

# REGIONE SARDEGNA

Provincia del Nord-Est Sardegna

## COMUNI DI LURAS E TEMPIO PAUSANIA



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.
1	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	25/02/22	BASSO G.	FURNO C.	NASTASI A.
0	EMISSIONE PER COMMENTI	17/01/22	BASSO G.	FURNO C.	NASTASI A.

Committente:

# VGE 04

## Volta Green Energy

Piazza Manifattura, 1 - 38068 Rovereto (TN)  
Tel. +39 0464 625100 - Fax +39 0464 625101 - PEC vge04@legalmail.it



Società di Progettazione:

Ingegneria & Innovazione



Via Jonica, 16 - Loc. Belvedere - 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409  
Web: [www.antexgroup.it](http://www.antexgroup.it) e-mail: [info@antexgroup.it](mailto:info@antexgroup.it)

Progetto:

### PARCO EOLICO PETRA BIANCA

Progettista/Resp. Tecnico:

Dott. Ing. Cesare Furno  
Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Catania  
n° 6130 sez. A

Elaborato:

### RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Progettista elettrico:

Dott. Ing. Giuseppe Basso  
Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Siracusa  
n° 1860 sez. A

Scala:

NA

Nome DIS/FILE:

C 20042S05-PD-RT-11-01

Allegato:

1/1

F.to:

A4

Livello:

## DEFINITIVO

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.  
È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.  
La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

ISO 9001  
BUREAU VERITAS  
Certification



Documento informatico firmato digitalmente  
ai sensi dell'art. 24 D.Lgs. 82/2005 e ss.mm.ii

## INDICE

1.	Premessa .....	3
1.1.	Iniziativa.....	5
2.	Dati generali del progetto .....	7
3.	Scopo .....	8
4.	INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	8
5.	CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLE LINEE INTERRATE MT .....	9
5.1.	CEM generato da trincea con 1 circuito (1C).....	10
5.2.	CEM generato da trincea con 5 circuiti (5C).....	11
6.	CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLE LINEE INTERRATE AT .....	12
7.	CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DA CABINE SECONDARIE .....	13
8.	CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DA CABINE PRIMARIE .....	13
9.	RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI .....	14

## 1. Premessa

VGE 04 S.r.l. (di seguito anche la “Società”) è una società appartenente al Gruppo Volta Green Energy (di seguito anche “VGE”).

Volta Green Energy, con sede in 38068 Rovereto (TN), Piazza Manifattura n. 1, iscritta alla CCIAA di Trento al n° 02469060228, REA TN – 226969, Codice Fiscale e Partita IVA 02469060228 opera nel settore della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e nasce dall’esperienza più che decennale di professionisti, con oltre 500 MW di parchi eolici e 100 MW di impianti fotovoltaici sviluppati, costruiti e gestiti.

Ad oggi, Volta Green Energy impiega poco più di una ventina di risorse e svolge in proprio la ricerca, lo sviluppo e la costruzione di nuovi progetti.

Ogni attività è svolta sulla base della conoscenza delle specifiche criticità e nel rispetto degli equilibri sociali, ambientali e territoriali in cui si inseriscono gli impianti in esercizio e le nuove iniziative.

Le attività svolte da Volta Green Energy afferiscono all’intero processo che porta alla produzione di energia da fonti rinnovabili: sviluppo di nuovi progetti, finanziamento, costruzione, Operation & Maintenance, vendita dell’energia; queste attività coinvolgono direttamente l’ambiente e le comunità dove sono presenti gli impianti. Per questo, Volta Green Energy è dotata di un Sistema di Gestione Integrato che include temi etici e legali (D.Lgs. 231/01), requisiti di sistema ambientale (ISO 14001:2015) e di gestione salute e sicurezza (UNI ISO 45001:2018).

Volta Green Energy ha recentemente completato i lavori di una delle prime installazioni eoliche in Italia che, da aprile 2020 con successo, è operativa su base merchant, e cioè si sostiene economicamente senza il ricorso a produzione incentivata.

Si tratta di due ampliamenti di un parco eolico già in esercizio da 48 MW con una potenza aggiuntiva di 18 MW. Tutte le altre attività di realizzazione dei due impianti (ingegneria, permitting, lavori civili ed elettrici, acquisti, consulenze, ecc), le attività di collaudo, nonché gestione, coordinamento e armonizzazione tra tutti i diversi soggetti coinvolti e le rispettive attività, sono state svolte da Volta Green Energy, le cui professionalità avevano portato avanti anche lo sviluppo delle iniziative.

Oggi Volta Green Energy, insieme ad un partner di primaria importanza nel settore delle energie rinnovabili, sta realizzando un impianto eolico della potenza di circa 44 MW, costituito da 9 aerogeneratori dopo aver portato avanti direttamente anche lo sviluppo dell’iniziativa.

