

ambito amministrativo

REGIONE MOLISE  
PROVINCIA DI CAMPOBASSO  
COMUNE DI TERMOLI

titolo commessa / progetto

INCREMENTO DELLA CAPACITÀ DI GENERAZIONE FLESSIBILE DELL'INSTALLAZIONE DI  
METAENERGIAPRODUZIONE SRL DI TERMOLI AD INTEGRAZIONE DELLA PRODUZIONE DA  
FONTI RINNOVABILI DEL SISTEMA ENERGETICO NAZIONALE

fase:

progetto definitivo

ambito / disciplina

Valutazione di Assoggettabilità a VIA

tipo elaborato:

elaborato scritto

oggetto elaborato:

Studio di compatibilità elettromagnetica

progressivo di commessa

C21U10

denominazione file

C21U10d-A2vd03g-stud\_comp\_elet-R01

Scala

--

Formato

A4

Data

19/10/2022

revisione

01

verifica

committente



visti

note di revisione

autore



**SERGIO IEZZI**  
I N G E G N E R E

studio di ingegneria ing. sergio iezzi: studio: via Rigopiano 20/5, 65124 Pescara (PE) – fax. +39 085 -  
41.70.136 – mob. +39 346.82.91.332 – e-mail: sergio@iezzi.eu – PEC: sergio@pec.iezzi.eu – Albo degli  
Ingegneri di Pescara n. 1764 – P.IVA: 01592970667 – C.F.: ZZISRG74P25G878H –web: iezzi.eu





## PREMESSA

Il presente elaborato svolge una valutazione previsionale dell'impatto elettromagnetico prodotto dalle opere di connessione della Centrale Termoelettrica Metaenergiaproduzione srl nella configurazione di progetto costituita da n. 4 (autorizzati) + n. 2 (ampliamento di progetto) motori a combustione interna per un totale di 111 MWe che la società Metaenergiaproduzione srl ha in progetto di installare all'interno sito ubicato in zona industriale di Termoli (CB).

L'interfaccia della Centrale in progetto con la rete nazionale avverrà attraverso la sottostazione esistente di Alta Tensione a 132 kV presente nel sito di Centrale (sottostazione a servizio della Centrale precedentemente presente nello stesso sito e oggi dismessa).

La localizzazione della sottostazione di Centrale e della annessa S.E. di consegna è rappresentata nell'elaborato C21U11d-A2vd04g-planimetria\_DPA-R. La figura mostra inoltre il tracciato del collegamento MT che collega la sala quadri MT di Centrale al trasformatore MT/AT della sottostazione di Centrale.

Le infrastrutture elettriche oggetto della seguente trattazione sono:

- linea elettrica MT (Media Tensione) di collegamento tra la sala quadri MT di Centrale e il trasformatore AT/MT;
- sala quadri MT e trasformatore MT/AT presenti nel sito di Centrale.

La stazione esistente a 132 kV è esclusa dalla presente relazione.

## 1. CONTESTO NORMATIVO

I principali riferimenti normativi in tema di esposizione umana ai campi elettromagnetici, di seguito riportati sinteticamente, sono:

- Legge 22 febbraio 2001, n.36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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";

In particolare, il DPCM 8 Luglio 2003 definisce all'art. 3 i **limiti di esposizione** e valori di attenzione:

- *1-Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione **di 100  $\mu$ T per l'induzione magnetica** e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.*
- *2-A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si*



*assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di **10  $\mu$ T**, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.*

Sempre il DPCM 8 Luglio 2003 all'art. 4 indica **gli obiettivi di qualità:**

- *1-“Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di **3  $\mu$ T** per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio”.*

Per quanto riguarda la definizione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti la norma di riferimento è il DECRETO MINISTERIALE 29 MAGGIO 2008 che nel suo allegato definisce:

