

# IMPIANTO AGRIVOLTAICO "e-VerGREEN" E OPERE CONNESSE

## COMUNI DI SANTHIÀ (VC) E CARISIO (VC)

Potenza energetica impianto: 76.6 MWp

### Proponente

**EG EDO S.R.L.**

VIA DEI PELLEGRINI 22 - 20122 MILANO (MI) - P.IVA: 11616350960 - PEC: egedo@pec.it

**EG Edo S.R.L.**

Via dei Pellegrini, 22  
20122 Milano (MI)  
P. IVA/C.F. 11616350960

### Progettazione

**ING. NICODEMO AGOSTINO**

Via Vittorio Veneto, 6 - 13011 BORGOSIESA (VC)

P.IVA 02215010022 - PEC: agostino.ing.nicodemo@pec.it



### Collaboratori

--  
--  
--

### Coordinamento progettuale

**DOTT. FOR. EDOARDO PIO IURATO**

Lungo Po Antonelli, 21 - 10153 TORINO (TO)

P.IVA 10189620015 - PEC: envicons@legalmail.it

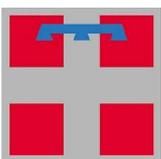
### Titolo Elaborato

#### Relazione di valutazione campi elettromagnetici

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	RIFERIMENTO	DATA	SCALA
--	FTV22CP05-TEC-R-06	--	--	15/04/2022	--

### Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	15/04/2022	--	INA	INA	ENF



# Relazione di valutazione campi elettromagnetici

---

Obiettivo.....	2
1. Caratteristiche dell'impianto fotovoltaico .....	2
2. Applicazione della normativa di riferimento .....	3
3. Valutazione dei campi elettromagnetici nel campo fotovoltaico.....	4
3.1. Analisi sui moduli fotovoltaici	4
3.2. Analisi sui convertitori CC/CA	5
3.3. Analisi sui trasformatori MT/bt	5
3.4. Analisi sui cavi di comunicazione, monitoraggio e sicurezza	5
3.5. Elettrodotto MT verso la Stazione di trasformazione 132/30 kV	6
4. Conclusioni.....	8
5. Normativa di riferimento .....	8

# Obiettivo

La finalità del presente documento è la definizione dell'influenza dei campi elettromagnetici emessi dalle installazioni elettriche afferenti all'impianto fotovoltaico sito in Comune di Santhià, in provincia di Vercelli.

Saranno valutate nello specifico le emissioni elettromagnetiche legate alle infrastrutture quali cabine elettriche di smistamento, di trasformazione e ai 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.

Il punto di raccolta a 132 kV sito in Carisio, la stazione di trasformazione AT/MT 132kV/30kV necessaria al produttore per immettere l'energia prodotta sulla RTN a 132kV, non viene analizzata in questo documento, in quanto già allegata al progetto delle opere di rete per la connessione che costituisce parte integrante del progetto definitivo generale.

Analogo discorso vale per la nuova stazione di trasformazione 380/132 kV della RTN, localizzata in Carisio, alle cui sbarre a 132 kV sarà connesso il punto di raccolta sopra citato.

## 1. Caratteristiche dell'impianto fotovoltaico

Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico installato a terra con una potenza di 76,63 MWp e 7,5 MWp di accumulo.

L'impianto fotovoltaico "Santhià" sarà collegato in antenna a 132 kV con la sezione 132 kV della nuova Stazione elettrica di smistamento (SE) della RTN a 132 kV.

in antenna a 132 kV alla futura Stazione Elettrica di trasformazione 380/132 kV "CARISIO" del Gestore di Rete Terna (nel seguito SE).

La nuova stazione Terna verrà realizzata in Comune di Carisio (VC), per connettere alla rete elettrica nazionale diversi produttori di energia da fonte rinnovabile, tra i quali la Società EG EDO S.r.l. in qualità di proponente del progetto descritto nella presente relazione. Essa sarà collegata in configurazione entra -esce all'elettrodotto 380 kV esistente RONDISSONE – TURBIGO STAZIONE.

