAMPO ELETTRICO E [kV/m]
LIMITE DI ESPOSIZIONE	100	5
VALORE DI ATTENZIONE (Per ambienti scolastici, abitativi, aree gioco per l'infanzia, luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4h)	10	5
OBIETTIVO DI QUALITA'	3	5

Per le fasce di cui sopra in particolare e più in generale per le distanze dalle sorgenti di campo, sia elettrico che magnetico, vale anche quanto riportato dalla CEI 211-6 (che si ricorda essere una norma tecnica investita di dignità di legge) ovvero: *"L'esposizione umana dipende non solo dell'intensità dei campi elettromagnetici generati, ma anche dalla distanza dalla sorgente: generalmente le intensità dei campi prodotti dalle sorgenti sopra menzionate decrescono rapidamente con la distanza"*.

Pertanto si può a buon diritto affermare che la distanza sia una forma di protezione intrinseca, efficace e - se si ha l'accortezza di considerarla rispettosamente - molto a buon mercato.

Tali limiti non si applicano ai lavoratori esposti per motivi professionali (art. 1 c. 2 D.P.C.M. 8/7/2003). Relativamente ai rischi cui sono esposti questi ultimi vige il decreto legislativo del 1 agosto 2016 n°159 che ha recepito la direttiva europea 2013/35/UE. In tale forma il decreto ha modificato e integrato il D.Lgs 81/08.

Relativamente alla normativa tecnica si riportano di seguito le principali norme di interesse ai fini della presente, sottolineando che dalle norme citate sono state tratte alcune delle definizioni del D.M. ATTM del 29/5/2008 quali ad esempio la portata in corrente in servizio normale/regime permanente.

Le principali norme tecniche di riferimento sono:

- CEI 11-4 "Esecuzione linee aeree esterne"
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01
- 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 aree e in cavo, prima edizione, 2006-02.

3 ANALISI DELL'IMPIANTO DI RACCORDO E CONNESSIONE IN TORNOLO

La metodologia con cui l'analisi è stata condotta è schematizzata di seguito:

- a) L'impianto viene suddiviso in macrocomponenti principali di cui sono investigate le potenzialità di generazione di disturbo interferente. Tra di essi sono in particolare oggetto di analisi i raccordi aerei AT a 220kV di connessione ed in sub-ordine la CP Enel di raccolta, trasformazione e connessione alla RTN.
- b) Vengono individuati i punti critici dell'impianto stesso in virtù del criterio della distanza rispetto alla sorgente di disturbo. Per esempio un punto critico può essere una casa abitata che si trova vicino al raccordo aereo.
- c) Per le criticità (o presunte tali) individuate viene verificata la rispondenza alle leggi rispetto a valori di campo ricavati simulando al calcolatore, in ipotesi conservative (condizioni massimamente sfavorevoli), il comportamento delle sorgenti. Qualora, in virtù delle simulazioni, si dovesse riscontrare la violazione dei limiti imposti dalla normativa bisogna procedere ad ulteriori verifiche più approfondite e dettagliate.

PUNTO a): Il campo e le sue componenti

I raccordi della nuova CP Enel alla linea aerea RTN 220 kV "San Colombano – Avenza" di Terna, ed in generale l'impianto elettrico di connessione a servizio del parco eolico di Gea Energie S.r.l. sono rappresentati sulle tavole grafiche di progetto cui si rimanda.

Fondamentalmente i macroelementi di cui è composto sono:

- CP Enel AT 220kV;
- Raccordi aerei AT 220kV per e la connessione della CP alla RTN.

CP Enel AT 220 kV

La sottostazione è evidenziata sulle specifiche tavole di progetto, sulle quali è anche inquadrata territorialmente. Come si vede la CP è collegata in entra-esce alla RTN tramite un breve raccordo aereo.

