

COMUNE
San Marco dei Cavoti (BN)

PROGETTO DI UN CAMPO EOLICO DA 29,4 MW

VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI
PRODOTTI DAI RACCORDI AEREI A 150 KV ALLA STAZIONE DI
RETE DI SAN MARCO DEI CAVOTI

Data 13.04.2021

IL tecnico



STUDIO D'INGEGNERIA

DR. ING. ANTONIO VELE VIA CAMPITZE. 37 - 83017 - ROTONDI AV

1. PREMESSA

Il sottoscritto, Antonio Ing. Vele, iscritto all'Ordine degli ingegneri della provincia di Avellino al n.1410 e con studio in Via Appia,37 Frazione Campitze di Rotondi (AV), ha ricevuto l'incarico di redigere una relazione di valutazione dei campi elettromagnetici generati dai raccordi aerei a 150 KV nel Punto di Consegna, La Sottostazione di Trasformazione sarà ubicata nel Comune di San Marco dei Cavoti precisamente in località Franzese, al foglio 5 particelle 16, 15 e 497 in aderenza alla Stazione Elettrica già autorizzata alla Società Ecoenergia Franzese S.r.l. (D.D. n. 164 del 06.04.2011 e successivi n. 152 del 09.03.2012, n. 238 del 17.04.2012, n. 27 del 23.01.2013, n. 18 del 18.02.2016, n. 153 del 14.06.2016 e n. 81 del 27.02.2020) ed adiacente alla linea esistente a 150KV Colle Sannita – Foiano Val Fortore di proprietà della TERNA Spa.

2. SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE

La Sottostazione di Trasformazione sarà ubicata nel Comune di San Marco dei Cavoti precisamente in località Franzese, al foglio 5 particelle 16, 15 e 497 in aderenza alla Stazione Elettrica già autorizzata alla Società Ecoenergia Franzese S.r.l. (D.D. n. 164 del 06.04.2011 e successivi n. 152 del 09.03.2012, n. 238 del 17.04.2012, n. 27 del 23.01.2013, n. 18 del 18.02.2016, n. 153 del 14.06.2016 e n. 81 del 27.02.2020) ed adiacente alla linea esistente a 150KV Colle Sannita – Foiano Val Fortore di proprietà della TERNA Spa.

La sottostazione sarà il Punto di consegna in cui sarà vettoriata l'energia elettrica prodotta dal campo eolico al GRTN (Gestore Rete Trasmissione Nazionale). La sottostazione sarà formata da un lato di Media ed da un lato di Alta Tensione in entrambi i lati saranno installati contatori, sezionatori e relative protezioni. Il lato Alta Tensione sarà composto da una serie formata da sezionatore, trasformatore di tensione, trasformatore di corrente, interruttore, scaricatori e da un trasformatore di Potenza. Il lato di Media sarà composto da una serie di interruttori e sezionatori disposti in parallelo uno per ogni terna trifase di cavi in arrivo dall'impianto eolico, allocati in una serie di cabine prefabbricate. Nel nostro caso sono ipotizzati tre terne di cavi in arrivo dal sito eolico. Ciascuna cabina sarà costituita da una struttura prefabbricata in cls armato prefabbricato, con tetto di copertura piano dotato di capolino di ventilazione naturale.

STUDIO D'INGEGNERIA

Ciascuna sezione della cabina sarà accessibile dall'esterno tramite porte di alluminio anodizzato o in vetroresina, come da prescrizioni che saranno concordate con il GRTN. Le cabine non ospiteranno stabilmente il personale di manutenzione e gestione dell'impianto. Per la sicurezza del personale durante gli intervalli di ispezione e manutenzione alle apparecchiature elettriche sarà prevista una luce d'emergenza in ciascun vano, nonché spazi e uscite di emergenza idonei a consentire un'agevole fuga in caso di emergenza. Per lo stesso motivo di sicurezza nella cabina di MT saranno installati degli estintori a polvere.

3. GENERALITÀ SULLE EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE

I campi elettrici (E) e magnetici (H) sono onde elettriche e magnetiche che si propagano alla velocità della luce; esse sono caratterizzate dalla frequenza e dall'ampiezza.

