

COMUNE DI GIUGLIANO
PROVINCIA DI NAPOLI

RELAZIONE SULLE EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE
DELLE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DEL
PARCO FV TERRA DEL SOLE S.R.L.

Proponente:

N.P. Terra del Sole s.r.l.

Sede Legale: Via San Marco n°21 – 20121 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 CONNESSIONE A SERVIZIO DEL PARCO FV CON ACCUMULO TERRA DEL SOLE IN GIUGLIANO.	8
4. CONCLUSIONI	12

SINTESI DEL DOCUMENTO

Si riporta in forma estremamente sintetica l'essenza di quanto sviluppato nel seguito del documento circa le emissioni elettromagnetiche dell'elettrodotto AT di collegamento della SE di trasformazione di utente alla SSE RTN Patria di Terna, a servizio del parco fotovoltaico con accumulo denominato "Terra del Sole" sito in Agro del Comune di Giugliano (NA) in ipotesi di realizzazione da parte della N.P. Terra del Sole 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 emmissive 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 cause e le sorgenti emmissive.

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 è l'elettrodotto AT di collegamento della SE di trasformazione di utente alla SSE RTN Patria di Terna, a servizio del parco fotovoltaico con accumulo denominato "Terra del Sole" da costruire in Agro del territorio del Comune di Giugliano (NA), ad opera della N.P. Terra del Sole 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 tre famiglie distinte: apparecchiature dello stesso sistema, apparecchiature di altri sistemi 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 dal cavo AT di collegamento della SE di trasformazione di utente alla SSE RTN Patria di Terna, a servizio del parco fotovoltaico con accumulo denominato "Terra del Sole S.r.l." 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 11-17 terza edizione "Linee in Cavo"
- CEI 20-21, "Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente" terza edizione, 2007-10
- 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 aeree e in cavo, prima edizione, 2006-02.

3 ANALISI DELL'IMPIANTO DI CONNESSIONE A SERVIZIO DEL PARCO FV CON ACCUMULO TERRA DEL SOLE IN GIUGLIANO

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 il cavo AT a 220kV di connessione e la stazione elettrica 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 cavidotto.
- 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

L'impianto elettrico di connessione a servizio del parco FV con accumulo Terra del Sole S.r.l. sono rappresentati sulle tavole grafiche di progetto cui si rimanda.

Fondamentalmente i macroelementi di cui è composto sono:

- Sottostazione di trasformazione MT/AT 30/220kV;
- Linea elettrica in cavo AT 220kV per il trasporto dell'energia e la connessione dell'impianto alla RTN.

Sottostazione di trasformazione MT/AT d'utente e SSE RTN Terna

La sottostazione è evidenziata sulle specifiche tavole di progetto, sulle quali è anche inquadrata territorialmente. Come si vede la stazione di trasformazione di Terra del Sole S.r.l. e la SSE RTN a 380/220/150 kV di Patria di proprietà di Terna s.p.a. sono collegate tra di loro tramite un breve raccordo in cavo AT funzionante a 220 kV composto con cavi per posa interrata in alluminio.

Il layout e le sezioni elettromeccaniche mostrano la composizione dell'impianto e la distribuzione delle principali apparecchiature di potenza. La stazione di utente è di tipo AIS ad isolamento in aria. Il portale sbarre e le apparecchiature ad esso connesse – TA, TV, sezionatori ed interruttori sino ai trasformatori AT/MT - 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 10 metri. La quota di progetto del portale sbarre supera inoltre i 9 metri. La distanza tra la proiezione a terra del punto in tensione più vicino alla recinzione, costituito dal codolo del terminale cavo AT del montante linea in partenza verso Terna, e la recinzione stessa è invece pari a 6 metri. La quota di progetto del codolo supera inoltre i 6 metri. In aggiunta bisogna anche considerare che tra la recinzione ed il limite dall'area destinata ad ospitare la stazione, è stata prevista una fascia di rispetto larga 1,5 metri. A tali distanze, corrispondenti nella peggiore delle ipotesi al perimetro esterno dell'area della stazione di Terra del Sole, l'intensità dei campi elettrici è già di per se attenuata.

