



Green Power

Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.00.IT.P.18314.00.060.00

PAGE

1 di/of 14

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

Impianto Agrivoltaico "SIMAXIS 02"
Comuni di Simaxis (OR) e Ollastra (OR)
LOTTO 1: 5,7 MWAC
LOTTO 2: 4,5 MWAC
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione preliminare impatto elettromagnetico
(incluso il calcolo delle Distanze di Prima Approssimazione)

File: GRE.EEC.R.00.IT.P.18314.00.060.00-Relazione campi elettromagnetici.docx

00	20/10/2023	Prima Emissione	S.GARONI	S. DE CARO	S.GARONI
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

GRE VALIDATION

E. Pazzola	D. Braccia	Stantec
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT Simaxis 02	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT				SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION						
	GRE	EEC	R	0	0	I	T	P	1	8	3	1	4	0	0	0	6	0	0

CLASSIFICATION	Public	UTILIZATION SCOPE	Progetto Definitivo per Autorizzazione
----------------	--------	-------------------	--

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.00.IT.P.18314.00.060.00

PAGE

2 di/of 14

INDEX

1. INTRODUZIONE	4
2. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI	5
3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	6
4. CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	8
4.1. CAMPO DI APPLICAZIONE	8
4.2. METODOLOGIA DI CALCOLO.....	8
4.2.1. CABINA DI CONSEGNA.....	9
4.2.2. CABINA UTENTE	10
4.2.3. CABINA DI TRASFORMAZIONE CON TRAFI DA 1000kVA	10
4.2.4. CABINA DI TRASFORMAZIONE CON TRAFI DA 1250kVA	11
4.2.5. CABINA DI TRASFORMAZIONE CON TRAFI DA 1600kVA	11
4.2.6. LINEE DI COLLEGAMENTO IN MT	12
5. CONCLUSIONI	14

ACRONIMI

AIA	Autorizzazione Integrata Ambientale
AU	Autorizzazione Unica
AUA	Autorizzazione Unica Ambientale
AT	Alta Tensione
BOP	Balance of Plant
BT	Bassa Tensione
CAPEX	Capital Expenditure
CoE	Centre of Excellence
D.Lgs.	Decreto Legislativo
D.G.R.	Deliberazione della Giunta Regionale
D.M.	Decreto Ministeriale
EGP	Enel Green Power
ENAC	Ente Nazionale per l'Aviazione Civile
EPC	Engineering, Procurement and Construction
EOH	Equivalent Operating Hours (Ore Equivalenti)
EUAP	Elenco Ufficiale Aree Protette
FER	Fonte Energetica Rinnovabile
FV	Fotovoltaico
GCR	Ground Cover Ratio
GHI	Global Horizontal Irradiation
GIS	Gas Insulated Substation
L.R.	Legge Regionale
MATTM	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
MiBAC	Ministero per i Beni e le Attività Culturali
MT	Media Tensione
OPEX	Operational Expenditure
PAS	Procedura Abilitativa Semplificata
P.A.U.R.	Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale
POD	Punto di Connessione (Point of Delivery)
P.R.G.	Piano Regolatore Generale
P.R.P.	Piano Regionale Paesistico
R.D.Lgs.	Regio Decreto Legislativo
SIC	Sito di Importanza Comunitaria
SITAP	Sistema Informativo Territoriale Ambientale Paesaggistico
VA	Verifica di Assoggettabilità
VIA	Valutazione di Impatto Ambientale
ZPS	Zone di Protezione Speciale
ZSC	Zona Speciale di Conservazione

1. INTRODUZIONE

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Enel Green Power Solar Energy S.r.l. di redigere il progetto definitivo ai fini autorizzativi per un nuovo impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare.

Si tratta di un impianto fotovoltaico di tipo "agrivoltaico" che sarà realizzato su tracker monoassiali all'interno di un'area agricola nel comune di Simaxis (OR). L'impianto sarà suddiviso in due lotti così definiti:

- Lotto N.1 (Campo "A") costituito da N. 12.460 moduli fotovoltaici per una potenza complessiva di 7.227 kWp e per una potenza nominale di 5,7 MW;
- Lotto N.2 (Campo "B", Campo "C" e Campo "D") costituito da N. 9.072 moduli fotovoltaici per una potenza complessiva di 5.262 kWp e per una potenza nominale di 4,5 MW.

Ciascun lotto di impianto avrà il proprio punto di connessione in MT a 15kV con propria cabina di consegna, come da soluzione elaborata da E-Distribuzione all'interno del preventivo di connessione cod. 344741366.

Il presente elaborato riguarda la valutazione preliminare di impianto elettromagnetico ed il calcolo delle distanze di prima approssimazione.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

Di seguito si elencano i principali riferimenti legislativi e normativi per l'ambito oggetto di analisi:

RIFERIMENTO	AMBITO DI APPLICAZIONE
L. n. 36 del 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 a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti
Raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999, pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999	Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0Hz a 300Ghz
Decreto Min. Amb. 29.05.2008	Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica
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 I
ENEL - 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
Linee guida ICNIRP	Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)
CEI EN 50499	Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici

Tab. 2.1 – Riferimenti legislativi e normativi

3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Per ciascun lotto di impianto, la connessione della nuova utenza sarà realizzata mediante la costruzione di una nuova cabina di consegna utenza MT collegata alla rete a 15kV, che verrà collegata in antenna dalla Cabina Primaria "Ollastra" secondo quanto riportato all'interno del preventivo di connessione cod. 344741366 elaborato da E-Distribuzione

Verrà realizzata una nuova cabina di ricezione a servizio dell'impianto fotovoltaico costituito da manufatto in C.A.V. con vasca sottostante e contenente N.1 cella MT di ricevimento (c.d. cella utente) equipaggiata con protezione generale (PG) e dispositivo generale (DG) a norma CEI 0-16, N.1 cella MT misure equipaggiata con protezione di interfaccia (PI) a norma CEI 0-16, N.1 cella MT di protezione impianto fotovoltaico equipaggiata con dispositivo di interfaccia (DDI) a norma CEI 0-16 e N.1 cella MT di protezione e sezionamento trasformatore servizi ausiliari.

La cabina di consegna e la cabina di ricevimento saranno collegati con linea in cavo MT ad elica tipo ARE4H5EX 12/20kV formazione $3 \times 1 \times 240 \text{mm}^2$ con posa interrata per una lunghezza complessiva non superiore a $L=10\text{m}$; dovrà essere realizzata una trincea di larghezza media circa 0,8m e profondità circa 1,3m; i cavi di media tensione dovranno essere posati entro tubo in PE corrugato a doppia parete, serie pesante 450N, diametro esterno 160mm, da annegare in letto terreno naturale.

All'interno della cabina di ricevimento è prevista l'installazione di N.1 trasformatore in resina per servizi ausiliari di potenza nominale pari a 25kVA e rapporto di trasformazione 15/0,4kV.

Dal locale utente del Lotto N.1 (Campo A) partirà una linea di media tensione in cavo ARG7H1R 12/20kV formazione $3 \times (1 \times 240 \text{mm}^2)$ e lunghezza $L = 350\text{m}$ - posata in cavidotto interrato - che afferrirà alla prima cabina di trasformazione (TA1) di tipo compatta marca HUAWEI modello JUPITER-3000K-H1 (o equivalente), all'interno della quale sarà installato un trasformatore di potenza isolato in olio da 1250kVA con rapporto di trasformazione 15/0,8kV, indice orario Dy11, ed un autotrasformatore di piccola potenza per i servizi ausiliari di tipo impregnato da 25kVA, con rapporto di trasformazione 0,8/0,4kV, indice orario Yyn0. Dalla cabina di trasformazione TA1 partirà - in entra ed esci - una linea di media tensione in cavo ARG7H1R 12/20kV formazione $3 \times (1 \times 185 \text{mm}^2)$ e lunghezza $L = 140\text{m}$ - posata in cavidotto interrato - che afferrirà alla seconda cabina di trasformazione (TA2) di tipo compatta marca HUAWEI modello JUPITER-3000K-H1 (o equivalente), all'interno della quale sarà installato un trasformatore di potenza isolato in olio da 1000kVA con rapporto di trasformazione 15/0,8kV, indice orario Dy11, ed un autotrasformatore di piccola potenza per i servizi ausiliari di tipo impregnato da 25kVA, con rapporto di trasformazione 0,8/0,4kV, indice orario Yyn0.

Dalla cabina di trasformazione TA2 partirà - in entra ed esci - una linea di media tensione in cavo ARG7H1R 12/20kV formazione $3 \times (1 \times 150 \text{mm}^2)$ e lunghezza $L = 300\text{m}$ - posata in cavidotto interrato - che afferrirà alla terza cabina di trasformazione (TA3) di tipo compatta marca HUAWEI modello JUPITER-3000K-H1 (o equivalente), all'interno della quale sarà installato un trasformatore di potenza isolato in olio da 1250kVA con rapporto di trasformazione 15/0,8kV, indice orario Dy11, ed un autotrasformatore di piccola potenza per i servizi ausiliari di tipo impregnato da 25kVA, con rapporto di trasformazione 0,8/0,4kV, indice orario Yyn0.

Dalla cabina di trasformazione TA3 partirà - in entra ed esci - una linea di media tensione in cavo ARG7H1R 12/20kV formazione $3 \times (1 \times 120 \text{mm}^2)$ e lunghezza $L = 350\text{m}$ - posata in cavidotto interrato - che afferrirà alla quarta cabina di trasformazione (TA4) di tipo compatta marca HUAWEI modello JUPITER-3000K-H1 (o equivalente), all'interno della quale sarà installato un trasformatore di potenza isolato in olio da 1250kVA con rapporto di trasformazione 15/0,8kV, indice orario Dy11, ed un autotrasformatore di piccola potenza per i servizi ausiliari di tipo impregnato da 25kVA, con rapporto di trasformazione 0,8/0,4kV, indice orario Yyn0.

Dal locale utente del Lotto N.2 (Campo B + Campo C + Campo D) partirà una linea di media tensione in cavo ARG7H1R 12/20kV formazione $3 \times (1 \times 185 \text{mm}^2)$ e lunghezza $L = 50\text{m}$ - posata in cavidotto interrato - che afferrirà alla prima cabina di trasformazione (TB) di tipo compatta marca HUAWEI modello JUPITER-3000K-H1 (o equivalente), all'interno della quale sarà installato un trasformatore di potenza isolato in olio da 1000kVA con rapporto di trasformazione 15/0,8kV, indice orario Dy11, ed un autotrasformatore di piccola potenza per i servizi ausiliari di tipo impregnato da 25kVA, con rapporto di trasformazione 0,8/0,4kV, indice orario Yyn0.

Dalla cabina di trasformazione TB partirà - in entra ed esci - una linea di media tensione in cavo ARG7H1R 12/20kV formazione $3 \times (1 \times 150 \text{mm}^2)$ e lunghezza $L = 30\text{m}$ - posata in

cavidotto interrato – che afferirà alla seconda cabina di trasformazione (TC) di tipo compatta marca HUAWEI modello JUPITER-3000K-H1 (o equivalente), all'interno della quale sarà installato un trasformatore di potenza isolato in olio da 1250kVA con rapporto di trasformazione 15/0,8kV, indice orario Dy11, ed un autotrasformatore di piccola potenza per i servizi ausiliari di tipo impregnato da 25kVA, con rapporto di trasformazione 0,8/0,4kV, indice orario Yyn0.

Dalla cabina di trasformazione TC partirà – in entra ed esci – una linea di media tensione in cavo ARG7H1R 12/20kV formazione 3x(1x120mm²) e lunghezza L = 350m - posata in cavidotto interrato – che afferirà alla terza cabina di trasformazione (TD) di tipo compatta marca HUAWEI modello JUPITER-3000K-H1 (o equivalente), all'interno della quale sarà installato un trasformatore di potenza isolato in olio da 1600kVA con rapporto di trasformazione 15/0,8kV, indice orario Dy11, ed un autotrasformatore di piccola potenza per i servizi ausiliari di tipo impregnato da 25kVA, con rapporto di trasformazione 0,8/0,4kV, indice orario Yyn0.

4. CAMPI ELETTROMAGNETICI

4.1. CAMPO DI APPLICAZIONE

I campi elettromagnetici sono generati da grandezze elettriche tempovarianti; pertanto il fenomeno è associato esclusivamente alle parti di impianto con tensioni e correnti sinusoidali, mentre sono evidentemente non applicabili tali valutazioni alla parte del generatore fotovoltaico – compresi i cavi di collegamento di quest’ultimo all’inverter – in quanto esercito in corrente continua.

Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008, la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all’art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);
 - linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
 - linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
 - linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);
- in quanto le relative fasce di rispetto hanno un’ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

Pertanto, stando a quanto sopra precisato, la valutazione dei campi elettromagnetici si applicherà solo alle parti di media tensione presenti in impianto, ovvero:

- Cabina di consegna
- Cabina di ricevimento
- Cabine di trasformazione;
- Linee di collegamento in media tensione.

4.2. METODOLOGIA DI CALCOLO

Nel caso di cabine elettriche, ai sensi del Par. 5.2 dell’allegato al Decreto 29 maggio 2008(GU n. 156 del 5 luglio 2008), la fascia di rispetto deve essere calcolata come segue:

- Cabine Primarie, generalmente la DPA rientra nel perimetro dell’impianto (Par. 5.2.2) in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro.
- Cabine Secondarie, nel caso di cabine di tipo box (con dimensioni mediamente di 4m x 2.4 m, altezze di 2.4 m e 2.7 m ed unico trasformatore) o similari, la distanza di prima approssimazione (c.d. DPA), intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della Cabina Secondaria, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) (Par. 5.2.1) applicando la seguente relazione:

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

dove I è la corrente in [A] lato BT della massima taglia di trasformatore eventualmente installabile e x è il diametro di costruzione (conduttore + isolante) del cavo connesso al lato BT del trasformatore di cui sopra.

RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.

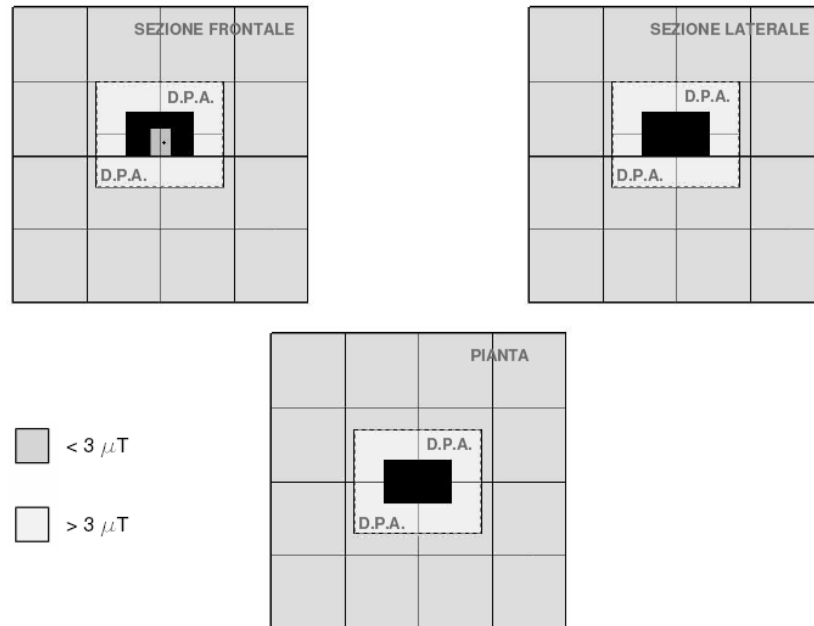


Fig. 4.2.1 – Distanza di prima approssimazione calcolata per le cabine di impianto

4.2.1. CABINA DI CONSEGNA

Con riferimento alla cabina di consegna, per ciascun lotto la massima taglia di trasformatore installabile all'interno del locale Distributore, ai sensi delle regole tecniche vigenti, non è mai superiore a 630kVA. Pertanto, chiamando:

- A_N : potenza nominale (ovvero di targa) del trasformatore in [kVA];
- V_N : tensione lato secondario del trasformatore in [kV].

e ricordando che, nel caso di specie, la tensione secondaria del trasformatore del Distributore sarà pari a 0,4kV, la corrente in uscita dal trasformatore lato bassa tensione è la seguente:

$$I = \frac{A_N}{V_N \cdot \sqrt{3}}$$

$$I = \frac{630kVA}{0,4kV \cdot \sqrt{3}} = 909,33[A]$$

Ipotizzando una linea BT connessa agli avvolgimenti del trafo da 630V composta da 3 cavi per fase di sezione 240mm² (diametro costruttivo tipico pari a 30,4mm per cavo):

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø esterno max	Resistenza elettrica max a 20°C	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A					
							in aria a 30°C	in tubo in aria a 30°C	interrato a 20°C			
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	Ω/km	kg/km	K = 1	K = 1,5	K = 1	K = 1,5		
1 x 1,5	1,5	0,7	1,4	8,2	13,3	55	24	20	26	24	23	21
1 x 2,5	2,0	0,7	1,4	8,7	7,98	66	33	28	34	31	29	27
1 x 4	2,5	0,7	1,4	9,3	4,95	84	45	37	43	40	38	35
1 x 6	3,0	0,7	1,4	9,9	3,30	110	58	48	55	51	48	44
1 x 10	4,0	0,7	1,4	10,9	1,91	150	80	66	73	68	64	59
1 x 16	5,0	0,7	1,4	11,4	1,21	220	107	88	96	89	83	77
1 x 25	6,2	0,9	1,4	13,2	0,780	310	141	117	124	115	108	100
1 x 35	7,4	0,9	1,4	14,6	0,554	410	176	144	150	139	131	121
1 x 50	8,9	1,0	1,4	16,4	0,386	560	216	175	186	173	162	150
1 x 70	10,5	1,1	1,4	18,3	0,272	760	279	222	229	212	199	184
1 x 95	12,2	1,1	1,5	20,4	0,206	960	342	269	270	250	234	217
1 x 120	13,8	1,2	1,5	22,4	0,161	1210	400	312	312	289	271	251
1 x 150	15,4	1,4	1,6	24,8	0,129	1480	464	355	356	330	310	287
1 x 185	16,9	1,6	1,6	27,2	0,106	1790	533	417	401	371	349	323
1 x 240	19,5	1,7	1,7	30,4	0,0801	2320	634	490	471	436	409	379
1 x 300	23,0	1,8	1,8	33,0	0,0641	2840	736	-	533	493	463	429
1 x 400	26,5	2,0	1,9	37,7	0,0486	3735	868	-	621	575	540	500
1 x 500 (*)	28,5	2,2	2,1	43,6	0,0384	4660	998	-	705	650	610	560

Fig. 4.2.1.1 – Scheda tecnica del cavo in rame di BT per collegamento secondario trafo

La distanza di prima approssimazione è calcolata come segue:

$$R = Dpa = 0,40942 \cdot (30,4 \cdot 10^{-3})^{0,5241} \cdot \sqrt{909,33} = 1,98[m]$$

la quale, arrotondata di un fattore di sicurezza k=1,5, diventa:

$$R' = k \cdot R = 2,98[m]$$

4.2.2. CABINA UTENTE

Per ciascun lotto, con riferimento alla cabina di ricecimento – detta anche cabina utente - è prevista l'installazione di N.1 trasformatore per servizi ausiliari di potenza da 25kVA, 15/0,4kV, con corrente nominale pari a:

$$I = \frac{25kVA}{0,4kV \cdot \sqrt{3}} = 36,09[A]$$

Avendo calcolato una linea BT connessa agli avvolgimenti del trafo costituita da cavo multipolare ARG16OR16 in formazione 5G25mm² (diametro costruttivo tipico pari a 10,7mm considerato conservativamente nel caso di cavo unipolare della stessa tipologia e di sezione 25mm²), la distanza di prima approssimazione è calcolata come segue:

$$R = Dpa = 0,40942 \cdot (10,7 \cdot 10^{-3})^{0,5241} \cdot \sqrt{36,09} = 0,23[m]$$

la quale, arrotondata di un fattore di sicurezza k=1,5, diventa:

$$R' = k \cdot R = 0,35[m]$$

4.2.3. CABINA DI TRASFORMAZIONE CON TRAFI DA 1000KVA

Con riferimento alla cabina di trasformazione di tipo compatto HUAWAI modello JUPITER-3000K-H1 (o equivalente), è prevista l'installazione di N.1 trasformatore in olio di potenza pari a 1000kVA, 15/0,8kV, con corrente con corrente nominale complessiva lato BT pari a:

$$I_N = \frac{1000kVA}{0,8kV \cdot \sqrt{3}} = 721,68[A]$$

E' necessario tuttavia considerare, nelle condizioni di massima potenza, un fattore di sovraccarico del trasformatore del 20%, per una corrente massima lato BT pari a:

$$I_{MAX} = 1,2I_N = 867[A]$$

Considerando una linea BT connessa agli avvolgimenti del trafo composta complessivamente da 3 cavi per fase tipo FG16R16 di sezione 240mm² (diametro costruttivo tipico pari a 30,4mm per cavo), la distanza di prima approssimazione è calcolata come segue:

$$R = Dpa = 0,40942 \cdot (30,4 \cdot 10^{-3})^{0,5241} \cdot \sqrt{867} = 1,94[m]$$

la quale, arrotondata di un fattore di sicurezza k=1,5, diventa:

$$R' = k \cdot R = 2,91[m]$$

Non è necessario calcolare la DpA relativa all'autotrasformatore da 25kVA, 0,8/0,4kV, dedicato servizi ausiliari in quanto sarà comunque inferiore a quella precedentemente calcolata.

4.2.4. CABINA DI TRASFORMAZIONE CON TRAFI DA 1250KVA

Con riferimento alla cabina di trasformazione di tipo compatto HUAWEI modello JUPITER-3000K-H1 (o equivalente), è prevista l'installazione di N.1 trasformatore in olio di potenza pari a 1250kVA, 15/0,8kV, con corrente con corrente nominale complessiva lato BT pari a:

$$I_N = \frac{1250kVA}{0,8kV \cdot \sqrt{3}} = 902,11[A]$$

E' necessario tuttavia considerare, nelle condizioni di massima potenza, un fattore di sovraccarico del trasformatore del 20%, per una corrente massima lato BT pari a:

$$I_{MAX} = 1,2I_N = 1083[A]$$

Considerando una linea BT connessa agli avvolgimenti del trafo composta complessivamente da 4 cavi per fase tipo FG16R16 di sezione 240mm² (diametro costruttivo tipico pari a 30,4mm per cavo), la distanza di prima approssimazione è calcolata come segue:

$$R = Dpa = 0,40942 \cdot (30,4 \cdot 10^{-3})^{0,5241} \cdot \sqrt{1083} = 2,16[m]$$

la quale, arrotondata di un fattore di sicurezza k=1,5, diventa:

$$R' = k \cdot R = 3,24[m]$$

Non è necessario calcolare la DpA relativa all'autotrasformatore da 25kVA, 0,8/0,4kV, dedicato servizi ausiliari in quanto sarà comunque inferiore a quella precedentemente calcolata.

4.2.5. CABINA DI TRASFORMAZIONE CON TRAFI DA 1600KVA

Con riferimento alla cabina di trasformazione di tipo compatto HUAWEI modello JUPITER-3000K-H1 (o equivalente), è prevista l'installazione di N.1 trasformatore in olio di potenza pari a 1600kVA, 15/0,8kV, con corrente con corrente nominale complessiva lato BT pari a:

$$I_N = \frac{1600kVA}{0,8kV \cdot \sqrt{3}} = 1154,71[A]$$

E' necessario tuttavia considerare, nelle condizioni di massima potenza, un fattore di sovraccarico del trasformatore del 20%, per una corrente massima lato BT pari a:

$$I_{MAX} = 1,2I_N = 1386[A]$$

Considerando una linea BT connessa agli avvolgimenti del trafo composta complessivamente da 4 cavi per fase tipo FG16R16 di sezione 240mm² (diametro costruttivo tipico pari a 30,4mm per cavo), la distanza di prima approssimazione è calcolata come segue:

$$R = Dpa = 0,40942 \cdot (30,4 \cdot 10^{-3})^{0,5241} \cdot \sqrt{1386} = 2,45[m]$$

la quale, arrotondata di un fattore di sicurezza k=1,5, diventa:

$$R' = k \cdot R = 3,68[m]$$

Non è necessario calcolare la DpA relativa all'autotrasformatore da 25kVA, 0,8/0,4kV,

dedicato servizi ausiliari in quanto sarà comunque inferiore a quella precedentemente calcolata.

4.2.6. LINEE DI COLLEGAMENTO IN MT

Il collegamento tra la cabina di consegna e le cabine utente e tra queste ultime e le cabine di trasformazione sarà eseguito con cavi MT avente percorso prevalentemente in cavidotti interrati (entro una profondità non inferiore a 1m da piano strada) fatta eccezione per la parte di cavidotto costituito dalla vasca sottostante le cabine medesime.

Il calcolo della distanza di prima approssimazione può essere eseguito ai sensi del Par. 6.2.3 della 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 ed in cavo". Si tratterebbe, infatti, di linea in cavo interrato a terna semplice con conduttori posati a distanza ridotta (ovvero a contatto oppure ad una distanza non superiore a 0,1m), ad una profondità compresa tra 0,8-1,2m, con disposizione a trifoglio o in piano.

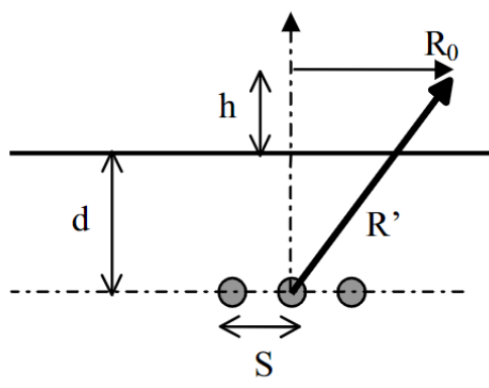


Figura 4.2.6.1 – Schema di principio per il calcolo delle Dpa in caso di cavi MT interrati disposti in piano

In quest'ultima fattispecie, data una terna di conduttori disposti come sopra con S pari in [m] alla distanza tra i centri dei conduttori adiacenti e percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I in [A], l'induzione magnetica B in [μ T] in un generico punto distante R in [m] dal conduttore centrale, con $R \gg S$, è data dalla seguente relazione approssimata:

$$B = 0,2\sqrt{3} \frac{S \cdot I}{R^2} [\mu T]$$

Da cui si ricava la distanza R' - intesa come distanza geometrica dal centro dei conduttori che coincide con il conduttore centrale - corrispondenza ad un valore di induzione B pari a 3 μ T:

$$R' = 0,34\sqrt{S \cdot I} [m]$$

Il caso peggiore risulta essere il tratto che collega la cabina utente del Lotto N.1 (Campo A) alla cabina di trasformazione HUAWEI modello JUPITER-3000K-H1 (o equivalente), per il quale è stata calcolata una linea in cavo in alluminio ARG7H1R 12/20kV in formazione 3x(1x240mm²) con corrente passante calcolata in 219A a 15kV. Dato che la distanza tra i conduttori sarà pari al diametro esterno del cavo, ovvero 40,2mm:

$$R = 0,34\sqrt{40,2 \cdot 10^{-3} \cdot 219} = 1,0 [m]$$

Tale valore è pari alla profondità di posa minima prevista per i cavi MT (1m) e pertanto i valori limite di esposizione sono contenuti all'interno del terreno.

Caratteristiche tecniche

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Ø esterno max	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A			
					in aria		interrato*	
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano
1 x 35	7,0	5,5	27,7	740	144	152	142	149
1 x 50	8,1	5,5	29,0	1150	174	183	168	177
1 x 70	9,7	5,5	30,5	940	218	229	207	218
1 x 95	11,4	5,5	33,0	1070	266	280	247	260
1 x 120	12,9	5,5	34,8	1250	309	325	281	296
1 x 150	14,3	5,5	36,2	1350	352	371	318	335
1 x 185	16,0	5,5	37,6	1550	406	427	361	380
1 x 240	18,3	5,5	40,2	1850	483	508	418	440
1 x 300	21,0	5,5	43,0	2100	547	576	472	497
1 x 400	23,6	5,5	45,8	2500	640	674	543	572
1 x 500	26,5	5,5	50,0	3000	740	779	621	654
1 x 630	30,1	5,5	54,0	3600	862	907	706	743

* Resistività termica del terreno 100°C cm/W

Fig. 4.2.6.2 – Scheda tecnica del cavo in alluminio di MT per collegamento tra le cabine di impianto

5. CONCLUSIONI

L' impianto fotovoltaico oggetto della presente progettazione da realizzarsi in N.2 lotti in area agricola in località Simaxis (OR) non produce effetti negativi da campi elettrici e magnetici sulla popolazione esterna (così come definita in premessa) per quanto riguarda la frequenza di rete (50 Hz) in conformità alla normativa vigente.

In base ai calcoli eseguiti si perviene alle seguenti valutazioni delle distanze di sicurezza:

ELEMENTO VALUTATO	DISTANZA DI SICUREZZA [m]	DIREZIONE
CABINE DI CONSEGNA	2,98	Tutte le direzioni
CABINE UTENTE	0,35	Tutte le direzioni
CABINA DI TRASFORMAZIONE DA 1000 kVA	2,91	Tutte le direzioni
CABINA DI TRASFORMAZIONE DA 1250 kVA	3,24	Tutte le direzioni
CABINA DI TRASFORMAZIONE DA 1600 kVA	3,68	Tutte le direzioni
COLLEGAMENTI IN CAVO MT	1,0	Tutte le direzioni (inclusa nella profondità di posa per cavidotto interrato)

Tab. 5.1 – Prospetto sintetico delle distanze di rispetto