



REGIONE BASILICATA

Comuni di Banzi, Palazzo San Gervasio, Genzano di Lucania, Oppido Lucano e Acerenza (PZ)



Parco Eolico Piano delle Tavole

VARIANTE NON SOSTANZIALE OPERE RTN (AU D.D. 552/2014)

PROGETTAZIONE



TEN PROJECT S.r.l.

Via A. De Gasperi 61
82018 San Giorgio Del Sannio (BN)
p.i. 01465940623
info@tenprojet.it

PROGETTO DEFINITIVO		DATA : OTTOBRE 2017
		AGGIORN. :
ALLEGATO RTN.b.9	CAMPO MAGNETICO PRODOTTO DA LINEA AEREA AT DI CONNESSIONE TRA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA A 150 KV (con sovrapposizione a quella esistente) E STAZIONE 150/380 KV	SCALA :
VRG WIND 127 Srl		REGIONE BASILICATA Dipartimento Ambiente ed Energia UFFICIO ENERGIA Art. 12 D. lgs 387/03 DD n. <u>1447/23AE</u> del <u>31-10-2018</u> Potenza, li <u>06-11-2018</u> Il Funzionario
 Referenti: Ing. Fedele Manolo FIORINO		
Questo elaborato è di proprietà di Veronagest SpA ed è protetto a termini di legge		

02	OTT.2017	FDM		PSE	VI		ESIGENZE TECNICHE TERNA
01	LUG.2017	FDM		PSE	VI		VARIANTE OPERE RTN (AU D.D. 552 / 2014)
REV.	DATA	sigla	firma	settore	sigla	firma	DESCRIZIONE
			REDAZIONE		CONTROLLO-EMISSIONE		

INDICE

1 Premessa	2
2 Norme e documentazione di riferimento	3
3 Cavidotto in Alta Tensione	6
4 Metodologia di calcolo campo magnetico.....	7
4.1 Definizioni.....	7
4.2 Cenni teorici sul modello utilizzato.....	7
4.3 Metodo di calcolo	8
5 Metodologia di calcolo campo elettrico.....	9
5.1 Cenni teorici	9
6 Linea in cavo interrato in AT	10
6.1 Determinazione della distanza di prima approssimazione (DPA)	11
7 Conclusioni.....	12

1 Premessa

L'obiettivo della relazione è quello di adeguare lo studio di impatto elettromagnetico, effettuato in fase di progettazione definitiva, delle sole opere di connessione alla RTN oggetto della variante non sostanziale relative al parco eolico Piano delle Tavole di potenza complessiva pari a 36 MW ubicato nei comuni di Banzi, Palazzo San Gervasio e Genzano di Lucania, Oppido Lucano ed Acerenza (PZ) della società proponente VRG Wind 127 Srl, precisando che lo stesso impianto risulta autorizzato alla costruzione ed esercizio con decreto dirigenziale n.552/2014.

Nel progetto autorizzato, la STMG inviata da Terna S.p.A prevede che la centrale eolica sia collegata in antenna a 150 kV su una futura Stazione di smistamento a 150 kV della RTN (Stazione di Banzi) da inserire in entra-esce alla linea RTN a 150 kV "Genzano-Forenza-Maschito" previa la realizzazione:

- a) Di una nuova stazione Elettrica di smistamento a 150 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 150 kV "Genzano-Tricarico" (Stazione di Oppido Lucano);
- b) Di un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV di collegamento tra le succitate Stazioni elettriche di smistamento a 150 kV;
- c) Di una nuova Stazione Elettrica di trasformazione 150/380 kV da inserire in entra-esce alla linea 380 kV della RTN Matera-Bisaccia.
- d) di due elettrodotti a 150 kV di collegamento tra la Stazione 380 kV di Genzano e la Stazione di Oppido Lucano

Detta variante si rende necessaria in quanto TERNA ha segnalato alla Società un'interferenza tra l'ultimo tratto della succitata linea aerea RTN a 150 kV, facente parte del progetto autorizzato a VRG Wind 127 Srl, e la sottostazione di trasformazione di un impianto eolico autorizzato dalla Regione Basilicata all'operatore C&C Lucania Srl (tale sottostazione è già stata realizzata).