I Campi ELF (EXTREMELY LOW FREQUENCY) sono definiti come quelli di frequenza fino a 300 Hz. A frequenza così bassa corrisponde una lunghezza d'onda in aria molto grande e, in situazione pratiche, il campo elettrico e quello magnetico agiscono in modo indipendente l'uno dall'altro e vengono misurati e valutati separatamente.

3.1 CAMPO ELETTRICO

Il campo elettrico E creato in vicinanza di un conduttore in tensione è un vettore la cui intensità rappresenta la forza esercitata dal campo stesso su una carica unitaria e si misura in volt al metro [V/m]. Nel caso di campi alternati sinusoidali, il vettore E oscilla lungo un asse fisso (sorgente monofase) oppure ruota su un piano descrivendo un'ellisse (sorgenti polifase o sorgenti multiple sincronizzate).

Il campo elettrico in ciascun punto dello spazio è dunque un vettore dipendente dal tempo e descritto mediante le sue componenti spaziali lungo tre assi ortogonali:

$$\mathbf{E}(\mathbf{t}) = \mathbf{E}_x(\mathbf{t}) \times \mathbf{r}_x + \mathbf{E}_y(\mathbf{t}) \times \mathbf{r}_y + \mathbf{E}_z(\mathbf{t}) \times \mathbf{r}_z$$

Nel caso particolare di campi alternati sinusoidali le singole componenti spaziali possono essere rappresentate ciascuna mediante un numero complesso o fasore. Tenendo conto che il campo elettrico in vicinanza di oggetti conduttori (persone

incluse) viene generalmente perturbato dagli oggetti stessi, per caratterizzare le condizioni di esposizione si usa il valore del “campo elettrico imperturbato” (cioè il valore del campo che esisterebbe in assenza di oggetti e persone).

3.2 CAMPO MAGNETICO

Il campo magnetico è una grandezza vettoriale. Come nel caso del campo elettrico, in presenza di grandezze sinusoidali, questo vettore oscilla lungo un asse fisso (sorgente monofase) oppure ruota su un piano descrivendo un'ellisse (sorgenti polifase o multiple sincronizzate). L'intensità del campo magnetico, H , si esprime in ampere al metro [A/m].

Spesso il campo magnetico viene espresso in termini di densità di flusso magnetico, B , grandezza anche nota come induzione magnetica. La densità di flusso magnetico è definita in termini di forza esercitata su una carica in movimento nel campo e ha come unità di misura il tesla [T]: un tesla equivale a 1 **weber al metro quadrato [Wb/m²]**, cioè un volt secondo al metro quadrato [Vs/m²]. L'induzione magnetica è legata all'intensità del campo magnetico dalla relazione:

$$\mathbf{B} = \mu \times \mathbf{H}$$

dove:

- $\mu = \mu_r \times \mu_o$ è la permeabilità del mezzo;
- $\mu_o = 4\pi \times 10^{-7}$, H/m è il valore della permeabilità assoluta del vuoto;
- μ_r è la permeabilità relativa, che nel caso dell'aria vale $\mu_r = 1$.

Come il campo elettrico anche il vettore induzione magnetica può essere descritto mediante le sue componenti spaziali lungo tre assi mutuamente ortogonali nel modo seguente:

$$\mathbf{B}(t) = B_x(t) \times \mathbf{r}_x + B_y(t) \times \mathbf{r}_y + B_z(t) \times \mathbf{r}_z$$

e, nel caso di campi alternati sinusoidali, ciascuna componente spaziale può essere

rappresentata mediante un fasore.

4. RIFERIMENTI NORMATIVI

- **LEGGE 22 FEBBRAIO 2001, N. 36** (pubblicata nella *Gazzetta Ufficiale* n. 55 del 7 marzo 2001) "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" l'art. 3 riporta le seguenti definizioni:

a) esposizione: è la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale;

b) limite di esposizione: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori per le finalità di cui all'articolo 1, comma 1, lettera a);

c) valore di attenzione: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere, superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate per le finalità di cui all'articolo 1, comma 1, lettere b) e c). Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge;

d) obiettivi di qualità sono:

- 1) i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite dall'articolo 8;
- 2) i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), ai fini della progressiva miticizzazione dell'esposizione ai campi

medesimi;

