REGIONE LIGURIA

Provincia di Savona

# REGIONE LIGURIA
# PROVINCIA DI SAVONA

## PARCO EOLICO "BRIC DELL'EREMITA" (27MW)
## nei Comuni di Cairo Montenotte e Pontinvrea

Firmato digitalmente da:
viara samuele
Ruolo: Ingegnere
Descrizione: Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo, Sezione: A, Settore: a-b-c, Numero di iscrizione: A1949, Data di iscrizione: 14/01/2009, Data di abilitazione: 2003 - Sessione n.2
Organizzazione: Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo
Data: 24/02/2025 19:47:16

| DATA | EMISSIONE |
|---|---|
| *Agosto 2024* | *Valutazione di Impatto Ambientale - Verifica di assoggettabilità* |
| *Settembre 2024* | *Integrazione documentale - Verifica di assoggettabilità* |
| *Gennaio 2025* | *Integrazioni - Verifica di assoggettabilità* |
| *Febbraio 2025* | *Integrazioni volontarie* |
| | |


*PROGETTISTI:*

*Ing. Samuele Viara*

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1949 Dott. Ing. Samuele Viara

*Dott. For. Giorgio Curetti*

ORDINE DOTTORI AGRONOMI E FORESTALI
Dott. Giorgio Curetti
N. 232 ALBO
CUNEO

*SOCIETA' PROPONENTE:*

*Trynyty Wind S.r.l*
*Lungotevere dei Mellini 7*
*00193 Roma (RM)*
*C.F e P.IVA 17284761008*


Valutazione impatto elettromagnetico

ELABORATO

04W.R.26

# Sommario

1. Premessa ..... 2
2. SOCIETA' PROPONENTE ..... 3
3. INDICAZIONI GENERALI ..... 5
4. Normativa ..... 6
5. LIMITI DI CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO ..... 8
6. L'IMPIANTO ..... 12
   - Induzione magnetica dei conduttori in MT interrati ..... 15
   - Induzione magnetica degli aerogeneratori ..... 25
   - Campi elettrici ..... 25
7. Conclusioni ..... 25

# 1. Premessa

La società **TRYNYTY WIND Srl**, d'ora in avanti il Proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella provincia del SAVONA, in agro dei comuni di PONTINVREA e CAIRO MONTENOTTE e MALLARE (solo per la parte di connessione).

L'impianto, denominato parco eolico "BRIC EREMITA", sarà costituito da n.6 aerogeneratori di potenza unitaria nominale fino a 4,5 MW, per una potenza installata fino a 27 MW.

Data la potenza dell'impianto, superiore ai 10.000 kW, il servizio di connessione sarà erogato in alta tensione (AT), ai sensi della Deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 23 luglio 2008 n.99 e s.m.i.

Gli aerogeneratori producono energia elettrica in bassa tensione (690V) e sono pertanto dotati di un trasformatore MT/BT ciascuno, alloggiato all'interno dell'aerogeneratore stesso e in grado di elevare la tensione a quella della rete del parco. Quest'ultima è costituita da un elettrodotto interrato in media tensione (36kV), tramite il quale l'energia elettrica viene convogliata dall'impianto, attraverso un collegamento in antenna a 36 kV, ad una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "MAGLIANO – VADO LIGURE".

Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento dell'impianto sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

Le opere progettuali sono quindi sintetizzate nel seguente elenco:

- parco eolico composto da 6 aerogeneratori, da 4,5 MW ciascuno, con torre di altezza fino a 112 m e diametro del rotore fino a 136 m, e dalle relative opere civili connesse quali, le strade di accesso, piazzole e fondazioni;
- impianto di utenza per la connessione alla RTN, consistente in un collegamento in antenna a 36 kV, ad una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "MAGLIANO – VADO LIGURE".

I progetti del tipo in esame rispondono a finalità di interesse pubblico (riduzione dei gas ad effetto serra, risparmio di fonti fossili scarse ed importate) ed in quanto tali sono indifferibili ed urgenti, come stabilito dalla legge 1° giugno 2002, n. 120, concernente "Ratifica ed esecuzione

del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997" e dal D.Lgs. 29 dicembre 2003, n.387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" e s.m.i.

Scopo del presente documento è stimare le emissioni elettro-magnetiche connesse all'esercizio del parco eolico "BRIC EREMITA", che la società TRYNYTY WIND Srl propone di realizzare in agro dei comuni di PONTINVREA e CAIRO MONTENOTTE e MALLARE (SV), definendo eventuali fasce di rispetto dalle componenti dell'impianto.

La presente relazione è redatta considerando le modifiche apportate nelle ultime integrazioni presentate a gennaio 2025.

# 2. SOCIETA' PROPONENTE

**TRYNYTY WIND srl**, è una Società attiva nello sviluppo di Impianti di energia rinnovabile.

**TRYNYTY WIND srl**

- Lungotevere dei Mellini, 7
- 00193 ROMA (RM) – Italia
- Codice Fiscale e Partita IVA 17284761008

**TRYNYTY WIND srl**

TRYNYTY WIND srl è una società specializzata nella consulenza e progettazione nell'ambito delle energie rinnovabili, in particolare da fonte fotovoltaica ed eolica in Italia, fondata da professionisti con esperienza di oltre 20 anni nel settore. In particolare, la società, sebbene di recente costituzione, è stata fondata da professionisti che hanno sviluppato nel corso degli anni le professionalità essenziali per operare in modo serio nel settore:

- **Diversificazione**: nel campo dell'ingegneria aerospaziale, agronomia e territorio, legale e finanziaria;
- **Esperienza**: attività professionale decennale maturata nei singoli settori interessati, come liberi professionisti e nell'ambito di organizzazioni aziendali multinazionali (Deutsche Bank, Engie);
- **Network**: grazie alla lunga esperienza nel settore, la società può contare su una rete

di contatti consolidati in ogni ambito specialistico, fondamentale per la realizzazione di progetti di elevato livello qualitativo: trasporti, naturalistico, botanico, forestale, geologico, topografico, agronomico, architettonico, archeologico, geologico. Nel corso degli anni spesi sul campo, i soci di Trynyty Wind hanno inoltre sviluppato forti connessioni con fornitori di materie prime e manodopera specializzata;

- **Presenza locale**: i professionisti di Trynyty Wind sono in grado di coprire l'intero territorio nazionale, facendo tesoro delle pregresse esperienze e, una volta individuata l'area di interesse, i soci fondatori dedicano tempo ed attenzione alla conoscenza delle dinamiche del luogo, garantendo la loro diretta presenza in loco quanto più possibile, solitamente coadiuvati da persone di fiducia sul territorio;
- **Portata internazionale**: i soci di Trynyty Wind hanno trascorso lunghi periodi di lavoro all'estero (principalmente UK e Spagna) e ciò consente a Trynyty Wind di poter mantenere rapporti con importanti player internazionali o comunque con approccio internazionale.

ETICA, TRASPARENZA e RISPETTO associate ad una elevata professionalità sono le principali caratteristiche che contraddistinguono la Società coinvolta in questa esperienza progettuale da cui nasce l'idea del PARCO EOLICO "BRIC EREMITA".

# 3. INDICAZIONI GENERALI

Si definisce campo elettrico una regione dello spazio soggetta ad una forza di tipo elettrico, dovuta alla presenza di cariche elettriche; in tale regione una particella carica elettricamente risulta sottoposta a una forza di attrazione o repulsione.

Il campo magnetico è invece una regione dello spazio soggetta ad una forza di tipo magnetico, causata da un magnete o dal passaggio di una corrente elettrica in un conduttore; all'interno di un campo magnetico un dipolo magnetico è soggetto a una forza di rotazione (momento) che tende a modificarne l'orientamento nello spazio.

Un campo elettromagnetico è il risultato della concatenazione di un campo elettrico e di un campo magnetico generati da un campo (elettrico o magnetico) variabile nel tempo; i campi elettromagnetici hanno la proprietà di diffondersi nello spazio e di trasportare energia e sono usualmente rappresentati sotto forma di onde con determinata frequenza (numero di oscillazioni al secondo).