L'inquadratura territoriale mostra che nell'area deputata alla realizzazione della SE in oggetto la costruzione presente dista dalla recinzione circa 145 metri. In proposito si fa notare che la costruzione in questione sorge, come è possibile vedere anche semplicemente su Google Earth®, sotto un sostegno di linea AAT utilizzato per l'ingresso nella stazione di Terna di un tronco di elettrodotto aereo facente parte della RTN. Sempre dall'inquadratura territoriale emerge che la stazione elettrica dell'utente Terra del Sole è realizzanda pressoché in adiacenza ad un'altra installazione produttiva elettrica ormai dismessa ed alla SSE RTN di Terna. Tutta l'area è circondata da linee aeree AT e AAT che arrivano e partono dal nodo di rete costituito dalla stazione 380/220/150 kV di Patria. Quest'ultima e le linee che la collegano alla rete di trasmissione nazionale, funzionando a tensioni superiori ed essendo interessata da maggiori correnti in transito, sono fonte di campi elettrici e magnetici di intensità certamente superiore a quelli generabili dalla stazione di utente di Terra del Sole.

Linea elettrica in cavo AT 220kV

La linea in cavo è realizzata con modalità di posa direttamente interrata. Il raccordo è di breve lunghezza e di percorso confinato nel perimetro complessivo delle stazioni rispettivamente di utente e Terna. Il collegamento, facendo eccezione per un breve tratto di 26 metri sul confine tra le particelle 89-91-92 e 247, è *ipso facto* interno ad un'area già interessata da campi elettrici e magnetici, pertanto senza una incidenza significativa di esportazioni verso l'esterno.

Le sezioni di elettrodotto AT è stata indagata in seno alla presente è costituita da una terna di cavi 220kV isolati in XLPE con schermo metallico in alluminio di sezione pari a 1600 mmq. Le terna di cavi veicola sia la corrente prodotta dall'Impianto Terra del sole, sia quella prodotta da un impianto di un altro produttore condividente la connessione. Pertanto è stato considerato che la terna sia interessata da una potenza pari a 300 MW, cui corrisponde una corrente di impiego circa pari a 875 A.

Si precisa che la corrente è stata calcolata considerando una potenza molto maggiore rispetto a quella da rilegare realmente, al fine di tenere conto di eventuali potenziamenti futuri, ed un fattore di potenza di funzionamento degli impianti $\cos\varphi = \pm 0,9^1$. La terne di cavi è stata considerata composta da cavi unipolari posati a trifoglio senza che i conduttori siano avvolti a elica. Il cavi indicati e previsti a progetto sono costruttivamente di diametro rilevante, circa pari a 116mm per fase. Per tale ragione non è possibile posarli in formazione cordata ad elica visibile. Relativamente alle caratteristiche delle sezioni di scavo - i cui parametri sono stati utilizzati nel calcolo - è stata considerata una profondità di posa mediamente pari a 1,5 metri. La gestione degli schermi è stata considerata come a terra ad entrambe le estremità. Nelle simulazioni sono state considerate le caratteristiche costruttive reali dei cavi, come dedotte dalla documentazione tecnica dei migliori fabbricanti (Prysmian, Nexans ecc). In definitiva è stata analizzata, tra le varie configurazioni impiantistiche, quella peggiore possibile. Tanto premesso sono state effettuate una serie di simulazioni al computer circa i campi elettrici e magnetici generati dalla condotta in analisi. Si riportano di seguito gli esiti delle simulazioni.

La Figura 1 mostra il profilo laterale del campo elettrico centrato in corrispondenza dell'asse del cavidotto AT.