- e) elettrodotto: è l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;
- f) esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici: è ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- g) esposizione della popolazione: è ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. ad eccezione dell'esposizione di cui alla lettera f) e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici;
- h) stazioni e sistemi o impianti radioelettrici: sono uno o più trasmettitori, nonché ricevitori, o un insieme di trasmettitori e ricevitori, ivi comprese le apparecchiature accessorie, necessari in una data postazione ad assicurare un servizio di radiodiffusione, radiocomunicazione o radioastronomia;
- i) impianto per telefonia mobile: è la stazione radio di terra del servizio di telefonia mobile, destinata al collegamento radio dei terminali mobili con la rete del servizio di telefonia mobile;
- l) impianto fisso per radiodiffusione: è la stazione di terra per il servizio di radiodiffusione televisiva o radiofonica.

L'art. 4 comma 1, lettera h si riporta la seguente definizione:

“fasce di rispetto per gli elettrodotti; all'interno di tali fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.”

- **D.P.C.M. 8 luglio 2003**(G.U. n. 200 del 29 agosto 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.

- **Art. 3. Limiti di esposizione e valori di attenzione**

- 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 microTesla per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.
- 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 microTesla, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

- **Art. 4. 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 microTesla per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

- **Circolare 15/11/2004 n.25291 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio** Protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici magnetici ed elettromagnetici. Determinazione delle fasce di rispetto (DPCM 8/07/2003).
- **Legge Regione Campania N. 13 Del 24-11-2001** Prevenzione Dei Danni Derivanti Dai Campi Elettromagnetici Generati Da Elettrodotti.
- **La sentenza n. 307 del 7 Ottobre del 2003 della Corte Costituzionale** ha annullato alcuni articoli L.R. 13 del 2001.

5. VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI DEI RACCORDI

Il trasformatore è collegato alla rete mediante sbarre di rame con portata massima di 870 A, pertanto il valore di riferimento nei calcoli sarà la massima portata.

Per motivi cautelativi, l'altezza dell'elettrodotto oggetto di questa relazione viene considerato posto a 4,5 m.

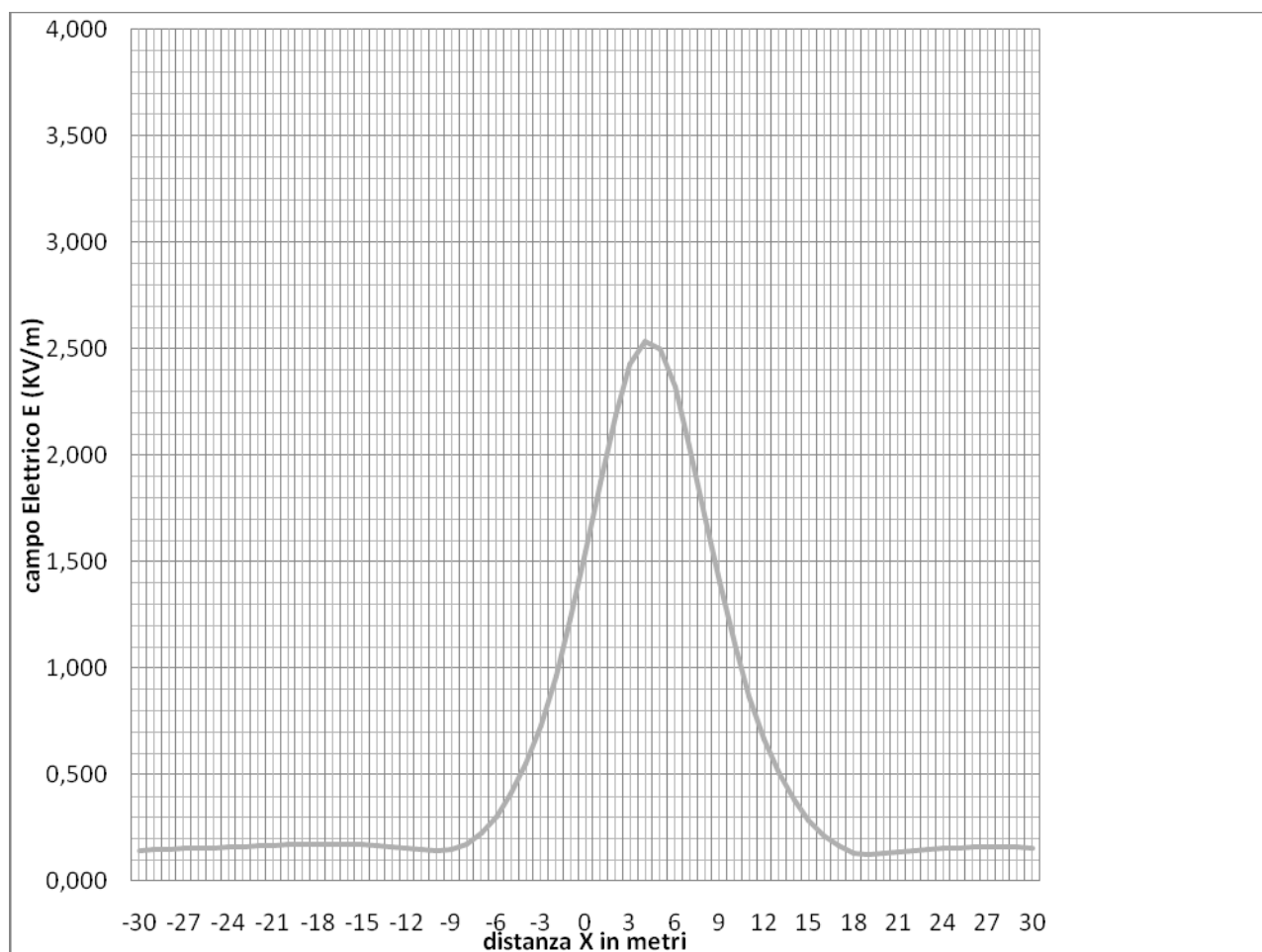
6. FASCE DI RISPETTO.