I campi elettromagnetici sono usualmente classificati secondo la frequenza in:

- Campi a Frequenza Estremamente Bassa, detti ELF (Extremely Low Frequency), da 30 a 300 Hz;
- Campi a Radiofrequenza, detti RF, da 300 kHz a 300 MHz;
- Microonde, da 300 MHz a 300 GHz.

I campi generati dagli elettrodotti sono caratterizzati dalla cosiddetta frequenza industriale (50Hz) e pertanto appartengono alla prima categoria (ELF). Per essi non si parla usualmente di campi elettromagnetici ma, separatamente, di campi elettrici e campi magnetici. Ciò è dovuto al fatto che, a frequenze così basse, le principali proprietà dei campi elettromagnetici, cioè la concatenazione dei campi e la capacità di irradiarsi nello spazio, vengono a mancare. Il campo elettrico e quello magnetico hanno pertanto proprietà, e assumono valori, indipendenti l'uno dall'altro e, inoltre, esauriscono in massima parte i loro effetti a distanza limitata dalla sorgente.

L'intensità del campo elettrico, generalmente indicata con la lettera E, si esprime in Volt per metro (V/m), generato dagli elettrodotti, mantiene livelli stabili nel tempo in una data posizione spaziale e dipende da diversi fattori:

- dalla tensione della linea (cresce al crescere della tensione);
- dalla distanza dalla linea (decresce allontanandosi dalla linea);

- dall'altezza dei conduttori da terra (decresce all'aumentare dell'altezza).

L'intensità del campo magnetico è indicata con la lettera H ed è espressa in Ampere per metro (A/m); oltre a tale unità di misura è frequentemente utilizzata la grandezza "induzione elettromagnetica", indicata con la lettera B ed espressa usualmente in Tesla (T) o micro Tesla (μT). Tale grandezza è correlata alla permeabilità magnetica del mezzo attraversato. Nei mezzi isotropi B e H assumono lo stesso valore: poiché la permeabilità magnetica dell'aria e del corpo umano sono uguali, nelle valutazioni che hanno attinenza con la salute umana i due termini sono usati indifferentemente.

I livelli di campo magnetico variano nel tempo in funzione della variazione di corrente, infatti la sua intensità dipende:

- dalla corrente che scorre lungo i fili conduttori delle linee (aumenta con l'intensità di corrente sulla linea);
- dalla distanza dalla linea (decresce allontanandosi dalla linea);
- dall'altezza dei conduttori da terra (decresce all'aumentare dell'altezza).

# 4. Normativa

Lo studio di compatibilità sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ha lo scopo di effettuare la valutazione del campo elettrico e dell'induzione magnetica generati dalle condutture e apparecchiature elettriche che compongono l'impianto elettrico in progetto. Il paragrafo è stato redatto prendendo in considerazione la 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 elaborato da E-Distribuzione S.p.A., a cura della funzione Salute Sicurezza e Ambiente in collaborazione con la funzione O&M/Progettazione Costruzione Standardizzazione quale supporto tecnico all'applicazione del § 5.1.3 (Procedimento semplificato: calcolo della distanza di prima approssimazione) dell'Allegato al 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".

Normativa di riferimento:

- Modello di organizzazione e gestione D. Lgs. 231/2001;
- 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 29 maggio 2008 "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica";
- DM 21 marzo 1988, n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne;
- CEI EN 50341-2-13 Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia (basati sulla EN 50341-1:2012);
- CEI EN 50341-1 Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1kV in corrente alternata Parte 1: Prescrizioni generali - Specifiche comuni;
- CEI 11-4;
- 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 106 -12 "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT
- CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche";
- Rapporto CESI-ISMES A7034603 "Linee guida per l'uso della piattaforma di calcolo - EMF Tools v. 3.0";
- Rapporto CESI-ISMES A8021317 "Valutazione teorica e sperimentale della fascia di rispetto per cabine primarie".

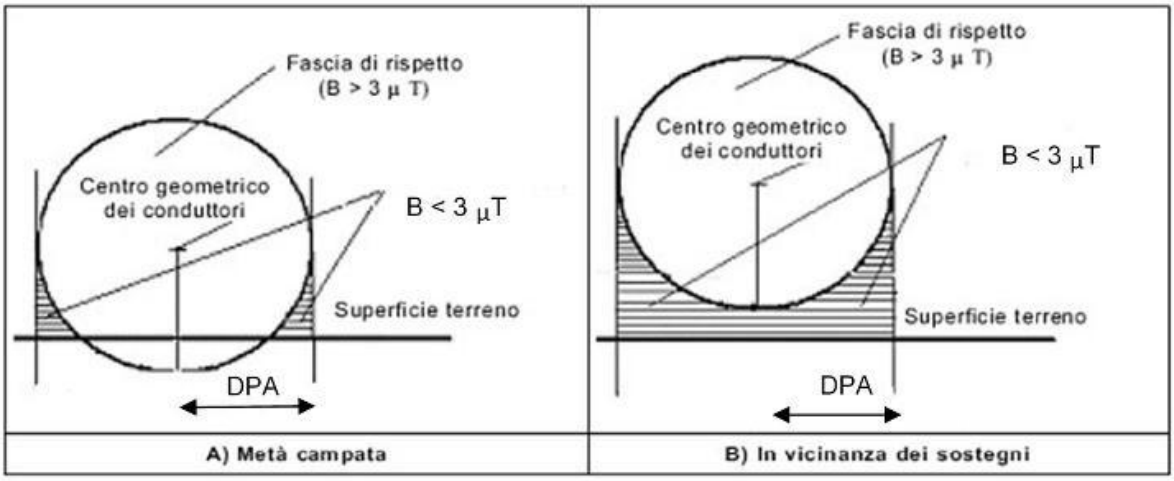
# 5. LIMITI DI CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO

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 per l'induzione magnetica (10 μT), da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, 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.
- l'obiettivo di qualità per l'induzione magnetica a (3 μT) da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, sia 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 sia nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio.

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/2001 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'Allegato al D.M. 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. Come prescritto dall'articolo 4, c. 1 lettera h) della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle 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 (Figura 1). Si ricorda che le Regioni (fermi i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità) nella definizione dei tracciati degli elettrodotti che ricadono nella loro competenza autorizzativa, devono tener conto anche delle fasce di rispetto.

**Figura 1 - Schema Fasce di rispetto e DPA in corrispondenza di metà campata e in vicinanza dei sostegni.**




N.B. La dimensione della DPA delle linee elettriche viene fornita approssimata per eccesso al metro superiore (interpretazione prevalente delle ARPA). "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), oggetto della presente Istruzione. 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:

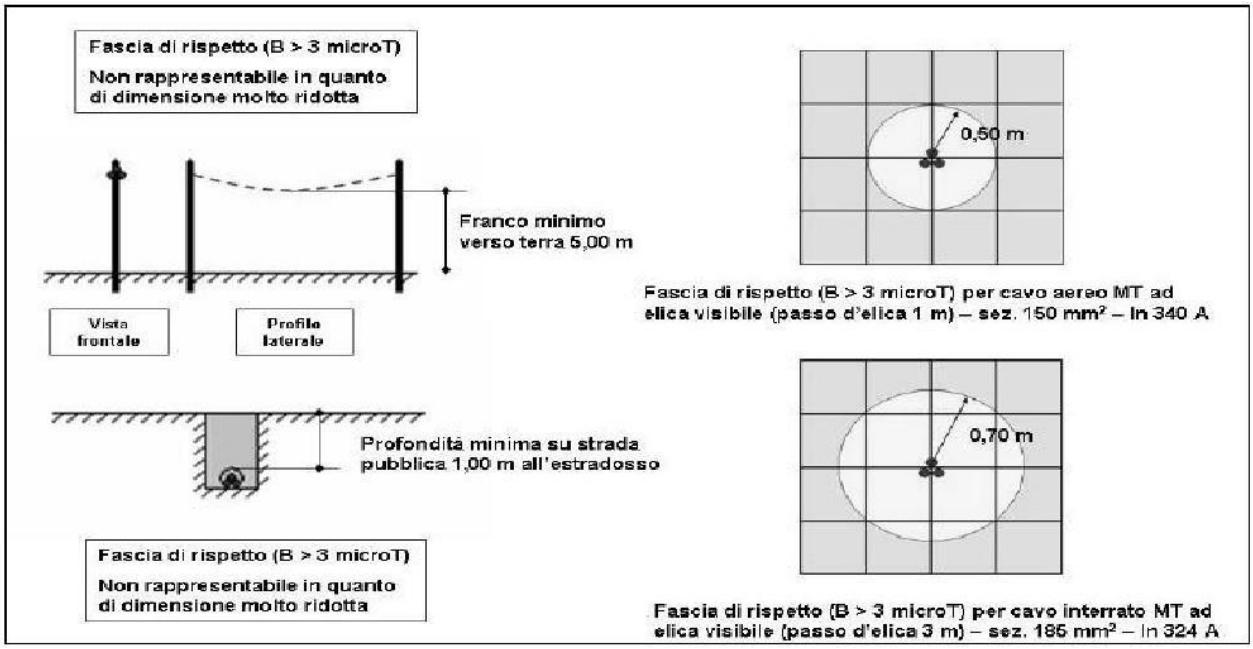
- l'iter autorizzativo relativo alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti (linee e cabine elettriche);
- le attività di gestione territoriale relative a progettazioni di nuovi luoghi tutelati e a richieste di redazione dei piani di gestione territoriale, inoltrate dalle amministrazioni locali.