Questa interferenza impedisce la voltura in favore di Terna dei diritti necessari alla realizzazione, da parte della stessa, delle opere RTN presenti nel progetto autorizzato di Piano delle Tavole.

Per quanto sopra va quindi prevista una modifica del progetto autorizzato che prevede la sostituzione degli ultimi 630 m della linea aerea RTN con circa 505 m di cavo interrato

Per maggiore dettagli fare riferimento alla relazione tecnica RTN.b.1.1-"Relazione tecnica di variante non sostanziale".

2 Norme e documentazione di riferimento

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".
- DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".
- DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".
- "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" APAT.
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo".
- CEI 20-21 "Calcolo della portata di corrente" (IEC 60287).
- 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 I".
- "La protezione dai campi elettromagnetici" - Edizione TNE.
- "Inquinamento elettromagnetico" - P. Bevitori et al. - Maggioli Editore.
- "La valutazione dell'inquinamento elettromagnetico" - Edizione Maggioli Editore.
- RTN.b.1.1-"Relazione tecnica di variante non sostanziale".

La normativa nazionale per la tutela della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici disciplina separatamente le basse frequenze (es. elettrodotti) e le alte frequenze (es. impianti radiotelevisivi, stazioni radio base, ponti radio).

Il 14 febbraio 2001 è stata approvata dalla Camera dei deputati la legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico (L.36/01). In generale il sistema di protezione dagli effetti delle esposizioni agli inquinanti ambientali distingue tra:

- Effetti acuti (o di breve periodo), basati su una soglia, per cui si fissano limiti di esposizione che garantiscono - con margini cautelativi - la non insorgenza di tali effetti;
- Effetti cronici (o di lungo periodo), privi di soglia e di natura probabilistica (all'aumentare dell'esposizione aumenta non l'entità ma la probabilità del danno), per cui si fissano livelli operativi di riferimento per prevenire o limitare il possibile danno complessivo.

E' importante dunque distinguere il significato dei termini utilizzati nelle leggi (riportiamo nella tabella 1 le definizioni inserite nella legge quadro).

Tabella 1: Definizioni di limiti di esposizione, di valori di attenzione e di obiettivi di qualità secondo la legge quadro.

Limiti di esposizione	Valori di CEM che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela dagli effetti acuti.
Valori di attenzione	Valori di CEM che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Essi costituiscono la misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti di lungo periodo.
Obiettivi di qualità	Valori di CEM causati da singoli impianti o apparecchiature da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, attraverso l'uso di tecnologie e metodi di risanamento disponibili. Sono finalizzati a consentire la minimizzazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori ai CEM anche per la protezione da possibili effetti di lungo periodo.

La normativa di riferimento in Italia per le linee elettriche è il DPCM del 08/07/2003 e s.m.i. (G.U. n. 200 del 29.08.2003) "Fissazione dei limiti massimi di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti"; tale decreto, per effetto di quanto fissato dalla legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico, stabilisce:

- I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute della popolazione nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze non contemplate dal D.M. 381/98, ovvero i campi a bassa frequenza (ELF) e a frequenza industriale (50 Hz);
- I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute dei lavoratori professionalmente esposti nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz (esposizione professionale ai campi elettromagnetici);
- Le fasce di rispetto per gli elettrodotti.

Relativamente alla definizione di limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità per l'esposizione della popolazione ai campi di frequenza industriale (50 Hz) relativi agli elettrodotti, il DPCM 08/07/03 propone i valori descritti in tabella 2, confrontati con la normativa europea.

Tabella 2: Limiti di esposizione, limiti di attenzione e obiettivi di qualità del DPCM 08/07/03, confrontati con i livelli di riferimento della Raccomandazione 1999/512CE.

Normativa	Limiti previsti	Induzione magnetica B (T)	Intensità del campo elettrico E (V/m)
DPCM	Limite d'esposizione	100	5.000
	Limite d'attenzione	10	
	Obiettivo di qualità	3	
Racc. 1999/512/CE	Livelli di riferimento (ICNIRP1998, OMS)	100	5.000

Il valore di attenzione di 10 μT si applica nelle aree di gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi, negli ambienti scolastici e in tutti i luoghi in cui possono essere presenti persone per almeno 4 ore al giorno. Tale valore è da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

L'obiettivo di qualità di 3 μT si applica ai nuovi elettrodotti nelle vicinanze dei sopraccitati ambienti e luoghi, nonché ai nuovi insediamenti ed edifici in fase di realizzazione in prossimità di linee e di installazioni elettriche già esistenti (valore inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio). Da notare che questo valore corrisponde approssimativamente al livello di induzione prevedibile, per linee a pieno carico, alle distanze di rispetto stabilite dal vecchio DPCM 23/04/92.