Per **fasce di rispetto** si intendono quelle definite dalla Legge 22/02/2001 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 D.P.C.M. prevede (art, 6 comma 2) che l'APAT, sentita l'ARPA, definisca la metodologia di calcolo per determinare le fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare.

Con Decreto 29 Maggio 2008 il ministero su indicato ha approvato la metodologia di calcolo per determinare le fasce di rispetto degli elettrodotti.

Lo scopo di questa relazione è quello di determinare la fascia di rispetto degli elettrodotti per i raccordi aerei in semplice Terna a 150 kV tra la Sottostazione di Rete a 150 kV e l'elettrodotto della RTN a 150 kV.

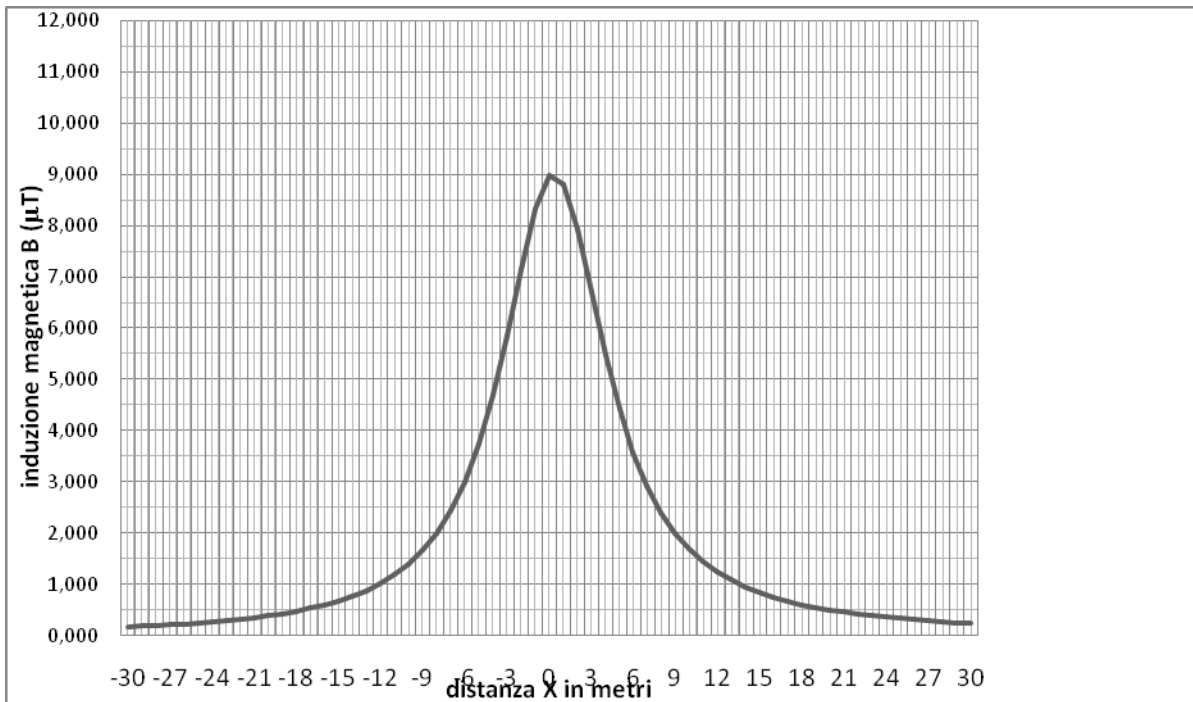


6.1.1. Calcolo della Distanza di prima approssimazione (DpA)

Per il calcolo della fascia di rispetto, si considera il valore a 870 A, pari al valore della portata massima delle sbarre di rame, come definita dalla Norma CEI 11.60.

Andamento campo elettrico

Come si evince dal grafico il campo elettrico è sempre inferiore a 5 KV/m



Andamento dell'induzione magnetica.

Come si evince dai grafici e dalla tabella **TAB Valori** di seguito riportate, l'induzione magnetica presenta dei valori di DpA pari a **7 m** e da un lato a **7 m**. Per maggiore sicurezza si ritiene opportuno considerare come DpA **8 m**.

6.1.2. ridefinizione della distanza di prima approssimazione.

La ridefinizione della distanza di prima approssimazione in conformità col par. 5.1.3. dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

La rappresentazione di tali distanze ed aree di prima approssimazione è riportata nelle planimetrie allegata con fascia DpA.

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

6.1.3. calcolo della fascia di rispetto lungo alcune sezione

Dalla planimetria allegata si evince che all'interno della DpA non ricadono edifici esistenti nei quali è prevista la permanenza prolungata non inferiore alle quattro ore.

Per tanto non è necessario eseguire il calcolo puntuale del campo magnetico, come previsto dal Decreto 29 Maggio 2008.

Il tracciato del nuovo elettrodotto è stato studiato in modo che il valore di induzione magnetica, in corrispondenza dei punti sensibili (abitazioni, aeree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) sia sempre inferiore a 3 μ T in ottemperanza alla Normativa vigente.

Si evidenzia che lungo il tracciato dei raccordi aerei nell'attuale assetto del territorio preso a base del progetto, non sono presenti costruiti di tipo abitativo nella fascia di rispetto.

