

REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA DI FERRARA
COMUNE DI JOLANDA DI SAVOIA

Progetto: PROVVEDIMENTO AUTORIZZATORIO UNICO
REGIONALE (P.A.U.R.)
(ai sensi dell'articolo 27 bis del D.Lgs. 152/2006)

REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO
DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE
DENOMINATO "JOLANDA ZARDI"
DI POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 22.274,20 kWp
Impianto sito nel Comune di Jolanda di Savoia,
Via Rossetta n. snc
44035 - Jolanda di Savoia (FE)

Committente: SOLAR PV 18 S.R.L.
Piazza Castello 19
20121 Milano (MI)



Progettisti: STERN DEVELOPMENT S.r.l.
L.go M. Novaro n. 1/a - 43121 Parma (PR)
e-mail: developmentoffice@stern-energy.com
pec: sterndevelopmentsrl@pec.it



Arch. Paolo Montanari
Via Prospero Manara n. 10 - 43121 Parma (PR)
e-mail: studio@archimonta.com



GRASS S.r.l.
Agr. Simonetta Dario
Via Armellini n. 7 - 04100 Latina (LT)
pec: grasssrl@pec.it

Archeol. Flavia Amato
Via Cesare Battisti n. 33 - 44020 Ostellato (FE)
e-mail: amatoflavia.archeologia@gmail.com

Elaborato:

Elaborato n.:

PD_REL14

RELAZIONE CAMPI ELETTRROMAGNETICI

Scala:

Data:

13/10/2025



| | |
|---|----------|
| 1. PREMESSA | 2 |
| 2. NORMATIVA E LINEE GUIDA DI RIFERIMENTO..... | 3 |
| 3. CAMPI ELETTROMAGNETICI | 5 |
| 4. CONCLUSIONI..... | 8 |



1. PREMESSA

La presente relazione descrive la compatibilità elettromagnetica dell'impianto fotovoltaico "Jolanda Zardi" da realizzarsi nel comune di Jolanda di Savoia, in Provincia di Ferrara, ed è redatta ai sensi della legge n.36/2001 come parte integrante del progetto relativo al suddetto parco fotovoltaico.

L'impianto prevede una potenza di immissione di 21.000 kVA, ed una potenza installata di 22.274,20 kWp, raggiunta tramite la posa di 34268 moduli bifacciali (Tiger Neo N-type 66HL4M-BDV) da 650 W e collegati in serie in stringhe da 26 e da 13 moduli.

La relazione riguarda la valutazione dei campi elettrici e magnetici dell'impianto di produzione sopra descritto, incluse le opere di utenza strumentali alla connessione alle Rete di Trasmissione Nazionale elencate di seguito:

- 1) Linee MT interne di collegamento tra le n. 5 cabine di campo (CdC) in configurazione entra-esce;
- 2) Linee MT in cavo interrato fino alla cabina di smistamento posizionata nel vertice sud-ovest del perimetro recintato destinata alla raccolta della potenza proveniente dalle cabine di campo;
- 3) Cabine di campo e trasformatori MT/BT;
- 4) Linea MT in cavo interrato dalla cabina di smistamento alla sottostazione di trasformazione AT/MT.

Per la valutazione dell'impatto elettromagnetico relativo al comparto di trasformazione AT/MT previsto dal progetto si rimanda all'elaborato 508204.



2. NORMATIVA E LINEE GUIDA DI RIFERIMENTO

| | | |
|--------------------|-------------------|--|
| Legge n. 36 | 22/02/2001 | Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. |
| D.P.C.M. | 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. |
| D.M. | 29/05/2008 | Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti |
| CEI 106-11 | 11/02/2006 | 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. |

La Legge Quadro 22/02/01 n° 36 (LQ 36/01) “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici” è la normativa di riferimento che regola, in termini generali, l’intera materia della protezione dai campi elettromagnetici negli ambienti di vita e di lavoro.