La connessione dell'impianto fotovoltaico alla futura stazione Terna è prevista attraverso la realizzazione di una stazione elettrica utente a 132 kV, denominata punto di raccolta "CASCINA BARAGGIA" (nel seguito PR).

In tale punto di raccolta, sarà previsto un punto di trasformazione MT/AT, in grado di recepire l'energia elettrica prodotta dall'impianto EG EDO S.r.l. alla tensione di 30 kV, trasformare tale energia alla tensione di 132 kV e convogliarla tramite cavo AT interrato da 1600 mm<sup>2</sup> alla limitrofa futura stazione AT "CARISIO".

I moduli fotovoltaici saranno raggruppati in stringhe composte da 32 moduli in serie per complessive 3991 stringhe fotovoltaiche.

Le 3991 stringhe saranno suddivise su 17 convertitori CC/CA (inverter) per la conversione dell'energia prodotta da corrente continua a corrente alternata alla tensione di 660V ac. Gli inverter saranno di tipo centralizzato e saranno localizzati in 17 locali tecnici distribuiti nell'area di impianto.

I trasformatori elevatori, posizionati all'interno delle cabine di trasformazione dislocate sul campo, trasformeranno l'energia prodotta alla tensione di 30 kV indirizzandola al locale quadri MT della cabina di smistamento MT. Da qui l'energia sarà inviata alla stazione di trasformazione/punto di raccolta AT/MT di Carisio per mezzo di elettrodotto MT interrato costituito da 4 terne da 630 mm<sup>2</sup>. Nel punto di raccolta saranno

collocate tutte le apparecchiature di protezione e, da qui, partirà il cavidotto interrato AT verso lo stallo a 132 kV della nuova stazione di trasformazione 380/132 kV di Carisio.



**Figura 1.** Sito di intervento di Santhià

## 2. 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:

#### 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 76,63 MWp e 71,4 Mwac in immissione.

## 3. Valutazione dei campi elettromagnetici nel campo fotovoltaico

### 3.1. 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.

### 3.2. 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.

### 3.3. Analisi sui trasformatori MT/bt

#### **Cabina di trasformazione tipo con Trasformatore 4200 kVA**

Ciascuna delle 17 cabine di trasformazione di impianto contiene un trasformatore in olio di potenza 4200 kVA.

A tale potenza, corrisponde una corrente totale a secondario a 660V pari a 3674 A e una corrente a primario MT pari a 80,84 A.

Il trasformatore è considerato la principale sorgente di emissione di campo magnetico. Il trasformatore in oggetto è situato all'esterno della cabina di consegna.

Si stima che la corrente di 3674A possa essere trasferita da almeno 6 corde per fase da 630 mm<sup>2</sup> in alluminio, ciascuna con diametro esterno pari a 39.8 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 dalle fasi pari ad almeno il diametro complessivo dei cavi reali in uscita dal trasformatore. Si considera quindi  $I = 3674A$  e  $x = \text{diametro cavi} = 39.8\text{mm} = 0,0398\text{m}$ .

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  $DPA = 4,58$  m che arrotondata all'intero superiore porta a  $DPA = 5$  m dalla pianta di installazione del trasformatore. Si può quindi definire per ciascun locale trasformazione di impianto una DPA pari a 5 metri da ciascun punto del perimetro.

I trasformatori e, in generale tutte le apparecchiature di impianto si trovano in una zona che non sarà mai permanentemente presidiata.

### 3.4. 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.

### 3.5. Elettrodotto MT verso la Stazione di trasformazione 132/30 kV

Di seguito sono riportate le sezioni tipo dei cavidotti MT a 30kV dal campo fotovoltaico fino alla futura stazione di trasformazione (punto di raccolta) 132/30 kV.

