



COMUNE DI
VILLACIDRO



COMUNE DI
SAN GAVINO MONREALE



PROVINCIA DEL
MEDIO CAMPIDANO



MINISTERO DELLA
TRANSIZIONE ECOLOGICA



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



COMUNE DI
SANLURI



COMUNE DI
SERRAMANNA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO "VILLACIDRO 3" E OPERE CONNESSE

COMUNI DI VILLACIDRO E SAN GAVINO MONREALE (VS)

POTENZA MASSIMA DI IMMISSIONE IN RETE 50.000 kW
POTENZA MASSIMA INSTALLATA PANNELLI 51.300 kWp

A

PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO

DATA
21/02/2022

REVISIONE
1

SCALA
1:1

CODICE

F.R03b

TITOLO

RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI E SCHEDE ARPAS

IL PROPONENTE

GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.
Piazza del Grano, 3
39100 Bolzano (BZ)

IL PROGETTISTA

MARE S.r.l.s.
Dott. Ing. Enrico Gadaleta
via Galluzzi, 5 - 70044 Polignano a Mare (BA)
mob +39 338 2263891



GREENENERGYSARDEGNA2

GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 39100 Bolzano (BZ)



Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
3	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	4
3.1	Configurazione elettrica dell’Impianto Agrivoltaico	5
4	IL QUADRO NORMATIVO	8
5	GENERALITÀ SUI CAMPI ELETTRICI.....	9
6	CALCOLO DEI VALORI DEL CAMPO B	11
	Caso A – 1 terna di cavi.....	11
	Caso B – 2 o più terne di cavi	12
6.1	Campo elettromagnetico generato dalle linee MT interrate all’interno dell’Impianto Agrivoltaico	14
6.2	Campo elettromagnetico generato dalla linea MT di Vettoramento di connessione tra la Cabina di Smistamento Utente e la Sottostazione Elettrica Utente	19
6.3	Campo elettromagnetico generato dalla Sottostazione Elettrica Utente	24

1 PREMESSA

*Il progetto di cui la presente relazione è parte integrante, ha come scopo la realizzazione di un impianto per la produzione di Energia Elettrica da fonte Solare Fotovoltaica e delle relative opere di connessione alla Rete Nazionale (cavidotto MT a 30 kV, Sottostazione Elettrica Utente, sistema di sbarre a 150 kV per condivisione in "condominio" dello stallo Terna S.p.A. con altri produttori). L'impianto sarà denominato "Villacidro 3" ed avrà una potenza di picco di **51,3 MWp** ed una potenza in immissione pari a 50 MWn.*

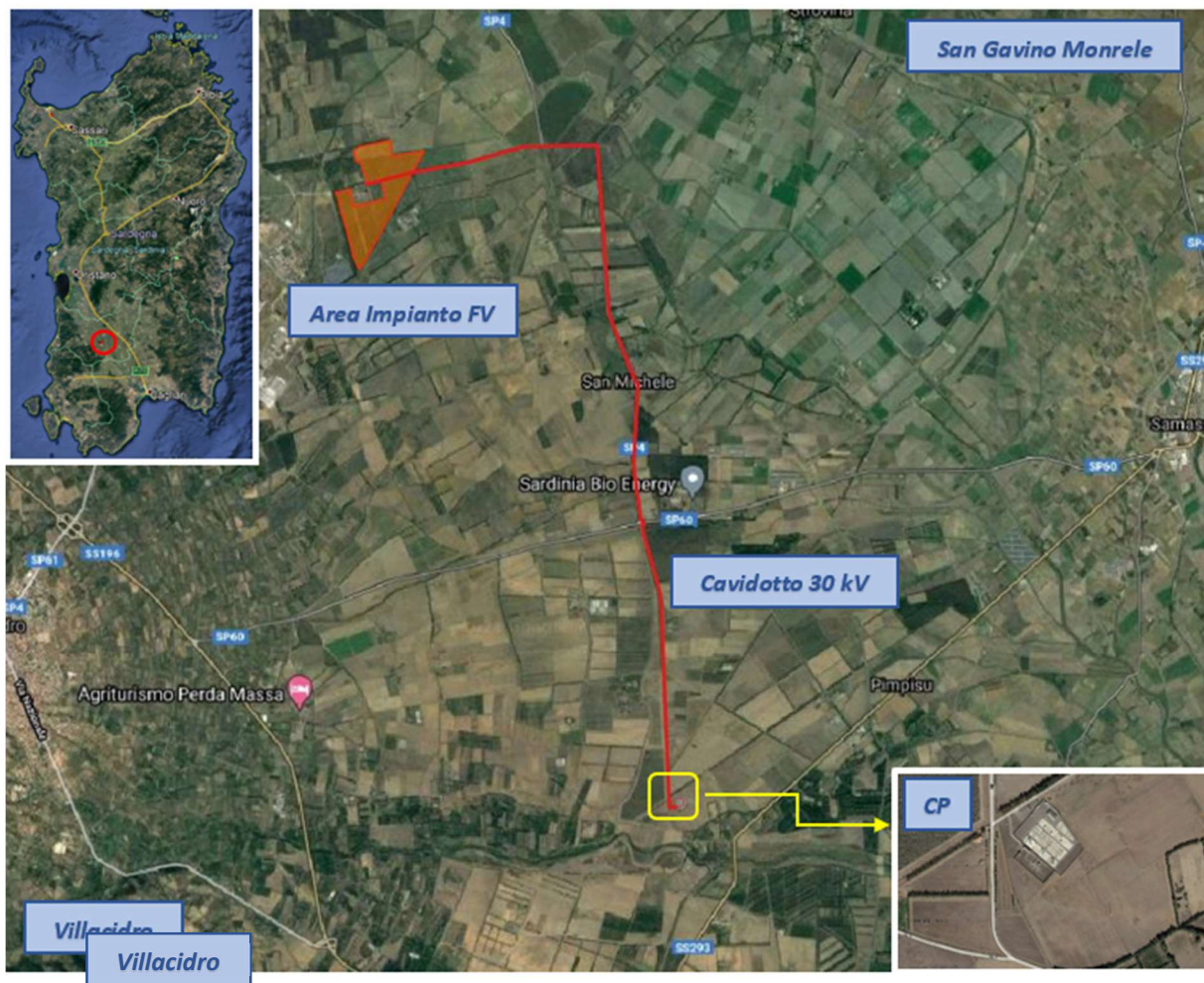
L'impianto sarà connesso alla RTN (Rete di Trasmissione Nazionale) tramite la esistente Cabina Primaria "Serramanna" e prevede la totale cessione dell'energia prodotta alla Società Terna S.p.A.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto in progetto si sviluppa su tre aree, ed è ubicato a cavallo dei Comuni di San Gavino Monreale (Medio Campidano) e Villacidro (Medio Campidano) risultando distante da essi rispettivamente circa 3,7 e 5,6 km.