VGE 04, anch’essa con sede in 38068 Rovereto (TN), Piazza Manifattura n. 1, iscritta alla CCIAA di Trento al n° 02630420228, REA n° TN - 238605, Codice Fiscale e Partita IVA 02630420228, ha in progetto la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, mediante l’installazione di 14 aerogeneratori di potenza unitaria pari a 6 MW, per una potenza complessiva di 84 MW, sito nei Comuni di Luras e di Tempio Pausania, in provincia del Nord-Est Sardegna (di seguito anche “Parco Eolico Petra Bianca”).

Secondo quanto previsto dalla soluzione di connessione con Codice Pratica 202002705, rilasciata da Terna SpA in data 14/04/2021, poi accettata in data 21/05/2021, l’impianto si collegherà alla RTN per la consegna della energia elettrica prodotta attraverso una sottostazione elettrica utente di trasformazione e consegna (di seguito anche “SSEU”) da collegare

in antenna a 150 kV sulla nuova Stazione Elettrica (SE) di Smistamento della RTN a 150 kV in GIS denominata “Tempio” da inserire in entra – esce alla linea 150 kV “Olbia - Tempio” previa realizzazione di un nuovo elettrodotto di collegamento della RTN a 150 kV tra la SE di Santa Teresa e la nuova SE Buddusò.

Il modello tipo di aerogeneratore (di seguito anche “WTG”) scelto, dopo opportune considerazioni tecniche ed economico finanziarie, è il modello tipo Siemens Gamesa SG170 da 6 MW con altezza mozzo pari a 115 m, diametro rotore pari a 170 m e altezza massima al top della pala pari a 200 m. Questo modello tipo di aerogeneratore è allo stato attuale quello ritenuto più idoneo per il sito di progetto dell’impianto.

L’area interessata dal posizionamento degli aerogeneratori ricade in località Silonis, Calvonaiu, Cae’e Figu/Labias e Bisettara del Comune di Luras e in località La Menta, Monte Cuscuscione, Padru di Lampada, Petra Ruia, Li Espi, Funtana di casa, Tanca Longa e Bonifica Padulo del Comune di Tempio Pausania entrambi in provincia di Nord-Est Sardegna, su una superficie prevalentemente destinata a pascolo.

I terreni sui quali si intende realizzare l’impianto sono tutti di proprietà privata; di questi, quelli su cui è prevista l’installazione degli aerogeneratori sono per lo più già nella disponibilità della Società proponente. Il territorio è caratterizzato da un’orografia prevalentemente collinare, le posizioni delle macchine hanno all’incirca un’altitudine che varia dai 260 m ai 520 m s.l.m.

Il parco eolico in progetto convoglierà l’energia prodotta verso la Sotto Stazione Elettrica (SSEU) in progetto di proprietà di VGE 04 S.r.l. nel Comune di Calangianus, in provincia del Nord-Est Sardegna, nelle particelle 216 e 213 del foglio 45, per la trasformazione e la consegna dell’energia elettrica alla rete di trasmissione nazionale.

Detta Sotto Stazione sarà collegata alla stazione 150 kV “Tempio” nel Comune di Calangianus, in provincia del Nord-Est Sardegna, in catasto nel foglio 45, particella n. 271, da connettere alla rete di trasmissione nazionale.

L’elettrodotto in media tensione (“MT”) collegherà tutti gli aerogeneratori e serve per il vettoriamento dell’energia elettrica prodotta dagli stessi fino alla sottostazione elettrica utente. Un breve tratto di elettrodotto, previsto all’interno di una strada pubblica, ricadrà anche nel territorio del Comune di Aggius.

Le attività di progettazione definitiva e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria Antex Group Srl, con sede in Siracusa.

Antex Group Srl è una società che fornisce servizi globali di consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale, nel settore della transizione ecologica e non solo.

È costituita da selezionati e qualificati professionisti uniti dalla comune esperienza professionale nell’ambito delle consulenze tecniche, ingegneristiche, ambientali, gestionali, legali e di finanza agevolata.

La società pone a fondamento delle proprie attività ed iniziative, i principi fondamentali della qualità, dell’ambiente e della sicurezza come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

### 1.1. Iniziativa

Il progetto cui la presente relazione fa riferimento riguarda la realizzazione di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica, che consta di n. 14 aerogeneratori, di potenza pari a 6 MW ciascuno, per un totale di 84 MW, delle piazzole a servizio degli stessi e delle opere elettriche utente e di connessione alla RTN.