Il cavo elettrico interrato utilizzato è del tipo ARE4H5 18/30 kV unipolare di sezione 630mm<sup>2</sup>.

La profondità di posa, minimo 1.5 m all'estradosso delle tubazioni di contenimento, la presenza del terreno e la presenza di schermo sui cavi, attenua sensibilmente il campo elettrico dell'installazione al di sotto dei valori di rispetto.

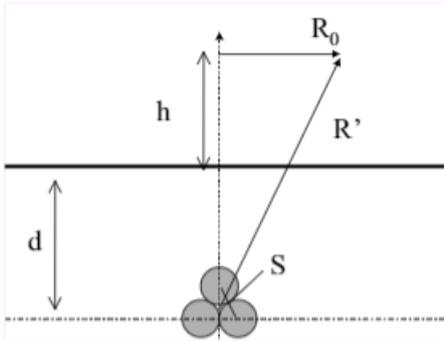
Su tale linea MT viene presa in considerazione la sola influenza del campo magnetico, ritenendosi trascurabile quella del campo elettrico viste le condizioni di posa e la presenza di cavo di tipo schermato per tutta la lunghezza, peraltro i cavi MT unipolari, posati a trifoglio, saranno posati entro tubazioni in materiale plastico.

Si utilizzeranno le relazioni approssimate previste dalla norma **CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003-Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo"**.

La sezione del cavo MT ipotizzata, per singola terna, è da 630 mm<sup>2</sup> in alluminio tipo ARE4H1R e la corrente I si assume pari alla massima portata del cavo per le condizioni di posa vale a dire circa 710A. Il diametro nominale del conduttore è pari a 58 mm e si assume che la distanza S tra i cavi posati a trifoglio sia pari a circa 58 (0,058 m). La profondità di interramento del conduttore si assume pari a circa 1500 mm. Si applicano le valutazioni di cui al paragrafo 6.2.3 della Norma CEI 106-11 il cui estratto è di seguito riportato.

**b) Cavi unipolari posati a trifoglio**

Lo schema di posa in questo caso è illustrato nella Figura 12. Si può quindi ricorrere alle relazioni approssimate viste per e linee aeree con conduttori a triangolo

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \text{ [\mu T]} \quad R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ [m]} \quad (20)$$


**Figura 12 – Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con posa a trifoglio oltre le quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità (d è la profondità del centro del conduttore)**