- Sezione Definizioni :  
*Distanza di prima approssimazione (Dpa): per le linee è 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. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.*
- Sezione 5.1 Fasce di rispetto per linee elettriche  
*“...lo spazio costituito da tutti i punti caratterizzati da valori di induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità, definisce attorno ai conduttori un volume. La superficie di questo volume delimita la fascia di rispetto pertinente ad una o più linee elettriche aeree e non.”*
- Sezione 5.1.3: -Procedimento semplificato: calcolo della distanza di prima approssimazione

*“Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione il proprietario/gestore deve:*

- *Calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco (la configurazione ottenuta potrebbe non corrispondere ad alcuna campata reale);*
- *Proiettare al suolo verticalmente tale fascia;*
- *Comunicarne l'estensione rispetto alla proiezione del centro linea: tale distanza (Dpa) sarà adottata in modo costante lungo tutto il tronco come prima approssimazione, cautelativa, delle fasce. Le dimensioni delle fasce di rispetto devono essere fornite con una approssimazione non superiore a 1 m.*



Per quanto riguarda il calcolo della Dpa, è possibile applicare quanto previsto dalla norma CEI 106-11-Parte 1, in cui si fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato, valido per conduttori orizzontali paralleli.

## 2. METODOLOGIA DI CALCOLO

La metodologia di calcolo seguita è quella prevista dalla norma CEI 106-11-Parte 1 suggerita dal DM 29.05.2008.

### NORMA ITALIANA CEI

Norma Italiana

#### CEI 106-11

Data Pubblicazione

2006-02

Edizione

Prima

Classificazione

106-11

Fascicolo

8149

Titolo

**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**

Titolo

Guide for the determination of the respect widths for power lines and substations according to DPCM 8 July 2003 (Clause 6)  
Part 1: Overhead lines and cables



ELETTROTECNICA GENERALE E MATERIALI PER  
USO ELETTRICO



CEI COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO  
AEIT FEDERAZIONE ITALIANA DI ELETTROTECNICA, ELETTRONICA, AUTOMAZIONE, INFORMATICA E TELECOMUNICAZIONI  
CNR CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

Copia concessa a ing. Sergio Iezzi in data 2018-12-18 da CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano

GUIDA

Copia concessa a ing. Sergio Iezzi in data 2018-12-18 da CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano



In particolare, è stato applicato il modello di calcolo normalizzato di cui al punto 6.1 della norma CEI.

Il modello normalizzato per il calcolo dell'induzione magnetica prodotta in una sezione trasversale di una linea elettrica aerea è quello descritto nella norma CEI 211-4, che viene considerato applicabile anche alle linee in cavo interrato.

Si tratta di un modello bidimensionale che applica la legge di Biot e Savart per determinare l'induzione magnetica dovuta a ciascun conduttore percorso da corrente e quindi la legge di sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale, tenendo ovviamente conto delle fasi delle correnti, supposte simmetriche ed equilibrate. Vengono assunte le seguenti schematizzazioni della linea:

- 1) tutti i conduttori sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro;
- 2) le correnti sono considerate concentrate negli assi centrali dei conduttori aerei o dei cavi e, nel caso dei conduttori aerei a fascio, negli assi centrali dei fasci, cioè negli assi dei cilindri aventi come generatrici gli assi dei subconduttori dei fasci;
- 3) per le linee aeree non vengono considerate le correnti indotte nelle funi di guardia in quanto il loro effetto sull'induzione magnetica è ritenuto trascurabile; analogamente per le linee in cavo interrato non si tiene conto delle correnti indotte negli schermi;
- 4) il suolo è considerato perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico e quindi si trascurano le immagini dei conduttori rispetto al suolo, che alla frequenza industriale risultano a profondità molto elevate.

Il modello bidimensionale considerato, con le schematizzazioni sopra elencate, fornisce risultati del tutto accettabili ai fini della presente guida per la maggior parte delle situazioni riscontrabili per le linee aeree e in cavo.