Il sito è facilmente raggiungibile dall'abitato di Villacidro percorrendo la SP 61 per circa 4,5 km in direzione di San Gavino. All'altezza della seconda rotatoria, percorrendo in direzione est strada locale, si raggiungono le aree di Impianto.

L'impianto avrà complessivamente una estensione totale di 100 ha circa.



Inquadramento territoriale generale

3 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

L'Impianto Agrivoltaico sarà costituito da strutture metalliche ad inseguitori solari (Tracker) sui quali saranno montati i moduli fotovoltaici. Le dette strutture avranno movimentazione mono-assiale (da est verso ovest). Gruppi di strutture e quindi di moduli, andranno a costituire dei "sottocampi elettrici". L'energia prodotta dai moduli di ciascuno dei sottocampi, in c.c. (corrente continua) e in BT (Bassa Tensione), arriverà ad un convertitore (Inverter) nel quale avverrà la conversione in c.a. (corrente alternata). Dagli Inverter la corrente, ancora in BT, arriverà ad un Trasformatore BT/MT dove subirà un innalzamento di tensione sino a 30 kV. Ciascun "sottocampo" farà capo quindi ad una Cabina Elettrica. Tutte le Cabine saranno collegate tra loro in serie (in configurazione ad anello). L'ultima Cabina della serie raccoglierà tutta l'energia prodotta dall'Impianto Agrivoltaico. Tramite un cavidotto MT a 30 kV, questa sarà trasportata alla Cabina Utente e da questa ad una Sottostazione Elettrica

Utente, per l'ulteriore innalzamento di tensione da 30 a 150 kV, necessario per la consegna alla CP "Serramanna" e la successiva immissione nella RTN (Rete di Trasmissione Nazionale) di Terna S.p.A.

3.1 Configurazione elettrica dell'Impianto Agrivoltaico

Come detto l'impianto agrivoltaico, denominato "Villacidro 3", avrà una potenza di picco da **51,3 MWp** ed una potenza in immissione pari a 50 MW e sarà connesso alla RTN per mezzo di una Stazione Elettrica Utente di nuova realizzazione a sua volta da connettere alla esistente Cabina Primaria "Serramanna" di proprietà di Terna SPA.

Le sue componenti principali saranno (i materiali (principalmente inverter, moduli e tracker) possono essere variare a seconda della disponibilità di mercato e dell'avanzamento tecnologico):

- 1) Il Generatore Fotovoltaico;
- 2) Le strutture di supporto dei moduli;
- 3) Le Cabine Elettriche di Campo;
- 4) Il Gruppo Conversione / Trasformazione;
- 5) I cavidotti BT e MT;
- 6) La Sottostazione Elettrica Utente per la connessione alla Rete Elettrica Nazionale.

L'impianto agrivoltaico sarà connesso alla RTN tramite la Cabina Primaria "Serramanna".

Da un punto di vista elettrico, i moduli fotovoltaici (73.814), saranno collegati tra loro in serie a formare le **stringhe**. Per "stringa fotovoltaica" s'intende un insieme di moduli collegati tra loro in serie: la tensione resa disponibile dalla singola stringa è data dalla somma delle tensioni fornite dai singoli moduli che compongono la stringa.