Sono state elaborate le schede sintetiche con le DPA per le tipologie ricorrenti di linee e cabine elettriche di proprietà e-distribuzione di nuova realizzazione, che possono essere prese a riferimento anche per gli elettrodotti in esercizio. Dette distanze sono state calcolate in conformità al procedimento semplificato per il calcolo della fascia di rispetto di cui al § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29 maggio 2008.

Le DPA permettono, nella maggior parte delle situazioni, l'auspicata limitazione dell'esposizione ai campi magnetici. Si precisa, inoltre, che **secondo quanto previsto dal D.M. 29 maggio 2008 sopra citato (§ 3.2 dell'Allegato), la metodologia di calcolo delle 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 seguente).**

In questi casi le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e dalla Norma CEI EN 50341-2-13 "Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. – Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia (basati sulla EN 50341-1: 2012).




*N.B. per il cavo interrato di sez. 240 mm2, In 441 A la fascia di rispetto raggiunge i 0,90 m.*

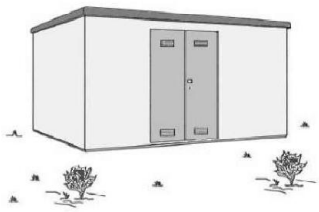
**Figura 2– Curve di livello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica – calcoli effettuati con il modello tridimensionale "Elico" della piattaforma "EMF Tools", che tiene conto del passo d'elica.**

Si evidenzia infine che le fasce di rispetto (comprese le correlate DPA) non sono applicabili ai luoghi tutelati presenti 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 μT 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.

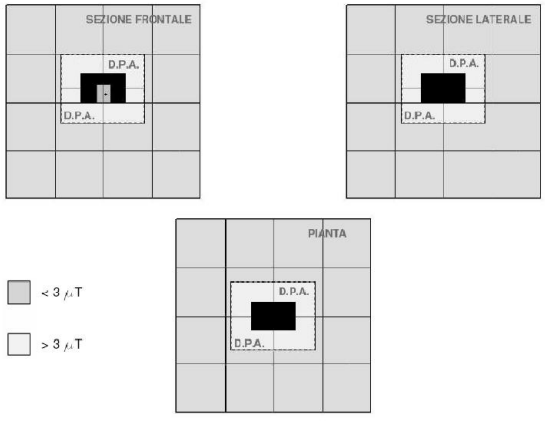
In relazione alla specifica ubicazione degli impianti e/o dei locali cabina sulla citata area è applicabile il criterio basato sulla DPA, distanza di prima approssimazione. La Distanza di prima approssimazione (Dpa) è stata calcolata sulla base della tabella riportata nell'articolo 5.2.1 dell'allegato al D.M. 29 maggio 2008, considerando che il limite fissato dall'obiettivo di qualità di 3 microTesla di cui all'art. 4 del del D.P.C.M. 08/07/2003 risulta rispettato per le aree ad una distanza superiore a quanto riportato nelle allegate rappresentazioni grafiche della fascia di rispetto e della D.P.A

**Rappresentazione grafica della fascia di rispetto e della DPA. Nel caso specifico le cabine dell'impianto non hanno trasformatori all'interno, essendo gli stessi già localizzati all'interno delle torri degli aerogeneratori.**

B10 – CABINA SECONDARIA TIPO BOX O SIMILARI, ALIMENTATA IN CAVO SOTTERRANEO – TENSIONE 15 KV O 20 KV



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




| DIAMETRO DEI CAVI (m) | TIPOLOGIA TRASFORMATORE (KVA) | CORRENTE (A) | DPA (m) filo parete esterna | RIF.TO |
|---|---|---|---|---|
| Da 0,020 a 0,027 | 250 | 361 | 1,5 | B10a |
| | 400 | 578 | 1,5 | B10b |
| | 630 | 909 | 2,0 | B10c |

# 6. L'IMPIANTO

L'opera proposta non costituisce una sorgente di radiazioni ionizzanti. Per quanto riguarda le radiazioni non ionizzanti queste sono associate all'elettrodotto interrato in media tensione.

La soluzione prescelta per il collegamento alla rete elettrica nazionale è costituita da un elettrodotto interrato a 36 kV della lunghezza di circa 14.262 km. Si precisa che i cavidotti interni al parco collegheranno gli aerogeneratori in configurazione "entra-esce" fino ad arrivare ad una cabina di RACCOLTA da cui parte una terna da 240 mmq e ad una di CONSEGNA da cui partono due terne da 400 mmq per arrivare alla sottostazione e quindi alla RTN.

I conduttori avranno una lunghezza totale (somma del tratto interno al parco eolico e del tratto di connessione alla SSE) di 14.262 km per il cavidotto esterno all'impianto, 7.139 km per il cavidotto che collega le torri tra di loro. La sezione dei conduttori è dimensionata per garantire la portata di corrente di progetto e per mantenere la caduta di tensione al di sotto del 4%. Considerando di utilizzare cavi di tipo unipolare con conduttori in alluminio, isolati in XLPE, con guaina in polietilene (tipo ARE4H5E), tale obiettivo si ottiene con cavi di sezione come illustrato nella tabella seguente.

In tabella si riportano i dettagli:

| | | TRATTO | | LUNGHEZZA [m] | SEZIONE cavo [mmq] | POTENZA trasportata [MW] | In[A] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INTERNO | S1 | WTGA06 | WTGA05A | 672 | 185 | 4,5 | 126 |
| | | WTGA05A | WTGA03C | 612 | 185 | 9 | 301 |
| | | WTGA03C | RACCOLTA | 1545 | 240 | 13,5 | 301 |
| | S2 | WTGA02 | RACCOLTA | 226 | 185 | 4,5 | 126 |
| | S3 | WTGA01 | RACCOLTA | 190 | 185 | 4,5 | 126 |
| | S4 | WTGA08A | RACCOLTA | 874 | 185 | 4,5 | 126 |
| | | RACCOLTA | CONSEGNA | 3020 | 1*240 | 27 | 377 |
| ESTERNO | | CONSEGNA | RTN | 14262 | 2*400 | 27 | 377 |

Come anticipato in premessa, la situazione rappresentata è quella riportata come alternativa 2 nelle integrazioni presentate a gennaio 2025.

