

Regione Emilia-Romagna
Provincia di Ravenna
Comune di Cervia

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI IMMISSIONE
DI 51 MW E POTENZA INSTALLATA DI 56,135 MW
E OPERE CONNESSE, DENOMINATO "CERVIA PV"
DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI CERVIA

TITOLO

RELAZIONE CAMPI ELETTRROMAGNETICI

ELABORATO

R13

C5008.G.R13

LUOGO E DATA

Pinerolo
aprile 2026

PROGETTAZIONE - S.I.A. - COORDINAMENTO



via Pasubio 2/28 - 10064 PINEROLO (TO) - ITALIA
PEC: geasiste@pec.it
P. IVA e C.F. 07510230019
Cap. Soc. 100.000,00 €



Gruppo di lavoro
GEA.SISTE INGEGNERIA
geom. Elia Marco
ing. Serena Peyrot
arch. Patrizia Pastore
ing. Monica Rostan
agr. dott. Daniela Lepori
GEOLOGIA
dott. geol. Marco Orsi

Firmato digitalmente da

ELIA Marco
PROGETTISTA &
LEGALE RAPPRESENTANTE
Collegio dei Geometri Torino, n.8432

PEYROT Serena
PROGETTISTA
Ordine Ingegneri Torino, n.11873L

RELAZIONI SPECIALISTICHE



PROGETTAZIONE ELETTRICA
ARCHI EVER

AMBIENTE

dott. for. Gianluigi Balangione

AGRONOMIA

dott. agr. Gregorio Matteucci

ARCHEOLOGIA

Akanthos S.r.l.
dott. Michelangelo Monti - dott.ssa Paola Fuselli



PROGETTAZIONE
STAZIONE ELETTRICA
3E Ingegneria



PROGETTAZIONE IDRAULICA
BLUEWORKS - Ing. Yos Zorzi

Proponente



The future happens here

FRV Italia S.r.l.
Via Rubicone, 11 - 00198 Roma
P.IVA: 10413450015



REV.

00

DATA

APRILE 2026

REDAZIONE

MR

VERIFICA

ME

AUTORIZZAZIONE

ME

INDICE

PREMESSA	1
1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	2
2. OPERE PREVISTE IN PROGETTO E ASSOGGETTATE ALLE VERIFICHE DI CUI AL DM 29.05.2008	3
2.1. MODULI FOTOVOLTAICI	4
2.2. INVERTER	4
2.3. CALCOLO DELLA FASCIA DI RISPETTO PER LA CABINA ELETTRICA IN PROGETTO	5
2.4. CALCOLO DELLA FASCIA DI RISPETTO PER LE LINEE ELETTRICHE IN PROGETTO	9
3. CONCLUSIONI.....	11

PREMESSA

Nell'ambito delle analisi dei rischi significativi per la salute riconducibili alla conduzione del parco agrivoltaico a terra denominato "Cervia PV" nel Comune di Cervia (RA), è stata sviluppata la seguente relazione al fine di valutare l'eventuale introduzione/modifica nell'area oggetto di intervento di campi elettromagnetici sulla base delle norme, ove applicabili, e delle linee guida emanate dagli enti preposti.

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il riferimento di legge in materia dei campi elettromagnetici è la Legge del 22 febbraio 2001, n.36 *"Legge quadro sulla protezione dell'esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"*, pubblicata sulla GU n.55 del 7 marzo 2001.

Questa legge detta i principi fondamentali diretti a:

- assicurare la tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- assicurare la tutela dell'ambiente e del paesaggio, promuovere l'innovazione tecnologica e le azioni di risanamento volte a minimizzare l'intensità e gli effetti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici secondo le migliori tecnologie disponibili.

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 (art.3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art.4, c.2):

- limiti di esposizione del campo elettrico (85 kV/m) e del campo magnetico (100 μ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- valore di attenzione per l'induzione magnetica a 10 μ T per la protezione da possibili effetti a lungo termine;
- obiettivo di qualità per l'induzione magnetica a 3 μ T ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50Hz.

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 D. M. 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 con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA).

Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

RELAZIONE LIMITI DI ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

Con particolare riferimento agli elettrodotti, siano essi interrati o aerei, in progetto o già esistenti, il D.M. 29 maggio 2008 stabilisce la procedura da adottare per determinare le fasce di rispetto dagli stessi.

