

Regione Basilicata



Provincia di Potenza



Comune Castelgrande



Comune Muro Lucano



Comune San Fele



Comune Rapone

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE  
DI UN PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, DELLE OPERE  
CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI  
Comune di Castelgrande, Muro Lucano, San Fele e Rapone (PZ)

**PROGETTO DEFINITIVO**

**A.12**

*Relazione tecnica specialistica  
sull'impatto elettromagnetico*

**Proponente**



Eolica Muro Lucano Srl  
Via del Gallitello 89 - 1° Piano Galleria  
85100 - Potenza (PZ)

**Progettista**

Ing. Rossi Francesco Maria



Ing. Quirino Vassalli



Formato

Scala

Scala stampa

Revisione	Descrizione	Data	Preparato	Controllato	Approvato
00	Prima emissione	05/10/2018	AS	AS/QV	FR/QV/AS

---

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>3. INQUADRAMENTO NORMATIVO .....</b>	<b>4</b>
<b>4. INQUADRAMENTO DELL'AREA ED INDIVIDUAZIONE LUOGHI TUTELATI .....</b>	<b>6</b>
<b>5. COMPONENTI DEL PROGETTO IN GRADO DI GENERARE CAMPI ELETTROMAGNETICI.....</b>	<b>6</b>
5.1. IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI .....	6
5.2. CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI .....	7
5.2.1. <i>Aerogeneratori</i> .....	7
5.2.2. <i>Sottostazione Elettrica</i> .....	9
5.2.3. <i>Cavi interrati</i> .....	11
<b>6. SINTESI .....</b>	<b>13</b>

## **1. PREMESSA**

La presente relazione ha lo scopo di valutare e descrivere l'impatto elettromagnetico derivante dalla realizzazione del progetto eolico proposto dalla società Eolica Muro Lucano Srl, ed ubicato in agro dei comuni di Castelgrande, San Fele, Muro Lucano e Rapone, ed alle opere ad esso connesse.

Nella presente relazione si determinano i campi elettromagnetici generati e le distanze di rispetto oltre le quali risultano soddisfatti i limiti e gli obiettivi di qualità imposti dalla normativa vigente, verificando che all'interno di tali fasce di rispetto non siano presenti luoghi tutelati.

## **2. INTRODUZIONE**

Ogni apparecchiatura che produce o che viene attraversata da una corrente elettrica è caratterizzata da un campo elettromagnetico. Il campo elettromagnetico presente in un dato punto dello spazio è definito da due vettori: il campo elettrico e l'induzione magnetica. Il primo, misurato in V/m, dipende dall'intensità e voltaggio della corrente, mentre l'induzione magnetica, che si misura in  $\mu T$ , dipende dalla permeabilità magnetica del mezzo. Il rapporto tra l'induzione magnetica e la permeabilità del mezzo individua il campo magnetico. Le grandezze caratterizzanti il campo elettrico ed il campo magnetico sono in generale correlate, fatta eccezione per i campi a frequenze molto basse, per le quali il campo elettrico ed il campo magnetico possono essere considerati indipendenti.

In generale le correlazioni tra campo elettrico e campo magnetico sono assai complesse, dipendono dalle caratteristiche della sorgente, dal mezzo di propagazione, dalla presenza di ostacoli nella propagazione, dalle caratteristiche del suolo e dalle frequenze in gioco.

La diffusione del campo elettromagnetico nello spazio avviene nello stesso modo in tutte le direzioni; la diffusione può essere comunque alterata dalla presenza di ostacoli che, a seconda della loro natura, inducono sul campo elettromagnetico riflessioni, rifrazioni, diffusioni, assorbimento, ecc. La diffusione del campo elettromagnetico può comunque essere alterata anche dalla presenza di un altro campo elettromagnetico.

Nel presente documento si esaminano le apparecchiature e le infrastrutture necessarie alla realizzazione del progetto eolico proposto, con particolare riguardo alla generazione di campi elettromagnetici a bassa frequenza. Tutte le componenti del progetto operano,

infatti, alla frequenza di 50 Hz, coincidente con la frequenza di esercizio della rete di distribuzione elettrica nazionale.