Il layout e le sezioni elettromeccaniche mostrano la composizione dell'impianto e la distribuzione delle principali apparecchiature di potenza. La CP è di tipo GIS (blindato ad isolamento in gas SF6), con l'eccezione delle apparecchiature necessarie per la discesa dei conduttori AT dai portali di ammarro (isolatori portanti e scaricatori AT in aria), il portale sbarre ed i TR AT/MT. Il portale sbarre e le apparecchiature ad esso connesse, ovvero la porzione di impianto funzionante alla tensione più elevata pari a 220 kV, occupano la parte più interna dell'area sede di installazione. Tale parte è interessata dai campi elettrici di maggiore intensità. Dalla planimetria si può dedurre che la minima distanza tra la recinzione e la proiezione a terra del portale sbarre è circa pari a 6 metri. La quota di progetto del portale sbarre supera i 7 metri. In aggiunta bisogna anche considerare che: a) tra la recinzione ed il limite dall'area destinata ad ospitare la stazione, è stata prevista una fascia di taglio delle aree boschive larga circa 2 metri; b) la CP Enel sorge di fatto isolata sulla cima di un promontorio. In tale configurazione realizzativa e logistica ed alle distanze di confinamento da essa derivanti l'intensità dei campi elettrici è già di per se attenuata.

L'inquadramento territoriale mostra anche che nell'area deputata alla realizzazione della CP in oggetto le costruzioni più vicine presenti sono altre stazioni elettriche funzionanti al medesimo livello di tensione. Non sono presenti, almeno nelle immediate vicinanze, fabbricati adibiti a civile abitazione.

Tutto ciò premesso è stata effettuata una rappresentazione grafica dell'involuppo delle DPA considerando per esse una estensione rispettivamente pari a 26 metri, sia per le linee di raccordo AT a 220 kV che per il portale e le altre apparecchiature di CP, ed a 7 metri per la sezione MT (come indicato sulle Linee Guida di Enel per le DPA).

Si anticipa che l'estensione di 26 metri corrisponde a quella calcolata per il raccordo a doppia terna, di cui si dà evidenza nelle pagine seguenti. Si ritiene che detto valore sia molto conservativo, ovvero a vantaggio di sicurezza, per il portale sbarre e le apparecchiature AT all'interno della CP. In proposito basti considerare che la DPA per Cabine Primarie a 150 kV è pari a 14 metri.

