

# REGIONE SICILIA

## COMUNE DI LICATA (AG)

### **Oggetto:**

Progetto Integrato Agricolo-Energia-Ambiente denominato **Agro-voltaico GRAFITE LICATA** di riqualificazione di un'area agricola nel comune di Licata consistente nella coltivazione dell'intera area agricola attraverso le più moderne tecnologie tipiche della cosiddetta Industria (Agricoltura) 5.0 e nella installazione di un impianto fotovoltaico della potenza complessiva di 28.644,10 kWp (lato DC) con struttura ad inseguimento monoassiale da connettere in media tensione (MT) alla RTN.



Nome Documento:

## RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

Proponente:

# PACIFICO

**PACIFICO GRAFITE S.R.L.**

piazza Walther von der Vogelweide, 8 -  
39100 - Bolzano (BZ) P.IVA: 03087890210

Progettista:



**Dot. Ing. Pietro ZARBO**

Ordine degli Ingegneri di Agrigento n. 1341

Nome Elettronico Documento (file): A.1.4.f Relazione campi elettromagnetici

00	30/11/2021	1 Emissione	Ing. P. ZARBO	Ing. P. Zarbo	Pacifico Grafite s.r.l.
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	AUTORIZZATO

# INDICE

<b>1</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto/DPA.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>L'impianto di produzione e connessione .....</b>	<b>10</b>
4.1	Schema unifilare.....	10
4.2	Soluzione tecnica di connessione.....	11
<b>5</b>	<b>Sorgenti di campi elettromagnetici nel progetto.....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Analisi dei campi elettrici e magnetici .....</b>	<b>13</b>
6.1	Cavi MT interrati.....	13
<b>7</b>	<b>Conclusioni.....</b>	<b>17</b>

## 1 Premessa

Scopo del presente documento è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell'impianto fotovoltaico denominato **Agro-Voltaico Grafite LICATA** ai fini della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001 e dei relativi Decreti attuativi.

Verranno descritte le caratteristiche principali delle componenti dell'impianto in grado di produrre campi elettromagnetici significativi e verrà applicato quanto disposto dal vigente Decreto Ministeriale 29/05/2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

## Definizioni

Per quanto non riportato nel seguito si rimanda alle definizioni contenute nelle Norme CEI 0-16, CEI 0-21 e nella delibera ARG/elt 99/08 e s.m.i.

Valgono le definizioni di seguito riportate, per la maggior parte contenute nella Legge 36/2001, nel DPCM 8 luglio 2003 e nel Decreto 29 maggio 2008.

- ✓ Autorità competenti ai fini dei controlli: sono le autorità di cui all'art. 14 della Legge 36/2001 (le amministrazioni provinciali e comunali, al fine di esercitare le funzioni di controllo e di vigilanza sanitaria e ambientale, utilizzano le strutture delle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente).
- ✓ Autorità competenti ai fini delle autorizzazioni: sono le autorità competenti al rilascio delle autorizzazioni per la costruzione e/o l'esercizio di elettrodotti e/o insediamenti e/o aree di cui all'art. 4 del DPCM 8 luglio 2003 (aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore).
- ✓ Campata: elemento minimo di una linea elettrica sotteso tra due sostegni.
- ✓ 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 (Figura 2). 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 (Scheda B10).
- ✓ Elettrodotto: è l'insieme delle linee elettriche delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.
- ✓ 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 (Figura 2).

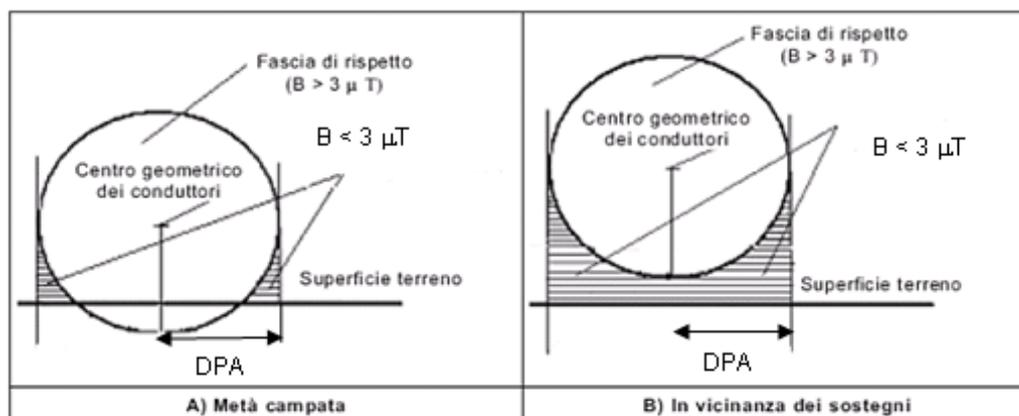


Figura 2 - Schema Fasce di rispetto e DPA in corrispondenza di metà campata e in vicinanza dei sostegni.

(La dimensione della DPA delle linee elettriche viene fornita approssimata per eccesso al metro superiore)

- ✓ **Impianto:** officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla regolazione e alla modifica (trasformazione e/o conversione) dell'energia elettrica transitante in modo da renderla adatta a soddisfare le richieste della successiva destinazione. Gli impianti possono essere: Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di Primarie e Secondarie e Cabine Utente.
- ✓ **Limiti di esposizione (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 1):** nel caso di esposizione, della popolazione, 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.
- ✓ **Linea:** collegamento con conduttori elettrici, delimitato da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti.
- ✓ **Luoghi tutelati (Legge 36/2001 art. 4 c.1, lettera h):** aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.

- ✓ Obiettivo di qualità (DPCM 8 luglio 2003 art. 4): 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 giornaliere non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Principali riferimenti normativi sono:

- ✓ 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 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".

### 3 Metodologia di calcolo delle fasce di rispetto/DPA

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.

Il calcolo sarà effettuato con modello bidimensionale (2D), se rispettate le condizioni di cui alla CEI 106-11, o con modello tridimensionale (3D) in caso contrario. La determinazione della fascia di rispetto è finalizzata alla definizione del volume, attorno ai conduttori, al cui interno si potrebbe avere una induzione magnetica superiore a  $3 \mu\text{T}$  e non all'individuazione della proiezione verticale al suolo di detto volume, come invece definito in maniera semplificata dalla procedura di calcolo della DPA. Pertanto, il calcolo richiesto dalle autorità competenti va effettuato soltanto in corrispondenza della sezione di interesse, ovvero interferente con un luogo tutelato di cui all'art. 4 c. 1 lettera h) della Legge 36/2001.

Nel caso di cabine elettriche, ai sensi del § 5.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008) ess.mm.ii, la fascia di rispetto deve essere calcolata come segue:

- 1) Cabine Primarie, generalmente la DPA rientra nel perimetro dell'impianto (§ 5.2.2) in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro.
- 2) Cabine Secondarie, nel caso di cabine di tipo box (con dimensioni mediamente di 4 m x 2.4 m, altezze di 2.4 m e 2.7 m ed unico trasformatore) o similari, la DPA, intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro

reale (conduttore + isolante) del cavo (§ 5.2.1) applicando la seguente relazione:

$$Dpa=0.40942*x^{0.5241}* I$$

Per Cabine Secondarie differenti dallo standard "box" o similare sarà previsto il calcolo puntuale, da applicarsi caso per caso. Per Cabine Secondarie di sola consegna MT la Dpa da considerare è quella della linea MT entrante/uscente; qualora sia presente anche un trasformatore e la cabina sia assimilabile ad una "box", la Dpa va calcolata con la formula di cui sopra (§ 5.2.1. del DM 29.05.08). Nel caso di più cavi per ciascuna fase in uscita dal trasformatore va considerato il cavo unipolare di diametro maggiore.

Come prescritto all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 i proprietari/gestori provvedono a comunicare non solo l'ampiezza delle fasce di rispetto, ma anche i dati per il calcolo delle stesse ai fini delle verifiche delle autorità competenti, trasmessi mediante relazione contenente i dati caratteristici delle linee o cabine e le relative DPA

Con l'ausilio della metodologia di calcolo illustrata nella guida, la fascia di rispetto viene determinata come "lo spazio circostante i conduttori di una linea elettrica aerea, o in cavo interrato, 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 ad un valore prefissato, in particolare all'obiettivo di qualità" inteso come 3 µT per il valore efficace di induzione magnetica.

Nei prossimi capitoli vengono analizzati tutti i tratti di trasporto energia, dal singolo modulo fino alla connessione, per valutarne il contributo di generazione dei campi elettromagnetici.

## 4 L'impianto di produzione e connessione

Sia per motivi amministrativi di gestione delle parti che lo compongono che per motivi tecnici un impianto e le relative opere di connessione può essere distinto nelle seguenti sezioni:

- ✓ impianto di produzione di energia: nel nostro caso l'impianto fotovoltaico costituito dai generatori fotovoltaici (moduli) e relativi componenti:
  - inverter per convertire l'energia a corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici (generatori di elettricità) in continua alternata;
  - cavi per il trasporto di energia verso i quadri elettrici;
  - trasformatore di tensione per elevare la tensione da BT (bassa tensione < 1,000 Volt) a MT (media tensione a 20.000 volt);
  - le linee elettriche MT (a 20 kV) in cavo interrato, che collegano le cabine di campo CCx tra loro e con la Cabina Consegna dell'ente Gestore;
  - Essendo prevista una consegna in MT non è presenti stazione elettrica di trasformazione AT utente e consegna e relativo elettrodotto AT.

### 4.1 Schema unifilare

L'architettura elettrica è composta da CINQUE sottocampi ove confluiscono **15** sezioni di campo fotovoltaico **da 2 MWp**.

Quindi, i generatori (moduli) di ciascuna delle **15** sezioni produrranno energia elettrica in corrente (DC) continua che verrà trasformata in corrente alternata (AC) dagli inverter alla tensione di 800 V ca. All'interno di ciascuna cabina di campo CCx (si veda l'elaborato "Schema unifilare impianto" è installato un trasformatore 0.8/20 kV per la trasformazione di detta corrente alla tensione di 20 kV. L'energia sarà quindi immessa nel sistema di trasporto di energia in cavo a 20 kV (interrata) per il trasporto alla Cabina Consegna dell'ente gestore, dove subisce un'ulteriore trasformazione di tensione in AT esistente nella Cabina Primaria denominata LICATA.

Si vedano "Schemi unifilare impianto".

#### **4.2 Soluzione tecnica di connessione**

La soluzione tecnica proposta dal Gestore di rete E-Distribuzione prevede una connessione per ogni sottocampo dell'impianto fotovoltaico in una cabina consegna in MT a 20.000 V.

Ogni cabina consegna sarà posizionata nel rispettivo sottocampo (vedi elaborato di riferimento per i dettagli)

Per il percorso del cavo di collegamento si veda la relazione "Opere di connessione e relativo elaborato".

## 5 Sorgenti di campi elettromagnetici nel progetto

La presente relazione è riferita all'impatto elettromagnetico prodotto dall'impianto con particolare riferimento a:

- 1) linee BT e MT;

## 6 Analisi dei campi elettrici e magnetici

### 6.1 Cavi MT interrati

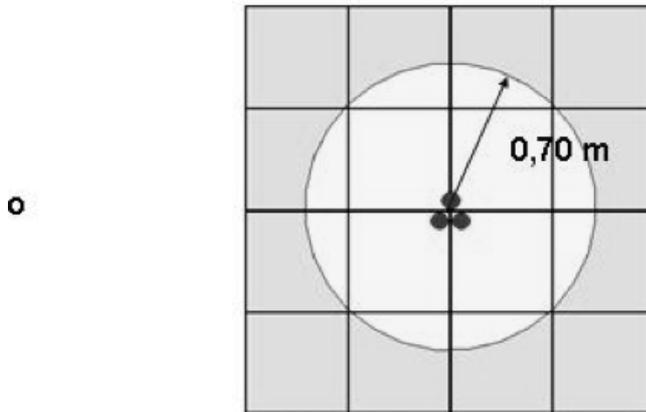
Le reti di connessione, tra le varie apparecchiature dell'impianto, in BT ed MT interne all'area del campo fotovoltaico sono interrate mentre la rete di connessione con partenza dalla cabina consegna del rispettivo sottocampo fino alla cabina LICATA sarà in linea aerea MT.

La metodologia di posa delle suddette linee è del tipo **Elicorda**; ciò consente di avere campi elettrici assai ridotti, grazie alla possibilità di avvicinare i cavi ed all'effetto schermante del terreno.

Secondo quanto espresso dal Decreto 29 maggio 2008, nell'allegato relativo alla "metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti", si ribadisce che sono escluse dalla valutazione delle Distanze di Prima Approssimazione (D.P.A.) e delle Fasce di Rispetto le linee in MT in cavo cordato ad elica in quanto le fasce di rispetto hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanze previste dai D.M. 449/1988 e 16/01/1991.

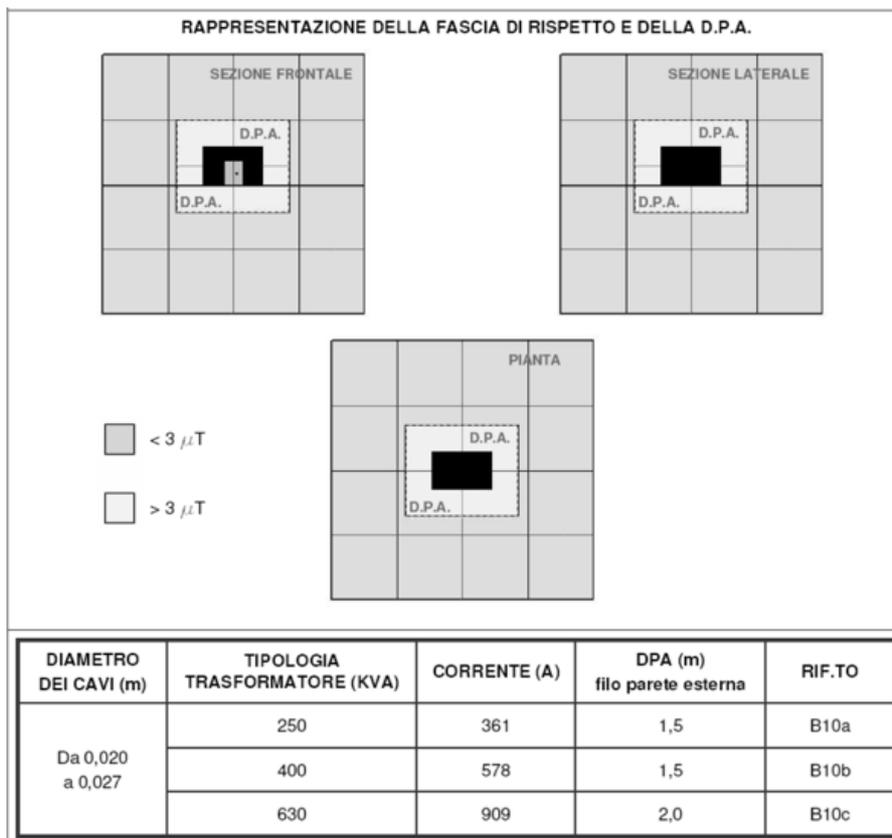
L'utilizzo di cavi cordati ad elica consente di ridurre notevolmente le distanze tra i conduttori limitando di conseguenza la dimensione della fascia di rispetto.

Il cavo tripolare ha un ottimo comportamento dal punto di vista dei campi magnetici in quanto, essendo la somma delle tre correnti che circolano nei conduttori istante per istante nulla, almeno teoricamente non vi sono correnti parassite circolanti negli eventuali rivestimenti metallici esterni (guaina ed armatura).



**Fascia di rispetto ( $B > 3 \text{ microT}$ ) per cavo interrato MT ad elica visibile (passo d'elica 3 m) – sez. 185 mm<sup>2</sup> – In 324 A**

Si allega estratto delle linee guida per l'applicazione dell'allegato al DM 29.05.08 per le DPA da cabine elettriche:



Quindi nel caso di posa di cavi ad elicorda i limiti previsti dalla normativa di riferimento vengono rispettati già con la profondità del cavo stesso. Non sono necessari ulteriori studi.

Nel seguito, invece verrà calcolata la DPA per le **cinque terne con posa a trifoglio che dall'area del campo arriveranno fino alla consegna**. Il risultato delle distanze verrà applicato anche per gli altri tratti con meno terne. I limiti da rispettare sono:

Frequenza 50 Hz	Intensità di campo elettrico E (kV/m)	Induzione Magnetica B (μT)
<b>Limite di esposizione *</b> (da non superare mai)	<b>5</b>	<b>100</b>
<b>Valore di attenzione **</b> (da non superare in <b>ambienti abitativi già esistenti</b> e comunque nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore)	-	<b>10</b>
<b>Obiettivo di qualità **</b> (da non superare per i <b>nuovi elettrodotti o le nuove abitazioni</b> in prossimità di elettrodotti esistenti)	-	<b>3</b>

Quindi, in generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente **interrata dei cavi per i cavi interni al campo ed in linea aerea per i cavi in partenza dalla cabina consegna** del produttore fino alla cabina consegna dell'ente gestore.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Per il calcolo si fa riferimento alla Guida 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" ed alla norma Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche".

Applicando, quindi, i contenuti delle norme citate e prevedendo le peggiori condizioni per corrente attraversata dai cavi si conclude che con una **DPA di 5 mt** viene rispettato l'obiettivo di qualità prevista dalla norma.

## 7 Conclusioni

Considerando che:

- ✓ **in fase di cantiere** non c'è rischio ad esposizione di campi elettromagnetici in quanto le componenti non sono in tensione;
- ✓ nella **fase di esercizio** non si esclude la presenza di personale per interventi di manutenzione sugli elementi dell'impianto. Il suddetto personale sarà addestrato ad utilizzare tutti gli accorgimenti di legge per assicurare la massima sicurezza in fase di lavoro comprendendo quindi anche la sosta limitata davanti agli elementi radianti entro il limite della D.P.A; il personale, inoltre, seguirà delle precise istruzioni che saranno descritte dal responsabile di mantenimento del progetto nel relativo documento valutazione rischi redatto secondo le disposizioni del **D. Lgs 81/2008 e relative norme collegate**.
- ✓ secondo quanto espresso dal Decreto 29 maggio 2008, nell'allegato relativo alla "metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti", si ribadisce che sono escluse dalla valutazione delle Distanze di Prima Approssimazione (D.P.A.) e delle Fasce di Rispetto le linee in MT in cavo cordato ad elica in quanto le fasce di rispetto hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanze previste dai D.M. 449/1988 e 16/01/1991

L'impianto fotovoltaico in progetto e le opere annesse **non producono effetti negativi da campi elettrici e magnetici** sulle risorse ambientali e sulla salute pubblica.

La limitazione dell'accesso all'impianto a persone non autorizzate e la ridotta presenza di potenziali ricettori garantisce ampiamente di rispettare la distanza di sicurezza tra persone e sorgenti di campi elettromagnetici.

Le opere utili all'allaccio dell'impianto alla rete elettrica nazionale rispettano in ogni punto i massimi standard di sicurezza e i limiti prescritti dalle vigenti norme in materia di esposizione da campi elettromagnetici.