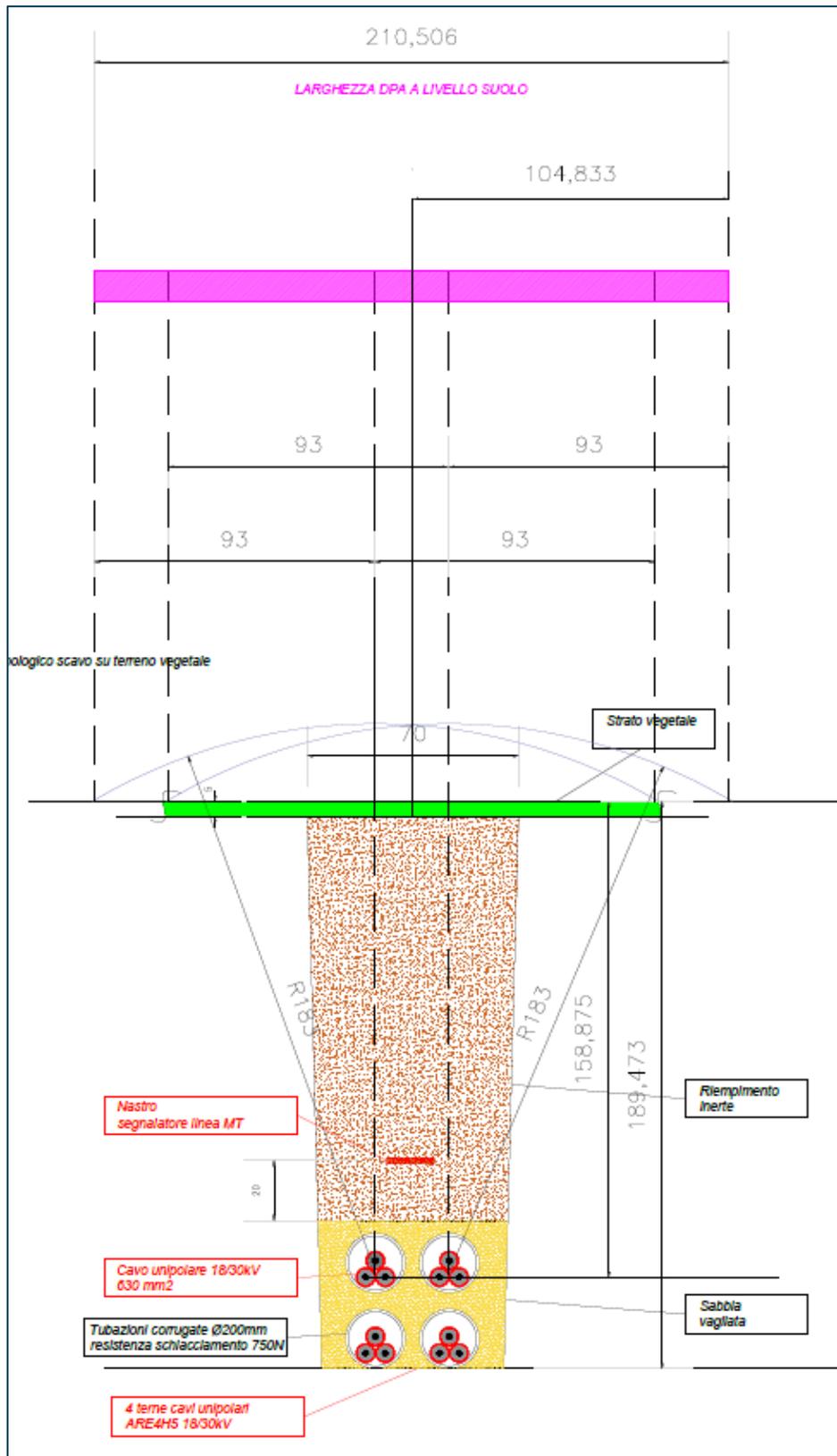
In questo caso, la formula semplificata per il calcolo diretto della distanza R<sub>0</sub> dall'asse della linea al livello del suolo (h=0) oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto del valore di 3 μT è la seguente:

$$R_0 = \sqrt{0,082 \cdot S \cdot I - d^2} \text{ [m]} \quad (21)$$

Considerando S = 0.058 m, I = 710A e d = 1,58 m il valore di R<sub>0</sub> oltre cui l'induzione è inferiore a 3μT è di circa 0,93 m con un R' di circa 1,83 m. Ne deriva che alla profondità di posa indicata l'influenza del campo magnetico è praticamente trascurabile in riferimento a quello che è l'obiettivo di qualità, per distanze dall'asse di posa, a livello suolo, pari a circa 105 cm a dx e sx dall'asse stesso.

Dovrà essere considerata, quindi, come DPA per l'elettrodotto in oggetto una larghezza pari a 210 cm a cavallo dell'asse di posa delle terne. Il tutto come da immagine sotto riportata.

Si evidenzia come l'influenza a livello suolo entro la DPA sopra quotata, comprende, geometricamente, anche quella delle due terne poste sullo strato inferiore dello scavo.



## 4. 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 80 cm nelle varie zone di impianto, la situazione di maggior interesse è quella dei tratti di cavidotto in cui si raccolgono tutte le linee provenienti dagli inverter e dirette in cabina.

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.

## 5. 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"
- 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"