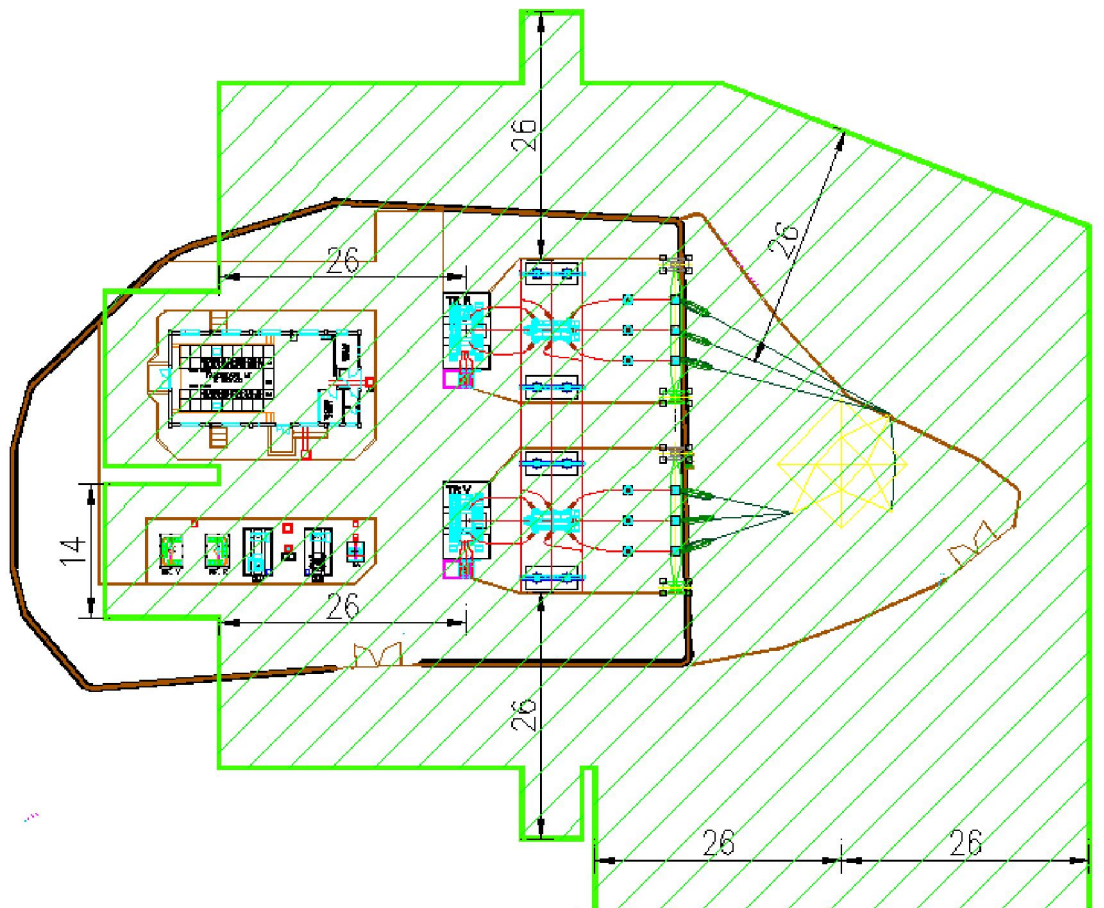


Grafico 1: Rappresentazione grafica delle DPA

Il grafico mostra che le DPA, stimate in virtù delle considerazioni indicate, sconfinano leggermente rispetto alla recinzione della CP. Come detto però la stazione è previsto che sorga isolata in cima ad un promontorio, pertanto non appare possibile che si manifesti la presenza di punti sensibili potenzialmente esposti ai campi elettrici o magnetici generati dalla installazione in oggetto.

In prossimità dell'area della CP transita inoltre la linea aerea AAT 220 kV della rete di trasmissione nazionale "San Colombano – Avenza". Quest'ultima, essendo interessata da maggiori correnti in transito, è fonte di campi magnetici di intensità certamente superiore a quelli generabili dalla nuova stazione.

Raccordi elettrici aerei AT 220kV

I raccordi in entra-esce sono realizzati con modalità di posa aerea. Detti raccordi sono di breve lunghezza, circa pari a 115 metri che corrisponde alla distanza tra la linea "San Colombano – Avenza" e la nuova CP Enel. Il collegamento è pertanto *ipso facto* interno ad un'area già interessata da campi elettrici e magnetici, pertanto senza una incidenza addizionale significativa di esportazioni verso l'esterno.

Ciascuno dei raccordi è costituito da una terna di conduttori AT nudi in alluminio-acciaio di sezione pari a 585,2 mmq e di diametro pari a 31,5 mm. Ogni terna di cavi veicola sia la corrente prodotta dall'Impianto Monte Foppo, sia quella in transito sulla RTN. Pertanto è stato considerato che ogni conduttore sia interessato da una corrente di impiego circa pari a 980A, valore pari al limite termico per la sezione indicata. L'altezza da terra del conduttore più basso è stata considerata pari a 20 metri. Si riporta di seguito, a titolo esemplificativo, la geometria con cui è stato configurato a fini ispettivi il sostegno 77/1 a doppia Terna. Il disegno è stato generato dal software EMF-Tools v 4.0 che è stato utilizzato per l'analisi. Le ipotesi di calcolo riportate sono sintomatiche dell'atteggiamento cautelativo assunto in sede di simulazione.

Tanto premesso sono state effettuate una serie di simulazioni al calcolatore - sia per il tratto di raccordo vero e proprio a doppia Terna dalla "San Colombano-Avenza" alla nuova CP, sia per il tratto a singola terna in partenza da un sostegno a bandiera che si ha a valle del taglio da un generico lato della linea esistente - circa i campi elettrici e magnetici generati dalla conduttura in analisi. Si riportano di seguito gli esiti delle simulazioni.

