

**REGIONE  
FRIULI - VENEZIA GIULIA**

COMUNE DI MARTIGNACCO (UD)

ATLAS SOLAR 2 s.r.l.  
Via Cino Del Duca, 5  
20122 MILANO (MI)  
P.IVA 03045640301

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO CON FOTOVOLTAICO AD INSEGUITORI MONOASSIALI  
PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, COMPRESIVO DI  
IMPIANTO AGRICOLO CON ANNESSO APIARIO, SITO NEL COMUNE DI  
MARTIGNACCO (UD), FORMATO DA DUE SEZIONI CIASCUNO PER UNA  
POTENZA NOMINALE MASSIMA DI 9006 KW E POTENZA IN A.C. DI 8250  
KW, ALLA TENSIONE RETE DI 20 KV E DELLE RELATIVE OPERE DI RETE  
RICADENTI NEI COMUNI DI MARTIGNACCO (UD) E FAGAGNA (UD)**

**PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE  
COMPRESIVO DELLE OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE**

**ELABORATO**

**RELAZIONE TECNICA IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

DATA: 25/11/2021

SCALA : -

aggiornamento :

**PROGETTISTI**

Ing. Nicola ROSSETTI

Ing. Rocco SALOMEDI CAMPORASSO

**CONSULENZE E COLLABORAZIONI**

Arch. Gianluca Di DONATO  
Dott. Massimo MACCHIAROLA  
Ing. Elvio MURETTA  
Archeol. Gerardo Fratianni  
Geol. Davide SERAVALLI  
Per. Ind. Alessandro CORTI

  
Energy for the Future

Udine (UD) Via Andreuzzi n°12, CAP 33100  
Partita IVA 02943070306  
www.atlas-re.eu

| revisione | descrizione                                | data       | <b>DOC<br/>R03</b> |
|-----------|--|------------|--------------------|
| A         | RELAZIONE TECNICA IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 25/11/2021 |                    |
| B         |  |            |                    |
| C         |  |            |                    |



**Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Martignacco (Provincia di Udine)**

**Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 2 s.r.l.**



**Studio di Ingegneria**



## 1. Premessa

La presente relazione è relativa all'analisi e valutazione preventiva della distanza di prima approssimazione (DPA) per l'induzione magnetica in merito alla definizione delle zone a permanenza prolungata di persone superiore alle quattro ore giornaliere nell'intorno delle cabine elettriche e dei cavi interrati di distribuzione dell'energia elettrica.

## 2. Riferimenti normativi e bibliografici

- LEGGE 22 febbraio 2001, n. 36: "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
- D.P.C.M. 8 luglio 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".
- D.M. 29 maggio 2008: "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"
- Norma 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 1: Linee elettriche aeree e in cavo"
- Norma CEI 211-4: "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche"
- Norma CEI CLC/TR 50453 (Norma CEI 14-35): "Valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza"
- Decreto interministeriale 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.: "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne"
- ENEL – "Linea Guida per l'applicazione del par. 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche"

| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                | Data       | Pag. | TOT. |
|-------|-----|--|------------|------|------|
| R03   | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 25/11/2021 | 1    | 8    |

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Martignacco (Provincia di Udine)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 2 s.r.l.</b></p> |  <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p> |
|---|--|---|

### 3. Definizioni

**Distanza di Prima Approssimazione (DPA):** per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

Nel caso di cabine la DPA è intesa come distanza da ciascuna delle pareti, tetto, pavimento e pareti laterali.

**Fascia di rispetto:** è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3  $\mu$ T). 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 e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

Valore di riferimento per l'induzione magnetica per la popolazione



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 $\mu$ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10  $\mu$ T) e l'obiettivo di qualità (3  $\mu$ T) 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).

L'obiettivo di qualità si riferisce 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.

| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                | Data       | Pag. | TOT. |
|-------|-----|--|------------|------|------|
| R03   | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 25/11/2021 | 2    | 8    |

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Martignacco (Provincia di Udine)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 2 s.r.l.</b></p> |  <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p> |
|---|--|---|

## 4. Descrizione sorgenti campo magnetico

L'impianto di fotovoltaico è costituito da più cabine e sezioni all'interno delle quali sono installate le apparecchiature quali inverter e trasformatori.

L'interfaccia fra i moduli fotovoltaici e l'impianto di distribuzione in media tensione è costituita da un trasformatore elevatore BT/MT in olio installato in ognuna delle "Centrali Inverter". Sono presenti n° 3 centrali nel campo fotovoltaico, ognuna contenente un trasformatore, che fanno capo alla cabina generale MT di distribuzione. Nelle "Centrali Inverter" è installato un trasformatore con potenza pari a 2750 kVA.

Il collegamento tra la cabina MT del campo fotovoltaico e la cabina MT del Distributore è realizzato con una linea composta da n.1 conduttore per ciascuna fase interrato, passanti in tubo corrugato dedicato, alla profondità minima di 1,0 m, con cavo elicordato ARE4H1RX 12/20 kV da 240 mm<sup>2</sup> di sezione.

## 5. Metodologia di calcolo

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, prevede che il proprietario/gestore dell'elettrodotto comunichi alle autorità competenti l'ampiezza delle fasce di rispetto ed i dati utilizzati per il calcolo dell'induzione magnetica, che va eseguito, ai sensi del § 5.1.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (G.U. n. 156 del 5 luglio 2008), sulla base delle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea, tenendo conto della presenza di eventuali altri elettrodotti.

In analogia a quanto previsto dal DM 29/05/08 si considera la distanza fra le fasi pari al diametro reale dei cavi (conduttore+isolante), in caso di cavi in parallelo per ciascuna fase si può cautelativamente considerare "S" pari alla somma di tutti i diametri dei cavi costituenti la formazione di una singola fase.

- Data una terna di conduttori disposti in piano o in verticale (a bandiera) con distanza tra i conduttori adiacenti pari a S [m], percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A], l'induzione magnetica B [μT] in un generico punto distante R [m] dal conduttore centrale, con R >> S, è data dalla seguente equazione approssimata:

$$B = 0,2 \times \sqrt{3} \times \frac{S \times I}{R^2} \quad [\mu T]$$

| SIGLA      | REV      | DESCRIZIONE                                       | Data              | Pag.     | TOT.     |
|------------|----------|---|-------------------|----------|----------|
| <b>R03</b> | <b>0</b> | <b>RELAZIONE TECNICA IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b> | <b>25/11/2021</b> | <b>3</b> | <b>8</b> |



**Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Martignacco (Provincia di Udine)**

**Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 2 s.r.l.**



**Studio di Ingegneria**

Dalla equazione suddetta, si ricava la distanza  $R'$  (distanza dal centro geometrico dei conduttori che coincide con il conduttore centrale) corrispondente ad un valore di  $B$  pari a  $3\mu T$ :

$$R' = 0,34 \times \sqrt{S \times I} \quad [m]$$



- Per una terna di conduttori disposti ai vertici di un triangolo equilatero con distanza tra i conduttori pari a  $S$  [m], percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a  $I$  [A], l'induzione magnetica  $B$  [ $\mu T$ ] in un punto distante  $R$  [m] dal baricentro dei tre conduttori, con  $R \gg S$ , è data dalla seguente equazione approssimata:

$$B = 0,1 \times \sqrt{6} \times \frac{S \times I}{R^2} \quad [\mu T]$$

Dalla equazione suddetta si ricava la distanza  $R'$  corrispondente ad un valore di  $B$  pari a  $3\mu T$ ;

$$R' = 0,286 \times \sqrt{S \times I} \quad [m]$$

| SIGLA      | REV      | DESCRIZIONE                                       | Data              | Pag.     | TOT.     |
|------------|----------|---|-------------------|----------|----------|
| <b>R03</b> | <b>0</b> | <b>RELAZIONE TECNICA IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b> | <b>25/11/2021</b> | <b>4</b> | <b>8</b> |

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | <p><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Martignacco (Provincia di Udine)</b></p> <p><b>Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 2 s.r.l.</b></p> |  <p><b>Studio di Ingegneria</b></p> |
|---|--|--|

## 6. Parametri utilizzati per la valutazione

### 6.1 Linea media tensione in cavo in uscita dalla cabina generale MT fino alla cabina MT del Distributore

I calcoli a seguire sono validi per le linee in uscita dalla cabina generale MT di distribuzione fino alla cabina MT del Distributore. La corrente è stata determinata sulla base di quella erogata dall'impianto fotovoltaico.

#### Corrente di fase lato media tensione

La corrente nominale prevedibile sul collegamento MT è definita come:

$U =$  Tensione di fase (15 kV) in [V]

$I =$  corrente nominale prevedibile di fase = 320 A

#### Caratteristiche del cavo

Tipo cavo: Media Tensione ARE4H1RX 3x(1x240) 12/20 kV

Diametro del Conduttore: 18,3 mm

Sezione del Conduttore attivo: 240 mm<sup>2</sup>

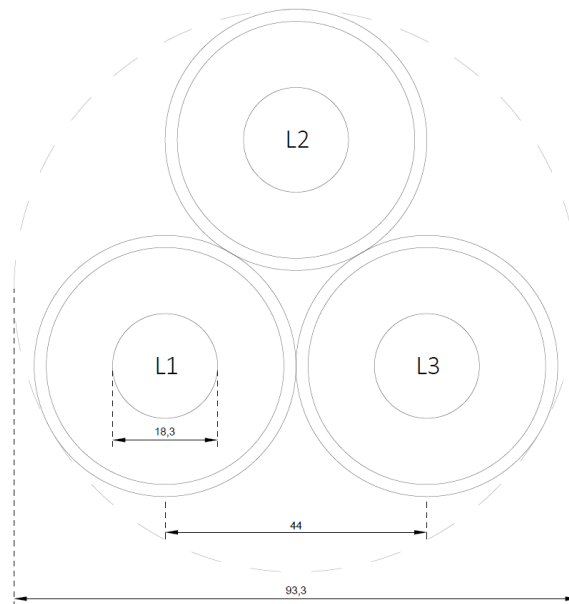
Diametro esterno nominale: 93,3 mm (comprende i 3 cavi ad elica visibile)

Tipo di posa: 1 cavo elicordato posato in tubo corrugato interrato.

Distanza tra i conduttori S: 44 mm

La disposizione del cavo per la linea in media tensione è di seguito schematizzata.

| SIGLA      | REV      | DESCRIZIONE                                | Data              | Pag.     | TOT.     |
|------------|----------|--|-------------------|----------|----------|
| <b>R03</b> | <b>0</b> | RELAZIONE TECNICA IMPATTO ELETTROMAGNETICO | <b>25/11/2021</b> | <b>5</b> | <b>8</b> |



Sostituendo i valori nella formula:

$$R' = 0,286 \times \sqrt{S \times I} \quad [m]$$



**Si ottiene un valore di R' calcolato per limite di 3µT pari a:**

R' = circa 1,07 m  $\longrightarrow$  R' = 1,5 m

(le dimensioni delle fasce di rispetto devono essere fornite con approssimazione non superiore a 1 m –

Decreto 29 maggio 2008 - 5.1.2)

| SIGLA      | REV      | DESCRIZIONE                                       | Data              | Pag.     | TOT.     |
|------------|----------|---|-------------------|----------|----------|
| <b>R03</b> | <b>0</b> | <b>RELAZIONE TECNICA IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b> | <b>25/11/2021</b> | <b>6</b> | <b>8</b> |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|  | <p><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Martignacco (Provincia di Udine)</b></p> <p><b>Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 2 s.r.l.</b></p> |  <p><b>Studio di Ingegneria</b></p> |  |
|---|--|--|--|

### **Linea in cavo 15 kV – lato media tensione**

#### **Linea media tensione in cavo in uscita dalla cabina generale MT fino alla cabina primaria MT/AT Palmanova**

La linea, come descritto ai paragrafi precedenti, determina una DPA pari a 1,0 metri che in analogia al paragrafo 5.1.4.5 del decreto 29 Maggio 2008 viene incrementata per tenere in considerazione eventuali cambi di direzione calcolando 1,5 volte il valore di DPA precedentemente determinato.

Nel nostro caso  $DPA = 1,5 \times 1,0 = 1,5$  m.

## **7. Conclusioni**

Per le linee di distribuzione in media tensione, con sezione 240 mmq dalla cabina MT del parco fotovoltaico sino cabina MT del Distributore si ha una distanza DPA di 1,50 metri nell'intorno della linea stessa in tutte le direzioni.

Nei cambi di direzione l'incremento della DPA è stato determinato come previsto dal paragrafo 5.1.4.5 del Decreto 29-05-2008 con un massimo di 2,5 metri.

| SIGLA      | REV      | DESCRIZIONE                                       | Data              | Pag.     | TOT.     |
|------------|----------|---|-------------------|----------|----------|
| <b>R03</b> | <b>0</b> | <b>RELAZIONE TECNICA IMPATTO ELETTROMAGNETICO</b> | <b>25/11/2021</b> | <b>7</b> | <b>8</b> |





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

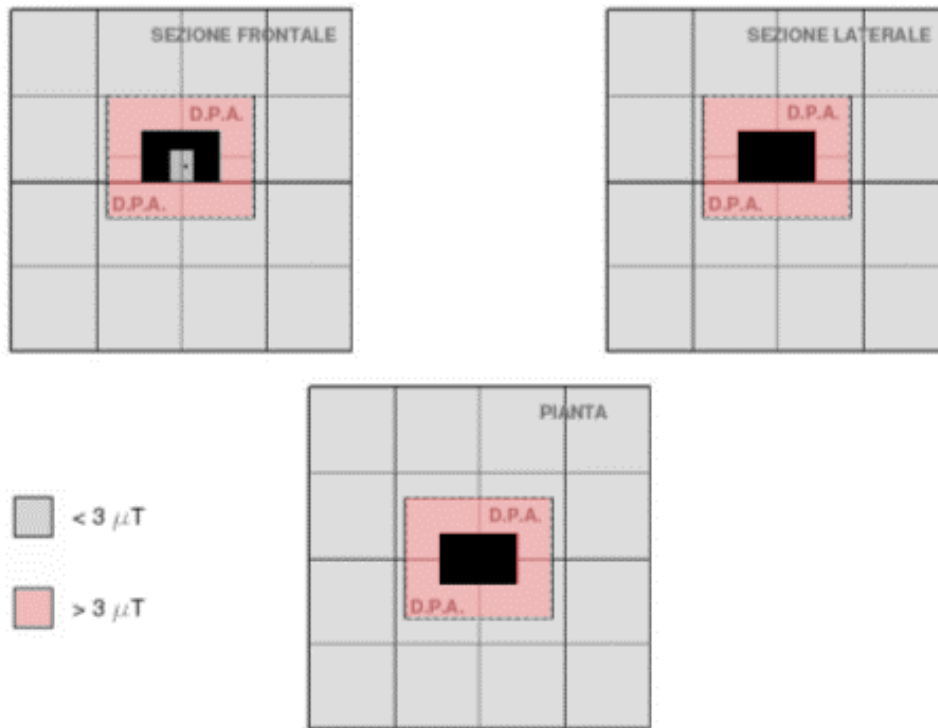


Fig.1

| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                | Data       | Pag. | TOT. |
|-------|-----|--|------------|------|------|
| R03   | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPATTO ELETTROMAGNETICO | 25/11/2021 | 8    | 8    |