### **3. INQUADRAMENTO NORMATIVO**

Per la valutazione della compatibilità elettromagnetica delle opere, sono stati utilizzati i seguenti riferimenti normativi:

- DPCM 8/7/2003 "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";
- Legge n. 36 del 22/02/2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM 23/04/1992 "Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno;
- Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- Decreto del Ministero dell'Ambiente del 29 Maggio 2008.

Per la determinazione delle fasce di rispetto si è fatto riferimento al documento, reso disponibile liberamente in rete, prodotto da Enel Distribuzione ed intitolato "Linee guida per l'applicazione dell'Allegato al D.M. 29.05.08", in cui si riportano le fasce di rispetto per i più diffusi tipi di cavidotti interrati ed aerei.

La legge del 22 febbraio 2001, n. 36 fornisce le principali definizioni tecniche:

- L'art. 3, comma 1, lettera b) definisce il limite di esposizione come "*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)*", mentre alla lettera c) il valore di attenzione come "*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”.*

Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100  $\mu\text{T}$  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  $\mu\text{T}$ , da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

- l'art. 4, comma 2, lettera a) prevede che con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, su proposta del Ministro dell'ambiente di concerto con il Ministro della Sanità, siano fissati i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione dalla esposizione della popolazione, nonché le tecniche di misurazione e di rilevamento dei livelli di emissioni elettromagnetiche.

Il DPCM del 23 aprile 1992 disciplina i limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico alla frequenza industriale nominale negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

Il successivo DPCM dell'8 Luglio 2003 stabilisce anche un obiettivo di qualità per il campo magnetico, ai fini della progressiva minimizzazione delle esposizioni.

In estrema sintesi l'atto normativo DPCM del 23 Aprile 1992 individua i seguenti limiti massimi di esposizione:

- 5kV/m e 100 $\mu\text{T}$ , rispettivamente per l'intensità di campo elettrico e di induzione magnetica, in aree o ambienti in cui gli individui trascorrono una parte significativa della loro giornata;
- 10kV/m e 1000 $\mu\text{T}$ , rispettivamente per l'intensità di campo elettrico e di induzione magnetica, nel caso in cui l'esposizione sia ragionevolmente limitata a poche ore al giorno.

Il decreto definisce anche le distanze di rispetto dagli elettrodotti aerei da 132kV, 220kV e 380kV, rispetto ai fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati.

Nel caso di esposizione a sorgenti operanti alla frequenza nominale di 50 Hz, il limite di esposizione all'induzione magnetica è pari a 100  $\mu\text{T}$ , mentre il limite di esposizione al campo elettrico è pari a 5 kV/m.

Frequenza 50 Hz	Intensità di Campo Elettrico E (kV/m)	Induzione Magnetica B ( $\mu\text{T}$ )
Limiti di esposizione	5	100
Valore di attenzione	-	10
Obiettivo di qualità	-	3

Limiti sull'esposizione a campi elettromagnetici a 50 Hz indicati dal DPCM dell'8 Luglio 2003

#### 4. INQUADRAMENTO DELL'AREA ED INDIVIDUAZIONE LUOGHI TUTELATI

L'impianto in oggetto si trova nei comuni di Castelgrande, San Fele, Muro Lucano e Rapone. Gli aerogeneratori verranno installati in area destinata ad uso agricolo e priva di centri abitati nelle immediate vicinanze: nei dintorni sorgono alcuni fabbricati ad uso agricolo, utilizzati come ricovero durante il periodo del raccolto, ma il nucleo abitato più vicino è quello del comune di Castelgrande che si trova a circa 1,3 km di distanza.

Il cavidotto, per la maggior parte del suo percorso, segue le strade pubbliche.

La sottostazione elettrica di collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), sorgerà a circa 5 km dal centro abitato di Rapone.