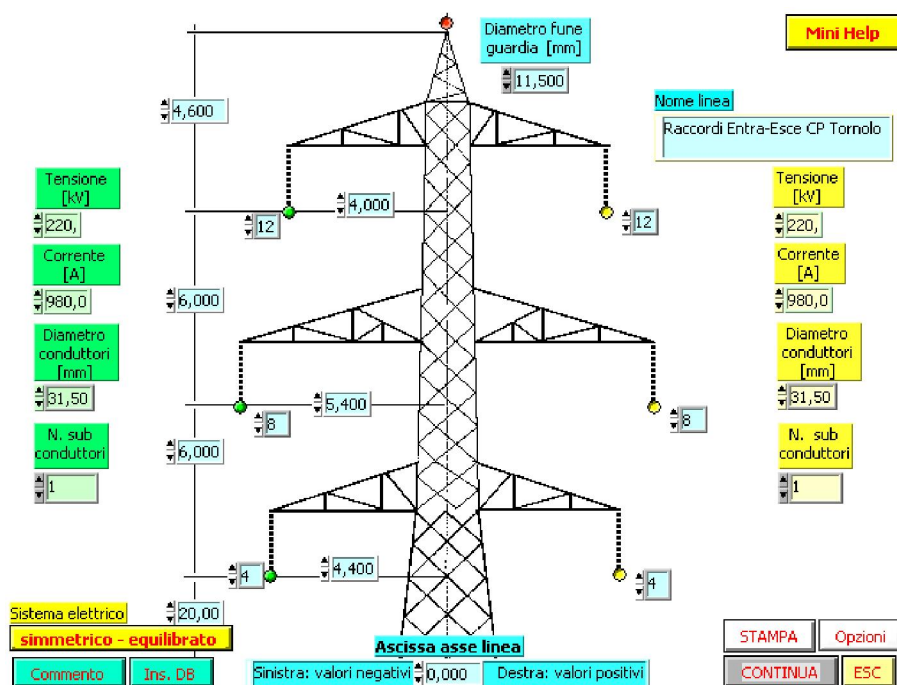


Figura 1: Geometria di calcolo raccordo alla CP Enel a doppia terna

La Figura 2 mostra il profilo laterale del campo elettrico centrato in corrispondenza dell'asse del raccordo AT a doppia terna.