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "Petra Bianca", si intende contribuire al raggiungimento degli obiettivi legati alla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, ricorrendo, in questo caso, alla fonte eolica, tecnologia che assicura:

- la compatibilità con esigenze paesaggistiche e di tutela ambientale;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Il Piano nazionale integrato per l'energia e il clima (PNIEC) per gli anni 2021-2030 è stato predisposto dal MISE, con il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare (ora Ministero della transizione ecologica - MITE) e il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (ora Ministero della mobilità sostenibile - MIMS), in attuazione del Regolamento 2018/1999/UE.

È stato adottato in via definitiva a dicembre 2019 ed è stato poi inviato alla Commissione UE a gennaio 2020, al termine di un percorso avviato nel dicembre 2018.

Di seguito si riportano i principali obiettivi del PNIEC al 2030 per le fonti rinnovabili (FER):

	Obiettivi 2020		Obiettivi 2030	
	UE	ITALIA	UE	ITALIA (PNIEC)
<b>Energie rinnovabili (FER)</b>				
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia	20%	17%	32%	30%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti	10%	10%	14%	22%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi per riscaldamento e raffrescamento			+1,3% annuo (indicativo)	+1,3% annuo (indicativo)

Il PNIEC prevede una percentuale di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia pari al 30%, in linea con gli obiettivi previsti per l'Italia dalla UE, e una percentuale di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia pari al 22% nei trasporti, a fronte del 14% previsto dalla UE.

Inoltre, nel quadro di un'economia a basse emissioni di carbonio, il PNIEC prospetta il phase out del carbone dalla generazione elettrica al 2025.

Gli obiettivi delineati nel PNIEC al 2030 sono destinati ad essere rivisti ulteriormente al rialzo, in ragione dei più ambiziosi target delineati in sede europea con il "Green Deal" (GD), presentato a dicembre 2019 dall'attuale Commissione Ue, guidata da Ursula von Der Leyen.

Il GD punta a realizzare un'economia "neutrale" sotto il profilo climatico entro il 2050, ossia azzerare le emissioni nette di CO2 con interventi in tutti i settori economici, dalla produzione di energia ai trasporti, dal riscaldamento/raffreddamento degli edifici alle attività agricole, nonché nei processi manifatturieri, nelle industrie "pesanti" e così via.

Tra i temi più importanti su energia e ambiente del GD:

- la possibilità di eliminare i sussidi ai combustibili fossili e in particolare le esenzioni fiscali sui carburanti per navi e aerei, seguendo la logica che il costo dei mezzi di trasporto deve riflettere l'impatto di tali mezzi sull'ambiente;
- la possibilità di adottare una "carbon border tax" per tassare alla frontiera le importazioni di determinati prodotti, in modo che il loro prezzo finale rispecchi il reale contenuto di CO2, ossia la quantità di CO2 rilasciata nell'atmosfera per produrre quelle merci;
- **Decarbonizzare il mix energetico, puntando in massima parte sulle rinnovabili**, con la contemporanea rapida uscita dal carbone.

Nel settembre 2020 la Commissione ha proposto di **elevare l'obiettivo della riduzione delle emissioni di gas serra per il 2030, compresi emissioni e assorbimenti, ad almeno il 55% rispetto ai livelli del 1990.**

Sono state prese in considerazione tutte le azioni necessarie in tutti i settori, compresi un aumento dell'efficienza energetica e dell'energia da fonti rinnovabili, in maniera da garantire il progredire verso un'economia climaticamente neutra e gli impegni assunti nel quadro dell'accordo di Parigi.

Obiettivi chiave per il 2030:

- una riduzione almeno del 40% delle emissioni di gas a effetto serra (rispetto ai livelli del 1990)
- una **quota almeno del 32% di energia rinnovabile**
- un miglioramento almeno del 32,5% dell'efficienza energetica.

L'obiettivo della riduzione del 40% dei gas serra è attuato mediante il sistema di scambio di quote di emissione dell'UE (il cd ETS), il regolamento sulla condivisione degli sforzi con gli obiettivi di riduzione delle emissioni degli Stati membri, e il regolamento sull'uso del suolo, il cambiamento di uso del suolo e la silvicoltura. In tal modo tutti i settori contribuiranno al conseguimento dell'obiettivo del 40% riducendo le emissioni e aumentando gli assorbimenti.

Al fine di mettere in atto e realizzare questi obiettivi chiave, **il 14 luglio 2021 la Commissione europea ha adottato un pacchetto di proposte per rendere le politiche dell'UE in materia di clima, energia, uso del suolo, trasporti e fiscalità idonee a ridurre le emissioni nette di gas serra di almeno il 55% entro il 2030, rispetto ai livelli del 1990** (cd. Pacchetto Fit for 55).