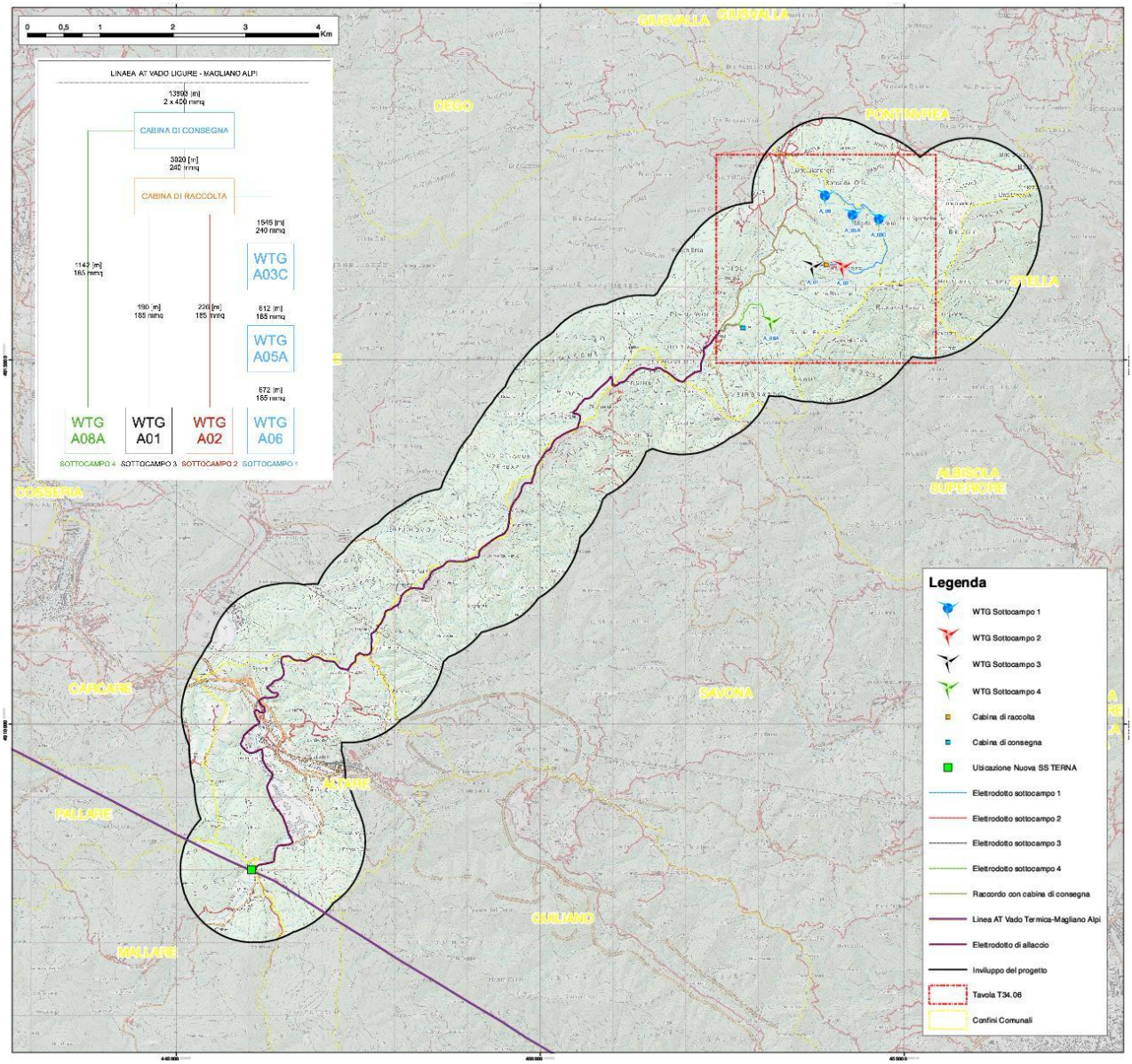



**Figura 3 – Tratto di cavidotto interrato esterno al Parco Eolico BRIC EREMITA di allaccio alla Linea AT a 380 KV**

Nella Figura seguente è riportato il tratto tra la Cabina di Raccolta e quella di Consegna.

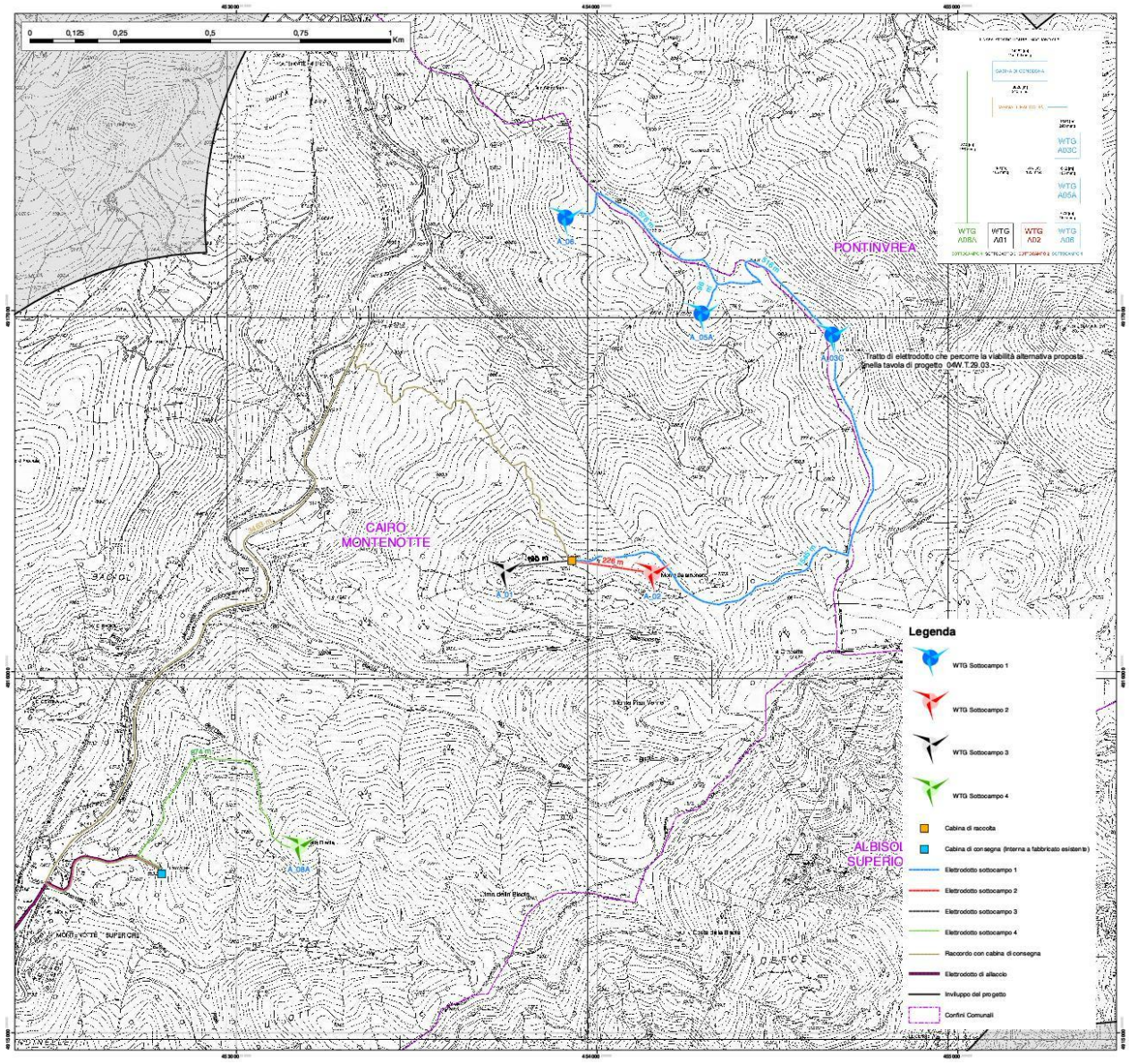



**Figura 4 – Tratto di cavidotto interrato interno al Parco Eolico Bric EREMITA**

I cavi in MT saranno direttamente interrati in trincee di sezione variabile compresa tra i 50 cm e 90 cm, rispettivamente per la posa da una a due terne di conduttori in parallelo, ad una profondità di scavo minima di 1,20 m, protetti inferiormente e superiormente con un letto di sabbia vagliata e compatta; la protezione superiore sarà costituita da piastre o da un elemento protettivo in resina. Tale protezione sarà opportunamente segnalata con cartelli o blocchi monitori.

