

# IMPIANTO AGRIVOLTAICO EG STELLA SRL E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 24,57 MW<sub>p</sub> - COMUNE DI ROMA (RM)

## Proponente

### EG STELLA S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI 22 – 20122 MILANO (MI) - P.IVA: 1490980965 – PEC: egstella@pec.it

## Progettazione

### Ing. Fabrizio Terenzi

PIAZZA GUGLIELMO MARCONI 25 – 00144 ROMA (RM) - P.IVA: 06741281007 – PEC: artelia.italia@pec.it  
Tel.: +39 3666286274 – email: fabrizio.terenzi@arteliagroup.com

## Coordinamento progettuale ARTELIA

### ARTELIA ITALIA S.P.A.

PIAZZA GUGLIELMO MARCONI 25 – 00144 ROMA (RM) - P.IVA: 06741281007 – PEC: artelia.italia@pec.it  
Tel.: +39 06 591 933 1 – email: [contact@it.arteliagroup.com](mailto:contact@it.arteliagroup.com)

## Titolo Elaborato

### RELAZIONE ANALISI COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA
DEFINITIVO	PD_REL19	IT-2019-0013_PD_REL19.00-Relazione elettromagnetica.docx	14/09/2022

## Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	14/09/22	EMISSIONE PER PERMITTING	FTE	FTE	FTE



COMUNE DI ROMA (RM)  
REGIONE LAZIO



# RELAZIONE ANALISI COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

## INDICE

### Contenuto del documento

1. PREMESSA .....	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
3. CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI .....	6
3.1. CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	6
3.1.1. Moduli fotovoltaici.....	6
3.1.2. Inverter.....	6
3.1.3. Linee elettriche in corrente alternata - interne al campo fotovoltaico. ....	1
3.1.4. Cabine di campo .....	2
3.1.5. Cabina elettrica di consegna .....	2
4. CONCLUSIONI .....	3

## 1. PREMESSA

Scopo del presente documento è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell'impianto fotovoltaico in oggetto e connesse ad esso, ai fini della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001 e dei relativi Decreti attuativi.

Obiettivo del progetto è la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare a conversione fotovoltaica nel Comune di Roma su terreni regolarmente censiti al catasto come da piano particellare riportato nel documento IT-2019-0013\_PD\_REL17\_Piano particellare aree.pdf

I terreni su cui è progettato l'impianto ricadono nella porzione Sud del territorio comunale di Roma, in una zona occupata da terreni agricoli e distante da agglomerati residenziali. Il sito risulta accessibile dalla viabilità esistente.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di 24,57 MW suddivisi su due lotti elettricamente connessi denominati Lotto 1 e Lotto 2 delle potenze rispettivamente di 15,53 MWp e 9,04 MWp.

I moduli fotovoltaici installati avranno potenza nominale (@STC) pari a 690 W, saranno del tipo bifacciali e installati "a terra" su strutture fisse con esposizione verso Sud ed inclinazione 20° (Lotto 1) e su tracker single axis double portrait con esposizione Est-Ovest e inclinazione quindi variabile durante l'arco della giornata (Lotto 2).

L'impianto sarà corredato di:

- 6 cabine di campo, di cui quattro nel Lotto 1 e due nel Lotto 2 ciascuna contenente un locale per trafo MT e locale per apparecchiature MT;
- 2 cabine di consegna, una per ciascun campo fotovoltaico, (facente parte di cabina impianto) contenente apparecchiature MT e una control room;

In particolare per l'impianto saranno valutate le emissioni elettromagnetiche dovute alle cabine elettriche, ai cavidotti ed ai moduli fotovoltaici. Si individueranno, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, le DPA per le opere sopra dette. Per quanto attiene la sottostazione AT/MT, la linea di collegamento a 150kV con la SE Terna e le due linee MT provenienti dai rispettivi campi fare riferimento alla relazione specifica IT-2019-0013\_AT\_REL03.00-Relazione compatibilità elettromagnetica-Stazione Utente.pdf.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali norme a cui si fa riferimento sono:

- 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";
- Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08" emanata da ENEL Distribuzione S.p.A.;
- Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8/07/2003" (Art.6).

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici si riferisce alla legge 22/2/01 n°36 che è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. 8.7.2003. Nel 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”, 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 (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l'induzione magnetica:

- “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 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci” [art. 3, comma 1]”;
- “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. 3, comma 2];
- “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”. [art. 4]

L'obiettivo qualità da perseguire nella realizzazione dell'impianto è pertanto quello di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai 3 $\mu$ T come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

A tal proposito occorre precisare che nelle valutazioni che seguono è stata considerata normale condizione di esercizio quella in cui l'impianto fotovoltaico trasferisce alla Rete di Trasmissione Nazionale la massima produzione (circa 20 MWac).

Come detto, il 22 Febbraio 2001 l'Italia ha promulgato la Legge Quadro n.36 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) a copertura dell'intero intervallo di frequenze da 0 a 300.000 MHz.

Tale legge delinea un quadro dettagliato di controlli amministrativi volti a limitare l'esposizione umana ai CEM e l'art. 4 di tale legge demanda allo Stato le funzioni di stabilire, tramite Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, i livelli di esposizione, i valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento.

Il 28 Agosto 2003 G.U. n.199, è stato pubblicato il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 Luglio 2003: “Fissazione dei limiti di esposizione, di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalla esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”. L'art. 3 di tale Decreto riporta i limiti di esposizione e i valori di attenzione come riportato nelle Tabella 1 e Tabella 2:

Intervallo di FREQUENZA [MHz]	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO [V/m]	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO [A/m]	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente [W/m <sup>2</sup> ]
0,1-3	60	0,2	-
$\geq 3 - 3.000$	20	0,05	1
$\geq 3.000 - 300.000$	40	0,01	4

Tabella 1: Limiti di esposizione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003

Intervallo di FREQUENZA [MHz]	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO [V/m]	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO [A/m]	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente [W/m <sup>2</sup> ]
0,1-300.000	6	0,016	0,10 (3 MHz – 300 GHz)

Tabella 2: Valori di attenzione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003 in presenza di aree, all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore

L'art. 4, invece, riporta i valori di immissione che non devono essere superati in aree intensamente frequentate come riportato in Tabella 3:

Intervallo di FREQUENZA [MHz]	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO [V/m]	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO [A/m]	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente [W/m <sup>2</sup> ]
0,1-300.000	6	0,016	0,10 (3 MHz – 300 GHz)

Tabella 3: Obiettivi di qualità di cui all'art.4 del DPCM 8 luglio 2003 all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate

Per quanto riguarda la metodologia di rilievo il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 fa riferimento alla norma CEI 211-7 del Gennaio 2001.

### 3. CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

#### 3.1. CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FOTOVOLTAICO

##### 3.1.1. Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici lavorano in corrente e tensione continue e non in corrente alternata; per cui la generazione di campi variabili è limitata ai soli transitori di corrente (durante la ricerca del MPP da parte dell'inverter, e durante l'accensione o lo spegnimento) e sono comunque di brevissima durata. Nella certificazione dei moduli fotovoltaici alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono comunque menzionate prove di compatibilità elettromagnetica, poiché assolutamente irrilevanti.

##### 3.1.2. Inverter

Gli inverter sono apparecchiature che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione. Essi pertanto sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. D'altro canto il legislatore ha previsto che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, possedano le necessarie certificazioni a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa (via cavo). A questo scopo gli inverter prescelti possiedono la certificazione di rispondenza alle normative di compatibilità elettromagnetica (EMC) (CEI EN 50273 (CEI 95-9), CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65), CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10), CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31), CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28), CEI EN 55022 (CEI 110-5), CEI EN 55011 (CEI 110-6)), quindi gli inverter di progetto avranno emissioni certificate e conformi alla normativa vigente. Quindi anche per gli inverter le emissioni saranno poco significative ai fini della presente valutazione, come tra l'altro si riscontra facilmente dalla normativa di settore.

### 3.1.3. Linee elettriche in corrente alternata - interne al campo fotovoltaico.

Per lo studio e la valutazione dei campi elettromagnetici generati dagli elettrodotti interrati con tensione di esercizio 30 kV, sono state individuate le caratteristiche dei cavidotti interni al campo fotovoltaico:

Tipo di linea	Interrata
Numero conduttori attivi	3
Tensione nominale	30 kV
Profondità interrimento	1,0 m
Corrente risultante	120 A

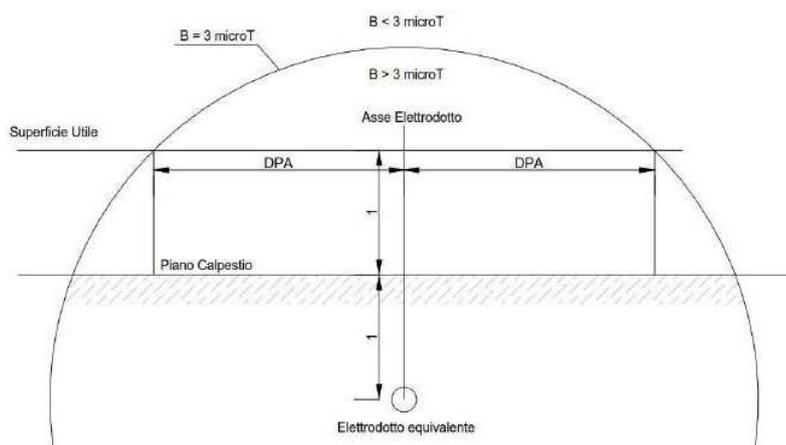
Per le condutture in cavo in MT a 30 kV, interne al campo, la posa direttamente interrata avverrà ad una profondità media di 1 metro utilizzando cavi del tipo ARE4H1R 18/30 kV in alluminio.

Per le tratte realizzate all'interno del campo fotovoltaico, tenuto conto del fatto che verranno posate più linee elettriche all'interno dello stesso scavo, è stato applicato il principio di sovrapposizione degli effetti, per cui le linee in questione sono state considerate equivalenti ad un unico elettrodotto con corrente di impiego pari alla risultante vettoriale delle correnti di impiego dei singoli elettrodotti considerati.

Il calcolo dei campi elettrici è risultato inutile, in quanto il cavo elettrico risulta già schermato, annullando di fatto il suo valore all'esterno del cavo stesso.

Per il calcolo del campo magnetico è stata seguita la metodologia illustrata nella guida di cui alla Norma CEI 211-4, considerando come superficie utile quella posta ad un'altezza di 1 m dal piano di calpestio e valutando la Distanza di Prima Approssimazione (DPA) ossia la distanza dalla proiezione dell'asse dell'elettrodotto sul piano di calpestio, approssimata al metro per eccesso, alla quale, secondo la predetta guida si può affermare che il campo magnetico risulta inferiore al valore di 3  $\mu$ T previsto dal DPCM 8 Luglio 2003 come obiettivo di qualità.

Di seguito si riporta l'illustrazione geometrica di quanto appena descritto:



Infatti applicando tale metodo emerge che per le tratte interne non è prevista alcuna fascia di rispetto in quanto il valore dell'induzione magnetica in corrispondenza dell'asse dell'elettrodotto è inferiore al valore di 3  $\mu$ T, difatti la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T, anche in condizioni limite, venga raggiunto già a brevissima distanza (50÷80 cm) dall'asse del cavo stesso.

Inoltre il DM del MATTM del 29/05/2008, sulla determinazione delle fasce di rispetto, ha esentato dalla procedura di calcolo le linee MT in cavo interrato e/o aereo con cavi elicordati, pertanto a tali fini si ritiene valido quanto riportato nella norma richiamata. Ne consegue che in tutti i tratti realizzati mediante l'uso di cavi elicordati si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto sia pari a 1m, a cavallo dell'asse del cavidotto, pertanto uguale alla fascia di asservimento della linea.

### 3.1.4. Cabine di campo

Per quanto riguarda i componenti dell'impianto sono da considerare le cabine elettriche di campo, all'interno delle quali, la principale sorgente di emissione è il trasformatore BT/MT.

In questo caso si valutano le emissioni dovute ai trasformatori di potenza 3550 kVA e 7.110 kVA collocati nelle cabine di trasformazione. La presenza del trasformatore BT/MT viene usualmente presa in considerazione limitatamente alla generazione di un campo magnetico nei locali vicini a quelli di cabina.

In base al DM del MATTM del 29/05/2008, cap.5.2.1, il calcolo dell'ampiezza delle DPA è funzione della corrente di bassa tensione del trasformatore: considerando una distanza dalle fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore, si ricava:

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

dove:

- *DPA= distanza di prima approssimazione (m)*
- *I= corrente nominale (A)*
- *x= diametro dei cavi (m)*

Considerando che:

- I = 3.202 A per il trasformatore di potenza 3.550 kVA,
- I = 6.404 A per il trasformatore di potenza 7.110 kVA,
- il cavo scelto sul lato BT del trasformatore è 3x(6x240) mm<sup>2</sup>, con diametro esterno pari a circa 29,2 mm,

si ottiene una DPA, arrotondata per eccesso all'intero superiore, pari a 3,6 m nel caso del trasformatore di potenza 3.550 kVA e 5,1 m nel caso del trasformatore di potenza 7.110 kVA.

D'altra parte, nel caso in questione le cabine di campo sono posizionate all'aperto, all'interno dell'area recintata e normalmente non è permanentemente presidiata.

### 3.1.5. Cabina elettrica di consegna

Per quanto riguarda i componenti dell'impianto resta da considerare la cabina elettrica MT di consegna, nella quale confluiscono i cavidotti MT provenienti dalle cabine di campo. ALL'interno di tale cabina, la principale sorgente di emissione sono le stesse correnti dei quadri MT in quanto in questo caso il trasformatore MT/bt è utilizzato solo per l'alimentazione dei servizi ausiliari. La massima corrente BT, considerando un trasformatore da 100 kVA, è pari a 145 A.

La massima corrente MT dovuta alla massima produzione è pari a:

- 300 A per il Lotto 1
- 175 A per il Lotto 2

Considerando che il cavo scelto in uscita dalla cabina di consegna è pari a.:

- 3x1x400 mmq per il Lotto 1, con diametro esterno massimo pari a 51 mm,
- 3x1x240 mmq per il Lotto 2, con un diametro esterno massimo pari a 45 mm,

si ottiene una DPA, arrotondata per eccesso all'intero superiore, pari a:

- 1,5 m per il Lotto 1,
- 1 m per il Lotto 2.

D'altra parte, anche nel caso in questione le cabine normalmente non sono presidiate.

#### 4. CONCLUSIONI

Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre. I valori di riferimento, per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici, sono stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo 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 di 50 Hz degli elettrodotti".

In generale, per quanto riguarda il campo elettrico in media tensione 30 kV esso è notevolmente inferiore a 5 kV/m (valore imposto dalla normativa) e per il livello 150 kV esso diventa inferiore a 5 kV/m già a pochi metri dalle parti in tensione.

Per quel che riguarda il campo di induzione magnetica il calcolo nelle varie sezioni di impianto ha dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana a causa delle azioni di progetto, poiché è esclusa la presenza di recettori sensibili entro le fasce per le quali i valori di induzione magnetica attesa non sono inferiori agli obiettivi di qualità fissati per legge; mentre il campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi o assolutamente trascurabile negli altri casi per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione.

Infatti per quanto riguarda il campo magnetico, relativamente ai cavidotti MT, in tutti i tratti interni realizzati mediante l'uso di cavi elicordati, si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto sia pari a 1 m, a cavallo dell'asse del cavidotto. Per quanto concerne i tratti esterni, realizzati mediante l'uso di cavi unipolari posati a trifoglio, è stata calcolata un'ampiezza della semi-fascia di rispetto pari a 1,5 m e 1 m, rispettivamente per il Lotto 1 e Lotto 2 e, sulla base della scelta del tracciato, si esclude la presenza di luoghi adibiti alla permanenza di persone per durate superiori alle 4 ore al giorno.

Per ciò che riguarda le cabine di campo l'unica sorgente di emissione è rappresentata dal trasformatore BT/MT, quindi in riferimento al DPCM 8 luglio 2003 e al DM del MATTM del 29/05/2008, l'obiettivo di qualità si raggiunge, nel caso peggiore (trasformatore di potenza 7.110 kVA), già a circa 5 m (DPA) dalla cabina stessa.

Per quanto riguarda la cabina di consegna, vista la presenza del solo trasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari in BT e l'entità delle correnti circolanti nei quadri MT l'obiettivo di qualità si raggiunge a circa 1,5 m (DPA) dai quadri MT. Comunque considerando che nelle cabine di trasformazione e nella cabina d'impianto non è prevista la presenza di persone per più di quattro ore al giorno e che l'intera area dell'impianto fotovoltaico sarà racchiusa all'interno di una recinzione metallica che impedisce l'ingresso di personale non autorizzato, si può escludere il pericolo per la salute umana.

**L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.**