



Regione Emilia-Romagna

Regione Emilia Romagna  
Comune di Jolanda di Savoia (FE)  
**IMPIANTO AGRIVOLTAICO  
E OPERE CONNESSE**  
Potenza Impianto 99,665 MWp



**PROPONENTE**

**BF ENERGY S.R.L.**

VIA XXIV Maggio 43 – 00187 ROMA - P.IVA: 15689751004 – PEC: bfenergy@legalmail.it

**PROGETTAZIONE**

**Ing. Massimo Zambello**

VIA I. ALPI 4 – 46100 - MANTOVA IT - P.IVA: 02627240209 – PEC: [solarit@lamiaptec.it](mailto:solarit@lamiaptec.it)  
Tel.: +390425 072 257– email: [info@solaritglobal.com](mailto:info@solaritglobal.com)

**COLLABORAZIONI**

Firme / Timbro

**FRUGES ENERGIA & AMBIENTE S.R.L.**

PIAZZA SANT'AMBROGIO 8 – 20123 MILANO –  
P.IVA: 10581360962 – PEC: fruges-ea@legalmail.it

**STUDIO TECNICO**

PER. IND. GIANNANDREA ARGIOLAS  
Via Torino n.16 – 58011 Capalbio (GR)  
Tel-Fax: 0564890345 – Mail: [studiotecnicoargiolas@gmail.com](mailto:studiotecnicoargiolas@gmail.com)

**COORDINAMENTO PROGETTUALE**

**SOLAR IT S.R.L.**



VIA I. ALPI 4 – 46100 - MANTOVA IT - P.IVA: 02627240209 – PEC: [solarit@lamiaptec.it](mailto:solarit@lamiaptec.it)  
Tel.: +390425 072 257– email: [info@solaritglobal.com](mailto:info@solaritglobal.com)

**TITOLO ELABORATO**

**Relazione compatibilità Elettromagnetica Connessione**

LIVELLO DI PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA
DEFINITIVO	JO-RS-R02	IT-23-095-JO-RS-R02_0	17/11/2023

**REVISIONI**

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	17/11/2023	Emesso	MCA	MZA	MZA

A solid yellow vertical bar on the left side of the page.

# RELAZIONE COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA CONNESSIONE

---

## INDICE

1. OGGETTO .....	1
2. NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO .....	1
3. LIMITI DI COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA .....	2
4. SORGENTI A BASSA FREQUENZA (ELF).....	3
5. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO .....	3
6. CALCOLO DELLA DPA PER I COMPONENTI IN PROGETTO .....	3
ELETTRDOTTO MT TRA CABINA PRINCIPALE DI IMPIANTO E SSE UTENTE .....	4
7. CONCLUSIONI .....	6

## 1. OGGETTO

Il presente studio è stato redatto al fine di valutare l'impatto elettromagnetico generato dagli impianti elettrici funzionali all'impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare (fotovoltaico) di potenza di immisione pari a 99,665 MWp da realizzarsi nel Comune di Jolanda di Savoia (MN).

I componenti/apparecchi elettrici oggetto del presente studio, in quanto sorgenti di campo magnetico a bassa frequenza (ELF) sono:

- Campo Fotovoltaico (moduli fotovoltaici);
- Cabine inverter e di trasformazione bt/MT;
- Elettrodotti interrati di media tensione (MT) tra cabina di trasformazione e cabina elettrica (sw station) MT;
- Cabina elettrica MT (sw station);
- Elettrodotto interrato MT da cabina elettrica MT verso stazione elettrica.

Dal punto di vista fisico le onde elettromagnetiche sono un fenomeno 'unitario', cioè i campi e gli effetti che producono si basano su principi del tutto uguali; la grandezza che li caratterizza è la frequenza.

In base ad essa è di particolare rilevanza, per i diversi effetti biologici che ne derivano e quindi per la tutela della salute, la suddivisione in:

- Radiazioni ionizzanti, ossia le onde con frequenza altissima, superiore a 3 milioni di ghz, e dotate di energia sufficiente per ionizzare la materia;
- Radiazioni non ionizzanti (NIR), ovvero le onde con frequenza inferiore a 3 milioni di ghz, che non trasportano un quantitativo di energia sufficiente a ionizzare la materia.