Il pacchetto contiene in tutto 13 nuove proposte legislative per riformare diversi settori e prevede innanzitutto di rivedere il sistema di scambio di quote di carbonio denominato ETS, che, nello specifico, viene anche allargato al settore marittimo; viene introdotto un nuovo sistema parallelo riservato ai trasporti su strada e ai sistemi di riscaldamento degli edifici.

I target di abbattimento delle emissioni del vecchio sistema ETS entro il 2030 passano dal -43% al -61% sui livelli del 2005. Il nuovo ETS, invece, avrà un obiettivo di taglio emissioni del 43% al 2030 sui livelli del 2005 e sarà in vigore dal 2025.

È prevista altresì la **revisione della direttiva RED (Renewable Energy Directive) sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili**. La Commissione ha stabilito nuovi target vincolanti sulle fonti pulite, precisando anche

quali fonti di energia possono essere considerate pulite. **La direttiva sulle energie rinnovabili fisserà un obiettivo maggiore per produrre il 40% della nostra energia da fonti rinnovabili entro il 2030.** Tutti gli Stati membri contribuiranno a questo obiettivo e verranno proposti obiettivi specifici per l'uso delle energie rinnovabili nei trasporti, nel riscaldamento e raffreddamento, negli edifici e nell'industria. La produzione e l'uso di energia rappresentano il 75% delle emissioni dell'UE e, quindi, è fondamentale accelerare la transizione verso un sistema energetico più verde.

La neutralità climatica nell'UE entro il 2050 e l'obiettivo intermedio di riduzione netta di almeno il 55% delle emissioni di gas serra entro il 2030 hanno costituito il riferimento per l'elaborazione degli investimenti e delle riforme in materia di Transizione verde contenuti nei Piani nazionali di ripresa e resilienza, fulcro del programma Next Generation EU (NGEU), il pacchetto da 750 miliardi di euro, costituito per circa la metà da sovvenzioni, concordato dall'Unione Europea in risposta alla crisi pandemica dovuta al coronavirus.

Il Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) italiano delinea, fra l'altro, un aggiornamento degli obiettivi del PNIEC e della Strategia di lungo termine per la riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra, per riflettere anche le modifiche intervenute in sede europea, in particolare l'approvazione definitiva del Pacchetto legislativo europeo Fit for 55.

Nelle more di tale aggiornamento, il MITE ha adottato il Piano per la transizione ecologica (PTE), che fa da raccordo tra il Green Deal europeo e il PNRR. Il PTE indica un nuovo obiettivo nazionale di riduzioni emissioni climalteranti al 2030 e la necessità di operare ulteriori riduzioni di energia primaria rispetto a quanto già disposto nel PNIEC: la riduzione di energia primaria dovrebbe passare dal 43 al 45% (rispetto allo scenario energetico base europeo Primes 2007) da ottenere nei comparti a maggior potenziale di risparmio energetico come residenziale e trasporti, grazie anche alle misure avviate con il PNRR.

Inoltre, entro il 2025 il carbone non dovrà essere più utilizzato per la produzione di energia elettrica, che nel 2030 dovrà provenire per il 72% da fonti rinnovabili (nuova capacità da installare pari a circa 70-75 GW), fino a livelli prossimi al 95-100% nel 2050.

## 2. Dati generali del progetto

L'installazione dei 14 aerogeneratori è prevista nei Comuni di Luras e Tempio Pausania, la sottostazione elettrica utente di trasformazione sarà realizzata nel Comune di Calangianus.

Il progetto prevede l'adeguamento di tratti di strada esistenti, in particolare di strade comunali e la realizzazione di nuova viabilità a servizio degli aerogeneratori di progetto, ossia di una rete viaria interna al parco che si snoderà seguendo lo sviluppo degli esistenti tratturi non vincolati.

Tale progetto prevede, inoltre, la realizzazione di cavidotti d'interconnessione fra le macchine di progetto e di vettoriamento fino alla sottostazione elettrica utente di trasformazione, prevista nel Comune di Calangianus.

Sia i cavidotti di interconnessione fra gli aerogeneratori (i cosiddetti cavidotti interni) sia i cavidotti di vettoriamento alla sottostazione di trasformazione utente (i cosiddetti cavidotti esterni) seguiranno un tracciato interrato, ricadente nei territori comunali di Luras, Tempio Pausania, Calangianus e Aggius.

### 3. Scopo

Scopo della presente relazione tecnica è la valutazione del campo elettromagnetico generato dalla stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV denominata SSEU-VGE04, dal cavidotto interrato AT a 150 kV di collegamento tra la SSEU-VGE04 e la nuova SE-Smistamento "Tempio", dalle cabine secondarie, dalle linee interrate MT che collegano l'impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, denominato **Impianto Eolico "Petra Bianca"**.