Il DPCM 08/07/03 “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” (GU n. 200 del 29/08/03) ai sensi della LQ 36/01, artt. 3 e 4, fissa i limiti di esposizione per la protezione della popolazione dai campi elettrico e magnetico ed il valore di attenzione e l’obiettivo qualità dell’induzione magnetica generati a 50 Hz dagli elettrodotti:

| | Campo elettrico (kV/m) | Induzione magnetica (μT) |
|--|-------------------------------|---------------------------------|
| Limite di esposizione | 5 | 100 |
| Valore di attenzione (media 24 ore) | ND | 10 |
| Obiettivo di qualità (media 24 ore) | ND | 3 |

Il limite di esposizione è il valore di campo elettrico e di campo magnetico da non superare in nessuna condizione di esposizione.

Il valore di attenzione per l’induzione magnetica, introdotto come misura di cautela per la protezione dai possibili effetti a lungo termine, si applica alle aree di gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere.



L'obiettivo di qualità per l'induzione magnetica, introdotto al fine della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi, si applica 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 4 ore, nonché nella progettazione dei nuovi insediamenti e nelle nuove aree in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti sul territorio.

Le fasce di rispetto degli elettrodotti, previste al par. 5.1.1. della LQ 36/01, devono essere determinate in base all'obiettivo qualità di 3 μ T in corrispondenza della portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto (art. 6, comma 1, del DPCM 08/07/03) che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV ed alle Regioni per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV. È stato chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Non si deve dunque far riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea. La portata in corrente in servizio normale è, per le linee aeree con tensione > 100 kV, calcolata ai sensi della norma CEI 11-60, mentre per le linee in cavo è la portata in regime permanente definita dalla norma CEI 11-17.

Il DPCM 08/07/03 prescrive che il proprietario/gestore comunichi alle autorità competenti l'ampiezza delle fasce di rispetto ed i dati utilizzati per il loro calcolo. Il calcolo dell'induzione magnetica deve essere basato sulle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea nella campata in esame e deve tener conto della presenza di altri elettrodotti che ne modifichino il risultato.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è stata definita con il DM 29/05/08 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" (SO n°160 alla GU n°156 del 05/07/08). Tale metodologia prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA).



3. CAMPI ELETTROMAGNETICI

3.1 BASE TEORICA

Ogni sistema alimentato elettricamente produce un campo elettromagnetico, proporzionale alla corrente passante per il circuito che lo genera. Questo fenomeno è definito “induzione magnetica”, descritta nel suo caso più semplice tramite la legge di Biot e Savart (conduttore lineare percorso da corrente):

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

Dove:

- B: induzione magnetica (Tesla = T = WB/m²)
- μ_0 : permeabilità magnetica nel vuoto, pari a $4\pi \cdot 10^{-7} H/m$
- I: corrente elettrica percorrente il conduttore espressa in Ampere (A)
- r: distanza radiale del punto P dal conduttore (m)

3.2 GENERATORE FOTOVOLTAICO

I moduli fotovoltaici lavorano in corrente continua, per cui la generazione di campi variabili è limitata ai soli transistori di corrente (durante la ricerca del MPP da parte dell’inverter, e durante l’accensione o lo spegnimento), peraltro di brevissima durata. Nella certificazione dei moduli fotovoltaici secondo la Norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono pertanto menzionate prove di compatibilità elettromagnetica poiché assolutamente irrilevanti.

3.3 INVERTER

Gli inverter sono apparecchiature che utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione e pertanto sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. Inoltre, è previsto che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, possiedano 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): (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).

Oltre a quanto specificato, gli inverter ammessi in commercio devono rispettare la normativa vigente sulla compatibilità elettromagnetica, al fine di evitare interferenze con altre apparecchiature e con la rete elettrica.

Si può escludere il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo elettromagnetico.

3.4 CABINE DI CAMPO MT/BT

Nel caso delle Cabine di Campo e Trasformazione, determiniamo direttamente il valore della Distanza di Prima Approssimazione. La DPA per le cabine è la distanza minima, in pianta sul livello del suolo da tutte le pareti della cabina stessa, che garantisce che ogni punto, si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

Per fascia di rispetto si intende, in questo caso, lo spazio circostante la cabina che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica d'intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 μ T).

Per le cabine elettriche di campo la principale sorgente di emissione sono i tre trasformatori BT/MT della potenza di 1600 kVA ciascuno, due inseriti nelle Cabine di Campo centrali e uno nella Cabina di Campo adiacente alla Cabina di Consegna.