Sono escluse dall'applicazione della metodologia:

1. linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);
2. linee di classe zero definite, secondo il Decreto Interministeriale 21/03/88, come "quelle linee telefoniche, telegrafiche, per segnalazione e comando a distanza in servizio di impianti elettrici, le quali abbiano tutti o parte dei loro sostegni in comune con linee elettriche di trasporto o di distribuzione o che, pur avendo con queste alcun sostegno in comune, siano dichiarate appartenenti a questa categoria in sede di autorizzazione" (linee di telecomunicazione);
3. linee di prima classe definite, secondo il Decreto Interministeriale 21/03/88, come "le linee di trasporto o distribuzione di energia elettrica, la cui tensione nominale è inferiore o uguale a 1.000 V e le linee in cavo per illuminazione pubblica in serie la cui tensione nominale è inferiore o uguale a 5.000 V (linee di Bassa Tensione);
- 4. linee in Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree).**

In questi casi le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n.449 e dalla Norma CEI EN 50341-2-13. In base al D.M. sopra citato il caso in oggetto rientra nel punto 4.

2. OPERE PREVISTE IN PROGETTO E ASSOGGETTATE ALLE VERIFICHE DI CUI AL DM 29.05.2008

I componenti dell'impianto agrivoltaico proposto in progetto che rilevano ai fini della valutazione dell'impatto elettromagnetico generato dai circuiti elettrici sono di seguito riportati:

1. moduli fotovoltaici;
2. inverter;
3. cabine elettriche con trasformatori;
4. linee elettriche.

2.1. MODULI FOTOVOLTAICI

In relazione all'installazione dei moduli fotovoltaici e dei circuiti in corrente continua (DC), si può affermare il rispetto dei limiti di esposizione ai campi elettromagnetici previsti dalla normativa vigente, sulla base delle seguenti evidenze tecniche:

- La natura della corrente continua comporta una frequenza di esercizio pari a 0 Hz. I campi magnetici risultanti sono pertanto di tipo statico e non presentano le criticità tipiche dei campi a frequenza variabile;
- Il cablaggio seriale dei moduli (connessione polo positivo-negativo) e la disposizione adiacente dei conduttori di andata e ritorno favoriscono l'auto-cancellazione dei campi magnetici statici, riducendo drasticamente l'induzione residua nell'ambiente circostante;
- Le correnti di stringa generano emissioni elettromagnetiche intrinsecamente deboli, proporzionali all'intensità di carica circolante;
- Per lo spettro di frequenza 0-1 Hz, i limiti di riferimento per l'induzione magnetica sono fissati a 40.000 μ T. Tale soglia è circa 400 volte superiore rispetto ai limiti previsti per la frequenza di rete (50 Hz), garantendo un margine di sicurezza estremamente elevato rispetto ai valori misurabili in un impianto fotovoltaico.

Per quanto riguarda il campo elettrico, la sua intensità è funzione diretta della tensione d'esercizio. Tuttavia, la presenza di schermature come la guaina dei cavi e altri elementi presenti sull'impianto agiscono come barriera dielettrica. Si può pertanto affermare che i campi elettrici generati risultano abbondantemente inferiori ai limiti di legge, garantendo l'assenza di rischi per la salute e l'ambiente

2.2. INVERTER

Gli inverter costituiscono una delle sorgenti di campi elettromagnetici dell'impianto fotovoltaico, in quanto effettuano la conversione della corrente continua proveniente dai moduli in corrente alternata trifase a 50 Hz. Durante il funzionamento, tali apparecchiature generano campi magnetici localizzati, proporzionali alla corrente in uscita e alla configurazione dei conduttori interni, con valori tipici dell'ordine di alcuni microtesla nelle immediate vicinanze dell'involucro e un rapido decadimento con la distanza, fino a livelli trascurabili già a circa 1 metro.

Gli inverter scelti nel progetto possiedono la certificazione di conformità alle normative di compatibilità elettromagnetica (EMC) ((CEI EN 50273 (CEI 95-9), CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65), CEI

RELAZIONE LIMITI DI ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI

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). Tali norme garantiscono:

- i livelli armonici;
- i disturbi alle trasmissioni di segnale operate dal gestore di rete in sovrapposizione alla trasmissione di energia sulle proprie linee;
- le variazioni di tensione e frequenza. Gli effetti sulla rete di tali variazioni sono limitati dai relè di controllo della protezione di interfaccia asservita al dispositivo di interfaccia. Tuttavia, le fluttuazioni di tensione e frequenza hanno per lo più origine dalla rete stessa; si rendono quindi necessarie finestre di taratura abbastanza ampie per evitare una continua inserzione e disinserzione dell'impianto fotovoltaico.