### 4. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 µT) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 µT) e l'obiettivo di qualità (3 µT) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. "La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA). Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 µT del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

In particolare, al fine di agevolare/semplificare:

- l'iter autorizzativo relativo alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti (linee e cabine elettriche);
- le attività di gestione territoriale relative a progettazioni di nuovi luoghi tutelati e a richieste di redazione dei piani di gestione territoriale, inoltrate dalle amministrazioni locali.

Le DPA permettono, nella maggior parte delle situazioni, una valutazione esaustiva dell'esposizione ai campi magnetici. Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato (§ 3.2), la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto **ad esclusione di:**

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);
  - linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
  - linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
  - linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree - Figura 1);
- in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

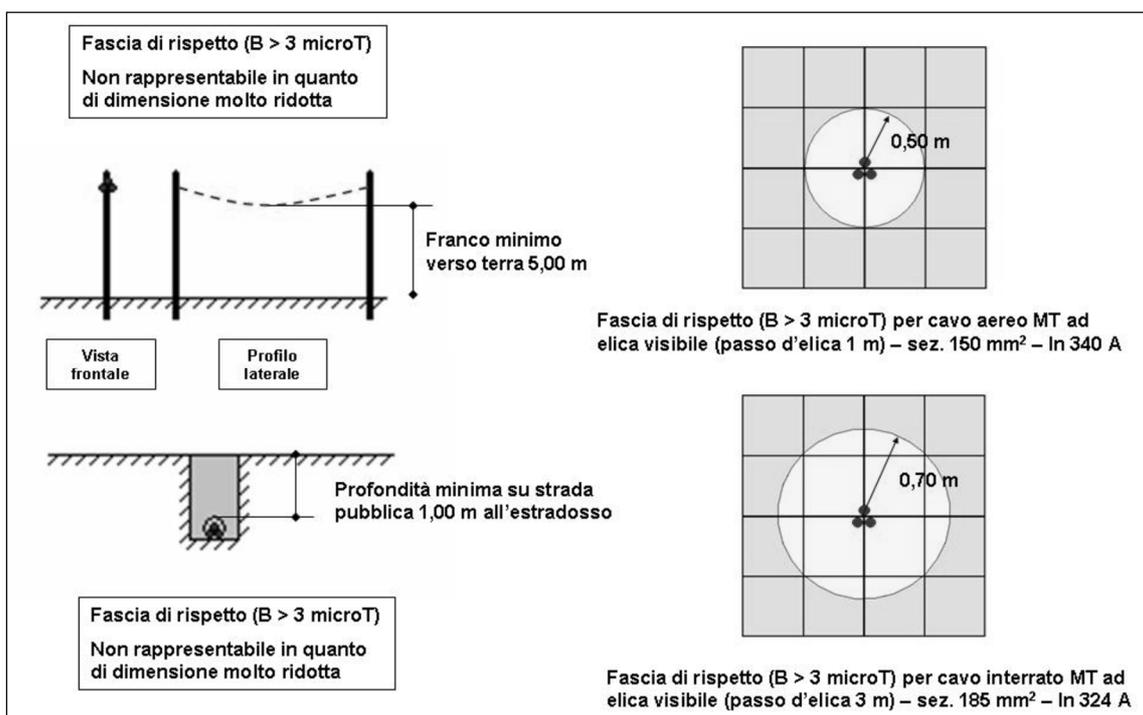


Figura 1 – Curve di livello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica

Si evidenzia infine che le fasce di rispetto (comprese le correlate DPA) non sono applicabili ai luoghi tutelati esistenti in vicinanza di elettrodotti esistenti. In tali casi, l'unico vincolo legale è quello del non superamento del valore di attenzione del campo magnetico (10  $\mu\text{T}$  da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio); solo ove tale valore risulti superato, si applicheranno le disposizioni dell'art. 9 della Legge 36/2001.

## 5. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLE LINEE INTERRATE MT

L'intensità del campo elettrico generato da linee interrate è insignificante già al di sopra delle linee stesse grazie all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

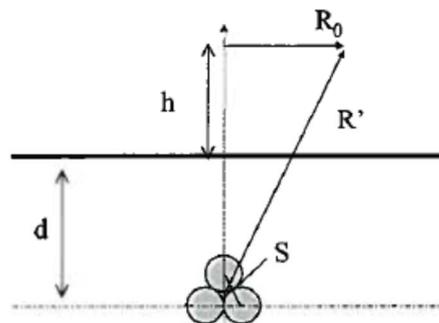
Per quanto riguarda l'intensità del campo magnetico, poiché le linee elettriche interrate MT (aventi sezione pari al max 630 mm<sup>2</sup>, ad una profondità di 1,0 m), relative all'impianto eolico in oggetto, saranno realizzati mediante la posa di cavi unipolari posati a trifoglio, si vuole valutare l'impatto elettromagnetico generato dai cavidotti interrati MT adottando la

metodologia di calcolo illustrata nella Norma CEI 106-11, che riportiamo di seguito:

**b) Cavi unipolari posati a trifoglio**

Lo schema di posa in questo caso è illustrato nella Figura 12. Si può quindi ricorrere alle relazioni approssimate viste per le linee aeree con conduttori a triangolo

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \text{ [\mu T]} \quad R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ [m]} \quad (20)$$



**Figura 12 – Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con posa a trifoglio oltre le quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità (d è la profondità del centro del conduttore)**

I valori di DPA dipendono solo dalla geometria dei conduttori e dai valori di corrente che le attraversano.

