



Comune di Gavignano

Comune di Paliano

Comune di Anagni

Committente:

# GRUPOTEC SOLAR ITALIA 15 SRL



Via Statuto, 10 - 20121 Milano - Italy  
pec: grupotecsolaritalia15srl@legalmail.it

## PROCEDIMENTO VIA NAZIONALE ai sensi degli artt. 23-24-25 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Denominazione progetto:

### REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"

Potenza nominale complessiva = 16.428,75 kWp

Sito in:

**COMUNI DI GAVIGNANO (RM), PALIANO (FR) E ANAGNI (FR)**

Titolo elaborato:

### Relazione di valutazione campi elettromagnetici



Elaborato n. **EL07**

Scala -

Responsabile Coordinamento e revisione progetto : Ing. Nicodemo Agostino

TIMBRI E FIRME:

Progettisti : Grupotec Solar Italia 15 s.r.l.

Collaboratori : -



REV.:	REDAZIONE:	CONTROLLO:	APPROVAZIONE :	DATA:
00	Maria Dolores Torregrosa	Ing. Nicodemo Agostino	Ing. Nicodemo Agostino	13/12/2021
01	Maria Dolores Torregrosa	Ing. Nicodemo Agostino	Ing. Nicodemo Agostino	25/11/2022
02				

FIRMA/TIMBRO  
COMMITTENTE:



**Flyren Development S.r.l.**  
Lungo Po Antonelli, 21 - 10153 Torino (TO)  
tel: 011/ 8123575 - fax: 011/ 8127528  
email: info@flyren.eu  
web: www.flyren.eu  
C.F. / P. IVA n. 12062400010

<b>1. OBIETTIVO .....</b>	<b>2</b>
<b>2. CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....</b>	<b>2</b>
<b>3. APPLICAZIONE DELLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>4. VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI NEL CAMPO FOTOVOLTAICO.....</b>	<b>4</b>
<b>5. CONCLUSIONI .....</b>	<b>7</b>
<b>6. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>7</b>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 07	Relazione sull'impatto elettromagnetico delle infrastrutture elettriche	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 2 di 8

## 1. Obiettivo

La finalità del presente documento è la definizione dell'influenza dei campi elettromagnetici emessi dalle installazioni elettriche afferenti all'impianto fotovoltaico di "GAVIGNANO" sito in Comune di GAVIGNANO nella Città Metropolitana di Roma Capitale, in regione Lazio.

Saranno valutate nello specifico le emissioni elettromagnetiche legate alle infrastrutture quali cabine elettriche, trasformazione MT/bt e cavidotti nel rispetto di quanto previsto dal DPCM 8 luglio 2003 e al calcolo delle DPA in relazione a quanto previsto dal DM 29 maggio 2008.

## 2. Caratteristiche dell'impianto fotovoltaico

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico installato a terra e avente una potenza di picco complessiva pari a **16,43 MWp**. L'impianto sarà suddiviso in 3 zone di impianto identificate come:

- Area di Impianto T1 di potenza complessiva **5,72 MWp**;
- Area di Impianto T2 di potenza complessiva **4,40 MWp**;
- Area di Impianto T3 di potenza complessiva **6,31 MWp**.

Le 3 aree di impianto indicate all'inizio del presente capitolo e riportate sugli elaborati grafici di progetto, afferiscono a tre distinti punti di connessione alla rete elettrica MT del Gestore di Rete E-Distribuzione.

Nel dettaglio:

- L'area di impianto T1, per complessivi **5,72 MWp** immetterà energia elettrica in rete attraverso il punto di connessione di cui alla STMG di E-Distribuzione avente codice di rintracciabilità 255434311 e codice POD IT001E938776440 (STMG n. 1);
- L'area di impianto T2, per complessivi **4,40 MWp** immetterà energia elettrica in rete attraverso il punto di connessione di cui alla STMG di E-Distribuzione avente codice di rintracciabilità 255434825 e codice POD IT001E938829926 (STMG n. 3);
- L'area di impianto T3, per complessivi **6,31 MWp** immetterà energia elettrica in rete attraverso il punto di connessione di cui alla STMG di E-Distribuzione avente codice di rintracciabilità 255434606 e codice POD IT001E938776466 (STMG n. 2).