STUDIO DI INGEGNERIA

DR. ING. ANTONIO VELE VIA CAMPITZE. 39 - 83017 - ROTONDI AV

valori "X"	Ex	Ey	E	Bx	By	B
[m]	[kV/m]	[kV/m]	[kV/m]	[μ T]	[μ T]	[μ T]
-30	-0,007	0,072	0,072	1,059	0,664	0,166
-29	-0,007	0,076	0,076	1,102	0,712	0,179
-28	-0,007	0,079	0,079	1,147	0,765	0,193
-27	-0,007	0,082	0,082	1,195	0,824	0,208
-26	-0,007	0,085	0,085	1,245	0,89	0,225
-25	-0,007	0,088	0,088	1,298	0,963	0,244
-24	-0,007	0,092	0,092	1,354	1,044	0,265
-23	-0,007	0,095	0,095	1,411	1,136	0,289
-22	-0,007	0,098	0,098	1,471	1,238	0,317
-21	-0,007	0,1	0,100	1,533	1,354	0,348
-20	-0,007	0,103	0,103	1,597	1,484	0,384
-19	-0,007	0,105	0,105	1,662	1,63	0,425
-18	-0,007	0,106	0,106	1,727	1,796	0,473
-17	-0,007	0,106	0,106	1,79	1,984	0,529
-16	-0,005	0,105	0,105	1,851	2,198	0,594
-15	-0,004	0,102	0,102	1,907	2,44	0,672
-14	-0,001	0,097	0,097	1,955	2,716	0,765
-13	0,003	0,089	0,089	1,99	3,03	0,878
-12	0,008	0,077	0,077	2,008	3,387	1,015
-11	0,015	0,062	0,064	2,001	3,794	1,183
-10	0,023	0,046	0,051	1,96	4,256	1,394
-9	0,034	0,04	0,052	1,874	4,779	1,659
-8	0,049	0,066	0,082	1,731	5,367	1,998
-7	<u>0,067</u>	<u>0,121</u>	<u>0,138</u>	<u>1,523</u>	<u>6,024</u>	<u>2,436</u>
-6	0,09	0,202	0,221	1,268	6,747	3,005
-5	0,119	0,31	0,332	1,099	7,525	3,744
-4	0,155	0,45	0,476	1,373	8,333	4,692
-3	0,196	0,63	0,660	2,241	9,122	5,856
-2	0,242	0,855	0,889	3,6	9,802	7,150
-1	0,286	1,127	1,163	5,427	10,23	8,322
0	0,318	1,442	1,477	7,684	10,196	8,973
1	0,321	1,782	1,811	10,2	9,433	8,812
2	0,276	2,108	2,126	12,812	7,694	7,931
3	0,175	2,362	2,368	14,877	4,918	6,705
4	0,03	2,485	2,485	15,893	1,368	5,479
5	0,105	2,442	2,444	15,549	2,553	4,422
6	0,228	2,248	2,260	13,976	5,741	3,573
<u>7</u>	<u>0,297</u>	<u>1,955</u>	<u>1,977</u>	<u>11,653</u>	<u>7,975</u>	<u>2,911</u>
8	0,315	1,623	1,653	9,12	9,196	2,398
9	0,295	1,3	1,333	6,767	9,589	2,000

STUDIO DI INGEGNERIA

DR. ING. ANTONIO VELE VIA CAMPITZE. 39 - 83017 - ROTONDI AV

10	0,257	1,011	1,043	4,778	9,419	1,688
11	0,214	0,768	0,797	3,202	8,916	1,440
12	0,171	0,569	0,594	2,023	8,248	1,242
13	0,134	0,41	0,431	1,226	7,522	1,080
14	0,103	0,285	0,303	0,868	6,8	0,948
15	0,078	0,188	0,204	0,931	6,117	0,839
16	0,058	0,114	0,128	1,131	5,488	0,747
17	0,042	0,058	0,072	1,312	4,919	0,669
18	0,03	0,022	0,037	1,444	4,41	0,603
19	0,02	0,02	0,028	1,53	3,958	0,547
20	0,013	0,038	0,040	1,578	3,557	0,498
21	0,007	0,054	0,054	1,599	3,203	0,455
22	0,002	0,067	0,067	1,598	2,891	0,418
23	-0,001	0,076	0,076	1,581	2,615	0,385
24	-0,004	0,083	0,083	1,553	2,372	0,356
25	-0,006	0,087	0,087	1,518	2,156	0,330
26	-0,007	0,089	0,089	1,477	1,965	0,307
27	-0,008	0,091	0,091	1,432	1,796	0,287
28	-0,008	0,091	0,091	1,386	1,645	0,268
29	-0,008	0,09	0,090	1,34	1,511	0,251
30	-0,008	0,088	0,088	1,293	1,391	0,236

7. CONCLUSIONI

Dai paragrafi precedenti, si può affermare che il tracciato dei raccordi destro e sinistro a 150 kV, così come progettato, si sviluppano su aree non a rischio, nel pieno rispetto di quanto prescritto all'art.4 (obiettivi di qualità) del D.P.C.M. 8 Luglio 2003.

8. ALLEGATI

- Planimetrie con indicazione delle DPA

Il tecnico

Ing. Antonio Vele



ntana

Cirasa

10

12

13

14

11

15

Area DPA

1

496

497

16

Stallo Ecoenergia
Franzese S.r.l.

Stallo Ecoenergia
S.r.l.

accesso area Utente

163

Strada