**5.1. CEM generato da trincea con 1 circuito (1C)**

Il progetto prevede linee MT a 1 circuito (1C) a singola terna di conduttori unipolari (con posa di tipo interrata a trifoglio) attraversate dai seguenti valori di corrente:

- $I = 128,3 \text{ A}$  e  $S = 41 \text{ mm}$  (conduttori da  $150 \text{ mm}^2$ );
- $I = 256,6 \text{ A}$  e  $S = 42 \text{ mm}$  (conduttori da  $185 \text{ mm}^2$ );
- $I = 128,3 \text{ A}$  e  $S = 49 \text{ mm}$  (conduttori da  $300 \text{ mm}^2$ );
- $I = 384,9 \text{ A}$  e  $S = 53 \text{ mm}$  (conduttori da  $400 \text{ mm}^2$ );
- $I = 384,9 \text{ A}$  e  $S = 56 \text{ mm}$  (conduttori da  $500 \text{ mm}^2$ );
- $I = 384,9 \text{ A}$  e  $S = 61 \text{ mm}$  (conduttori da  $630 \text{ mm}^2$ ).

Adottando la formula approssimata per i casi precedentemente esposti si ottiene:

a)  $R' = 0,286 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 0,286 \cdot \sqrt{(0,041 \cdot 128,3)} = 0,66 \text{ m}$

Poiché la profondità di posa della terna è di 1 m, il valore di induzione magnetica emesso da questa terna è minore di  $3 \text{ }\mu\text{T}$  già al livello del suolo. Questo implica, per questo caso, un valore di DPA pari a 0 m.

b)  $R' = 0,286 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 0,286 \cdot \sqrt{(0,042 \cdot 256,6)} = 0,94 \text{ m}$

Poiché la profondità di posa della terna è di 1 m, il valore di induzione magnetica emesso da questa terna è minore di  $3 \text{ }\mu\text{T}$  già al livello del suolo. Questo implica, per questo caso, un valore di DPA pari a 0 m.

c)  $R' = 0,286 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 0,286 \cdot \sqrt{(0,049 \cdot 128,3)} = 0,72 \text{ m}$

Poiché la profondità di posa della terna è di 1 m, il valore di induzione magnetica emesso da questa terna è minore di 3  $\mu$ T già al livello del suolo. Questo implica, per questo caso, un valore di DPA pari a 0 m.

d)  $R' = 0,286 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 0,286 \cdot \sqrt{(0,053 \cdot 384,9)} = 1,29 \text{ m}$

**In via precauzionale, arrotondando al metro superiore, si ottiene una DPA pari a 2 m (e una fascia totale pari a 4 m) per le linee MT da 400 mm<sup>2</sup> a singolo circuito.**

e)  $R' = 0,286 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 0,286 \cdot \sqrt{(0,056 \cdot 384,9)} = 1,33 \text{ m}$

**In via precauzionale, arrotondando al metro superiore, si ottiene una DPA pari a 2 m (e una fascia totale pari a 4 m) per le linee MT da 500 mm<sup>2</sup> a singolo circuito.**

f)  $R' = 0,286 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 0,286 \cdot \sqrt{(0,061 \cdot 384,9)} = 1,39 \text{ m}$

**In via precauzionale, arrotondando al metro superiore, si ottiene una DPA pari a 2 m (e una fascia totale pari a 4 m) per le linee MT da 630 mm<sup>2</sup> a singolo circuito.**