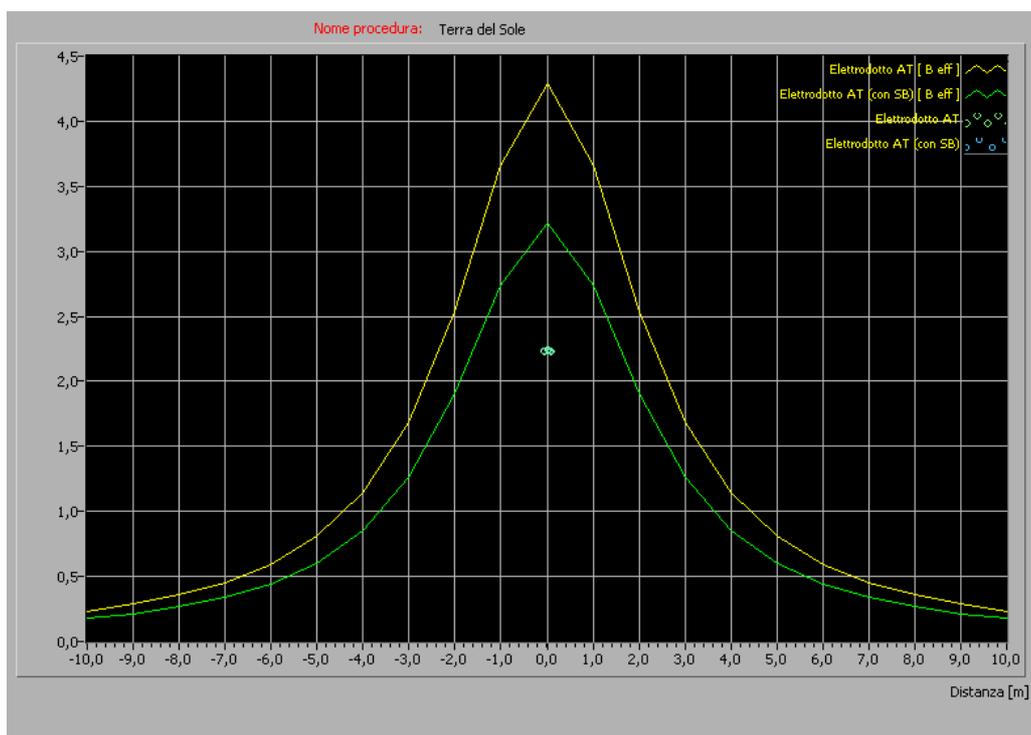


Figura 1: Profilo laterale campo magnetico del cavidotto AT con terne a trifoglio non avvolta a elica visibile

¹ L'Allegato A17 del Codice di Rete Terna prevede che gli impianti eolici siano in grado di generare energia reattiva. Quest'ultima determina una diminuzione del $\cos\varphi$ ed un aumento delle correnti. Con il valore indicato si è tenuto conto di tale aspetto sovrastimandolo.

Come si vede sull'asse del cavidotto il valore efficace del campo magnetico è pari al massimo a circa 4,5 μT . Esso degrada a valori abbondantemente inferiori all'obiettivo di qualità di 3 μT già ad una distanza di 1,5 metro. A circa 3 metri dall'asse del cavidotto il campo in questione assume valori circa pari ad 1,7 μT . Per avere un termine di paragone che renda immediatamente evidente quanto sia poco preoccupante il valore di 1,7 μT basti pensare che, ad 1 m da un aspirapolvere elettrico in funzione il livello di campo magnetico è di 2 μT . La curva conferma visivamente il concetto sostenuto sin ora in merito alla brusca diminuzione dell'intensità dei campi E.M. all'aumentare della distanza dai cavi e dalle apparecchiature elettriche in generale. Si è ritenuto inutile riportare il diagramma del campo elettrico al suolo in quanto esso è molto basso e notevolmente inferiore al limite di legge; ciò accade in virtù del robusto effetto limitante prodotto dallo schermo dei cavi. Nella figura 2 è illustrata la distanza minima da tenere, nel caso peggiore possibile della configurazione in oggetto, affinché il campo magnetico risulti inferiore al valore prefissato come obiettivo di qualità.

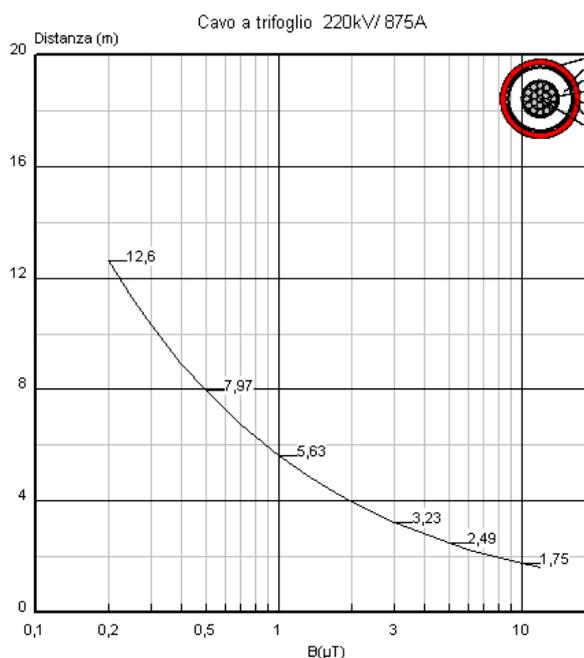


Figura 2: Distanza limite di sicurezza dal cavidotto AT – calcolo cautelativo

E' possibile notare che il valore di 3 μT - 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 3,25 metri dal cavidotto AT. E' pertanto possibile adottare, in seno al progetto dell'elettrodotta AT 220kV di connessione alla RTN della SE Terra del Sole, tale distanza come valore di massima

sicurezza, ovvero come limite oltre il quali l'induzione magnetica non supera l'obiettivo normativo di qualità.