#### 5. COMPONENTI DEL PROGETTO IN GRADO DI GENERARE CAMPI ELETTROMAGNETICI

##### 5.1. Identificazione delle componenti

Il progetto eolico proposto prevede la realizzazione di un impianto per la produzione ed il trasporto di energia elettrica tramite lo sfruttamento del vento. Gli elementi principali di un impianto eolico che possono dar luogo a campi elettromagnetici sono:

- Aerogeneratori;

- Cavidotti, per il collegamento delle cabine di macchina alla sottostazione elettrica di utenza (cavi a 30 kV) e per il collegamento della stazione elettrica di utenza al punto di connessione (cavi a 150 kV);
- Sottostazione Elettrica, nella quale si eleva la tensione, mediante trasformatore, da 30 kV a 150 kV per l'immissione alla RTN dell'energia prodotta.
- Impianti di rete per la connessione, e cioè le modifiche da apportare agli impianti di rete al fine di renderli idonei a connettere l'impianto eolico.

## **5.2. Campi elettromagnetici generati**

### **5.2.1. Aerogeneratori**

L'aerogeneratore è costituito da un supporto metallico continuo (torre tubolare) alla cui estremità superiore è installata la "navicella", ossia il sistema di conversione dell'energia eolica in energia elettrica, costituito da: pale, albero di trasmissione, moltiplicatore di giri e generatore elettrico.

I componenti potenzialmente più significativi nell'indurre campi elettromagnetici sono il generatore ed il trasformatore BT/MT.

Per quanto riguarda il generatore, il valore della tensione in uscita è pari a 660 V, quindi prossimo alla tensione disponibile in tutte le abitazioni, e l'entità dei campi elettromagnetici attorno è trascurabile. A maggior ragione il pericolo da campi elettromagnetici risulta trascurabile in considerazione del fatto che le navicelle sono poste in quota a notevole distanza dal terreno, e che a questa distanza si aggiunge quella che per motivi di sicurezza gli aerogeneratori mantengono sempre da fabbricati residenziali.

Per quanto riguarda il trasformatore a servizio degli aerogeneratori, è posto a base torre ed innalza la tensione dai 660 V prodotti dal generatore a 30kV, al fine di ridurre le perdite di trasmissione.

I valori specifici di induzione elettrica e magnetica dipendono dalle modalità di realizzazione della cabina stessa, dal tipo di trasformatore installato e dalle proprietà schermanti della struttura che ospita il trasformatore.

Per il calcolo della fascia di rispetto si è fatto riferimento al metodo di calcolo proposto dall'APAT (Agenzia per la Protezione Ambiente e Servizi Tecnici) come previsto dal DPCM 8 luglio 2003, utilizzando le seguenti grandezze in ingresso:

Corrente nominale di bassa tensione del trasformatore	5.058 A
Diametro dei cavi in uscita dal trasformatore	0,001 m

Per il calcolo della Distanza di Prima Approssimazione (o Dpa, e cioè distanza, in pianta sul livello del suolo, da tenere dalla proiezione del centro linea per essere esterni alla fascia di rispetto) si è fatto riferimento all'equazione ed alla tabella seguenti:

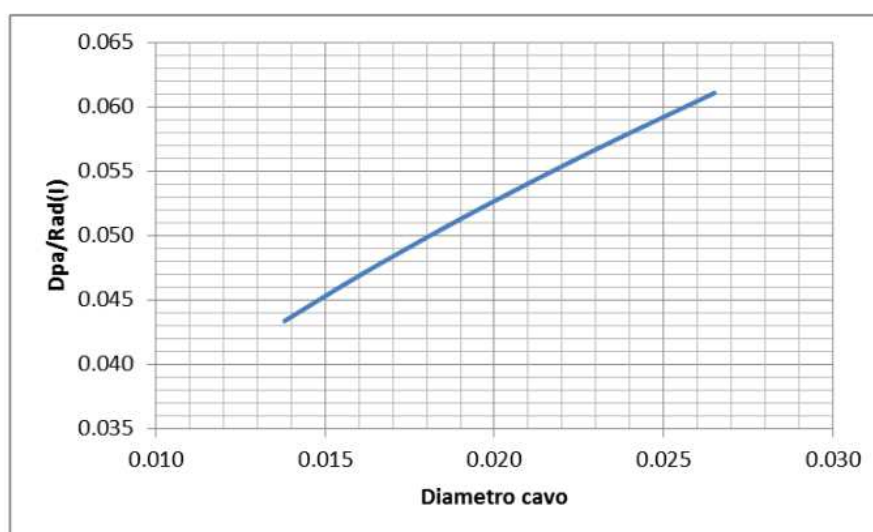
$$\text{Equazione della curva: } \frac{Dpa}{\sqrt{I}} = 0.40942 \cdot x^{0.5241}$$

dove:

**Dpa** = Distanza di prima approssimazione [m];

**I** = Corrente nominale [A];

**x** = Diametro dei cavi [m].



**Rappresentazione dell'andamento del rapporto tra Dpa e radice della corrente nominale al variare del diametro dei cavi**

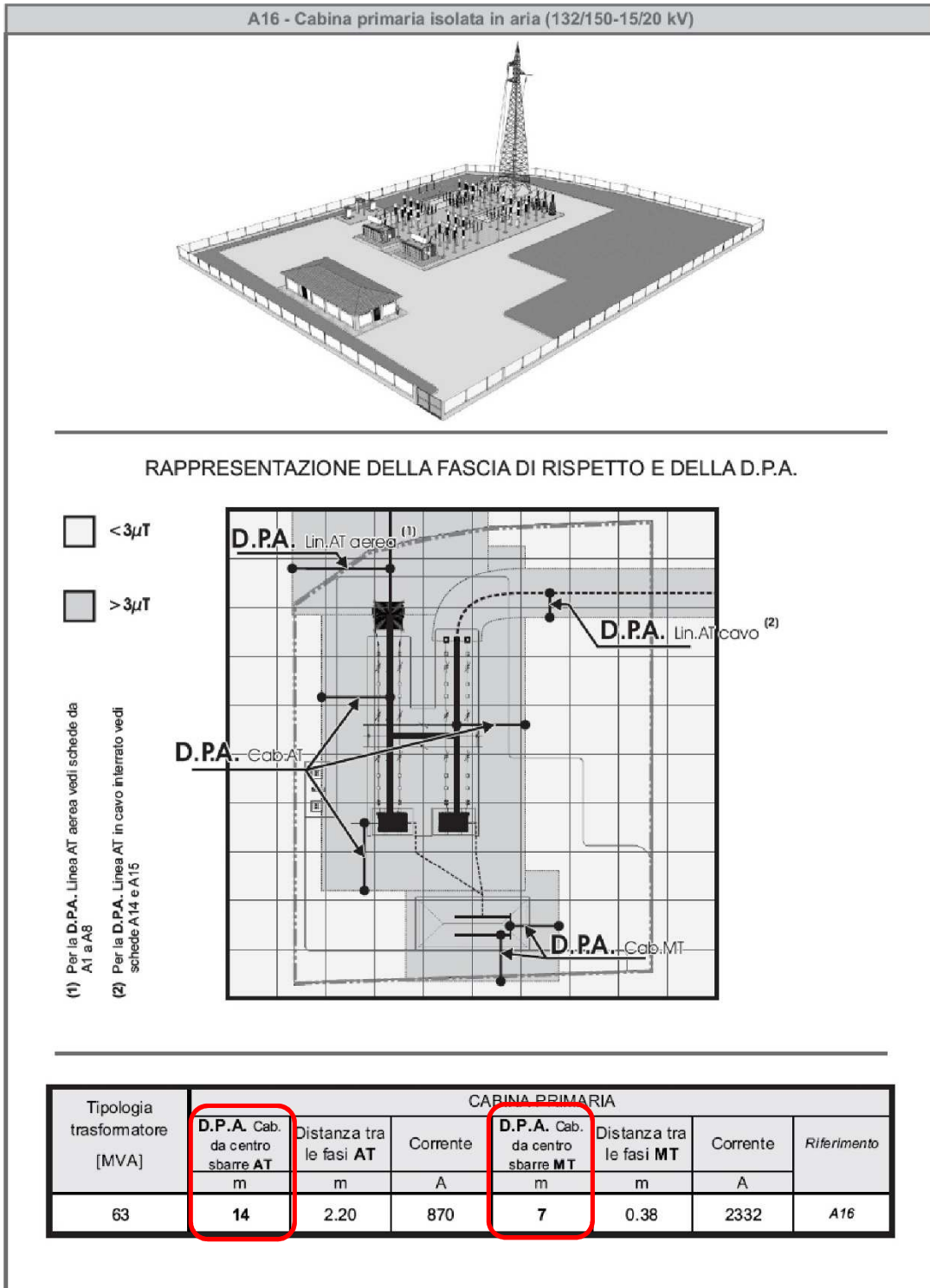
La DPA calcolata per il trasformatore BT/MT di ciascun aerogeneratore vale 2,5 metri. Il trasformatore è come detto posto a base torre, la quale ha diametro di circa 4,3 metri, mentre la fondazione ha diametro di circa 20 metri. Poiché la DPA risulta inferiore alle dimensioni della fondazione, i limiti di esposizione sono sicuramente verificati.



### **5.2.2. Sottostazione Elettrica**

Nella sottostazione elettrica di trasformazione in consegna, sita in località Rapone, la tensione viene innalzata da 30 a 150 kV per l'immissione sulla RTN in alta tensione. La principale fonte di inquinamento elettromagnetico è il trasformatore da 54 MVA, a cui si aggiungono attrezzaggi in media ed alta tensione.

Per la determinazione della DPA si può fare riferimento alla citata guida prodotta da Enel, la quale fornisce un valore precalcolato per una stazione con trasformatore da 63MVA (essendo la potenza quasi il doppio di quella del trasformatore in esame, questa scelta risulta essere molto cautelativa). Come si vede dall'estratto riportato a seguire, la DPA risulta essere di 14 metri dagli impianti in alta tensione e di 7 metri da quelli in media tensione. Poiché la recinzione al servizio della stazione ha dimensioni circa 25 x 45, e gli impianti in alta tensione sono collocati circa al centro, risulta che la DPA risulta quasi completamente interna al perimetro della stazione, e comunque molto distante dai primi fabbricati abitati posti come detto a diverse centinaia di metri.



Estratto della guida di Enel sul calcolo della DPA: sottostazioni di trasformazione in alta tensione

### 5.2.3. Cavi interrati

L'impianto eolico presenta due cavidotti: uno interrato a tensione 30 kV, di lunghezza circa 5 km, che collega il parco eolico alla sottostazione elettrica di trasformazione e consegna sita in agro del comune di Rapone, ed uno aereo a 150 kV per il collegamento della stazione di trasformazione e consegna allo stallo a 150 kV della Stazione Elettrica di Smistamento.

In entrambe i casi la DPA è stata determinata facendo riferimento alla citata guida prodotta da Enel.

Nel caso dei cavi in media tensione, presentano le seguenti caratteristiche:

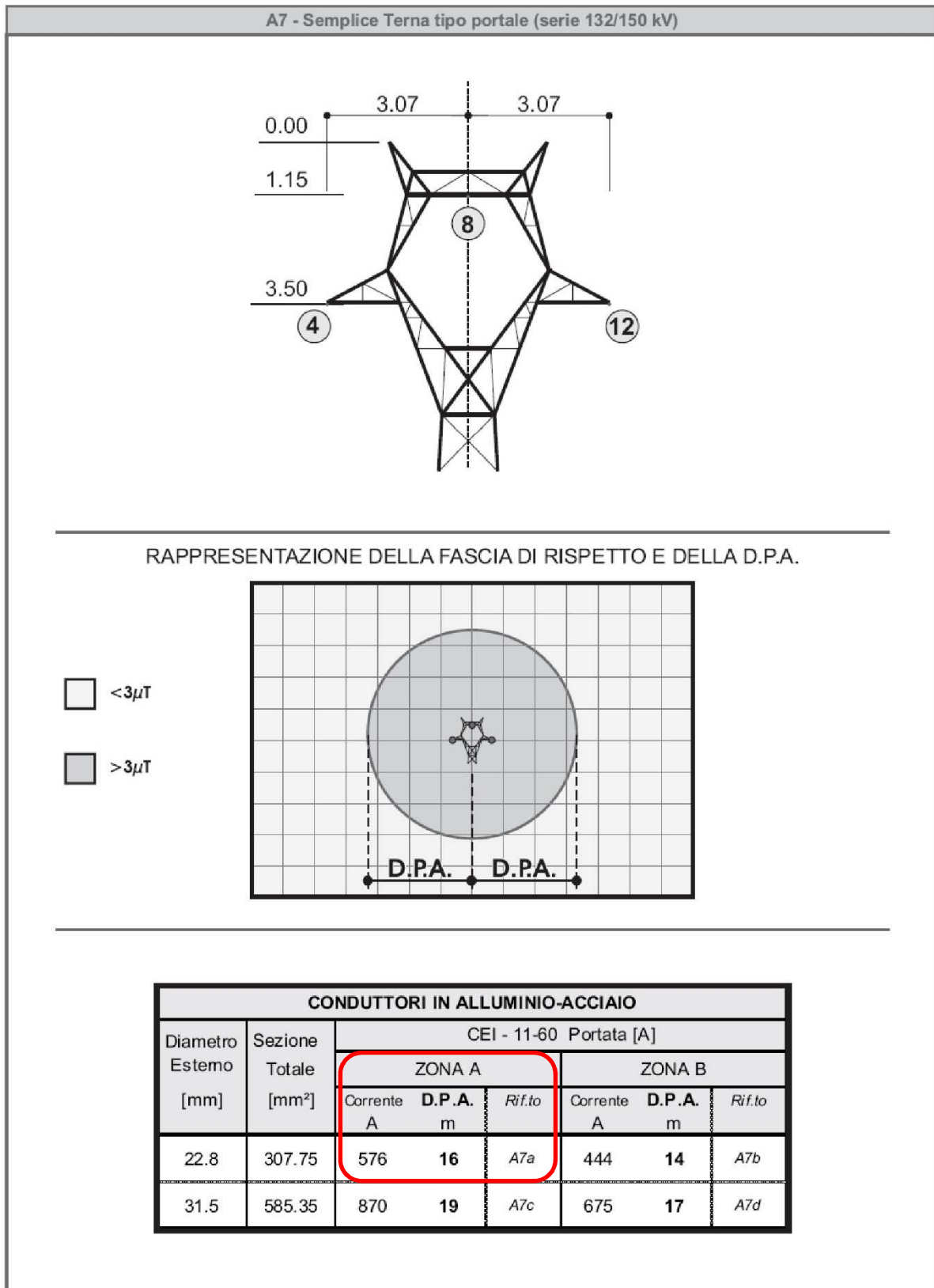
<b>Tipo di linea</b>	<b>Interrata</b>
<b>Numero conduttori attivi</b>	<b>3</b>
<b>Tipo di cavo</b>	<b>cavo cordato ad elica</b>
<b>Sezione conduttori</b>	<b>70-630 mmq</b>
<b>Tensione nominale</b>	<b>30 kV</b>
<b>Profondità interrimento</b>	<b>1,2 m</b>

Le linee in cavo interrato disposto a trifoglio come quella in esame hanno ampiezza molto ridotta e pari a circa 0,7 m, quindi inferiore alla profondità di interrimento del cavo che è di 1,2 m, e pertanto questa tipologia di elettrodotto rispetta i limiti di inquinamento previsti dalla normativa.



Estratto della guida di Enel sul calcolo della DPA: cavi in media tensione interrati

Nel caso invece dei cavi in alta tensione, la guida di Enel stima una DPA di 16 metri (vedasi estratto di seguito); questo cavo transita nella fascia di rispetto della stazione RTN, e non vi sono luoghi tutelati al suo interno.



Estratto della guida di Enel sul calcolo della DPA: cavi in alta tensione aerei

## **6. SINTESI**

Scopo del presente documento è stata la verifica del rispetto dei requisiti normativi in merito alla tutela da inquinamento elettromagnetico.

Dopo aver fornito i principali riferimenti normativi, per ognuno dei principali componenti in grado di generare campi elettromagnetici sono state determinate, parte mediante calcolo e parte facendo riferimento ai dati disponibili in letteratura, le distanze minime di sicurezza, verificando il rispetto delle distanze dai luoghi tutelati.

Da quanto sopra esposto, si può dunque concludere che è garantita la piena compatibilità con i limiti imposti dalla legge e che pertanto risulta essere trascurabile o nullo l'impatto del campo elettromagnetico generato dalla realizzazione delle opere elettriche connesse al parco eolico in progetto.