L'algoritmo di calcolo, implementabile con codici relativamente semplici, considera in sintesi i seguenti passi:

- a) i valori efficaci e le fasi delle correnti sinusoidali sui conduttori sono rappresentati attraverso fasori (numeri complessi):  $I_i$  è il fasore della corrente  $i$ ; sul conduttore  $i$ ;
- b) con riferimento ad un generico punto di coordinate  $(x_P, y_P)$  sul piano ortogonale ai conduttori si calcolano i fasori delle componenti spaziali dell'induzione magnetica totale  $B_x$  e  $B_y$  attraverso le formule riportate a pag. 7/22 della norma; per semplicità e maggior chiarezza, gli schemi riportati si riferiscono a linee a semplice terna, ma ovviamente le formule sotto riportate valgono per linee a doppia terna, introducendo opportunamente i fasori delle correnti in modo da rappresentare la disposizione delle fasi;
- c) il valore efficace dell'induzione  $B$  magnetica viene ottenuto con la formula già sopra illustrata:

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$$



### 3. LINEA IN CAVO MT

Per il caso della linea MT di collegamento tra il quadro MT a 15 kV e il nuovo trasformatore AT/MT è stato effettuato il dimensionamento che segue, coerente con la fase progettuale in istanza.

Considerando la potenza dell'impianto e le condizioni di funzionamento, si può stimare quanto segue:

- linea 1 +2 : una corrente di 5286 A, pari ad una potenza massima di 111 MW, con fattore di potenza pari a 0,8
- linea 1: una corrente di 3524 A, pari ad una potenza massima di 74 MW, con fattore di potenza pari a 0,8
- linea 2: una corrente di 1762 A, pari ad una potenza massima di 37 MW, con fattore di potenza pari a 0,8

Per la corretta evacuazione di tale corrente si farà ricorso a:

- linea 1+2: 9 terne di cavi MT da  $630 \text{ mm}^2$  ( $\varnothing_{\text{conduttore}} = 0,03\text{m}$   $\varnothing_{\text{cavo}} = 0,05\text{m}$ ) con conduttore in rame, supposti posati a trifoglio entro tubi con una distanza pari a un diametro tra le terne ed una profondità di posa supposta pari a 0,8 m.
- linea 1: 6 terne di cavi MT da  $630 \text{ mm}^2$  ( $\varnothing_{\text{conduttore}} = 0,03\text{m}$   $\varnothing_{\text{cavo}} = 0,05\text{m}$ ) con conduttore in rame, supposti posati a trifoglio entro tubi con una distanza pari a un diametro tra le terne ed una profondità di posa supposta pari a 0,8 m.
- linea 2: 3 terne di cavi MT da  $630 \text{ mm}^2$  ( $\varnothing_{\text{conduttore}} = 0,03\text{m}$   $\varnothing_{\text{cavo}} = 0,05\text{m}$ ) con conduttore in rame, supposti posati a trifoglio entro tubi con una distanza pari a un diametro tra le terne ed una profondità di posa supposta pari a 0,8 m.

In queste condizioni, la portata massima della linea è di circa  $3600\text{A} + 1800 \text{ A}$ .

A tal proposito occorre precisare che nelle valutazioni che seguono è stata considerata normale condizione di esercizio quella in cui la corrente che fluisce nelle linee è pari alla portata massima delle medesime: si noti che tale considerazione è a favore della sicurezza, poiché le correnti di esercizio sono notevolmente inferiori.

#### 3.1.CALCOLO DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO

L'algoritmo di calcolo è stato implementato su di un foglio di calcolo che in relazione alle seguenti caratteristiche dimensionali:

- $I = 5400 \text{ A (9x3)} / 1800 \text{ A (3x3)}$
- $S = 0,05\text{m}$  (distanza fra i baricentri dei cavi di una terna)
- $d = 0,8 \text{ m}$
- configurazione: 9/3x3x630
- disposizione: trifoglio con terne a distanziate di 0,4 m e fasi non ottimizzate;



---

fornisce il luogo dei punti a induzione magnetica pari a  $3 \mu\text{T}$  approssimato ad una circonferenza centrata sul baricentro delle 3 terne ( $x=0$   $y=-0,8$ ) e  $4,7$  m (9x3) e di  $2,60$  m (3x3)dall'asse.