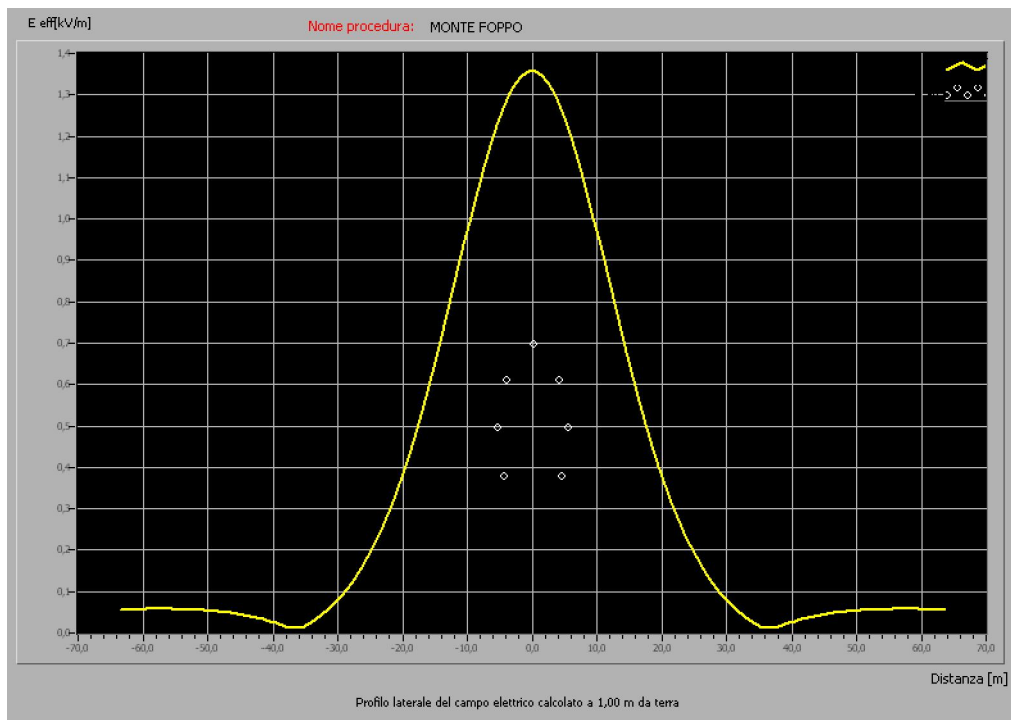


Figura 2: Campo elettrico generato dal raccordo alla CP Enel a doppia terna

La Figura 3 mostra il profilo laterale del campo magnetico centrato in corrispondenza dell'asse del raccordo AT a doppia terna.

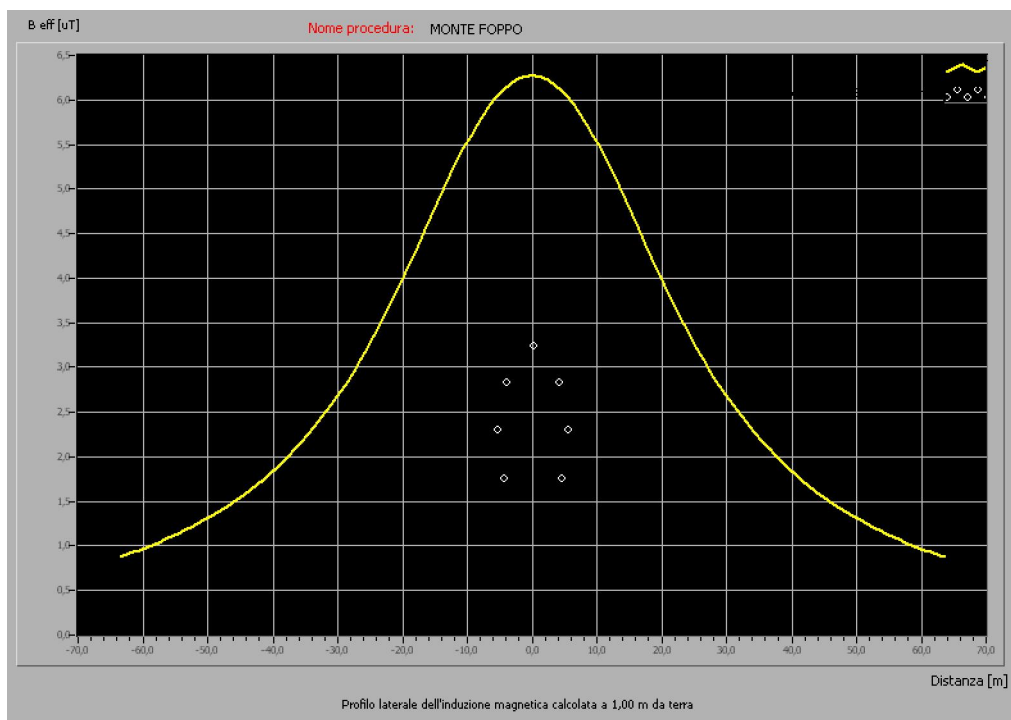


Figura 3: Campo magnetico generato dal raccordo alla CP Enel a doppia terna

La Figura 4 mostra il profilo laterale del campo elettrico in corrispondenza dell'asse del tratto a singola terna che sia dopo il taglio della linea con sostegno a bandiera.