Le soluzioni tecniche di connessione sopra indicate (STMG) prevedono quanto di seguito riassunto:

- STMG n. 1. Gli impianti saranno allacciati alla rete elettrica MT a 20kV di E-Distribuzione tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna dalla cabina primaria AT/MT di Castellaccio. È prevista, quindi, la realizzazione di un elettrodotto in cavo, di lunghezza indicativa circa 4370 m (3370 m in terreno e 1000 m su asfalto) per raccordarsi alla sopra citata cabina primaria. . Il cavo per la connessione relativa alla STMG1, sarà posato insieme ad un'ulteriore terna per garantire anche le connessioni previste dalla STMG2 e STMG3;
- STMG n. 2. Gli impianti saranno allacciati alla rete elettrica MT a 20kV di E-Distribuzione tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna dalla cabina primaria AT/MT di Castellaccio. È prevista, quindi, la realizzazione di un elettrodotto in cavo, di lunghezza indicativa circa

4370 m (3370 m in terreno e 1000 m su asfalto) per raccordarsi alla sopra citata cabina primaria. Il cavo per la connessione relativa alla STMG2, sarà posato insieme ad un'ulteriore terna per garantire anche le connessioni previste dalla STMG1e STMG3;

- STMG n. 3. Gli impianti saranno allacciati alla rete elettrica MT a 20kV di E-Distribuzione tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna dalla cabina primaria AT/MT di Castellaccio. È prevista, quindi, la realizzazione di un elettrodotto in cavo, di lunghezza indicativa circa 4370 m (3370 m in terreno e 1000 m su asfalto) per raccordarsi alla sopra citata cabina primaria. Il cavo per la connessione relativa alla STMG3, sarà posato insieme ad un'ulteriore terna per garantire anche le connessioni previste dalla STMG1 e STMG2;
- I tre elettrodotti sopra riportati correranno nello stesso scavo predisposto.



**Figura 1.** Layout dell'impianto fotovoltaico di Gavignano CAMPI T1 (rosso), T2 (verde scuro), T3 (arancio). Le fasce verdi perimetrali rappresentano le mitigazioni ambientali

### 3. Applicazione della normativa di riferimento

Il riferimento per la valutazione delle influenze elettromagnetiche delle infrastrutture elettriche di impianto è il DPCM 8 luglio 2003 nel quale vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete industriale e connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

I limiti imposti sono deducibili nel DPCM e sono riportati nei seguenti estratti del Decreto:

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 07	Relazione sull'impatto elettromagnetico delle infrastrutture elettriche	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 4 di 8

### Art. 3. Limiti di esposizione e valori di attenzione

1. 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  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

2. 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  $\mu$ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

### Art. 4. Obiettivi di qualità

1. 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 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 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.

A tal proposito, quindi, la costruzione dell'impianto avrà come finalità quella di attestarsi al raggiungimento di un valore di intensità del campo magnetico inferiore ai 3 $\mu$ T come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore di esercizio.

La condizione normale di esercizio è quella di sviluppo della totale potenza da parte dell'impianto, vale a dire circa 16,275 MWac.

## 4. Valutazione dei campi elettromagnetici nel campo fotovoltaico

Quanto di seguito indicato è valido per ogni singolo lotto di impianto

### 4.1 Analisi sui moduli fotovoltaici

Il contributo dei moduli fotovoltaici può ritenersi trascurabile ai fini della valutazione. I moduli operano solamente a tensione e corrente continua (frequenza nulla) e la possibilità di dar luogo a campi elettromagnetici variabili può avvenire solo durante brevi transitori di corrente dovuti ad accensione e spegnimento delle apparecchiature di conversione.

### 4.1 Analisi sui convertitori CC/CA

I convertitori previsti per l'installazione nell'impianto fotovoltaico sono dotati di certificazione di rispondenza alle normative di compatibilità elettromagnetica CEI EN 61000.