Come si può osservare, il limite di  $3 \mu\text{T}$  al suolo non viene mai superato, in nessun punto a distanza maggiore rispettivamente di  $4,6$  m (9x3) e di  $2,60$  m (3x3)dall'asse, lungo il percorso del cavo interrato, mentre il limite di esposizione dei  $100 \mu\text{T}$  non è mai superato.

**Tale distanza arrotondata all'unità più prossima – rispettivamente  $5$  m (9x3) e  $3$  m (3x3), - rappresenta la DPA (distanza di prima approssimazione) e definisce la fascia di rispetto.**



### Induzione magnetica $B=3\mu\text{T}$ della singola terna equivalente

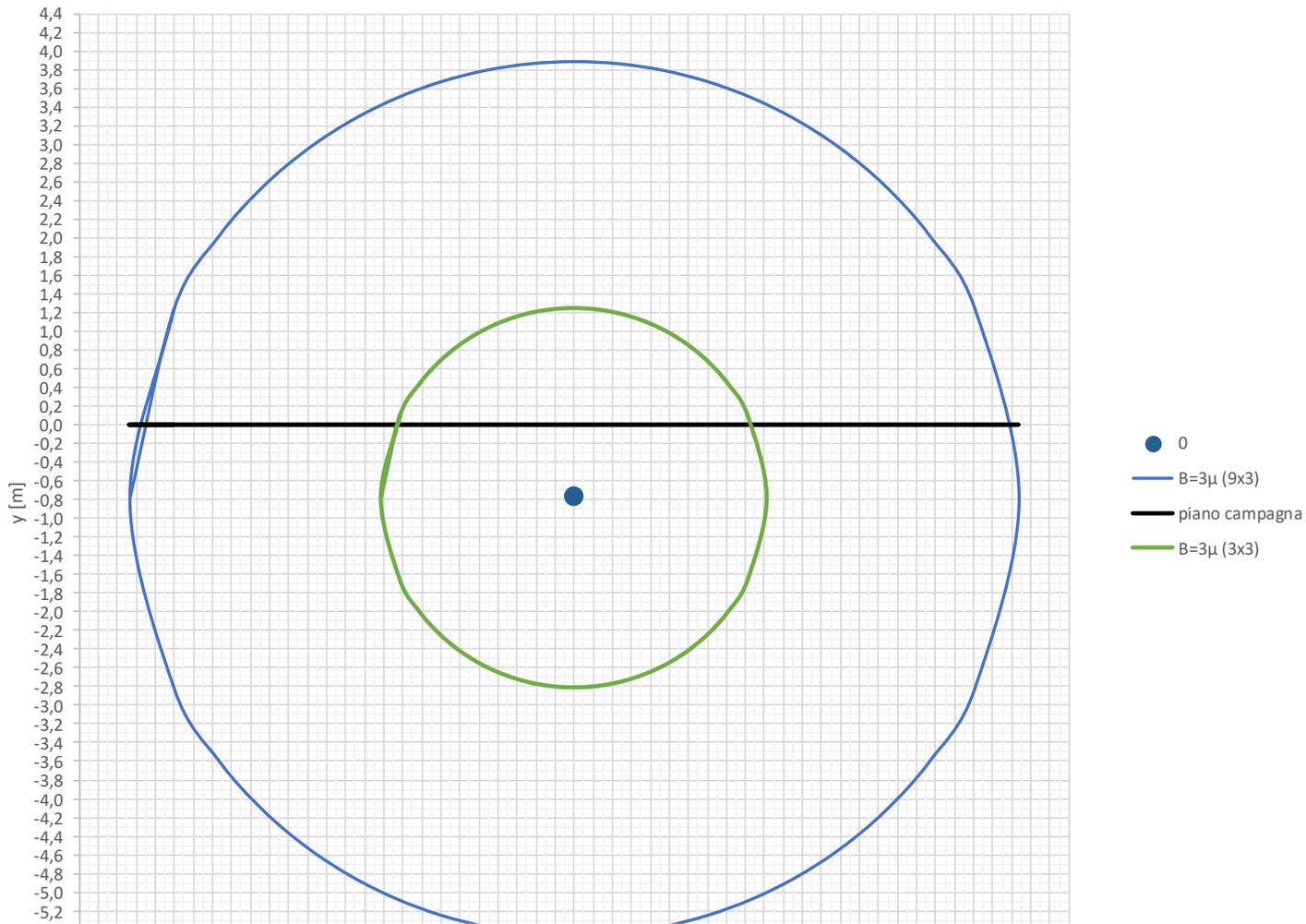
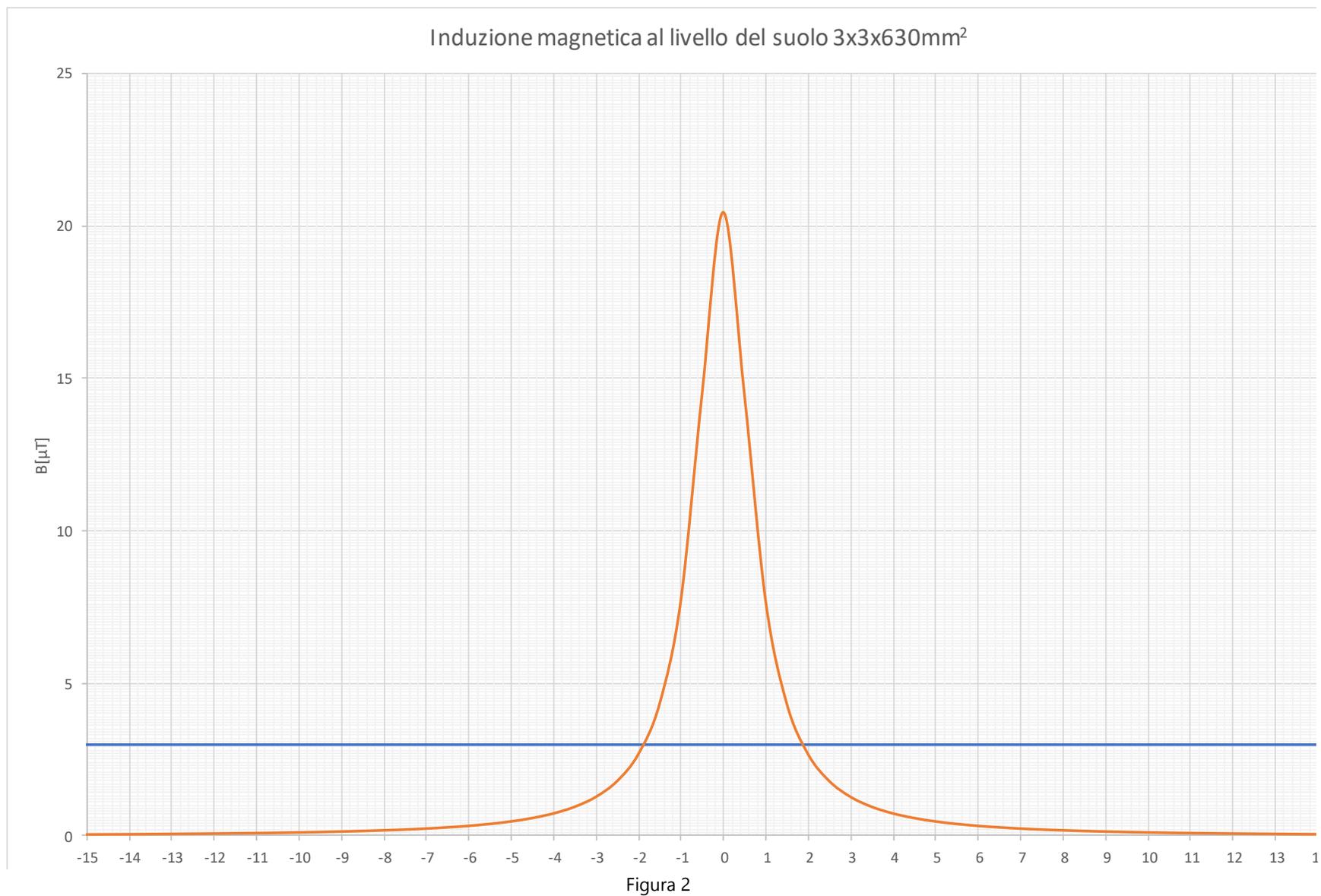