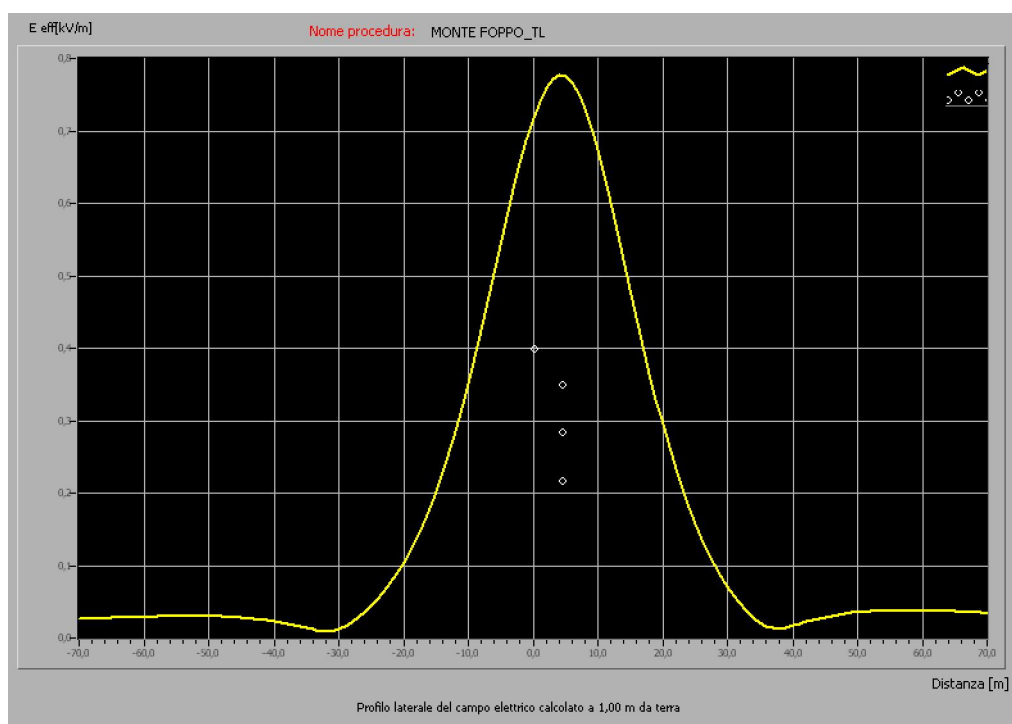


Figura 4: Campo elettrico generato dalla linea San Colombano–Avenza dopo il taglio con sostegno a bandiera

La Figura 5 mostra il profilo laterale del campo magnetico in corrispondenza dell'asse del tratto a singola terna che sia dopo il taglio della linea con sostegno a bandiera.