- **Induzione magnetica dei conduttori in MT interrati**

Il cavidotto in media tensione sarà costituto da una o due terne di conduttori direttamente interrati in trincea con una profondità di scavo di 1,20 m. I conduttori saranno quindi posati a 1,10 m al di sotto del piano campagna.
La soluzione con cavi interrati permette di ridurre drasticamente i campi elettromagnetici emessi, annullando sostanzialmente il campo a pochi metri dal suolo grazie al potere schermante del terreno; per quanto riguarda l'induzione magnetica, l'effetto schermante risulta minore ma l'attenuazione aumenta molto rapidamente con la distanza. Secondo quanto prima descritto e indicato dalla normativa, D.M. 29 maggio 2008 sopra citato (§ 3.2 dell'Allegato), la metodologia di calcolo delle 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 di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree)

ovvero il caso in progetto. Si riportano comunque nel seguito esempi di calcolo per gli elettrodotti interrati in progetto, a dimostrazione di quanto normato.

**Elettrodotto interrato in MT, singola terna:**

Nel grafico seguente è riportato l'andamento dell'intensità del campo magnetico indotto da tre conduttori unipolari, in singola terna, di alluminio a 36 kV posati a trifoglio e di sezione 400 mmq, in funzione della distanza dai conduttori. Ai sensi della norma CEI 106-11, infatti, il campo magnetico indotto, per i conduttori in singola terna può essere stimato sulla base della formula semplificata:

$$B = 0{,}1 * \sqrt{6} * (S*I) / D^2$$

Dove:
**I** è la corrente circolante nel conduttore espressa in ampere [A]
**S** è la distanza tra le fasi che, in analogia a quanto previsto dal DM 29/05/2008, può essere considerata pari al diametro esterno dei cavi (conduttore + isolante)
**D** è la distanza del punto nel quale si desidera valutare il valore di campo magnetico indotto.
La massima corrente circolante nel conduttore considerata è pari a **377 A**, corrispondente ad una

potenza di 27 MW e una tensione di 36 kV. La distanza tra le fasi è ipotizzata pari al diametro esterno dei conduttori, ovvero **53,5 mm**.

Il valore corrispondente agli obiettivi di qualità per l'induzione magnetica (pari a 3 μT) viene raggiunto ad una distanza di circa 1,26 m dai conduttori interrati; valore superiore alla profondità di posa dei conduttori di 1,1 m.

Tale valore può essere convertito in distanza orizzontale dal centro dell'elettrodotto valutata al suolo (h=0) mediante la formula semplificata:

$$Dx = \sqrt{0{,}082 \cdot S \cdot I - d^2}$$

dove:

**I** è la corrente circolante nel conduttore espressa in ampere [A]

**S** è la distanza tra le fasi che, in analogia a quanto previsto dal DM 29/05/2008, può essere considerata pari al diametro esterno dei cavi (conduttore + isolante)

**d** è la distanza verticale tra l'asse dell'elettrodotto interrato e il piano campagna.

**Ne risulta che al suolo a una distanza orizzontale maggiore o uguale a 0,62 m dall'asse dell'elettrodotto la condizione di B<3 μT è soddisfatta. La DPA in questo caso assume il valore dell'intero immediatamente superiore, come indicato nel paragrafo 5.1.2 della guida allegata al DM del 29/05/2008, ed è dunque pari 1 m.**

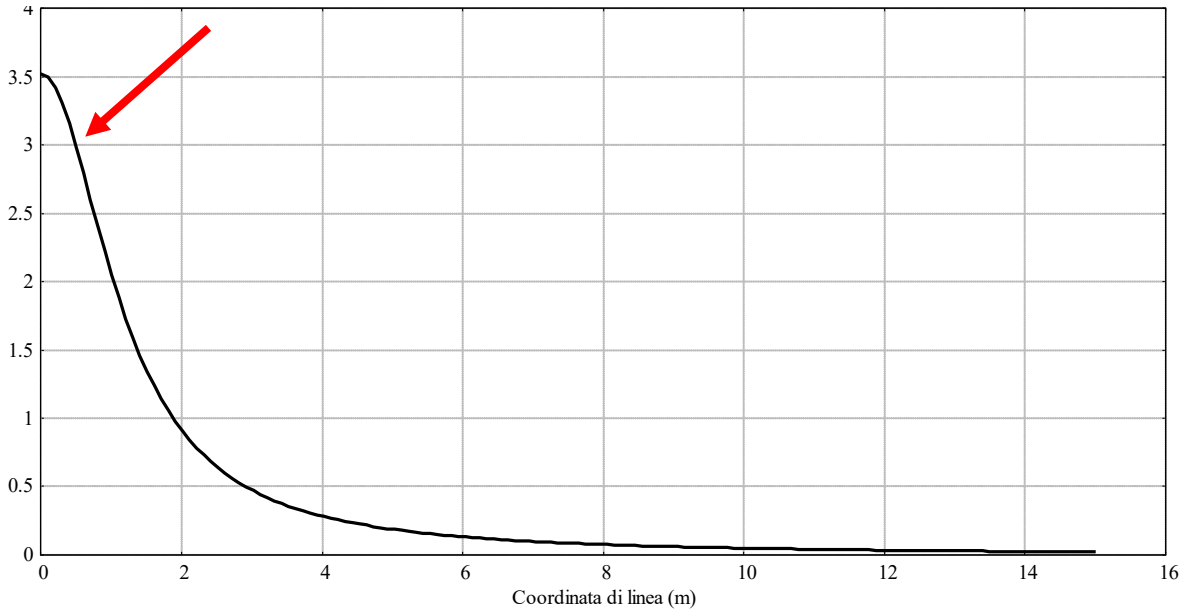



**Figura 5 – Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dell'elettrodotto interrato traslata sul piano stradale**

**Elettrodotto interrato in MT, doppia:**

L'equazione semplificata utilizzata per il calcolo del campo magnetico generato da conduttori in singola terna non è valida per il caso in cui si abbiano due o più terne di conduttori parallele.

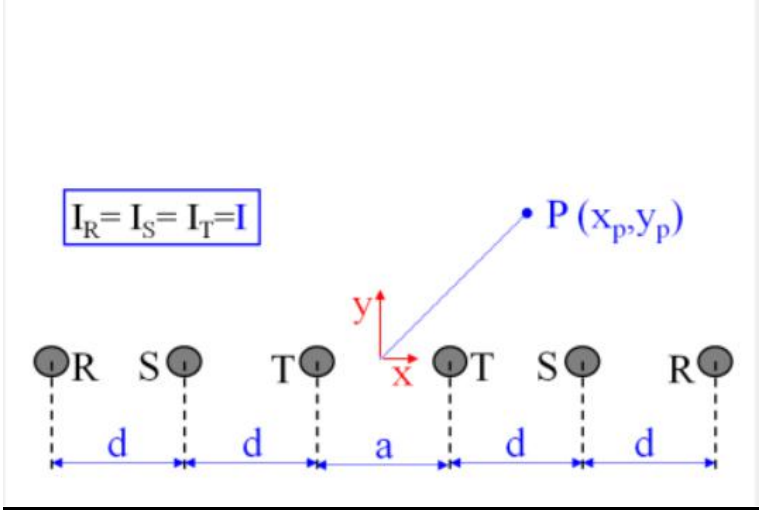
In tali casi, per il calcolo dell'andamento del campo magnetico in funzione della distanza, si è utilizzato il software "MAGIC BEShielding" per una linea composta da due terne di cavi unipolari interrati, quali quelli riportati nella Tabella relativa alla suddivisione dei campi dell'Impianto eolico descritta in precedenza.