Figura 1





## 4. CABINA DI CONSEGNA

Le apparecchiature previste e le geometrie dell'impianto di AT sono analoghe a quelle di altri impianti già in esercizio, dove sono state effettuate verifiche sperimentali dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio, con particolare attenzione alle zone di transito del personale (strade interne).

Pertanto, per la determinazione della DPA, si è utilizzato il documento ENEL "Linee guida per l'applicazione del paragrafo 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.5.08 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche", che si ritiene applicabile per quanto concerne gli aspetti di emissioni elettromagnetiche anche al caso in esame dati i valori delle correnti in gioco. Il valore di DPA per una cabina AT risulta quindi generalmente ricompreso nel perimetro della recinzione della cabina medesima.

Nella figura 3 e nella tabella seguenti è mostrata la DPA per una cabina AT ricavata dal documento sopra indicato.

**Come riportato nella tabella di figura 3 il valore della DPA è di 14 m.**

Infatti, la DPA rimane sempre interna al confine di Centrale ad eccezione che sul lato ovest dove per circa 6 m ricade all'esterno. Le aree esterne interessate dalla DPA, oltre ad essere di limitata estensione, non sono caratterizzate dalla presenza di edifici o da luoghi con permanenza di persone superiore alle 4 ore.

Si sottolinea, inoltre, che la stima effettuata è cautelativa in quanto essa si basa sulla corrente pari alla portata massima della linea uscente che è di 870 A. In realtà, nel caso in esame, la massima corrente che può fluire nelle apparecchiature AT della stazione di trasformazione è data dalla taglia del trasformatore e del generatore ad esso collegato, pari a 405 A e quindi significativamente inferiore.

Tale differenza determinerebbe una minor ampiezza della DPA rispetto a quella considerata dell'ordine di qualche metro e quindi tale da far rientrare la DPA all'interno della stazione stessa.

## 5. CONCLUSIONI

### 5.1. LINEA IN CAVO MT

All'interno della fascia di rispetto della linea in MT non ricadono recettori sensibili né luoghi di permanenza superiori alle 3 ore. Essendo, poi, rispettato l'obiettivo di qualità pari a  $3 \mu\text{T}$ , risultano conseguentemente rispettati anche il limite di esposizione di  $100 \mu\text{T}$  e il valore di attenzione pari a  $10 \mu\text{T}$ .

Come mostrato nella allegata Tavola C21U13p-vd4gA2-planimetria\_DPA, nelle fasce di rispetto calcolate non ricade alcun edificio esterni al sito di Centrale.

Inoltre, poiché i casi esaminati rappresentano le situazioni più sfavorevoli in termini di emissione elettromagnetica attesa, **per tutti i tratti delle linee elettriche considerate saranno sicuramente rispettati i valori indicati nella Legge n. 36/2001 e dal DPCM 8 Luglio n.2003.**



Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, come esposto in precedenza, trattandosi di linee in cavo, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo.

Si fa al riguardo presente che per tutte le aree interne al sito di Centrale risulterà rispettata la normativa sulla tutela della salute dei lavoratori D.Lgs. 81/08.

Allo stato attuale, ai fini della protezione dai rischi dovuti agli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano, può essere fatto riferimento per i lavoratori professionalmente esposti al livello di 500  $\mu\text{T}$  (inferiore anche al valore massimo riportato nell'ultima direttiva 2013/35/UE) indicato dalla Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP), il quale è preso a riferimento dallo stesso D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81.

Il campo elettromagnetico massimo indotto dalle linee in oggetto in corrispondenza delle sale quadri e controllo e, in generale in qualsiasi posizione occupata dai lavoratori interni alla Centrale in progetto, risulta di gran lunga inferiore rispetto ai limiti fissati dalla Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP) e pertanto non risulta alcuna criticità per i lavoratori dell'impianto in progetto.