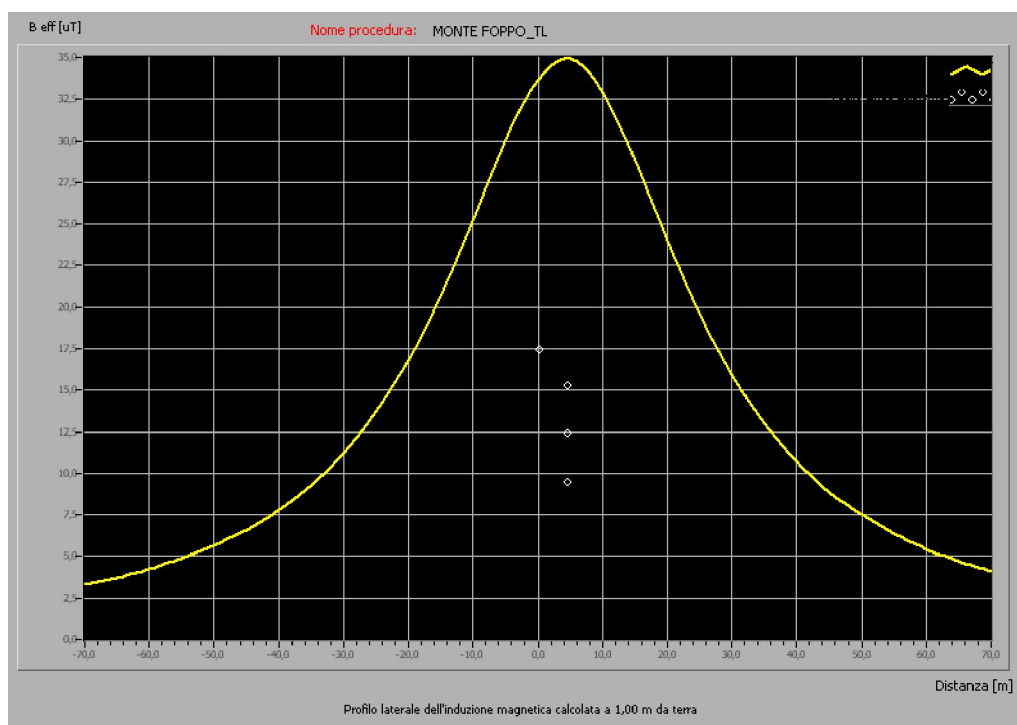


Figura 5: Campo magnetico generato dalla linea San Colombano–Avenza dopo il taglio con sostegno a bandiera

Come si vede sull'asse del cavidotto a doppia terna i valori efficaci rispettivamente del campo elettrico e magnetico sono rispettivamente pari a circa 1,35 kV/m e 6,25 μ T, mentre gli omologhi sull'asse del tratto post-taglio a singola terna sono 0,78 kV/m e 35 μ T.

Gli obiettivi di qualità di 3 μ T, ovvero quelli che nella fattispecie sono maggiormente vincolanti, si raggiungono per il raccordo a doppia terna e per quello a singola terna a distanze rispettivamente pari a 28 e 70 metri circa dai rispettivi assi di elettrodotto.

Le curve confermano visivamente il concetto sostenuto sin ora in merito alla brusca diminuzione dell'intensità dei campi E.M. all'aumentare della distanza delle linee.

E' possibile notare che il valore di 3 μ T - che nuovamente si ricorda essere il più restrittivo, conservativo e per di più valido per edifici particolari (asili, ospedali, aree verdi ecc.) - è in ogni caso certamente rispettato oltre 70 metri dall'elettrodotto AT. E' pertanto possibile adottare in seno alla presente tale distanza come valore di massima sicurezza, ovvero come limite oltre il quale l'induzione magnetica non supera l'obiettivo normativo di qualità.

PUNTO b): Individuazione dei punti e analisi delle criticità

Analizzando il percorso dei raccordi AT 220kV di collegamento della nuova CP Enel per la connessione del parco eolico Monte Foppo alla RTN- rappresentato sulle tavole di progetto - non emerge la presenza di punti sensibili situati a meno di 70 metri dall'asse dei raccordi aerei AT, realizzati in entra-esce a doppia terna con conduttori in alluminio-acciaio da 585,3mmq.

4 CONCLUSIONI

Come indicato in seno alla presente la distanza da rispettare tra l'asse dell'elettrodotto ed i punti sensibili è pari a circa 70 metri. Si rinnova e si sottolinea inoltre che i campi elettrici e magnetici, generati dall'elettrodotto, sono stati calcolati considerando la massima corrente che può interessare i conduttori.

In virtù di quanto riportato si ritiene che i raccordi di connessione alla RTN di Monte Foppo non determinino - alla luce delle attuali conoscenze, della normativa in vigore nonché usando gli accorgimenti indicati - esposizioni a campi elettrici e magnetici potenzialmente pericolose per la salute. Vanno comunque adottate tutte le tecniche disponibili volte alla riduzione delle emissioni.

Sarà sempre possibile effettuare, a valle della realizzazione dell'impianto, misure di campo elettrico e magnetico nei punti eventualmente individuati come critici.

Bari lì, gennaio 2022

In fede
Ing. Giuseppe Nobile