Il fattore di distorsione armonica delle macchine THD è inferiore al 3% e la componente di immissione in rete è costantemente monitorata dall'algoritmo di protezione della macchina.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 07	Relazione sull'impatto elettromagnetico delle infrastrutture elettriche	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 5 di 8

## 4.2 Analisi sui trasformatori MT/bt

Per ognuno dei lotti di impianto, sarà utilizzato un trasformatore MT/bt della potenza rispettivamente di 5550 kVA (campo T1, installazione completa di interruttori bt ed MT), 4070 kVA (campo T2, installazione completa di interruttori bt ed MT) e 5950 kVA (T3) raffreddati ad aria ed isolati in olio.

Il trasformatore eleverà la tensione di produzione da 800V degli inverter ai 20000V della rete di distribuzione.

### Trasformatori 5950 kVA

Alla potenza di 5950 kVA con secondario a 800V, corrisponde una corrente totale sul lato bt pari a 4294 A e una corrente a primario MT pari a 171,76 A.

Il trasformatore è considerato la principale sorgente di emissione di campo magnetico.

Si stima che la corrente di 4294 A possa essere trasferita da almeno 12 corde per fase da 240 mm<sup>2</sup> in alluminio, ciascuna con diametro esterno pari a 27,5 mm.

Per il calcolo della distanza di prima approssimazione DPA, vale a dire la distanza al di fuori della quale il valore dell'induzione magnetica si intende inferiore a 3uT, si considera la corrente di bassa tensione del trasformatore e una distanza tra le fasi pari ad almeno il diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore (isolante + conduttore). Si considera quindi  $I = 4294$  A e  $x =$  diametro cavi = 27,5 mm = 0,0275 m.

Applicando la formula di seguito descritta, derivante dal DM 29 maggio 2008 in applicazione del capitolo 5.2.1 si ottiene:

$$\frac{DPA}{\sqrt{I}} = 0,40942 \cdot x^{0,5242}$$

Da cui  $DPA = 4,07$  m che arrotondata all'intero superiore porta a **DPA = 5 m dalla pianta di installazione della piattaforma di trasformazione e dei relativi quadri elettrici generali MT e bt alloggiati in corrispondenza della stessa.**

Il trasformatore si trova in una zona che non sarà mai permanentemente presidiata.

### Trasformatori 5550 kVA

Alla potenza di 5550 kVA con secondario a 800V, corrisponde una corrente totale sul lato bt pari a 4005,37 A e una corrente a primario MT pari a 160,2 A.

Il trasformatore è considerato la principale sorgente di emissione di campo magnetico.

Si stima che la corrente di 4005,37 A possa essere trasferita da almeno 12 corde per fase da 240 mm<sup>2</sup> in alluminio, ciascuna con diametro esterno pari a 27,5 mm.

Per il calcolo della distanza di prima approssimazione DPA, vale a dire la distanza al di fuori della quale il valore dell'induzione magnetica si intende inferiore a 3uT, si considera la corrente di bassa tensione del trasformatore e una distanza tra le fasi pari ad almeno il diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore (isolante + conduttore). Si considera quindi  $I = 4005,37$  A e  $x =$  diametro cavi = 27,5 mm = 0,0275 m.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 07	Relazione sull'impatto elettromagnetico delle infrastrutture elettriche	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 6 di 8

Applicando la formula di seguito descritta, derivante dal DM 29 maggio 2008 in applicazione del capitolo 5.2.1 si ottiene:

$$\frac{DPA}{\sqrt{I}} = 0,40942 \cdot x^{0,5242}$$

Da cui DPA = 3,93 m che arrotondata all'intero superiore porta a **DPA = 4 m dalla pianta di installazione della piattaforma di trasformazione e dei relativi quadri elettrici generali MT e bt alloggiati in corrispondenza della stessa.**

Il trasformatore si trova in una zona che non sarà mai permanentemente presidiata.

### **Trasformatore 4070 kVA**

Alla potenza di 4070 kVA con secondario a 800V, corrisponde una corrente totale sul lato bt pari a 2937 A e una corrente a primario MT pari a 117,49 A.

Si stima che la corrente di 2937 A possa essere trasferita da almeno 9 corde per fase da 240 mm<sup>2</sup> in alluminio, ciascuna con diametro esterno pari a 27,5 mm.