Si ricorda che i limiti di esposizione fissati dalla legge sono di 100 μT per lunghe esposizioni e di 1000 μT per brevi esposizioni.

Per quanto riguarda la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, sentite le ARPA, ha approvato, con Decreto 29 Maggio 2008, "La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".

Tale metodologia, ai sensi dell'art. 6 comma 2 del D.P.C.M. 8 luglio 2003, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto. I riferimenti contenuti in tale articolo implicano che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l'obiettivo di qualità: "Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree di gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a



CAMPO MAGNETICO PRODOTTO DA LINEA AEREA AT DI CONNESSIONE
TRA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA A 150 kV (con sovrapposizione a quella
esistente)

Codice
Revisione
Data di creazione
Data revisione
Pagina

SE.PSG02.RTN.b9
01
28/06/2017
29/06/2017
5 di 12

permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio" (Art. 4).

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto è stato introdotto nella metodologia di calcolo un procedimento semplificato che trasforma la fascia di rispetto (volume) in una distanza di prima approssimazione (distanza).

3 Cavidotto in Alta Tensione

Il cavidotto interrato in alta tensione proposto in variante non sostanziale rappresenta parte del collegamento tra la stazione elettrica 150 kV di Banzi e la stazione elettrica a 150 kV di Oppido Lucano.

Il cavidotto interrato in AT, sarà costituito da 1 terna in cavo estruso interrato, per un tratto di lunghezza pari a 505 m; in particolare il cavo che sarà posato per realizzare il collegamento sarà di tipo ARE4H1H5E con isolamento in XLPE e conduttore in alluminio di sezione pari a 1600 mm², costituiti dai seguenti strati:

- Conduttore a corda rigida rotonda, compatta e tamponata di alluminio;
- Schermo semiconduttore estruso in XLPE;
- Isolante costituito da uno strato di polietilene reticolato XLPE;
- Schermo semiconduttore estruso in XLPE;
- Strato semiconduttore water blocking in poliestere;
- Schermo metallico costituito da nastro e fili di rame;
- Guaina interna in nastro di alluminio;
- Rivestimento protettivo esterno costituito da una guaina di PE nera e grafitata.

I conduttori saranno posati come descritto in elaborato RTN.b.1.1-"Relazione tecnica variante non sostanziale" e rappresentato in elaborato RTN.b.7.1-"Particolari e caratteristiche tecniche dei componenti di elettrodotti aerei at-sezione cavidotto, sezione stallo e particolari capolinea".

4 Metodologia di calcolo campo magnetico

4.1 Definizioni

In riferimento all'allegato del D.M. del 29 Maggio 2008 "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto" si introducono le seguenti definizioni:

Corrente

Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.

Portata in corrente in servizio normale

Corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 par. 2.6 e sue successive modifiche e integrazioni.

Portata in regime permanente

Massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05).

Fascia di rispetto

Spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

Distanza di prima approssimazione (Dpa)

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.

4.2 Cenni teorici sul modello utilizzato

L'induzione magnetica B generata da NR conduttori filiformi, numerati da 0 a $(NR-1)$, può essere calcolata con l'espressione riportata di seguito; si fa notare che solo i conduttori reali contribuiscono al campo magnetico, perché si assume il suolo perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico e non si considerano quindi i conduttori immagine.

$$\vec{B} = -\frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{k=0}^{NR-1} \int_{C_k} \frac{i}{r^3} \vec{r} \times d\vec{l}$$

Dove μ_0 è la permeabilità magnetica del vuoto, NR è il numero dei conduttori (nel nostro caso pari a 3), i la corrente, C_k il conduttore generico, $d\vec{l}$ un suo tratto elementare, r la distanza tra questo tratto elementare ed il punto dove si vuole calcolare il campo.