In questo caso, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, cap.5.2.1, l'ampiezza delle DPA si determina come di seguito descritto. Tale determinazione si basa sulla corrente di bassa tensione del trasformatore e considerando una distanza dalle fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore. Per determinare le DPA si applica la formula:

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

Dove:

- I: corrente nominale di bassa del trasformatore (A)
- X: diametro dei cavi (m)



Considerando che ad ogni trasformatore confluisca la corrente di n.18 inverter, ciascuno avente una corrente massima in uscita 184 A, quella totale risulta pari $I = 3312$ A e il cavo scelto sul lato BT del trasformatore, si ottiene un valore che arrotondato per eccesso dà luogo ad una DPA pari a circa 3,23 metri, arrotondata a 3,5 metri. Le cabine di campo sono posizionate a distanze superiori ai 10 metri dalla recinzione perimetrale delle aree d'impianto e le DPA non interessano luoghi con permanenza di persone superiore a 4 ore.

Inoltre, considerando il contesto agricolo in cui è inserito l'impianto è possibile escludere possibili interferenze tra il campo magnetico generato e recettori sensibili per una durata superiore alle 4 ore.

3.5 ELETTRODOTTI DI MEDIA TENSIONE

Il campo elettrico generato dal cavo MT a 30 kV può essere trascurato sulla base delle seguenti considerazioni:

- il campo elettrico generato da una installazione a 30 kV o 150 kV è minore di quello generato da una linea, con conduttore non schermato (corda), a 400 kV, il quale è minore ai limiti imposti dalla legge;
- i cavi utilizzati sono costituiti da un'anima in alluminio (conduttore elettrico), da uno strato di isolante + semiconduttore, da uno schermo elettrico in rame, e da una guaina in PVC. Lo schermo elettrico in rame confina il campo elettrico generato nello spazio tra il conduttore e lo schermo stesso;
- il terreno ha un ulteriore effetto schermante.

Per la valutazione del campo magnetico generato dall'elettrodotto occorre innanzitutto distinguere gli elettrodotti in funzione della tipologia dei cavi utilizzati.

In linea generale l'utilizzo di cavi MT in configurazione ad "elica visibile" con sezione sino a 240 mm², fanno sì che il campo magnetico prodotto sia notevolmente inferiore a quello prodotto da cavi analoghi posati in piano o a trifoglio. Le particolarità costruttive di questi cavi, ossia la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione dovuta alla cordatura, fa sì che il campo elettromagnetico generato dai cavi di sezione 50-185 mm² (185 mm² cordati ad elica nel caso dell'impianto in oggetto) risulta essere infatti di gran lunga inferiore ai valori limite richiesti e già



dopo una prima analisi qualitativa se ne può escludere la valutazione numerica, così come previsto dalla normativa e dalle leggi vigenti.

Inoltre, le aree in cui avviene la posa dei cavi sono agricole, e la posa dei cavi avviene di solito al di sotto di strade esistenti (strada interpoderale), aree dove ovviamente non è prevista la permanenza stabile di persone per oltre 4 ore e/o la costruzione di edifici. Possiamo pertanto concludere che l'impatto elettromagnetico indotto dai cavi MT è praticamente nullo in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DPCM 08/07/03.

Non si effettua quindi un'analisi puntuale del campo generato ritenendolo trascurabile.

4. CONCLUSIONI

I risultati ottenuti mostrano che i componenti del parco fotovoltaico e relative opere di connessione non generano impatto elettromagnetico superiore ai valori di riferimento per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo DPCM 8 Luglio 2003.

Come mostrato nelle tabelle e figure dei paragrafi precedenti le azioni di progetto fanno sì che sia possibile riscontrare intensità del campo di induzione magnetica superiore al valore obiettivo di 3 μT , sia in corrispondenza delle cabine di trasformazione che in corrispondenza dei cavidotti MT esterni; d'altra parte, è stato dimostrato come la fascia entro cui tale limite viene superato è circoscritta intorno alle suddette opere e che non sussistono 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.

In generale, per quanto riguarda il campo elettrico in media tensione esso è notevolmente inferiore a 5kV/m (valore imposto dalla normativa).