All'interno delle radiazioni non ionizzanti si adotta una ulteriore distinzione in base alla frequenza di emissione:

- Campi elettromagnetici a bassa frequenza o ELF: (0 - 300 Hz), le cui sorgenti più comuni comprendono ad esempio gli elettrodotti e le cabine di trasformazione, gli elettrodomestici, i computer;
- Campi elettromagnetici ad alta frequenza o a radiofrequenza RF: (300 Hz - 300 ghz), le cui sorgenti principali sono i radar, gli impianti di telecomunicazione, i telefoni cellulari e le loro stazioni radio base.

## 2. NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

Le norme costituenti il quadro normativo vigente in materia di inquinamento elettromagnetico derivante da impianti di trasmissione, trasformazione e distribuzione di energia elettrica a frequenza industriale (50 Hz) sono:

- Legge 22 febbraio 2001, n° 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 08.07.2003 "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";
- Decreto ministeriale 29.05.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

Trovano inoltre applicazione ai fini della presente valutazione le seguenti norme tecniche:

- 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 (2006-02)";
- CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche (2008-09)";
- CEI 211-6 Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana (2001-01);
- ENEL DISTRIBUZIONE "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'allegato al DM 29.05.08 - Distanza di prima

approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche”;

- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”.

### 3. LIMITI DI COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

Ai fini della protezione della popolazione dall’esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) 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).

Nel dettaglio, si riportano le seguenti tabelle con le definizioni ed i limiti di esposizione per basse frequenze:

<b>Limite di esposizione</b>	Valore che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione
<b>Limite di attenzione</b>	Valore che non deve essere superato negli ambienti a permanenza prolungata
<b>Obiettivi di qualità</b>	Limite da rispettare per installazioni future

<b>DPCM 8 luglio 2003 – Basse frequenza (&lt; 100 kHz)</b>		
	<b>Campo elettrico</b>	<b>Induzione magnetica</b>
<b>Limite di esposizione</b>	5000 V/m	100 $\mu$ T
<b>Valore di attenzione (media 24 h)</b>		10 $\mu$ T
<b>Obiettivi di qualità (media 24 h)</b>		3 $\mu$ T

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l’obiettivo di qualità si riferisce, invece, 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.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione (par. 5.1.3 del Decreto 29 maggio 2008) con l’introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA), nel rispetto dell’obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T del campo magnetico.

Le definizioni di DPA e Fascia di rispetto sono, infatti, così definite:

- 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 di DPA si trovi all’esterno delle fasce di rispetto; e per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra;

Fascia di rispetto: spazio circostante un elettrodotto che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all’obiettivo di qualità (3  $\mu$ T).

## 4. SORGENTI A BASSA FREQUENZA (ELF)

Le basse frequenze, o ELF (Extremely Low Frequency), consistono in campi elettrici e magnetici di che si formano in corrispondenza di elettrodotti (a bassa, media ed alta tensione), e di tutti i dispositivi domestici alimentati a corrente elettrica, di intensità decisamente inferiore, quali elettrodomestici, videoterminali, etc.

Gli altri componenti del sistema di trasmissione e distribuzione che sono diffusi sul territorio, cioè le stazioni e le cabine, non sono in pratica delle importanti sorgenti di campo elettrico dal punto di vista dell'esposizione della popolazione.

Il campo elettrico generato dalle linee elettriche aeree in un determinato punto dello spazio circostante dipende principalmente dal livello di tensione e dalla distanza del punto dai conduttori della linea (altri fattori che influenzano l'intensità del campo elettrico sono poi la disposizione geometrica dei conduttori nello spazio e la loro distanza reciproca).

Alle basse frequenze le caratteristiche fisiche dei campi sono più simili a quelle dei campi statici rispetto a quelle dei campi elettromagnetici veri e propri; è per questo che per le ELF il campo elettrico e il campo magnetico possono essere considerati e valutati come entità a sé stanti.