Il modello adottato (conduttori cilindrici rettilinei orizzontali indefiniti paralleli tra di loro) consente di eseguire facilmente l'integrazione e semplificare i calcoli.

Indicato con Q il punto dove si vuole determinare il campo, definiamo sezione normale il piano verticale passante per Q e ortogonale ai conduttori; indichiamo quindi con P_k il punto dove il generico conduttore C_k interseca la *sezione normale*, e con I_k la corrente nel singolo conduttore (si è preso l'asse z nella direzione dei conduttori).

Con queste posizioni, per l'induzione magnetica in Q si ottiene l'espressione

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{k=0}^{NR-1} \frac{i_k \vec{z} \times (Q - P_k)}{|Q - P_k|^2}$$

La formula indica che l'induzione magnetica è inversamente proporzionale al quadrato della distanza del punto di interesse dai conduttori; esiste inoltre una proporzionalità diretta tra l'induzione e la distanza tra i singoli conduttori di ogni terna.

4.3 Metodo di calcolo

Lo studio dell'impatto elettromagnetico nel caso di linee elettriche aeree e non, si traduce nella determinazione di una fascia di rispetto. Per l'individuazione di tale fascia si deve effettuare il calcolo dell'induzione magnetica basato sulle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea presa in esame. Esso deve essere eseguito secondo modelli tridimensionali o bidimensionali con l'applicazione delle condizioni espresse al paragrafo 6.1 della norma CEI 106-11.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione è possibile:

- 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;
- Proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
- Individuare l'estensione rispetto alla proiezione del centro linea (DPA).

5 Metodologia di calcolo campo elettrico

5.1 Cenni teorici

In generale, per il calcolo del campo elettrico si ricorre al principio delle immagini in base al quale il terreno, considerato come piano equipotenziale a potenziale nullo, può essere simulato con una configurazione di cariche immagini. In altre parole per ogni conduttore reale, sia attivo che di guardia, andrà considerato un analogo conduttore immagine la cui posizione è speculare, rispetto al piano di terra, a quella del conduttore reale e la cui carica è opposta rispetto a quella del medesimo conduttore reale.

In particolare il campo elettrico di un conduttore rettilineo di lunghezza infinita con densità lineare di carica costante può essere espresso come:

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 d} \vec{u}_r$$

Dove:

λ = densità lineare di carica sul conduttore;

ϵ_0 = permittività del vuoto;

d = distanza del conduttore rettilineo dal punto di calcolo;

u_r = versore unitario con direzione radiale al conduttore.

6 Linea in cavo interrato in AT

Per la realizzazione del cavidotto interrato di collegamento in AT proposto in variante non sostanziale saranno considerati tutti gli accorgimenti che consentono la minimizzazione degli effetti elettrici e magnetici sull'ambiente e sulle persone. In particolare, la scelta di operare con linee in AT interrate permette di eliminare la componente elettrica del campo, grazie all'effetto schermante del terreno. Nel caso in questione, lo studio del campo magnetico è stato effettuato, alla tensione nominale di 150 kV, sul seguente tratto di cavidotto così costituito:

- S1: una terna di conduttori di sezione 1600 mm² percorsa da corrente massima pari a 1060 A; I valori del campo magnetico sono stati misurati ad altezza conduttori, al suolo e ad 1 m dal suolo. Più precisamente, i risultati di seguito riportati illustrano, per ognuna delle situazioni richiamate, l'andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori e l'andamento del campo magnetico su di un asse ortogonale all'asse dei conduttori.

S1 - Cavidotto AT ad una terna di sezione 1600 mm² interrata a 1.6 m dal piano di campagna.

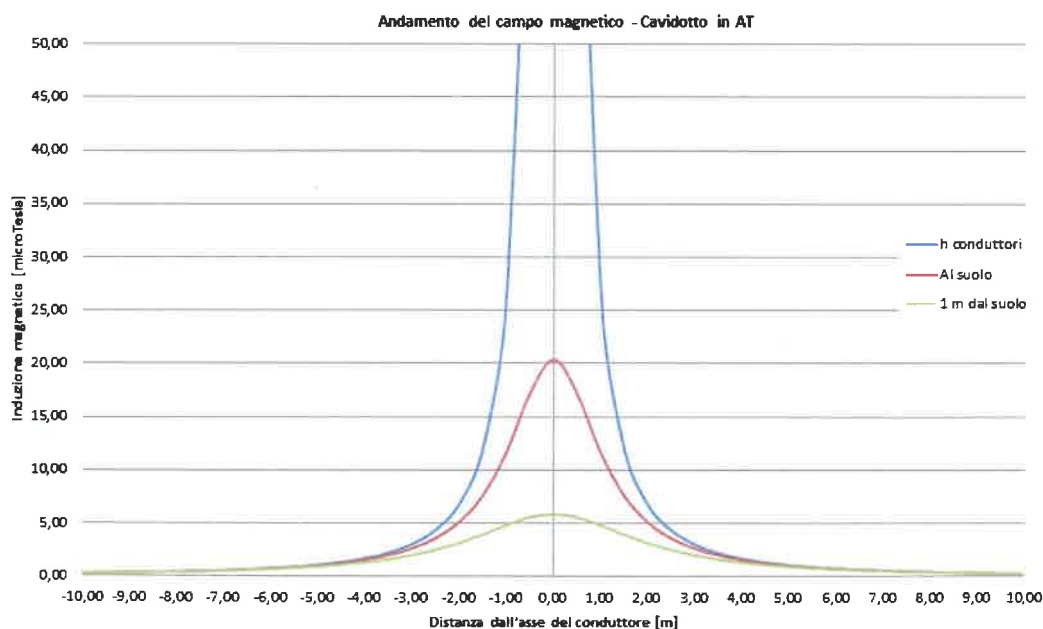


Figura 1: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica - Cavidotto AT.

<i>Distanza dall'asse del cavidotto [m]</i>	<i>Valori di induzione magnetica [μT]</i>		
	<i>Altezza conduttori</i>	<i>Al suolo</i>	<i>Ad 1 m dal suolo</i>
-10,00	0,27	0,27	0,26
-9,00	0,34	0,33	0,32
-8,00	0,43	0,42	0,40
-7,00	0,56	0,54	0,51
-6,00	0,76	0,73	0,67
-5,00	1,10	1,04	0,92
-4,00	1,71	1,58	1,33
-3,00	2,98	2,65	2,01
-2,00	6,81	5,13	3,16
-1,00	26,76	11,68	4,84
0,00	1196,73	20,37	5,87
1,00	26,76	11,68	4,84
2,00	6,81	5,13	3,16
3,00	2,98	2,65	2,01
4,00	1,71	1,58	1,33
5,00	1,10	1,04	0,92
6,00	0,76	0,73	0,67
7,00	0,56	0,54	0,51
8,00	0,43	0,42	0,40
9,00	0,34	0,33	0,32
10,00	0,27	0,27	0,26

**Tabella 3: Andamento del campo elettrico in forma tabellare –
Cavidotto AT 150 kV.**

6.1 Determinazione della distanza di prima approssimazione (DPA)

Il calcolo della DPA per il cavidotto di collegamento in AT simulato si traduce anch'esso graficamente nell'individuazione di una distanza che ha origine dal punto di proiezione dall'asse del cavidotto al suolo e ha termine in un punto individuato sul suolo il cui valore del campo magnetico risulta essere uguale o inferiore ai 3 μ T. Per il caso specifico il valore di 3 μ T è facilmente riscontrabile nella tabella 3 dalla quale si evince che la distanza di prima approssimazione risulta essere pari a ± 3 m rispetto all'asse del cavidotto. Nell'allegato A viene illustrata la rappresentazione grafica della DPA del cavidotto di collegamento in AT proposto in variante non sostanziale, precedentemente simulato.

7 Conclusioni

La determinazione delle DPA è stata effettuata in accordo al D.M. del 29/05/2008 riportando per il cavo interrato in AT proposto in variante non sostanziale la summenzionata DPA.

Dalle analisi, i cui risultati sono riassunti nei grafici e tabelle riportati nei paragrafi precedenti si può desumere quanto segue:

- Per il cavidotto in alta tensione proposto in variante non sostanziale la distanza di prima approssimazione non eccede il range di ± 3 m rispetto all'asse del cavidotto.

All'interno delle aree summenzionate delimitate dalle DPA non risultano recettori sensibili ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere.

Si può quindi concludere che le opere elettriche da realizzare (cavidotto interrato in AT), rispetta la normativa vigente.