La figura 3 mostra infine la fascia di rispetto per l'elettrodotto AT, calcolata secondo i dettami della CEI 106-11 in osservanza del DPCM 8 Luglio 2003 (Art 6).

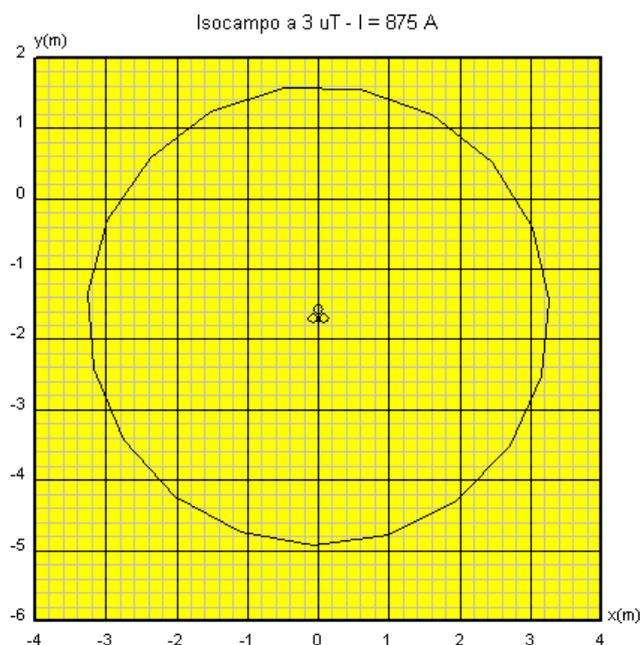


Figura 3: Fascia di rispetto – caso peggiore

La fascia rappresentata, che è stata cautelativamente calcolata attribuendo la corrente da generare considerando anche i potenziamenti futuri, è completamente inglobata in area di massima sicurezza adottando le distanze precedentemente indicate.

PUNTO b): Individuazione dei punti e analisi delle criticità

Analizzando il percorso del cavo AT 220kV di connessione della SE di Terra del Sola alla RTN- rappresentato sulla tavola di progetto base catastale e ortofotografica - non emerge la presenza di punti sensibili situati a meno di 3,25 metri dall'asse del cavo AT, realizzato in singola terna con cavi unipolari in alluminio da 1600mmq posati a trifoglio senza essere avvolti ad elica visibile.

4 CONCLUSIONI

Come indicato in seno alla presente la distanza da rispettare tra l'asse del cavo ed i punti sensibili è pari ad almeno 3,25 metri.

In conclusione si rinnova e si sottolinea che i campi elettrici e magnetici, generati dall'elettrodotto di alta tensione in singola terna, sono stati calcolati considerando cavi in alluminio da 1600mmq posati a trifoglio senza essere avvolti ad elica. La

corrente che interessa la terna di conduttori è quella generata dall'intero impianto di Terra del sole che sviluppa una potenza pari a 109,829 MW. Tenendo inoltre conto sia della potenza dell'impianto condividente e di una maggiorazione per potenziamenti futuri, sia della generazione di reattivo - richiesta dagli Allegati A17 e A68 del Codice di Rete Terna - si sono ottenute correnti massime di impiego pari a 875 Ampere. Sebbene i cavi da 1600mmq in alluminio abbiano portate superiori, non è possibile che detto valore sia superato in quanto gli impianti in fase di autorizzazione e attualmente da allacciare alla SE, e la connessa potenza installata complessiva derivante, è fissa. Un aumento della corrente è pertanto possibile solo ed esclusivamente previo nuovo iter autorizzativo, volto a permettere modifiche in grado di incrementare ulteriormente la potenza. In detta evenienza sarà redatto e presentato uno studio analogo al presente che terrà conto di una maggiore corrente di impiego.

In virtù di quanto riportato si ritiene che le opere di connessione alla RTN, stazione elettrica MT/AT e elettrodotto in cavo AT a 220kV, di Terra del Sole 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, alcune delle quali sommariamente indicate, 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, novembre 2021

In fede

Ing. Giuseppe Nobile



The stamp is circular with the text "ING. GIUSEPPE NOBILE" around the top edge and "Dott." at the bottom. Inside the circle, it reads "ING. GIUSEPPE NOBILE", "ING. GIUSEPPE NOBILE", "Prof. 6825". A handwritten signature "G. Nobile" is written over the stamp.