In questo caso ci sono altri fattori determinanti nella valutazione dell'induzione magnetica:

- Configurazione delle due terne
- Interdistanza tra le due terne

Prendiamo in considerazione le seguenti possibili configurazioni:

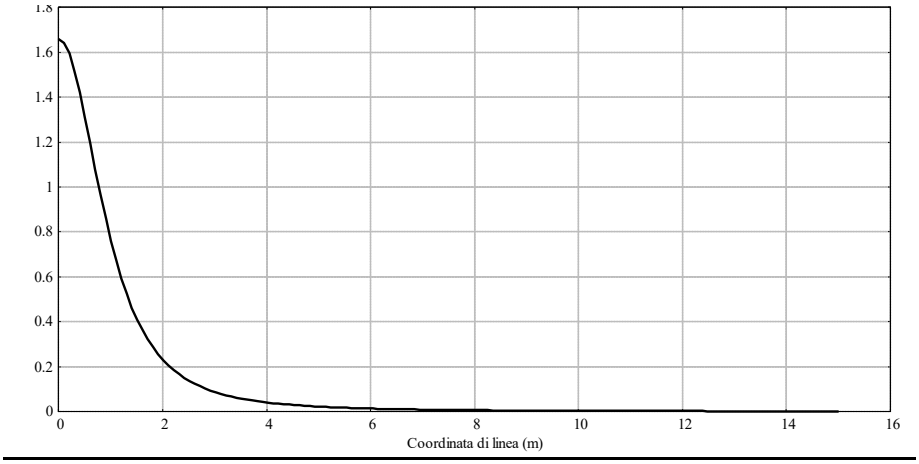
**CONFIGURAZIONE RST TSR**

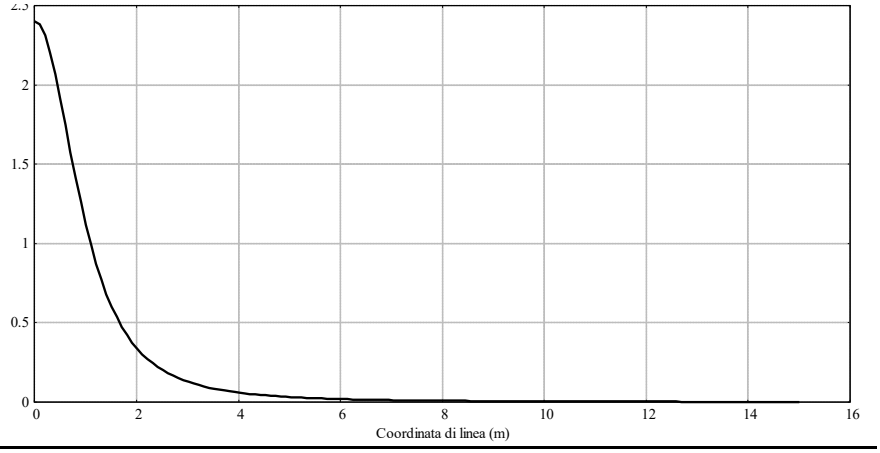


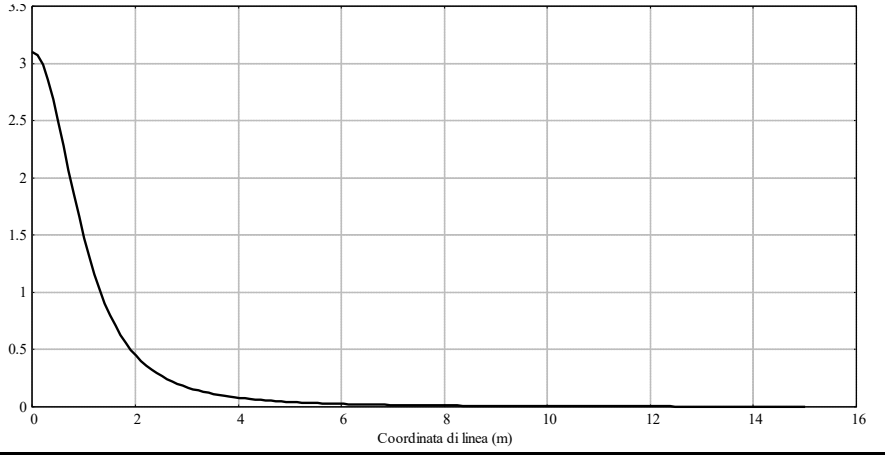

Utilizzando i valori di tensione, corrente, distanza tra gli assi dei conduttori anzidetti, si ottiene un grafico Induzione Magnetica / distanza da interasse cavidotto come quelli in figura seguente:

- Interdistanza tra le due terne (nella figura precedente indicata con la lettera "a") → a = 0,1 [m]
- Interdistanza tra le due terne (nella figura precedente indicata con la lettera "a") → a = 0,2 [m]
- Interdistanza tra le due terne (nella figura precedente indicata con la lettera "a") → a = 0,3 [m]

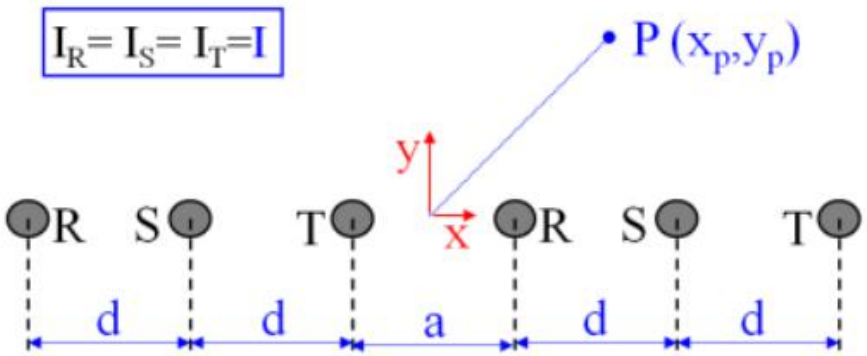
I tre grafici successivi sono rappresentati in ordine crescente di interdistanza "a", per valori pari a: 0,1 / 0,2 / 0,3 [m].