Gli inverter rappresentano sorgenti puntuali con effetti confinati nelle immediate vicinanze dell'apparecchiatura e non determinano la necessità di fasce di rispetto ai sensi della normativa sui campi elettromagnetici.

2.3. CALCOLO DELLA FASCIA DI RISPETTO PER LA CABINA ELETTRICA IN PROGETTO

Nel caso di cabine, lo spazio costituito da tutti i punti caratterizzati da valori di induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità, definito dall'art. 4 del D.P.C.M. 8 luglio 2003, determina attorno a tali impianti un volume. La superficie di questo volume delimita la fascia di rispetto.

Forma e dimensione delle fasce di rispetto saranno, conseguentemente alla definizione delle stesse, variabili in funzione delle caratteristiche geometriche ed elettriche delle cabine.

La metodologia adottata per la definizione della fascia di rispetto è basata sulla distanza di prima approssimazione (Dpa), ovvero la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina che garantisce che ogni punto, la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della Dpa, si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

La struttura semplificata sulla base della quale viene calcolata la Dpa è un sistema trifase, percorso da una corrente pari alla corrente nominale di BT in uscita dal trasformatore, e con distanza tra le fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore stesso.

Da progetto è prevista la realizzazione di n.18 cabine di campo ciascuna contenente un o due trasformatori per la elevazione della potenza da bassa tensione a media tensione 15kV.

RELAZIONE LIMITI DI ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI

Le 18 cabine elettriche, con dimensioni di 10 x 2,50 m e altezza fuori terra di 4,34 m, saranno di ultima generazione e realizzate secondo gli standard di riferimento nazionali, in particolare saranno del tipo prefabbricato in cls e verranno posizionate su una platea di fondazione in cls armato. Queste cabine saranno divise in n.3 locali aventi specifica destinazione quali il "locale MT", "locale Trasfo" e "locale inverter e BT".

Il locale trasfo avrà due configurazioni in base alla potenza della cabina e agli inverter ad essa collegati.

PRIMA CONFIGURAZIONE: n.2 trasformatori in resina BT/MT da 1600 kVA con rapporto di trasformazione 15/0,80 e diametro dei cavi in uscita dal trasformatore stesso pari a 38,50 mm per un totale di 3200 kVA installati;

SECONDA CONFIGURAZIONE: n.1 trasformatore in resina BT/MT da 2500 Kva con rapporto di trasformazione 15/0,80 e diametro dei cavi in uscita dal trasformatore stesso pari a 38,50 mm.

Cabina di campo	Potenza elevatore BT/MT [kVA]	Corrente nominale secondaria [A]	Diametri dei cavi in uscita dal trasformatore [mm]
Cabina 1	1.600	1155	38,50
	1.600	1155	38,50
Cabina 2	1.600	1155	38,50
	1.600	1155	38,50
Cabina 3	1.600	1155	38,50
	1.600	1155	38,50
Cabina 4	1.600	1155	38,50
	1.600	1155	38,50
Cabina 5	1.600	1155	38,50
	1.600	1155	38,50
Cabina 6	1.600	1155	38,50
	1.600	1155	38,50
Cabina 7	2.500	1804	38,50
Cabina 8	1.600	1155	38,50
	1.600	1155	38,50
Cabina 9	1.600	1155	38,50
	1.600	1155	38,50
Cabina 10	2.500	1804	38,50

RELAZIONE LIMITI DI ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI

Cabina 11	2.500	1804	38,50
Cabina 12	2.500	1804	38,50
Cabina 13	1.600	1155	38,50
	1.600	1155	38,50
Cabina 14	1.600	1155	38,50
	1.600	1155	38,50
Cabina 15	1.600	1155	38,50
	1.600	1155	38,50
Cabina 16	2.500	1804	38,50
Cabina 17	1.600	1155	38,50
	1.600	1155	38,50
Cabina 18	1.600	1155	38,50
	1.600	1155	38,50

La determinazione della Dpa avviene nel modo seguente:

- 1) calcolo del valore di *Dpa/radice della corrente* per la tipologia di cavi in uscita dal trasformatore nella cabina in esame utilizzando l'equazione:

$$\frac{Dpa}{\sqrt{I}} = 0,40942 * x^{0,5241}$$

dove:

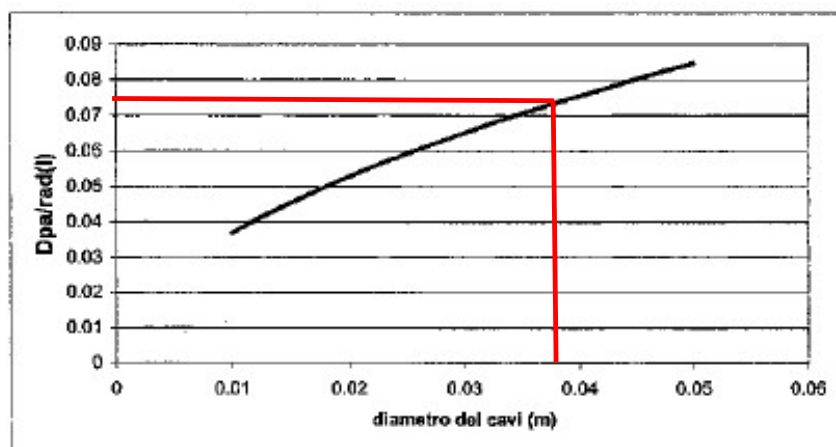
- Dpa = distanza di prima approssimazione [m];
- I = corrente nominale BT in uscita dal trasformatore [A];
- x = diametro dei cavi (conduttore + isolante) [m].

Ne risulta che il rapporto Dpa/radice della corrente è pari a 0,074 come confermato dal seguente grafico.

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 51 MW E OPERE CONNESSE, DENOMINATO "CERVIA PV"
DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI CERVIA (RA)**

RELAZIONE LIMITI DI ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI

Grafico: rappresentazione dell'andamento del rapporto tra Dpa e radice della corrente nominale al variare del diametro dei cavi



- 2) Moltiplicazione del valore ricavato al punto 1) per la radice della corrente ed arrotondamento del risultato:

Cabina di campo	Potenza elevatore BT/MT [kVA]	Dpa/rad(I)	Distanza di Prima Approssimazione [m]	Distanza di Prima Approssimazione arrotondata[m]
Cabina 1	1.600	0.074	2.52	3.00
	1.600	0.074	2.52	3.00
Cabina 2	1.600	0.074	2.52	3.00
	1.600	0.074	2.52	3.00
Cabina 3	1.600	0.074	2.52	3.00
	1.600	0.074	2.52	3.00
Cabina 4	1.600	0.074	2.52	3.00
	1.600	0.074	2.52	3.00
Cabina 5	1.600	0.074	2.52	3.00
	1.600	0.074	2.52	3.00
Cabina 5	1.600	0.074	2.52	3.00
	1.600	0.074	2.52	3.00
Cabina 6	1.600	0.074	2.52	3.00
	1.600	0.074	2.52	3.00
Cabina 7	2.500	0.074	3.15	3.50
Cabina 8	1.600	0.074	2.52	3.00
	1.600	0.074	2.52	3.00

RELAZIONE LIMITI DI ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI

Cabina 9	1.600	0.074	2.52	3.00
	1.600	0.074	2.52	3.00
Cabina 10	2.500	0.074	3.15	3.50
Cabina 11	2.500	0.074	3.15	3.50
Cabina 12	2.500	0.074	3.15	3.50
Cabina 13	1.600	0.074	2.52	3.00
	1.600	0.074	2.52	3.00
Cabina 14	1.600	0.074	2.52	3.00
	1.600	0.074	2.52	3.00
Cabina 15	1.600	0.074	2.52	3.00
	1.600	0.074	2.52	3.00
Cabina 16	2.500	0.074	3.15	3.50
Cabina 17	1.600	0.074	2.52	3.00
	1.600	0.074	2.52	3.00
Cabina 18	1.600	0.074	2.52	3.00
	1.600	0.074	2.52	3.00

In via preliminare occorre infine precisare che, se la fascia di rispetto rimane all'interno dell'area di pertinenza dell'azienda, il D.P.C.M. 08/07/03 non si applica, essendo espressamente finalizzato alla tutela della popolazione e non dei soggetti esposti al campo magnetico per ragioni professionali. Ciò implica che la Dpa calcolata corrisponde anche alla distanza minima da mantenere tra le pareti della cabina e la recinzione di delimitazione del campo fotovoltaico in oggetto.

In questo caso la fascia di rispetto rientra nei confini dell'area di pertinenza delle n.18 cabine di trasformazione in progetto.