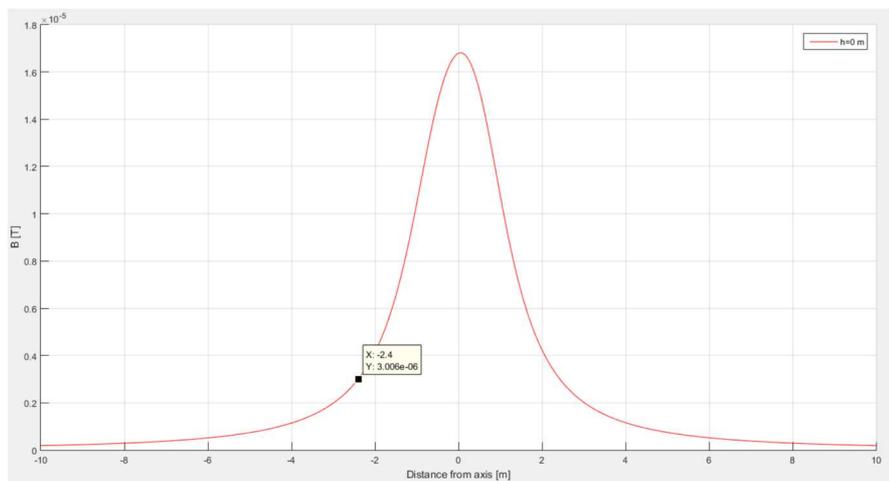
## 5.2. CEM generato da trincea con 5 circuiti (5C)

Il caso peggiore è costituito da cinque terne di conduttori posati a trifoglio distanti tra loro 0,25 m, ad una profondità di 1 m e attraversati rispettivamente dalle seguenti correnti:

- $I_{n1} = 384,9 \text{ A}$  e  $S = 61 \text{ mm}$  (conduttori da 630 mm<sup>2</sup>) - Linea 1;
- $I_{n2} = 256,6 \text{ A}$  e  $S = 56 \text{ mm}$  (conduttori da 500 mm<sup>2</sup>) - Linea 2;
- $I_{n3} = 384,9 \text{ A}$  e  $S = 61 \text{ mm}$  (conduttori da 630 mm<sup>2</sup>) - Linea 3;
- $I_{n4} = 384,9 \text{ A}$  e  $S = 56 \text{ mm}$  (conduttori da 500 mm<sup>2</sup>) - Linea 4;
- $I_{n5} = 384,9 \text{ A}$  e  $S = 53 \text{ mm}$  (conduttori da 400 mm<sup>2</sup>) - Linea 5;

Per tale calcolo non si possono usare le formule approssimate indicate nelle Norma CEI 106-11, ma si deve fare riferimento esclusivamente al modello di calcolo standardizzato trattato dalla Norma CEI 211-4 e applicando il principio di sovrapposizione degli effetti.

Si calcolano infatti i valori di induzione magnetica di ogni linea geometricamente riferita ad uno stesso sistema di riferimento cartesiano, sommando poi puntualmente i rispettivi valori di induzione magnetica.



Come mostrato dal grafico si ottiene un valore di DPA pari a 2,4 m.

**In via precauzionale, arrotondando al metro superiore, si ottiene una DPA pari a 3 m, per una fascia totale pari a 6 m.**

## 6. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLE LINEE INTERRATE AT

L'intensità del campo elettrico generato da linee interrato è insignificante già al di sopra delle linee stesse grazie all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno. Questo non è vero per l'intensità del campo magnetico, in quanto le guaine dei cavi non costituiscono un'efficace schermatura a tale riguardo. La distribuzione del campo magnetico presenta un picco in corrispondenza dell'asse della linea e si riduce rapidamente allontanandosi dallo stesso.

La linea elettrica interrata AT, relativamente l'impianto utente per la connessione alla RTN, sarà eseguita tramite posa di tipo interrato a trifoglio con singola terna di conduttori aventi sezione pari a 400 mm<sup>2</sup> (diametro 24 mm), ad una profondità di 1,6 m e distanti tra loro 0,20 m, una corrente massima pari a 359,24 A.

La metodologia di calcolo è illustrata nella Norma CEI 106-11, che riportiamo di seguito:

**b) Cavi unipolari posati a trifoglio**

Lo schema di posa in questo caso è illustrato nella Figura 12. Si può quindi ricorrere alle relazioni approssimate viste per le linee aeree con conduttori a triangolo

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} [\mu T] \quad R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} [m] \quad (20)$$

**Figura 12 – Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con posa a trifoglio oltre le quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità (d è la profondità del centro del conduttore)**

Otteniamo un valore della DPA pari a:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} = 0,286 \cdot \sqrt{0,024 \cdot 359,24} = 0,84 \text{ m}$$

si ottiene una DPA pari a 1 m, per una fascia totale di rispetto pari a 2 m.