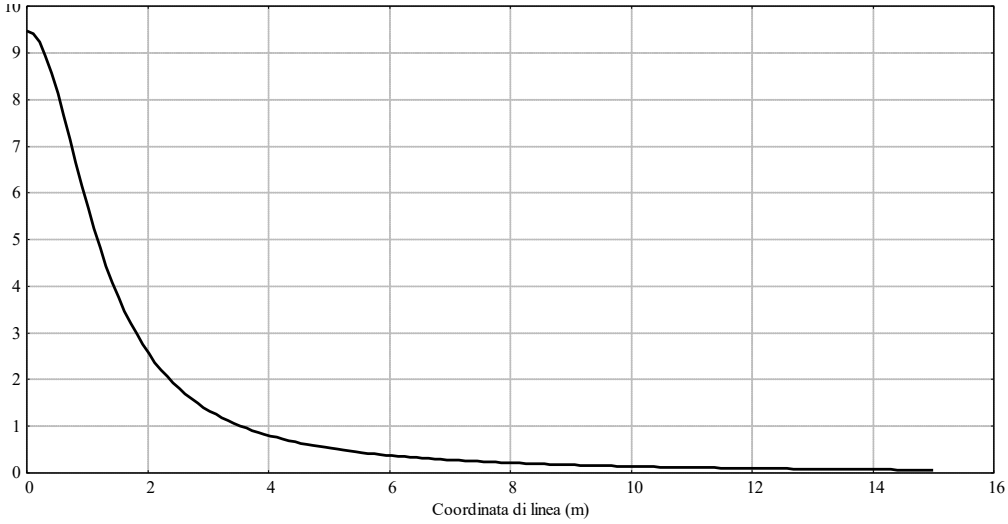
**CONFIGURAZIONE RST RST**

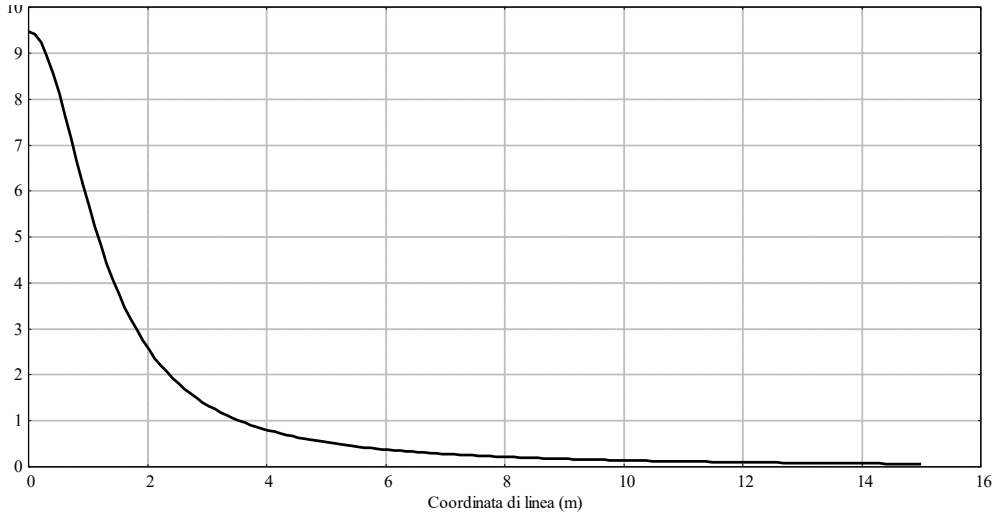


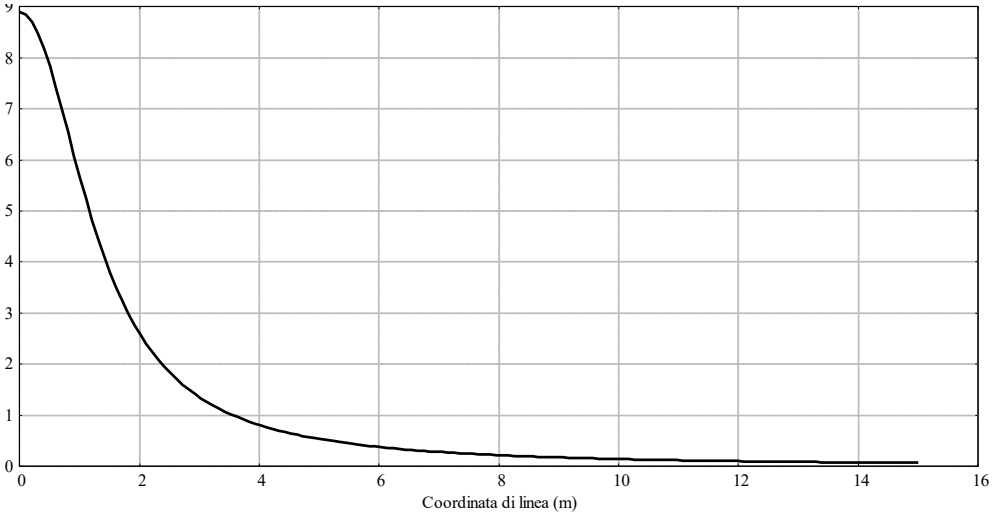

Utilizzando i valori di tensione, corrente, distanza tra gli assi dei conduttori anzidetti, si ottiene un grafico Induzione Magnetica / distanza da interasse cavidotto come quelli in figura seguente:

- Interdistanza tra le due terne (nella figura precedente indicata con la lettera "a") → a = 0,1 [m]
- Interdistanza tra le due terne (nella figura precedente indicata con la lettera "a") → a = 0,2 [m]
- Interdistanza tra le due terne (nella figura precedente indicata con la lettera "a") → a = 0,3 [m]

I tre grafici successivi sono rappresentati in ordine crescente di interdistanza "a", per valori pari a: 0,1 / 0,2 / 0,3 [m].


0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
0
2
4
6
8
10
12
14
16
Coordinata di linea (m)


0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
0
2
4
6
8
10
12
14
16
Coordinata di linea (m)


0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0
2
4
6
8
10
12
14
16
Coordinata di linea (m)

Dai grafici rappresentati in funzione delle due differenti configurazioni RST TSR e RST RST e per ogni configurazione in funzione dell'interdistanza tra le due terne di cavi, si vede che il miglior compromesso ai fini della minimizzazione dell'induzione magnetica si ha con la configurazione RST TSR. Diminuendo la distanza tra le due terne diminuisce anche l'induzione magnetica, ma la distanza ottimale risulta essere 0,2 [m] anche per non generare problematiche di surriscaldamento reciproco delle terne di cavi.

**Con i valori di corrente / tensione e con la configurazione indicata, il valore di 3 (μT) non viene raggiunto al suolo nemmeno sull'asse del cavidotto. Pertanto, la DPA in questo caso assume un valore pari 0 m.**

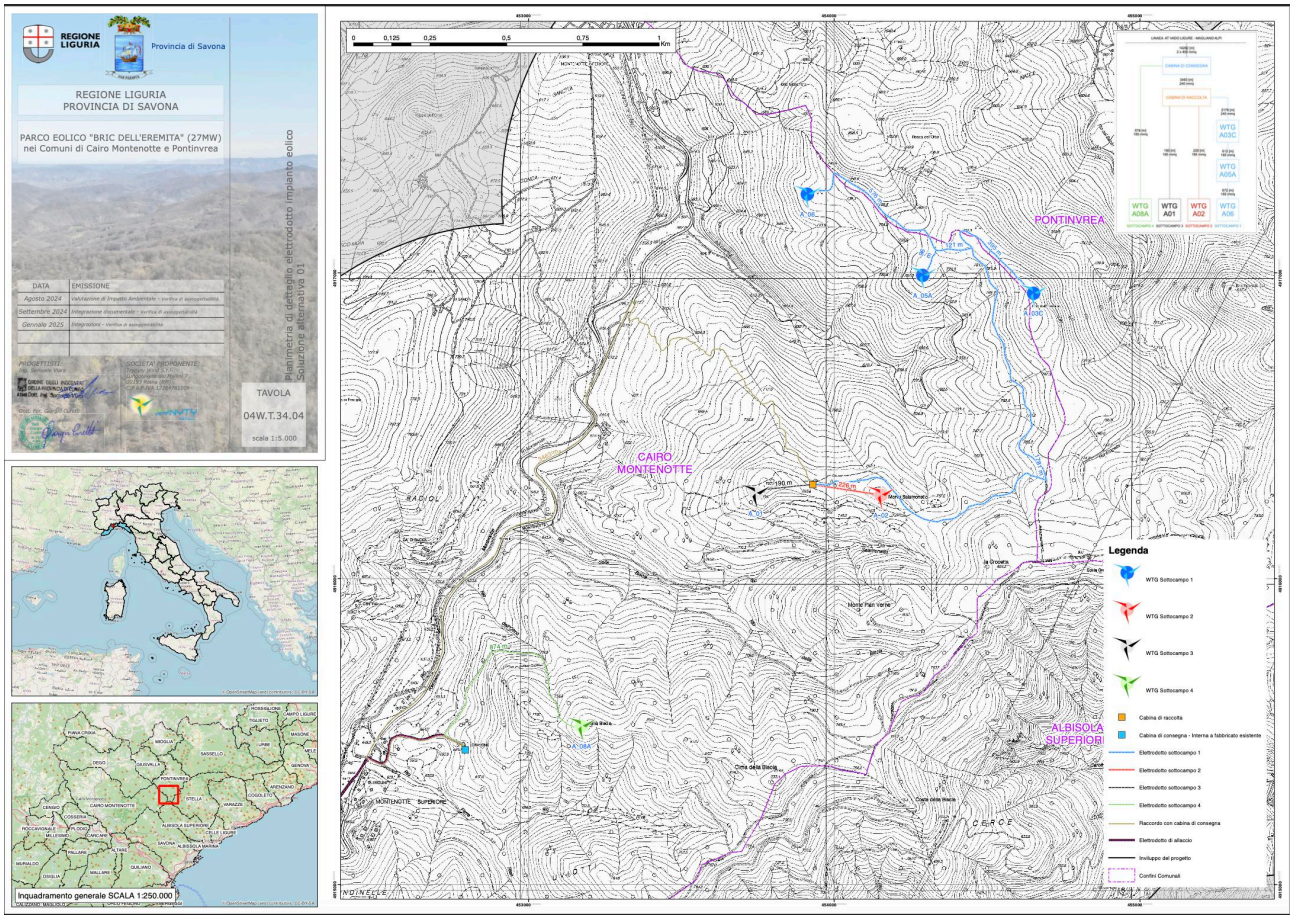
**Ubicazione e destinazione d'uso delle cabine elettriche**

Per le Cabine di Raccolta e di Consegna, non ospitando le stesse alcun trasformatore (sono all'interno degli aerogeneratori), i calcoli sono analoghi a quanto indicato per i cavi, poiché le stesse, hanno il ruolo di morsettiere all'interno del parco eolico.