#### 5.1. CABINA DI CONSEGNA

Il valore della DPA è di 14 m; tale valore evidenzia che non ci sono recettori sensibili all'interno di essa.

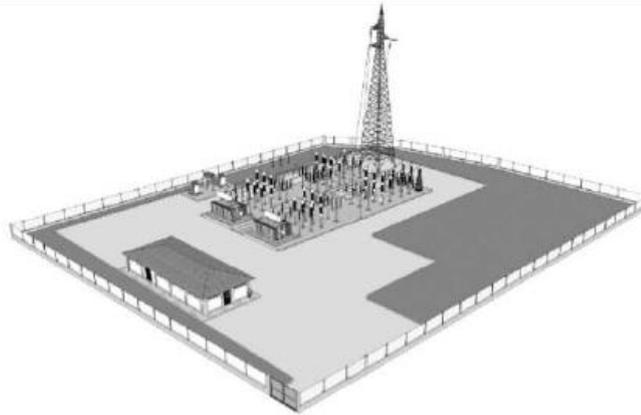
Infatti, la DPA rimane sempre interna al confine di Centrale ad eccezione che sul lato ovest dove per circa 1 m ricade all'esterno. Le aree esterne interessate dalla DPA, oltre ad essere di limitata estensione, non sono caratterizzate dalla presenza di edifici o da luoghi con permanenza di persone superiore alle 4 ore.

Si sottolinea, inoltre, che la stima effettuata è cautelativa in quanto essa si basa sulla corrente pari alla portata massima della linea uscente che è di 870 A. In realtà, nel caso in esame, la massima corrente che può fluire nelle apparecchiature AT della stazione di trasformazione è data dalla taglia del trasformatore e del generatore ad esso collegato, pari a 405 A e quindi significativamente inferiore.

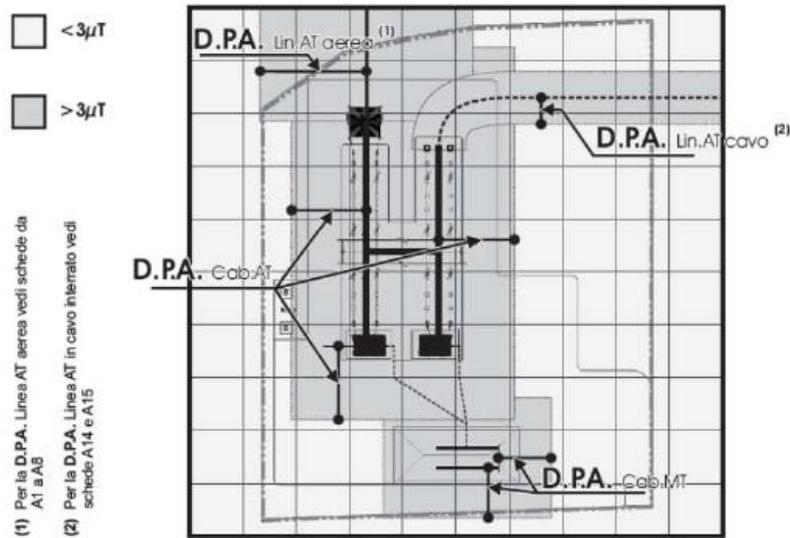
Tale differenza determinerebbe una minor ampiezza della DPA rispetto a quella considerata dell'ordine di qualche metro e quindi tale da far rientrare la DPA all'interno della stazione stessa.



A16 - Cabina primaria isolata in aria (132/150-15/20 kV)



RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



Tipologia trasformatore [MVA]	CABINA PRIMARIA						Riferimento
	D.P.A. Cab. da centro sbarre AT	Distanza tra le fasi AT	Corrente	D.P.A. Cab. da centro sbarre MT	Distanza tra le fasi MT	Corrente	
	m	m	A	m	m	A	
63	14	2.20	870	7	0.38	2332	A16

Figura 3