Considerando invece la massima portata ammissibile per il raccordo interrato con conduttore da 400 mm<sup>2</sup> che è pari a 710 A, otteniamo un valore di DPA pari a:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} = 0,286 \cdot \sqrt{0,024 \cdot 710} = 1,2 \text{ m}$$

**In via precauzionale, arrotondando al metro superiore, si ottiene una DPA pari a 2 m, per una fascia totale di**

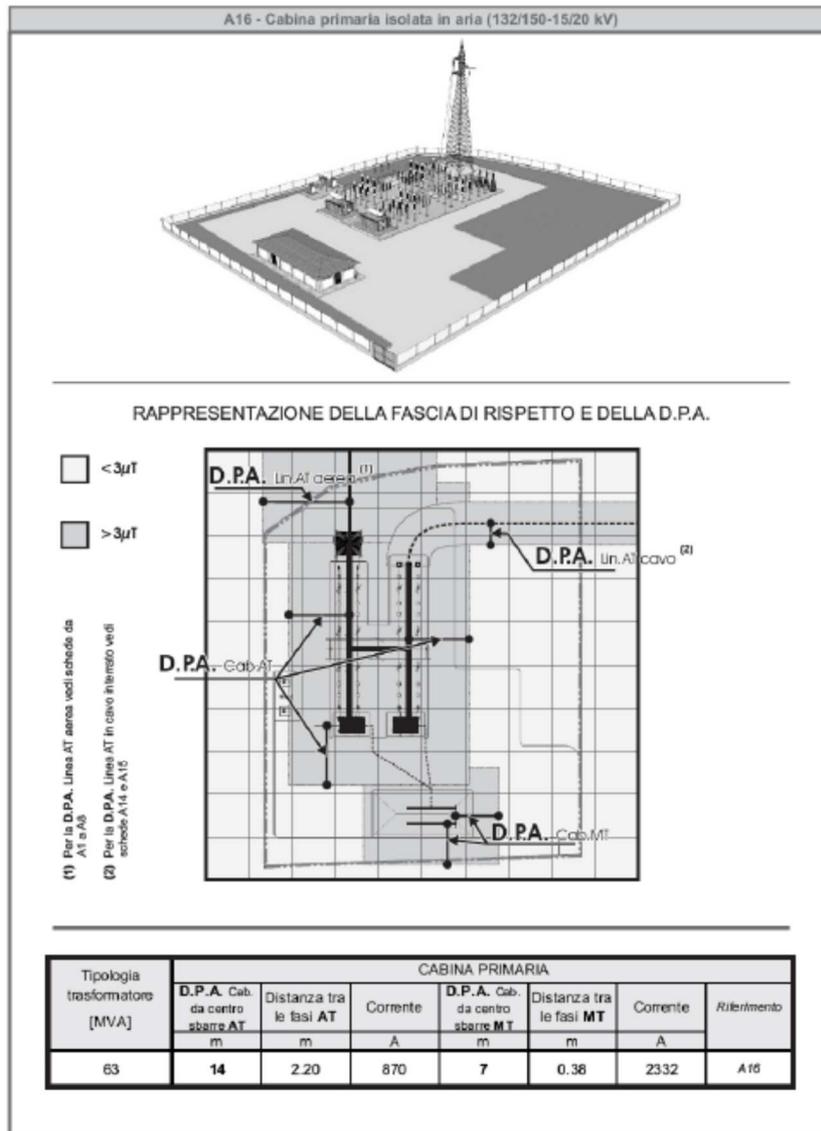
rispetto pari a 4 m.

**7. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DA CABINE SECONDARIE**

Così come indicato nel documento “Linea Guida per l’applicazione del § 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.05.08. Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche [Enel Distribuzione S.p.A. – Divisione Infrastrutture e Reti – QSA/IUN]”, può essere presa in considerazione una DPA per le cabine elettriche pari a: 2m.

**8. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DA CABINE PRIMARIE**

Così come indicato nel documento “Linea Guida per l’applicazione del § 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.05.08. Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche [Enel Distribuzione S.p.A. – Divisione Infrastrutture e Reti – QSA/IUN]”, può essere presa in considerazione una DPA per le cabine primarie pari a: 14m.



Considerato che la SSE Utente presenta le seguenti caratteristiche:

- un trasformatore di 100 MVA;
- Potenza nominale dell'impianto 84,0 MW;
- le correnti in gioco saranno di circa 359,24 A (lato AT);

si possono adottare i seguenti valori di DPA anche per la SSE Utente:

- DPA da centro sbarre AT = 14 m;
- DPA da centro sbarre MT = 7 m.

## 9. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

- Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08. Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche. [Enel Distribuzione S.p.A. – Divisione Infrastrutture e Reti – QSA/IUN].
- 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”.
- DM 21 marzo 1988, n. 449 “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne” e s.m.i..
- CEI 11-60 “Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100 kV”.
- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”.
- 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”.
- CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche”.
- Rapporto CESI-ISMES A8021317 “Valutazione teorica e sperimentale della fascia di rispetto per cabine primarie”.

L'elenco normativo è riportato soltanto a titolo di promemoria informativo; esso non è esaustivo per cui eventuali leggi o norme applicabili, anche se non citate, verranno comunque applicate.