2.4. CALCOLO DELLA FASCIA DI RISPETTO PER LE LINEE ELETTRICHE IN PROGETTO

La progettazione prevede la realizzazione di una cabina di parallelo, destinata alla raccolta e alla gestione dei flussi di energia provenienti dalle cabine di campo. All'interno della cabina saranno installati gli scomparti di media tensione relativi alle linee MT provenienti dalle sei zone di raccolta del campo fotovoltaico.

Da questa cabina avrà origine il collegamento verso la Stazione di Utenza di elevazione MT/AT, collocata in prossimità della stessa, mediante un cavo in alluminio di tipo ARG7H1R 3×4×300 mm².

RELAZIONE LIMITI DI ESPOSIZIONE A CAMPI ELETTROMAGNETICI

Il cavo in MT 3×4×300 tipo ARG7H1R verrà interrato a una profondità di circa 1,00 m. Oltre a ridurre l'impatto paesaggistico i cavi interrati riducono in maniera significativa anche il campo elettrico ed il campo magnetico. La posa a una profondità di circa 1,00 m determina un abbattimento dell'induzione magnetica al livello del suolo, dove i valori risultano ampiamente inferiori ai limiti e agli obiettivi di qualità stabiliti dal DPCM 8/7/2003. L'intensità del campo elettrico dipende principalmente dalla tensione della linea e aumenta al crescere della tensione. Il campo magnetico di una linea elettrica dipende dall'intensità della corrente che circola nei conduttori. Poiché la corrente può variare nell'arco della giornata, della settimana o dell'anno anche l'intensità del campo magnetico varia di conseguenza.

Nel caso di linee elettriche interrate grazie all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno i campi elettrici sono non significativi.

In conformità a quanto riportato nel paragrafo 3.2 dell'allegato al DM 29/05/2008, per le linee MT realizzate con cavo cordato ad elica interrate non si applica la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, poiché le ampiezze risultanti sono estremamente ridotte e comunque inferiori alle distanze minime previste dal D.L. 449/88 e dal DM LL.PP. 16/01/1991. La norma CEI 211-4 conferma che, per linee elettriche interrate correttamente posate, la Distanza di Prima Approssimazione (DPA) può essere assunta pari a 0 m.

Ne consegue che il cavo MT interrato 3×4×300 mm² ARG7H1R non richiede l'individuazione di una fascia di rispetto ai fini dell'esposizione ai campi elettromagnetici, risultando pienamente conforme alla normativa vigente e privo di criticità per la popolazione e per le aree accessibili.

Si può affermare quindi che il campo elettrico e di induzione magnetica emesso dalla linea elettrica interrata rispetterà i limiti di esposizione, il valore di attenzione e gli obiettivi di qualità fissati dal DPCM 8 luglio 2003.

Si considera positiva anche la verifica sugli altri cavi MT e BT in quanto di dimensioni e intensità di corrente minore rispetto alla linea elettrica presa in esame.

3. CONCLUSIONI

Si precisa che tutte le apparecchiature a servizio dell'impianto sono dotate di marcatura CE e risultano pertanto conformi alle direttive europee in materia di Compatibilità Elettromagnetica (2004/108/CE – EMC) e di sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda la valutazione dei rischi connessi ai campi elettromagnetici, le indagini condotte in diversi Paesi dell'Unione Europea su impianti fotovoltaici analoghi, già realizzati e in esercizio, evidenziano che i valori di induzione magnetica e di intensità del campo elettrico generati dai componenti dell'impianto non superano né i limiti di esposizione fissati per la popolazione, né quelli raccomandati per i lavoratori.

In via cautelativa è stata comunque effettuata la determinazione della fascia di rischio associata alle cabine elettriche di nuova realizzazione e alle linee elettriche interrate previste dal progetto. Per le linee interrate, la posa a una profondità di circa 1,00 m comporta un annullamento degli effetti significativi del campo elettromagnetico in superficie. Per quanto riguarda le cabine di trasformazione, è stato verificato che, mantenendo una distanza di 3,00 m e 3,50 m dalla recinzione perimetrale del campo fotovoltaico, gli effetti del campo magnetico risultano completamente contenuti all'interno dell'area di pertinenza dell'impianto, senza interessare la popolazione ma esclusivamente gli eventuali addetti ai lavori.

A tale proposito si evidenzia che non sono previsti lavoratori fissi durante la fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico