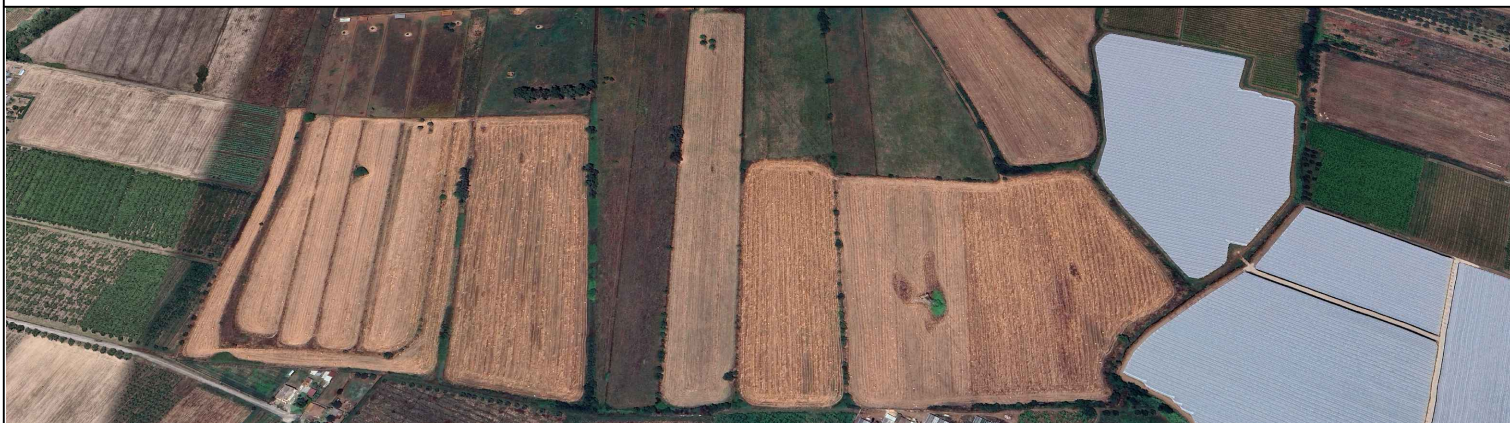




REGIONE LAZIO  
CITTA' METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE  
COMUNE DI VELLETRI



**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO  
DENOMINATO "VELLETRI - LAZZARIA",  
DI POTENZA DI PICCO PARI A 43,65 MWp E POTENZA  
NOMINALE PARI A 41,58 MWac INTEGRATO CON SISTEMA  
DI ACCUMULO DA 40 MW,  
DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI VELLETRI (RM).**



**Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale  
ai sensi del D Lgs. 152/2006 e s.m.i.**

Società proponente


 **ICA REN ELF SRL**

Via Giorgio Pitacco, 7  
00177 Roma (Italia)  
C.F. / P.IVA 16948941006



Codice	Scala	Titolo elaborato			
ICA_247_REL06	-	Relazione campi elettromagnetici			
Revisione	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Approvato
0.0	27/08/2024	Prima emissione per procedura di VIA	AO	IA	DLP

Le informazioni incluse in questo documento sono proprietà di Ingenium Capital Alliance, S.L. (Spain). Qualsiasi totale o parziale riproduzione è proibita senza il consenso scritto di Capital Alliance.

<i>Codice elaborato ICA_247_REL06</i>	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ELF SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16948941006
<i>Revisione 00 del 27/08/2024</i>		

## Sommario

1.	PREMESSA .....	2
2.	DESCRIZIONE GENERALE .....	2
2.1	Localizzazione .....	2
2.2	Descrizione del progetto .....	3
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
3.1	Norme generali, norme tecniche e linee guida.....	4
3.2	Limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai CEM (DPCM 8 luglio2003) .....	5
4.	CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI .....	6
4.1	Moduli fotovoltaici .....	6
4.2	Dispositivi di conversione e trasformazione .....	6
4.3	Dispositivi di accumulo, conversione e trasformazione.....	9
4.4	Cavidotti interrati in corrente alternata .....	12
4.5	Cavidotti interrati di connessione MT interni .....	13
4.6	Cavidotto interrato di connessione alla SEU.....	15
4.7	Cavidotto interrato di connessione alla RTN AT .....	17
4.8	Stazione Elettrica di elevazione MT/AT (SEU).....	18
5.	CONCLUSIONI .....	21

Codice elaborato ICA_247_RELO6	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ELF SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16948941006
Revisione 00 del 27/08/2024		

## 1. PREMESSA

la presente Relazione Tecnica Generale è redatta a corredo della documentazione necessaria all'avvio del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (di seguito "VIA") di competenza statale di cui all'art. 25 del D. Lgs. 152/2006 per il progetto di realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato "Velletri – Lazzaria" di potenza di picco pari a 43,65 MWp e potenza nominale pari a 41,58 MWac, integrato con un sistema di accumulo da 40 MVA, da realizzarsi nel comune di Velletri (RM).

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) prevede che l'impianto sia collegato in antenna a 150 kV alla cabina primaria E-distribuzione "Velletri".

Si prevede l'elettrodotto interrato a 30 kV per il collegamento alla SEU, la Stazione Elettrica Utente 30/150kV e l'elettrodotto AT interrato per la connessione in antenna 150kV, che costituiscono impianto di utenza per la connessione alla citata Cabina Primaria. Mentre lo stallo di arrivo produttore a 150 kV costituisce impianto di rete per la connessione.

La società Proponente è ICA REN ELF S.r.l., con sede legale in Via Giorgio Pitacco n. 7 - Roma, CF/P.IVA 16948941006, che, in virtù dei contratti preliminari, dispone della titolarità all'utilizzo delle aree oggetto di intervento.

## 2. DESCRIZIONE GENERALE

### 2.1 Localizzazione

L'impianto è ubicato in aree agricole e si sviluppa in 2 sottocampi situati nel Comune di Velletri (RM).

Le coordinate geografiche riferite al baricentro dei lotti sono le seguenti:

Latitudine 41.597693°


Longitudine 12.715999°

In particolare, sulla Carta Tecnica Regionale della Regione Lazio in scala 1: 10.000 l'area di intervento è localizzabile alle sezioni 388130 e 400010; sulla Cartografia IGM in scala 1:25.000 il foglio di riferimento è il 158, quadrante I NO - Le Castella.

Catastalmente i lotti sono individuabili al N.C.T. del Comune di Velletri, foglio 135.

Il lotto è accessibile mediante viabilità comunale facente capo alla viabilità provinciale, rappresentata dalla SP51 a sud-est dell'area di progetto.

Il cavidotto, che sarà completamente interrato, si svilupperà per circa 12 km al di sotto di viabilità esistente ed interesserà il Comune di Velletri, fino ad arrivare alla Stazione Elettrica di Utenza (SEU) sita nel Comune di Velletri (RM) e conseguentemente alla Cabina Primaria di E-Distribuzione di Velletri.

Codice elaborato ICA_247_RELO6	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ELF SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16948941006
Revisione 00 del 27/08/2024		

## 2.2 Descrizione del progetto

L'impianto si sviluppa su lotto di progetto con un'estensione dell'area recintata pari a circa 60 ettari e sarà installato a terra su terreni situati a circa 10 km a Sud rispetto al centro abitato del Comune di Velletri (RM), a circa 4 km dal centro abitato del Comune di Aprilia (LT) e a circa 8 km dal centro abitato del Comune di Cisterna di Latina (LT).

I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture di supporto in acciaio del tipo tracker ad inseguimento monoassiale (inseguitori solari installati in direzione Nord-Sud, capaci di ruotare in direzione Est-Ovest, consentendo, pertanto, ai moduli di "seguire" il Sole lungo il suo moto diurno).

Sono previsti n° 60.620 moduli fotovoltaici bifacciali marcati *Canadian Solar di potenza unitaria di picco pari a 720 Wp*, disposti su tracker monoassiali ad inseguimento solare est-ovest.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) prevede che l'impianto sia collegato in antenna a 150 kV alla cabina primaria E-distribuzione "Velletri".

Si prevede l'elettrodotto interrato a 30 kV per il collegamento alla SEU, la Stazione Elettrica Utente 30/150kV e l'elettrodotto AT interrato per la connessione in antenna 150kV, che costituiscono impianto di utenza per la connessione alla citata Cabina Primaria. Mentre lo stallo di arrivo produttore a 150 kV costituisce impianto di rete per la connessione.

. L'impianto sarà dotato di un sistema di accumulo Bess di capacità pari a 120 MWh con potenza di 40 MVA.

I moduli saranno installati su strutture ad inseguimento monoassiale con disposizione unifilare per un totale di:

- 212 Inseguitori 1P14
- 2059 Inseguitori 1P28

La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante convertitori statici trifase (inverter) di tipo centralizzato, per un totale di:

- 7 Sungrow Power Station SG6800HV-MV
- 1 Sungrow Power Station SG3400HV-MV

Gli inverter saranno alloggiati in cabinati 8 cabinati totali così come da schema sottostante:

	MV Cabin 1	MV Cabin 2	MV Cabin 3	MV Cabin 4	MV Cabin 5	MV Cabin 6	MV Cabin 7	MV Cabin 8
Lot	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	Lot 6	Lot 7	Lot 8
Tracker 1Px28	275	275	276	276	276	276	276	129
Strings/module	1	1	1	1	1	1	1	1
Tracker 1Px14	28	28	28	28	26	24	24	26
Strings/module	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Strings	289	289	290	290	289	288	288	142
Module/string	28	28	28	28	28	28	28	28
Modules	8092	8092	8120	8120	8092	8064	8064	3976
Module Power [Wp]	720	720	720	720	720	720	720	720
Cabin Peak power [kWp]	5826	5826	5846	5846	5826	5806	5806	2863
Inverter Power [kVA]	6250	6250	6250	6250	6250	6250	6250	3125
Number of inverter	1	1	1	1	1	1	1	1
Cabin Inverter Power [kVA]	6250	6250	6250	6250	6250	6250	6250	3125
DC/AC <sub>inverter</sub> Ratio	0,93	0,93	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92
Pitch [m]	6	6	6	6	6	6	6	6

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) prevede che l'impianto sia collegato in antenna a 150 kV alla cabina primaria E-distribuzione "Velletri".


Si prevede l'elettrodotto interrato a 30 kV per il collegamento alla SEU, la Stazione Elettrica Utente 30/150kV e l'elettrodotto AT interrato per la connessione in antenna 150kV, che costituiscono impianto di utenza per la connessione alla citata Cabina Primaria. Mentre lo stallo di arrivo produttore a 150 kV costituisce impianto di rete per la connessione.

### 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito il quadro normativo di riferimento da rispettare per la progettazione degli impianti fotovoltaici.

#### 3.1 Norme generali, norme tecniche e linee guida

- Legge n. 36, del 22 febbraio 2001: "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". G. U. n. 55 del 7 marzo 2001;
- 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";
- Decreto Ministeriale 29 maggio 2008. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti. (Supplemento ordinario n.160 alla G.U. 5 luglio 2008 n. 156);
- 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;
- CEI 211-4. Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche;
- CEI 11-17. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo;
- CEI 211-6. Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana.

Codice elaborato ICA_247_RELO6	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ELF SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16948941006
Revisione 00 del 27/08/2024		

- Linea Guida (ENEL) per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08. Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche.

### 3.2 Limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai CEM (DPCM 8 luglio 2003)

Il quadro di riferimento 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 da elettrodotti e cabine elettriche, è rappresentato dagli artt. 3 e 4 del DPCM 8 luglio 2003, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2).

#### Art. 3. (Limiti di esposizione e valori di attenzione)

1. *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 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.*
2. *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. 4. (Obiettivi di qualità)

1. *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.*

Le tabelle seguenti riportano i suddetti limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità.



Tabella 1 – Limiti di esposizione

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	-
>3 – 3000	20	0.05	1
>3000 – 300000	40	0.01	4

Tabella 2 - Valori di attenzione in presenza di aree, all'interno di edifici adibiti, a permanenze non inferiori a 4 ore

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 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

Tabella 3 - Obiettivi di qualità all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate

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 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

## 4. CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

### 4.1 Moduli fotovoltaici

La tecnologia dei moduli fotovoltaici prevede la generazione di tensioni e correnti continue per cui non sussistono variabilità nei campi rilevanti, poiché circostanziate in brevissimi transitori in corrispondenza di accensione e spegnimento degli inverter. Difatti, la certificazione dei moduli fotovoltaici alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non prevede prove riguardanti i CEM.

### 4.2 Dispositivi di conversione e trasformazione

I dispositivi di conversione e trasformazione utilizzati per il progetto in oggetto saranno convertitori statici trifase (*inverter*) di tipo centralizzato marca Sungrow, modello SG6800HV-MV e SG3400HV-MV, posizionati all'interno di N° 8 cabinati, dei quali:

- N.7 cabinati, contenenti 14 inverter SG3125, per una potenza nominale pari a 6.250 kVA, ed un trasformatore MT/BT trifase in olio di potenza nominale pari a massimo 7000 kVA;
- N.1 cabinato, contenenti 1 inverter SG3125 M, per una potenza nominale pari a 3400kVA, ed un trasformatore AT/BT trifase in olio di potenza nominale pari a 3400 kVA.

La Tabella 4 riporta le caratteristiche tecniche degli inverter.

Type designation	SG6250HV-MV	SG6800HV-MV
<b>Input (DC)</b>		
Max. PV input voltage		1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage		875 V / 915 V
MPP voltage range		875 – 1300 V
No. of independent MPP inputs		4
No. of DC inputs		32 / 36 / 44 / 48 / 56 (Max. 4-8 for floating system)
Max. PV input current		2 * 3997 A
Max. DC short-circuit current		2 * 10000 A
PV array configuration		Negative grounding or floating
<b>Output (AC)</b>		
AC output power	2 * 3125 kVA @ 50 °C, 2 * 3437 kVA @ 45 °C	2 * 3437 kVA @ 45 °C
Max. inverter output current		2 * 3308 A
Max. AC output current		199 A
AC voltage range		20 kV – 35 kV
Nominal grid frequency / Grid frequency range		50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Harmonic (THD)		< 3 % (at nominal power)
Power factor at nominal power / Adjustable power factor		> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / AC connection		3 / 3-PE
<b>Efficiency</b>		
Inverter max. efficiency		99.0%
Inverter European efficiency		98.7%
<b>Transformer</b>		
Transformer rated power	6250 kVA	6874 kVA
Transformer max. power		6874 kVA
LV / MV voltage		0.6 kV / 0.6 kV / (20 – 35)kV
Transformer vector		Dy11y11
Transformer cooling type		ONAN (Oil-natural, air-natural)
Oil type		Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request
<b>Protection &amp; Function</b>		
DC input protection		Load break switch + fuse
Inverter output protection		Circuit breaker
AC MV output protection		Circuit breaker
Surge protection		DC Type I + II / AC Type II
Grid monitoring / Ground fault monitoring		Yes / Yes
Insulation monitoring		Yes
Overheat protection		Yes
Q at night function		Optional
<b>General Data</b>		
Dimensions (W*H*D)		12192*2896*2438 mm
Weight		29 T
Degree of protection		Inverter: IP65 / Others: IP54
Auxiliary power supply		5 kVA (optional: max. 40 kVA)
Operating ambient temperature range		-35 to 60 °C (> 50 °C derating)
Allowable relative humidity range		0 – 100 %
Cooling method		Temperature controlled forced air cooling
Max. operating altitude		1000 m (standard) / > 1000 m (optional)
Display		Touch screen
Communication		Standard: RS485, Ethernet; Optional: optical fiber
Compliance		CE, IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076
Grid support		Q at night (Optional), L/HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control

**Tabella 4 – Caratteristiche tecniche inverter SG6800HV-MV**



Type designation	SG3125HV-MV-30	SG3400HV-MV-30
<b>Input (DC)</b>		
Max. PV input voltage	1500 V	
Min. PV input voltage / Startup input voltage	875 V / 915 V	
MPP voltage range	875 – 1300 V	
No. of independent MPP inputs	2	
No. of DC inputs	16 / 18 / 22 / 24 / 28 (max. 24 for floating system)	
Max. PV input current	3997 A	
Max. DC short-circuit current	10000 A	
PV array configuration	Negative grounding or floating	
<b>Output (AC)</b>		
AC output power	3125 kVA @ 50 °C / 3437 kVA @ 45 °C	3437 kVA @ 45 °C
Max. inverter output current	3308 A	
AC voltage range	20 kV – 35 kV	
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz	
Harmonic (THD)	< 3 % (at nominal power)	
DC current injection	< 0.5 % In	
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging	
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE	
<b>Efficiency</b>		
Inverter max. efficiency	99.0%	
Inverter Euro. efficiency	98.7%	
<b>Transformer</b>		
Transformer rated power	3125 kVA	3437 kVA
Transformer max. power	3437 kVA	
LV / MV volatage	0.6 kV / (20 – 35) kV	
Trnsformer vector	Dy11	
Transformer cooling type	ONAN (Oil-natural, air-natural)	
Oil type	Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request	
<b>Protection &amp; Function</b>		
DC input protection	Load break switch + fuse	
Inverter output protection	Circuit breaker	
AC MV output protection	Circuit breaker	
Surge protection	DC Type I + II / AC Type II	
Grid monitoring / Ground fault monitoring	Yes / Yes	
Insulation monitoring	Yes	
Overheat protection	Yes	
Q at night function	Optional	
<b>General Data</b>		
Dimensions (W*H*D)	6058 * 2896 * 2438 mm	
Weight	15 T	
Degree of protection	Inverter: IP65 / Others: IP54	
Auxiliary power supply	5 kVA (optional: max. 40 kVA)	
Operating ambient temperature range	-35 to 60 °C (> 50 °C derating)	-35 to 60 °C (> 45 °C derating)
Allowable relative humidity range	0 – 100 %	
Cooling method	Temperature controlled forced air cooling	
Max. operating altitude	1000 m (standard) / > 1000 m (optional)	
Display	Touch screen	
Communication	Standard: RS485, Ethernet, Optional: optical fiber	
Compliance	CE, IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076	
Grid support	Q at night (Optional), L/HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control	

**Tabella 5 – Caratteristiche tecniche inverter SG3400HV-MV**

Per il calcolo delle DPA per le cabine elettriche si utilizzerà la metodologia dettagliata all'interno del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29 maggio 2008, secondo la quale la fascia di rispetto è da intendersi come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina elettrica, e va

calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore, applicando la formula:

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

dove  $I$  è la corrente nominale BT in ingresso/uscita dal trasformatore,  $x$  la distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo, considerando, nel caso di più cavi, per ciascuna fase il cavo unipolare di diametro maggiore.

Nel caso specifico, si è posta la condizione peggiorativa essendo la corrente nominale massima pari a 3308 A, ed il diametro esterno del cavo pari 29.2 mm (cavo di sezione 240 mm<sup>2</sup>), la DPA si può assumere pari a 5 m, come illustrato nella **Figura 1**

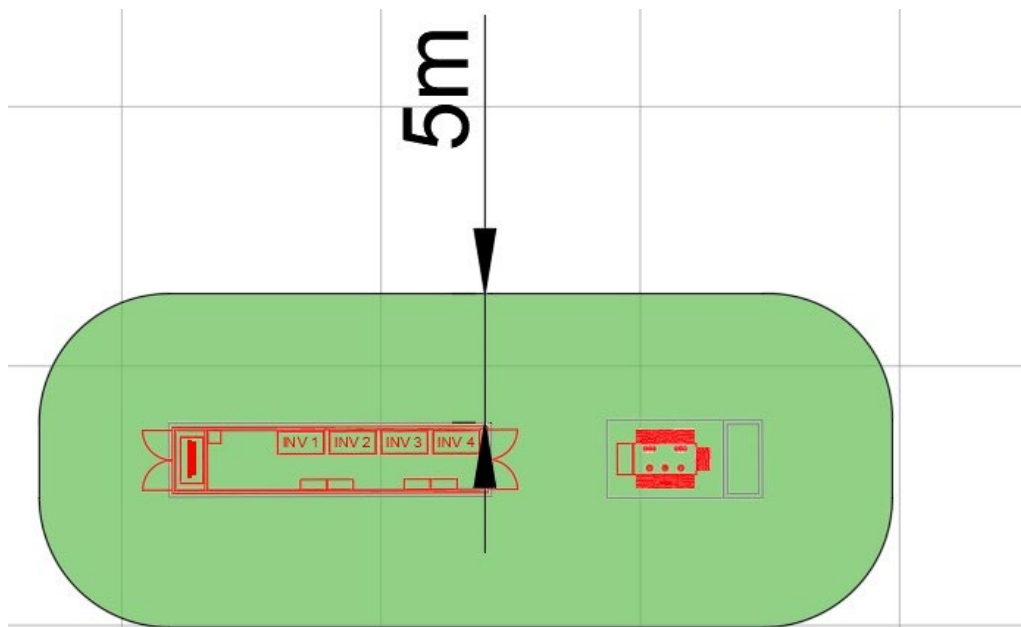



Figura 1- Rappresentazione grafica DPA per cabinato da 6800kVA

#### 4.3 Dispositivi di accumulo, conversione e trasformazione

Le unità Bess comprendono una stazione inverter a cielo aperto con protezioni IP65 installata su basamenti metallici (SKID) con un inverter trifase stabilizzato termicamente ed a elevata densità di potenza (470 kW/m<sup>3</sup>) e un sistema di accumulo di energia lato dc di tipo elettrochimico di tipo LFP racchiuso in un container da 20 piedi. La tecnologia di accumulo prevederà l'utilizzo di batterie

<i>Codice elaborato ICA_247_RELO6</i>	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ELF SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16948941006
<i>Revisione 00 del 27/08/2024</i>		

lithium iron phosphate battery (LiFePO<sub>4</sub>) o LFP (lithium ferrophosphate) per gli alti standard qualitativi e le alte capacità di immagazzinamento in superfici ridotte (W/m<sup>3</sup>)

Il sistema di raffreddamento è a liquido sia per gli skid inverter che per il sistema di accumulo BESS (LCS - Liquid Cooling System).

La stazione di accumulo e conversione completa di inverter impiegata (Full Skid) è la Sungrow Power Titan ST5015UX-3H è equipaggiata con inverter solare per la conversione della energia da DC in AC bassa tensione, per la protezione e la trasformazione saranno utilizzate le apposite power station Sungrow MVS5140-LS complete di trasformatore BT/MT, cabinet di bassa tensione, quadro MT e trasformatore per servizi ausiliari.

In totale è prevista l'installazione di 8 stazioni di potenza Bess Sungrow MVS5140-LS. La potenza totale del sistema risulta pari a 40MVA.

Il sistema di storage prevede l'installazione di 24 container marca Sungrow ST5015UX-3H o similare con tecnologia di storage LFP con capacità DC totale di 120MWh.

Nelle Figure seguenti vengono mostrati rispettivamente lo skid inverter nella versione a due inverter scelti per l'impianto in oggetto.




Product name	ST5015UX-2H	ST5015UX-3H	ST5015UX-4H
<b>DC side</b>			
Cell type	LFP		
Battery configuration	3.2 V / 314 Ah		
Nominal capacity	416512P		
Nominal voltage range	5015 kWh		
	1123.2 V - 1497.6 V		
<b>AC side</b>			
Nominal AC power	210 kVA * 12	127 kVA * 12	210 kVA * 6
AC current distortion rate	< 3 % ( Nominal Power )		
DC component	< 0.5 %		
Nominal AC voltage	690 V		
AC voltage range	621 V - 759 V		
Termination (LV)	352 A * 3 Phase * 6	212 A * 3 Phase * 6	352 A * 3 Phase * 3
Power factor	> 0.99 ( Nominal Power )		
Adjustable range of reactive power	-100 % - 100 %		
Nominal frequency	50 Hz / 60 Hz		
Isolation method	Transformerless		
<b>System parameter</b>			
Dimension (W * H * D)	6058 mm * 2896 mm * 2438 mm		
Weight	42500 kg	42500 kg	42000 kg
Degree of protection	IP55		
Anti-corrosion degree	C4		
Operation ambient temperature range	-30 °C - 50 °C ( > 45 °C Derating )		
Operation humidity range	0 % - 100 % ( Non-condensing )		
Maximum operation altitude	4000 m		
Temperature control method	Intelligent Liquid Cooling		
Fire suppression system	FACP, FK5112, Flammable gas detector, Smoke detector, Heat detector, Sounder beacon, Alarm bell, Warning sign, Extinguishant abort button, Ventilation system, Pressure relief port, Manual automatic switching and emergency starting device (Default) Sprinkler, Explosion vent panel, Aerosol (Optional)		
Communication	Ethernet		
Standard	IEC 61000, IEC 62619, IEC 62933, C99, UN 38.3 / UN 3536, CE, IEC 62477		

Tabella 5 – Caratteristiche tecniche degli Skid BESS

Per il calcolo delle DPA per le cabine elettriche si utilizzerà la metodologia dettagliata all'interno del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29 maggio 2008, secondo la quale la fascia di rispetto è da intendersi come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina elettrica, e va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore, applicando la formula:

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

dove  $I$  è la corrente nominale BT in ingresso/uscita dal trasformatore,  $x$  la distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo, considerando, nel caso di più cavi, per ciascuna fase il cavo unipolare di diametro maggiore.

Codice elaborato ICA_247_RELO6	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ELF SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16948941006
Revisione 00 del 27/08/2024		

Nel caso specifico, essendo la corrente nominale massima pari a 3800 A, ed il diametro esterno del cavo pari 29.2 mm (cavo di sezione 240 mm<sup>2</sup>), la DPA si può assumere pari a 4 m, come illustrato nella Figura 2 .

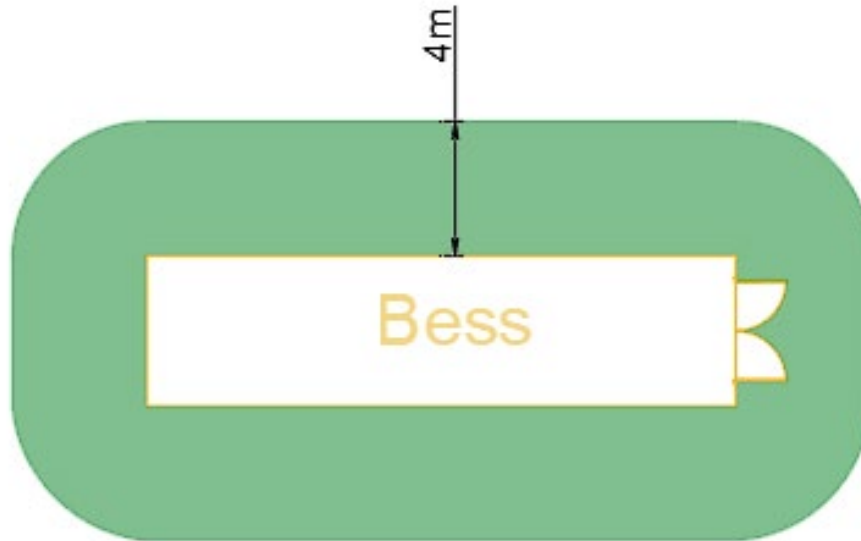


Figura 2- Rappresentazione grafica DPA per SKID BESS

#### 4.4 Cavidotti interrati in corrente alternata

Per il calcolo e la modellazione delle DPA in riferimento ai cavi AC interni all'impianto fotovoltaico si considera preponderante l'utilizzo di cavi elicordati, da cui si assume quanto riportato nelle norme CEI 106-11 e CEI 11-17.

Difatti, sia all'interno della norma CEI 106-11 , sia secondo quanto riportato nelle linee guida ENEL "Campi magnetici da correnti a 50 Hz - Distanza di Prima Approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche", l'effetto dovuto alla cordatura dei differenti conduttori anche grazie alle distanze ridotte e alla continua trasposizione tra di essi , fa risultare che l'obiettivo qualitativo dei 3µT sia

raggiungibile a distanze approssimativamente inferiori ad 1 m, anche (50÷80 cm) dall'asse del cavo stesso, come visibile in Figura .

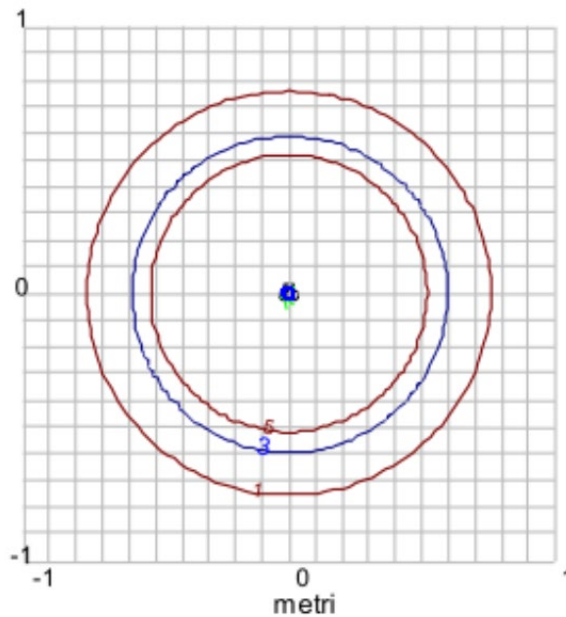


Figura 2 - Curve equilivello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica. (CEI 106-11)

I cavi impiegati per la distribuzione interna all'impianto, per la connessione tra le cabine di conversione e trasformazione (Power Station) sono del tipo ARE4H1R con valori di tensione di 30kV di varie sezioni (cavi tripolari ad elica visibile per posa interrata) o equivalente. La posa dei cavidotti prevede una quota di interro di circa a 1,2m, quindi, sicuramente maggiore di 1 m; questo determina che le fasce di rispetto abbiano un'ampiezza inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i. e non è, dunque, necessario assumere alcuna DPA. Alla stessa conclusione giunge la norma CEI 106-11, che permette di determinare le fasce di rispetto per linee in cavo cordato ad elica sotterraneo.

#### 4.5 Cavidotti interrati di connessione MT interni

Per il calcolo e la modellazione delle DPA in riferimento ai cavi MT nella tratta di collegamento tra la cabina collettrice 30kV di impianto e le Power Station di conversione si prevede una configurazione che comprende l'utilizzo di 1 terna di cavi del tipo ARG7H1R 18/36 kV di sezione 3x1x630mm<sup>2</sup> con conduttore in alluminio compatto. Si sono assunti per il calcolo i seguenti parametri, adottando la tipologia di posa dei cavi a trifoglio all'interno di una trincea con profondità di 1,4 m e con una resistività termica del terreno di 1,5 K m/W ed il valore di portata massima di 690 A. Si è inoltre considerato la configurazione dell'elettrodotto in assenza di schermature, con il campo magnetico calcolato al suolo.



Di seguito si riportano le tipologie di posa come Figura .

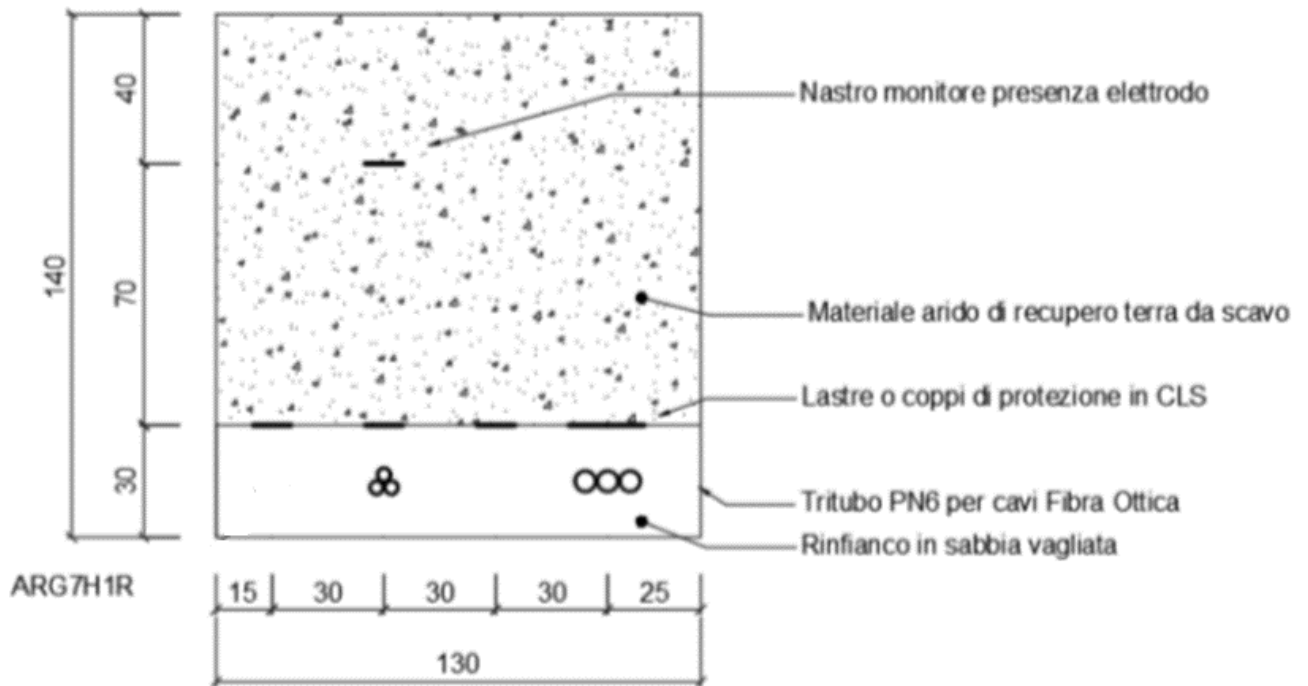


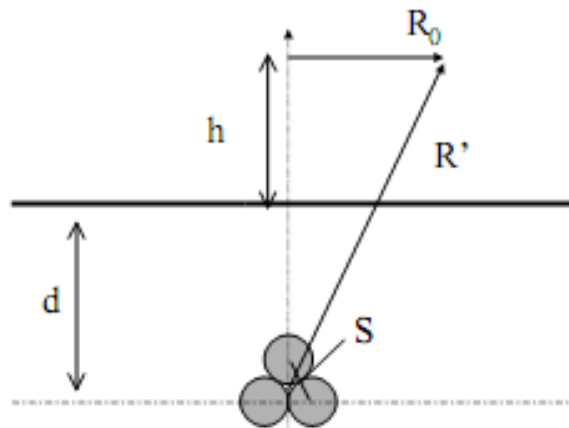
Figura - Sezione tipo su terreno vegetale

Per le linee in cavo la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella Norma CEI 11-17. Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a  $3 \mu\text{T}$ .

La formula applicata considerando la tipologia di posa con conduttori a trifoglio risulta:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ [m]}$$

Di seguito la rappresentazione grafica esplicativa:



Pertanto, inserendo i dati caratteristici della tratta:

$S = 0,116$  m (uguale al diametro esterno del cavo pari a 116 mm)

$I = 690$  A

$d = 1,2$  m

$dI=0,60$  per le due linee più distanti

si ottiene:

$R' = 2,56$  m

Per  $R_0$

$$R_0 = \sqrt{0,082 \times S \times I - d^2} \quad [m]$$

Si ottiene

$R_0 = 2.33$  m

Al fine di fornire un valore più fruibile, si approssimerà il valore all'unità intera più vicina, in questo caso il valore della **fascia di rispetto è pari a 3 m** per parte rispetto l'asse del cavidotto.

Non si ravvisano ricettori all'interno della fascia di tracciato di posa dei cavi (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) essendo lo stesso ricompreso all'interno delle zone di pertinenza dell'impianto.

Non si ritiene necessario rappresentare il calcolo del campo elettrico inerente alla linea in esame in quanto, trattandosi di cavo provvisto di schermatura, il campo elettrico esterno alla schermatura risulterebbe nullo.

#### 4.6 Cavidotto interrato di connessione alla SEU

Per il calcolo e la modellazione delle DPA in riferimento ai cavi MT nella tratta di collegamento tra la cabina collettiva 30kV di impianto e la futura Stazione Elettrica di utenza si prevede una

configurazione che comprende l'utilizzo di 1 terna di cavi del tipo ARG7H1R 19/36 kV di sezione 3x1x1000mm<sup>2</sup> con conduttore in alluminio compatto. Si sono assunti per il calcolo i seguenti parametri, adottando la tipologia di posa dei cavi a trifoglio all'interno di una trincea con profondità di 1,4 m e con una resistività termica del terreno di 1,5 K m/W ed il valore di portata massima di 860 A. Si è inoltre considerato la configurazione dell'elettrodotto in assenza di schermature, con il campo magnetico calcolato al suolo.

Di seguito si riportano le tipologie di posa, Figura 3 e 4.

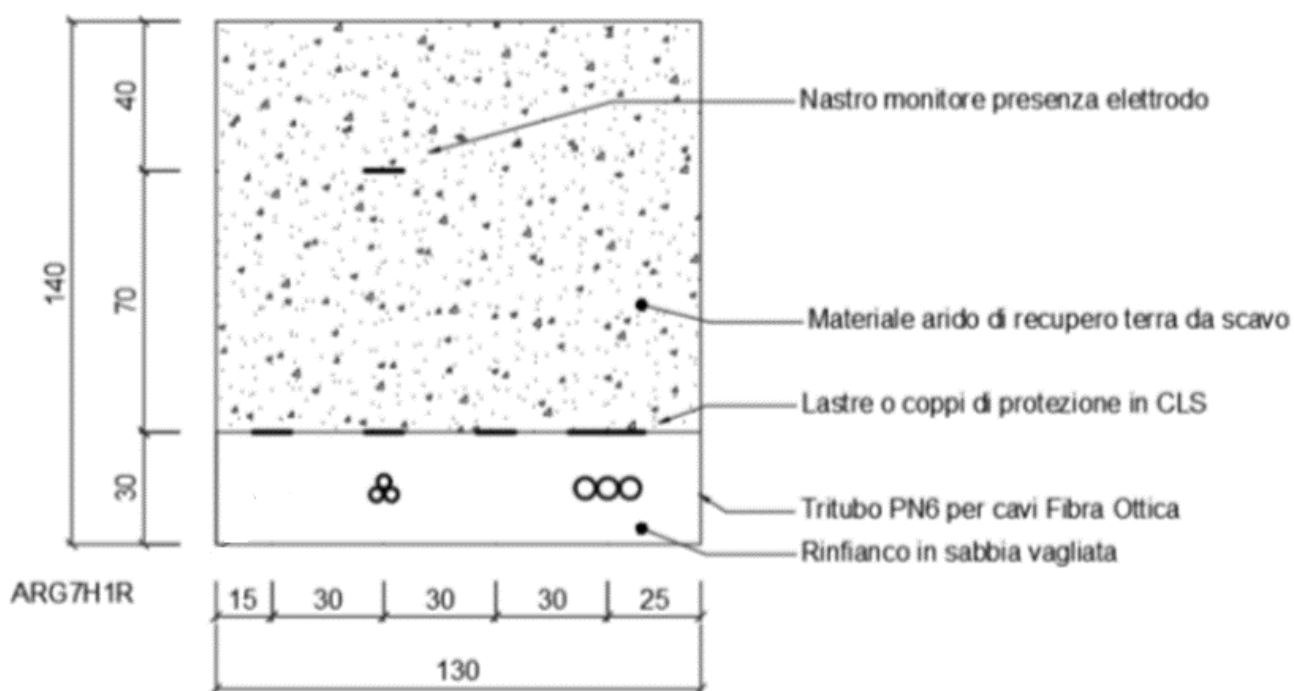


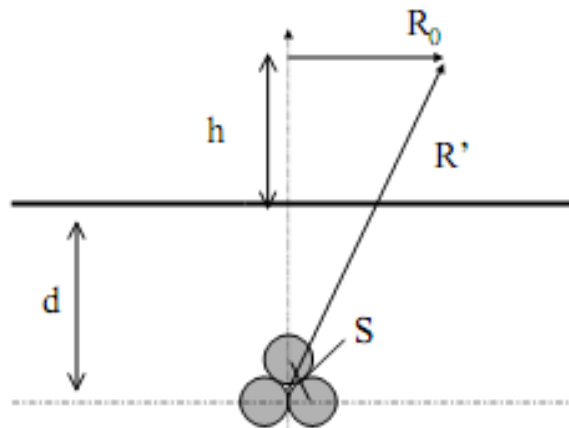
Figura 4 - Sezione tipo su terreno vegetale

Per le linee in cavo la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella Norma CEI 11-17. Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a 3 μT.

La formula applicata considerando la tipologia di posa con conduttori a trifoglio risulta:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ [m]}$$

Di seguito la rappresentazione grafica esplicativa:



Pertanto, inserendo i dati caratteristici della tratta:

$$S = 0,153 \text{ m (uguale al diametro esterno del cavo pari a 153 mm)}$$

$$I = 860 \text{ A}$$

$$d = 1,2 \text{ m}$$

si ottiene:

$$R' = 3,28 \text{ m}$$

Per  $R_0$

$$R_0 = \sqrt{0,082 \times S \times I - d^2} \quad [m]$$

Si ottiene

$$R_0 = 3,05 \text{ m per la singola terna}$$

$$R_0 = 3,05 \text{ m}$$

Al fine di fornire un valore più fruibile, si approssimerà il valore all'unità intera più vicina, in questo caso il valore della **fascia di rispetto è pari a 4 m** per parte rispetto l'asse del cavidotto.

Non si ravvisano ricettori all'interno della fascia di tracciato di posa dei cavi (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata).

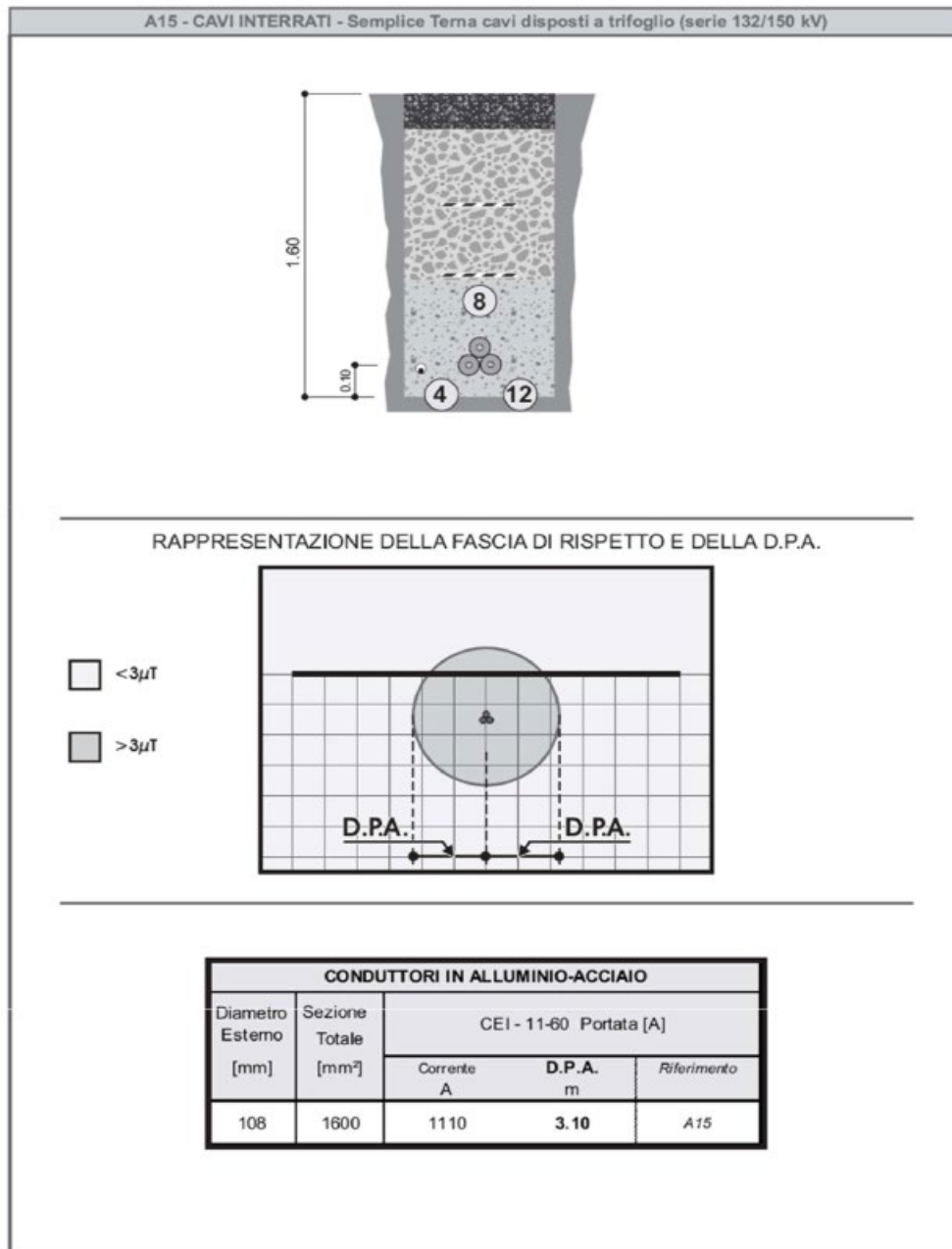
Non si ritiene necessario rappresentare il calcolo del campo elettrico inerente alla linea in esame in quanto, trattandosi di cavo provvisto di schermatura, il campo elettrico esterno alla schermatura risulterebbe nullo.

#### 4.7 Cavidotto interrato di connessione alla RTN AT


Per il calcolo e la modellazione delle DPA in riferimento ai cavi AT nella tratta di collegamento tra la SEU e la futura Stazione Elettrica di utenza si prevede una configurazione che comprende l'utilizzo di 1 terna di cavi AT isolati in XLPE di sezione  $3 \times 1 \times 1600 \text{ mm}^2$  con conduttore in alluminio compatto.

Si sono assunti per il calcolo i seguenti parametri, adottando la tipologia di posa dei cavi a trifoglio all'interno di una trincea con profondità di 1,6 m e con una resistività termica del terreno di 1,5 K m/W ed il valore di portata massima di 1110 A. Si è inoltre considerato la configurazione dell'elettrodotto in assenza di schermature, con il campo magnetico calcolato al suolo.

Di seguito si riportano le DPA cos' come da linee guida:



#### 4.8 Stazione Elettrica di elevazione MT/AT (SEU)

Codice elaborato ICA_247_RELO6	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ELF SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16948941006
Revisione 00 del 27/08/2024		

Il campo magnetico prodotto da una sorgente lineare è fisicamente dipendente dal valore di corrente di linea e dalla distanza dalla linea stessa; in seconda istanza il campo magnetico dipende dalle caratteristiche fisiche della linea (materiale conduttore, isolante, etc.) e del mezzo attraverso il quale il campo viene trasmesso (aria, terreno, etc.). Il calcolo del valore del campo magnetico nel caso in esame è possibile attraverso l'utilizzo della Legge di Biot-Savart:

dove:

$B_0$  è il campo magnetico;

$r$  è la distanza lineare dalla sorgente;

$i$  è l'intensità di corrente;

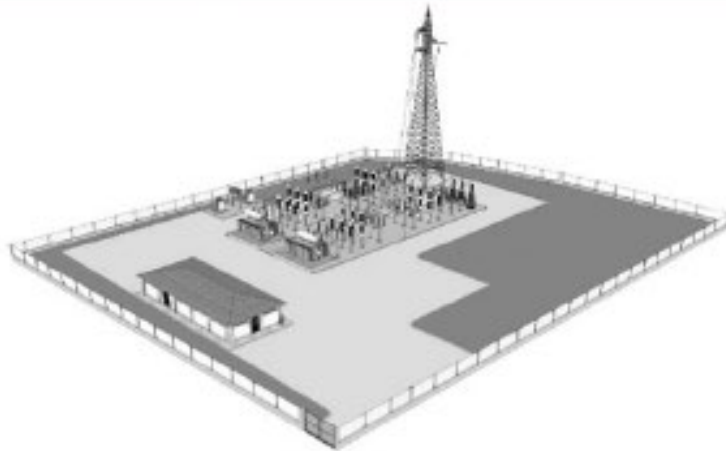
$\mu_0$  è la permeabilità magnetica (qui espressa come permeabilità magnetica del vuoto; nel nostro caso la permeabilità magnetica sarà quella dei mezzi attraversati dal campo: isolanti, pareti, terreno, etc.).

Il campo magnetico, pertanto, cresce all'aumentare della corrente e diminuisce all'aumentare della distanza; per distanze apprezzabili (già nell'ordine di qualche decina di centimetri, e comunque inferiori al metro) il suo valore decresce approssimativamente con il quadrato della distanza geometrica ( $1/r^2$  conseguenza della presenza nella formula di  $r$  sia al numeratore che al denominatore)

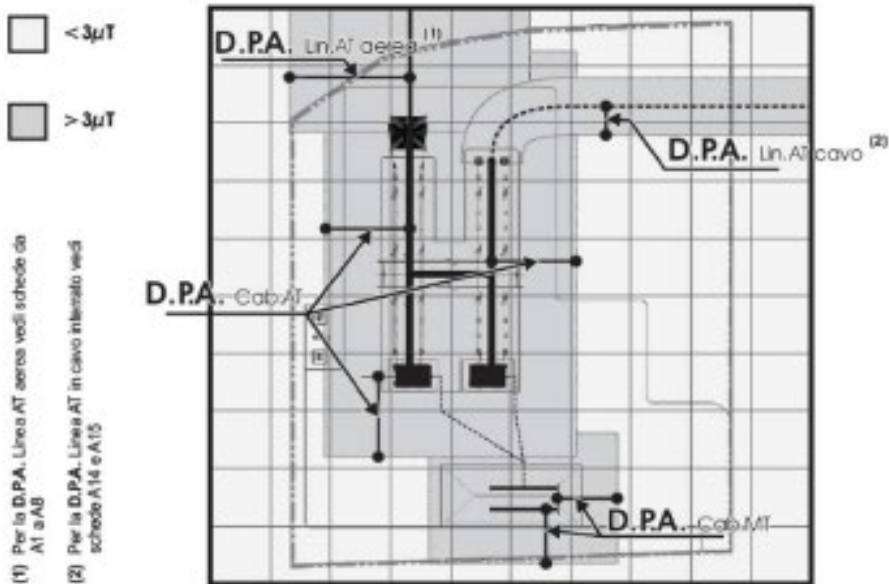
Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce anche la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli 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.




A16 - Cabina primaria isolata in aria (132/150-15/20 kV)



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



Tipologia trasformatore [MVA]	CABINA PRIMARIA						
	D.P.A. Cab. da centro sbare AT	Distanza tra le fasi AT	Corrente	D.P.A. Cab. da centro sbare MT	Distanza tra le fasi MT	Corrente	Riferimento
	m	m	A	m	m	A	
63	14	2.20	870	7	0.38	2332	A16

Codice elaborato ICA_247_RELO6	<b>RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	 <b>ICA REN ELF SRL</b> Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16948941006
Revisione 00 del 27/08/2024		

## 5. CONCLUSIONI

Per le opere assoggettabili al DM 29.05.08, si possono dedurre le seguenti conclusioni:

- i moduli fotovoltaici non risultano essere coinvolti nel calcolo CEM per la tipologia di tensione e corrente generate;
- per le cabine elettriche di conversione e trasformazione la DPA rispondente ai calcoli è pari a 5m, ricadendo completamente all'interno delle aree di pertinenza dell'impianto;
- per gli Skid BESS di accumulo dell'energia, conversione e trasformazione la DPA rispondente ai calcoli è pari a 4m, ricadendo all'interno delle aree di pertinenza dell'impianto, ricadendo completamente all'interno delle aree di pertinenza dell'impianto;
- per le linee interne all'impianto fotovoltaico in bassa e media tensione 30 kV relative le connessioni tra le cabine elettriche di conversione, essendo la tipologia di posa elicordata non è necessario assumere alcuna DPA, ricadendo completamente all'interno delle aree di pertinenza dell'impianto;
- La SEU considerata la configurazione complessa con una coppia di terne di sezione uguale poste nello stesso scavo viene assunta una DPA di 14 m per lato dall'interasse delle Sbarre AT150kV
- per il cavidotto di collegamento MT dei sottocampi alla cabina colletttrice d'impianto, considerata la configurazione in singola terna di sezione 630mm<sup>2</sup> posta in posa interrata viene assunta una DPA di 3 m per lato dall'interasse del cavidotto.
- per il cavidotto di collegamento MT del BESS alla cabina colletttrice d'impianto, considerata la configurazione di singola terna di sezione 630mm<sup>2</sup> posta in posa interrata viene assunta una DPA di 3 m per lato dall'interasse del cavidotto.
- per il cavidotto di collegamento MT della cabina colletttrice d'impianto con la SEU, considerata la configurazione in singola terna di sezione 1000mm<sup>2</sup> posta in posa interrata viene assunta una DPA di 4 m per lato dall'interasse del cavidotto.
- per il cavidotto di collegamento AT della SEU con la Cabina Primaria di E-distribuzione (Velletri), considerata la configurazione in singola terna di sezione 1600mm<sup>2</sup> posta in posa interrata viene assunta una DPA di 3,10 m per lato dall'interasse del cavidotto.

In conclusione, secondo i criteri di valutazione adottati e sopraesposti, non sono rilevabili rischi specifici a carico della salute umana attribuibili alla propagazione di campi elettromagnetici, tantomeno in aree che comportino una permanenza prolungata di persone oltre le quattro ore giornaliere.