Si distinguono due principali tipologie di sorgenti in base alle diverse caratteristiche del campo emesso:

- Quelle deputate al trasporto e distribuzione dell'energia elettrica;
- Quelle degli apparecchi che utilizzano energia elettrica.

Nella situazione in esame si tratta di elettrodotti cioè sorgenti di campo elettromagnetico a frequenza industriale (50 – 60 Hz). Per elettrodotto si intende l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.

Le cabine di trasformazione rappresentano un problema molto minore dal punto di vista dell'inquinamento elettromagnetico, poiché a pochi metri di distanza i campi elettrici e magnetici sono già trascurabili.

Le linee elettriche portano energia elettrica dai centri di produzione agli utilizzatori (industrie, abitazioni, etc.) mentre le cabine di trasformazione trasformano la corrente prodotta dalle centrali in tensioni più basse per l'utilizzazione nelle applicazioni pratiche.

Le tensioni di esercizio delle linee elettriche in Italia si distinguono in 15 kV e 20 kV per la media tensione, 132, 220 e 380 kV per l'alta tensione.

## 5. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO

Il generatore fotovoltaico in progetto sarà composto da moduli fotovoltaici al silicio monocristallino, collegati in serie tra loro formando un certo numero di stringhe.

Le stringhe di ciascuna porzione di impianto vengono raccolte, in parallelo, dai rispettivi quadri stringa (string-box) e condotte verso gli inverter (convertitori di tensione da continua ad alternata a 600 V). Gli inverter risultano posti all'interno di cabinati tecnici (container) che ospitano il quadro BT di parallelo, il trasformatore bt/MT (0,8/36 kV) ed il quadro MT (quadro di partenza).

In uscita da ciascun cabinato, diparte una linea interrata in MT (36 kV) che conduce alla cabina elettrica prefabbricata in c.a.v. per la Media Tensione, in cui alloggiano i quadri di arrivo in Media Tensione (di numero pari al numero di cabinati tecnici) atti alla protezione ed al sezionamento della linea MT.

In tale cabina MT, sarà presente anche un trasformatore MT/bt (36/0,4 kV) destinato all'alimentazione degli ausiliari interni all'impianto.

Da tale cabina elettrica MT posta in prossimità del perimetro d'impianto, diparte, quindi l'elettrodotto in cavo interrato MT (36 kV) verso la nuova stazione elettrica satellite (come da STMG) dove si procederà all'elevazione della tensione nominale da 36 a 132 kV per poi essere direttamente collegata alla stazione elettrica di Lonato.

## 6. CALCOLO DELLA DPA PER I COMPONENTI IN PROGETTO

Le apparecchiature elettriche presenti in impianto, sorgenti di campo elettromagnetico, sono le seguenti:

- Campo Fotovoltaico (moduli fotovoltaici);

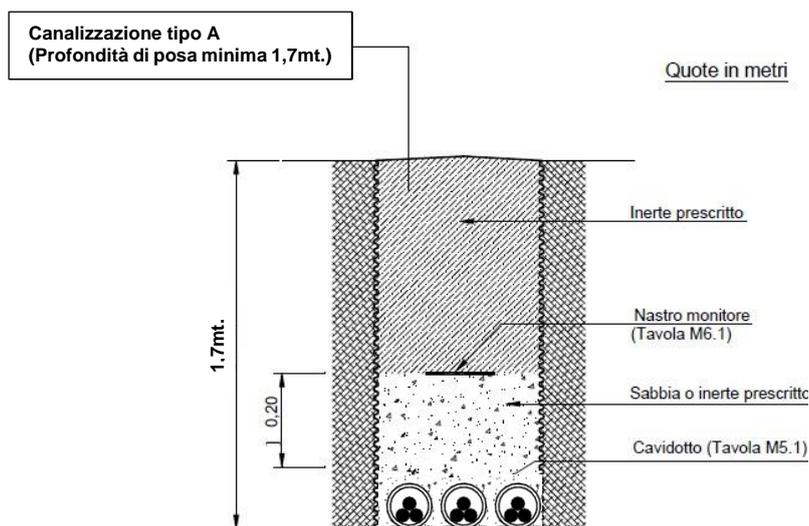
- Cabine inverter e di trasformazione bt/MT (container tecnico);
- Elettrodotti interrati di media tensione (MT) tra cabina di trasformazione e cabina elettrica (sw station) MT;
- Cabina elettrica MT (sw station);
- Elettrodotto interrato MT da cabina elettrica MT verso stazione satellite. Di seguito, le analisi ed i calcoli per ciascuna sorgente.

Per l'analisi del campo FV, dei collegamenti MT all'interno del campo, dei Cabinati e della cabina principale, si veda la relazione "IT-23-095-JO-RS-R19\_0 - Relazione analisi compatibilità elettromagnetica"

## ELETTRODOTTO MT TRA CABINA PRINCIPALE DI IMPIANTO E SSE UTENTE

Tra ciascuna cabina di trasformazione bt/MT e la cabina elettrica Media Tensione sarà presente un elettrodotto MT (30 kV) interrato in cavo cordato ad elica (tipo ARG7H1R o ARE4H1R 18/30 kV) con sezione 3//3x1x630 mm<sup>2</sup> (con posa a trifoglio).

La profondità di interramento, su area agricola, sarà pari ad 1,7 m dall'estradosso superiore del tubo (canalizzazione di tipo A).



Per tale configurazione, come si evince anche dall'estratto delle Linee Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29/05/08", la fascia di rispetto risulta avere un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n.4498 e s.m.i.

Per il calcolo si è considerata che ogni fase di ogni linea sia soggetta ad una corrente pari a 650A.

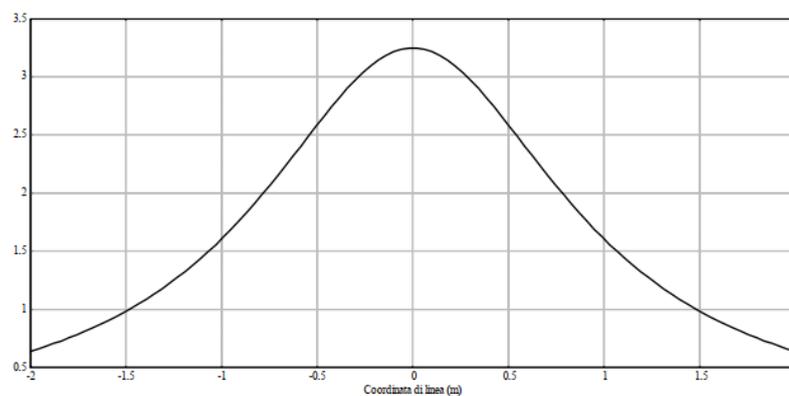
Di seguito, esempio di canalizzazione su intervento similare (terreno agricolo):



Modellizzando l'elettrodotto MT in cavo interrato mediante il software Magic della società Beshielding, il risultato viene, di seguito, proposto.

- Coordinate di riferimento:  $x: 0 \text{ m} - y: 0 \text{ m}$  (piano campagna).
- Elettrodotto MT: 3 terne a trifoglio con interrimento di  $1,7 \text{ m}$  ( $y=-1,7 \text{ m}$ )

L'andamento dell'induzione magnetica alla quota del piano campagna ( $0 \text{ m}$ ), nella fascia compresa tra  $x:-2 \text{ m}$  e  $x:2 \text{ m}$ , è la seguente:



Si denota, come in corrispondenza dell'asse del cavo ( $x: 0 \text{ m}$ ), il valore si attesta attorno a  $3,2 \mu\text{T}$ , per poi decrescere simmetricamente su ambo i lati.

## 7. CONCLUSIONI

Sulla base dell'analisi condotta e dei risultati emersi si può concludere quanto segue:

- I valori di campo magnetico indotto dai cavidotti interrati in MT di connessione Cabina principale FV alla SSE risultano contenuti e tale per cui la fascia di rispetto ha ampiezza massima di 2 m da asse cavo;