Per il calcolo della distanza di prima approssimazione DPA, vale a dire la distanza al di fuori della quale il valore dell'induzione magnetica si intende inferiore a 3uT, si considera la corrente di bassa tensione del trasformatore e una distanza tra le fasi pari ad almeno il diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore (isolante + conduttore). Si considera quindi I = 2937A e x = diametro cavi = 27,5 mm = 0,0275 m.

Applicando la formula di seguito descritta, derivante dal DM 29 maggio 2008 in applicazione del capitolo 5.2.1 si ottiene:

$$\frac{DPA}{\sqrt{I}} = 0,40942 \cdot x^{0,5242}$$

Da cui DPA = 3,37 m che arrotondata all'intero superiore porta a **DPA = 4 m dalla pianta di installazione della piattaforma di trasformazione e dei relativi quadri elettrici generali MT e bt alloggiati in corrispondenza della stessa.**

Il trasformatore si trova in una zona che non sarà mai permanentemente presidiata.

### **4.3 Analisi sulle cabine di consegna**

Per quanto riguarda la cabina di consegna, che conterranno esclusivamente apparecchiature MT, sarà considerato un valore pari a **DPA = 2m dalla parete della cabina su ogni lato** (Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08). Tale valore, a vantaggio della sicurezza, ricomprende anche la presenza del trasformatore bt dei servizi ausiliari (50 kVA 20000/400V) nel locale utente.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 07	Relazione sull'impatto elettromagnetico delle infrastrutture elettriche	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 7 di 8

#### 4.4 Analisi sui cavi di comunicazione, monitoraggio e sicurezza

I cavi oggetto del presente paragrafo sono cavi di tipo schermato, per cui si ritengono trascurabili gli effetti prodotti dai campi elettromagnetici

#### 4.5 Elettrodotti MT verso la Cabina Primaria di Castellaccio

Il cavo elettrico interrato utilizzato è del tipo ARE4H5EX 18/30 kV tripolare a elica visibile. A tal proposito si richiama il paragrafo 3.2 dell'allegato al DM 29/5/2008 in cui si sottolinea che "le linee MT in cavo cordato ad elica (Interrate o aeree) *costituiscono uno di casi di esclusione di applicazione del calcolo delle DPA*", poiché in questo caso le fasce associabili hanno ampiezza ridotta inferiori alle distanze previste dal Decreto interministeriale 449/88 e dal Decreto del Ministro dei lavori pubblici 16 gennaio 1991. Su tale cavo non risulta necessario valutare DPA.

#### 4.6 Elettrodotti MT interni al campo FV

Anche per i cavidotti interni al campo FV, contenenti linee MT, saranno impiegati i cavi elettrici con conduttore in alluminio, di tipologia ad elica visibile, già descritti al precedente punto. Valgono, conseguentemente, le stesse considerazioni.

### 5. Conclusioni

Le aree di impianto fotovoltaico e il cavidotto relativo alle opere di rete non prevedono la presenza permanente umana nelle fasce di rispetto DPA per oltre 4 ore (si parla in realtà di pochi minuti).

Per quanto riguarda i cavi in corrente alternata BT interrati a circa 70-100 cm nelle varie zone di impianto, la situazione di maggior interesse è quella dei tratti di cavidotto che alimentano gli impianti di servizio.

In tali zone, in funzione dei diametri previsti per i cavi e delle correnti in circolazione, la DPA a livello suolo sarà di circa 2 m. dall'asse dello scavo di posa.

### 6. Normativa di riferimento

La normativa di riferimento per le valutazioni oggetto della presente relazione, a titolo indicativo e non esaustivo, si richiamano nel seguito:

- DPCM 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"
- DM 29 maggio 2008 " Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"
- Dlgs 81/2008 e ss.mm.ii. " Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
- Norma CEI 211-4: "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e stazioni elettriche"

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 07	Relazione sull'impatto elettromagnetico delle infrastrutture elettriche	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 8 di 8

- 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"

Torino, 25.11.2022

Ing. Nicodemo Agostino