Come si può osservare dalla Tavole 04W.T.34.04-Planimetria di dettaglio elettrodotto impianto eolico_Alt01 e 04W.T.34.06-Planimetria di dettaglio elettrodotto impianto eolico_Alt02 la soluzione prevede la collocazione di una cabina elettrica di raccordo nell'area compresa fra le WTG A_01 e A_02 e una cabina di consegna presso il nucleo disabitato di case Cravone, peraltro già attenzionato dalla Società proponente che è attualmente in fase di trattativa con i proprietari per la compravendita.

Si allega di seguito un estratto della tavola 04W.T.34.04-Planimetria di dettaglio elettrodotto impianto eolico_Alt01. Si precisa che la collocazione delle cabine elettrice è la medesima di quella prevista nella tavola 04W.T.34.06-Planimetria di dettaglio elettrodotto impianto eolico_Alt02.

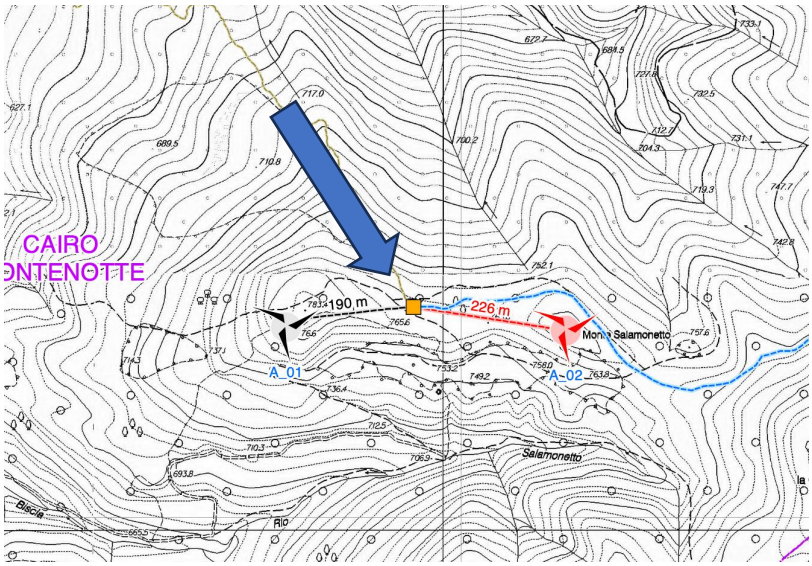
Tavola 04W.T.34.04-Planimetria di dettaglio elettrodotto impianto eolico_Alt01




Le schede successive descriveranno la collocazione e la destinazione d'uso delle due cabine.

**Cabina di raccolta**

**Ubicazione**: la cabina verrà realizzata nei pressi dell'esistente strada vicinale ad uso delle aree boscate limitrofe.

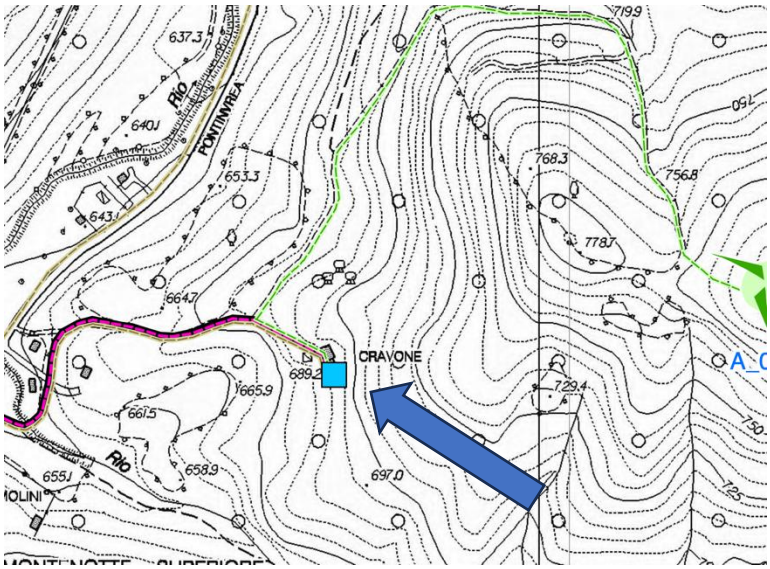



**Destinazione d'uso**: bosco a governo misto di faggio e carpino bianco

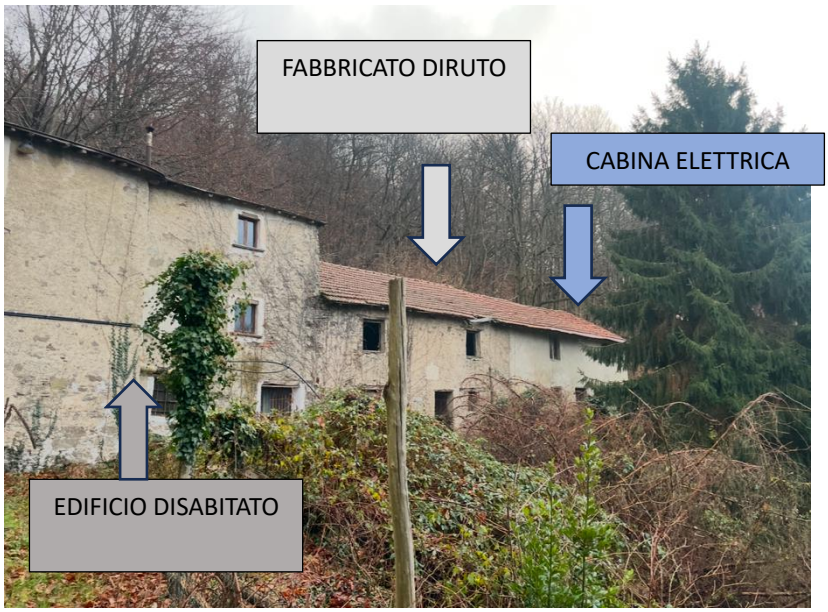


**Cabina di consegna**

**Ubicazione**: la cabina verrà realizzata nei pressi del nucleo disabitato di case Cravone, utilizzando il fabbricato esistente per un inserimento paesaggistico meno impattante




**Destinazione d'uso**: fabbricato classe catastale C02 (magazzini e locali di deposito), limitrofo a fabbricato diruto. **Si specifica che è stata avviata la trattativa di compravendita dell'intero stabile con i proprietari (compreso l'edificio residenziale ad oggi in stato di abbandono).**



- **Induzione magnetica degli aerogeneratori**

Per quanto concerne gli aerogeneratori, la generazione di campi magnetici è legata al generatore elettrico BT e al trasformatore MT/BT ubicati all'interno della navicella. Il campo magnetico prodotto da questi due componenti risulta quindi totalmente trascurabile, in virtù dell'altezza alla quale la navicella è collocata, ovvero superiore a 100 m dal suolo. Per le altre componenti elettriche interne agli aerogeneratori, caratterizzate da soli quadri elettrici e non da trasformatori, si può far riferimento a quanto stimato in precedenza per il cavidotto MT, ottenendo perciò valori al di sotto dell'obiettivo di qualità imposto dalla normativa a distanze dell'ordine del metro, e dunque interne al perimetro della torre dell'aerogeneratore.

- **Campi elettrici**

Il cavidotto in media tensione interrato, sarà dotato di schermatura o di massa metallica direttamente collegata all'impianto di terra. Si può quindi affermare che i componenti dell'impianto saranno a potenziale nullo (potenziale di terra pari a zero), e di conseguenza in grado di schermare totalmente i campi elettrici.

# 7. Conclusioni

Dall'analisi condotta si può concludere che i valori di induzione magnetica e dei campi elettrici generati dal parco eolico e dalle opere di connessione alla rete sono compatibili con i requisiti della normativa di riferimento. Si riassumono nella seguente tabella le DPA risultanti dalle analisi svolte:

| | **DPA** |
|---|---|
| Elettrodotto interrato in MT singola terna | 1 m |
| Elettrodotto interrato in MT doppia terna (RST TSR) | 0 m |

Le distanze di prima approssimazione individuate non interferiscono in alcun punto con potenziali recettori. In particolare, all'interno delle DPA non si riscontrano luoghi adibiti alla presenza di persone per più di 4 ore, abitazioni, ambienti scolastici o aree di gioco per l'infanzia.