Un certo numero di stringhe afferirà dapprima ad un Quadro di Campo (string-box) (lato **DC**) e poi ad un Inverter centralizzato alloggiato all'interno di apposito locale tecnico. A sua volta un certo numero di inverter formerà un **sottocampo elettrico**. Per "sotto-campo fotovoltaico" si intende un insieme di inverter che collegati tra loro (configurazione a stella o ad anello) afferiscono alla Cabina di Raccolta (lato **AC**). L'energia totale afferente alla Cabina di Raccolta, e quindi l'energia totale erogata dall'Impianto Agrivoltaico, sarà data dalla somma dell'energia raccolta da ciascun Inverter.

I sottocampi elettrici sono elettricamente indipendenti tra loro,

Sul lato in corrente continua (DC) di ciascun inverter verrà collegato in parallelo un certo numero di stringhe; le uscite in corrente alternata (AC) di tali inverter, a loro volta, verranno poste in parallelo

tra loro all'interno di un quadro principale in corrente alternata (QP) situato anch'esso all'interno di dedicati locali tecnici di campo (cabine di campo MT/BT); all'interno di tali quadri QP saranno alloggiati interruttori quadripolari magnetotermici differenziali al fine di proteggere le linee relative ai sotto-campi da sovracorrenti, cortocircuiti e/o perdite di isolamento.

In sintesi l'impianto agrivoltaico in oggetto avrà le seguenti caratteristiche:

- potenza installata lato DC: 51,30073 MWp;
- potenza dei singoli moduli: 695 Wp;
- n. 20 cabine di conversione e trasformazione dell'energia elettrica;
- n. 2 Cabina di Raccolta MT
- n. 1 Cabina di Controllo;
- n. 1 Magazzino

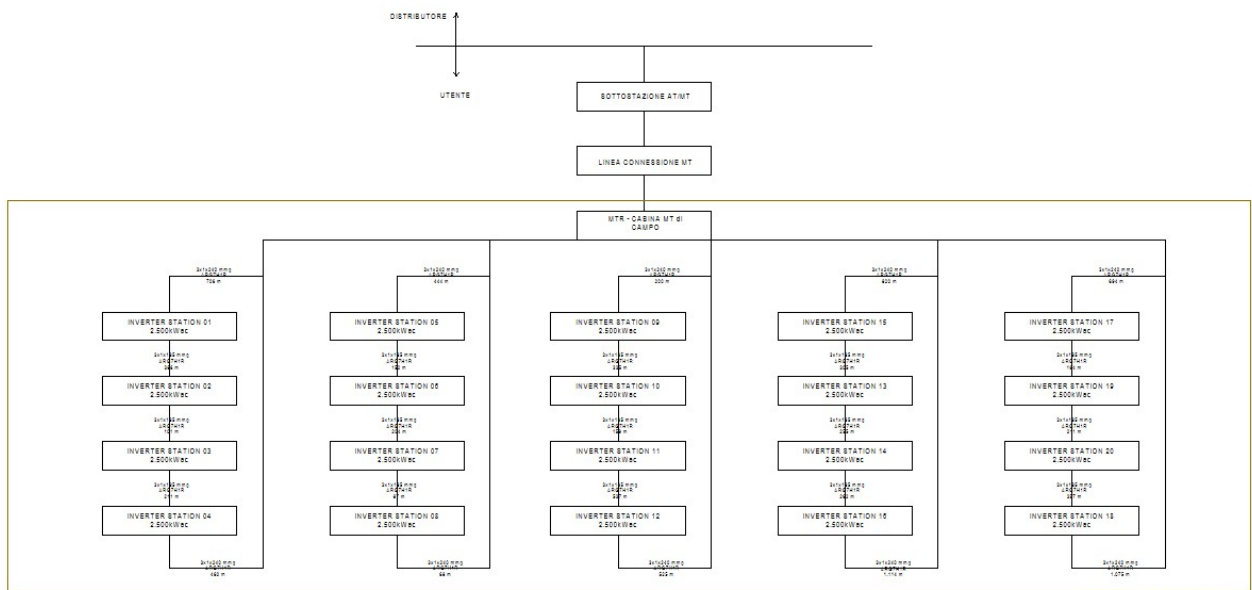
sarà costituito inoltre da:

- rete elettrica interna a bassa tensione e corrente continua;
- rete elettrica interna a 30 kV per il collegamento in entra-esce tra le cabine di trasformazione fino alla cabina di smistamento;
- rete telematica interna di monitoraggio per il controllo dell'impianto agrivoltaico.

La tabella che segue, riassume la struttura ed il layout d'impianto

Totale						
Tracker Type	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracker	Treacker quantity	Total N° strings	Total N° PV Panels	Peak Power (kWp)
Trck 52 PV M	2	52	1.338	2.676	69.576	48.355,32
Trck 26 PV M	1	26	163	163	4.238	2.945,41
Total			1.501	2.839	73.814	51.300,73

Tab. 1 – struttura impiatno fotovotlaico



Schema elettrico a bocchi impiato fotovoltaico

4 IL QUADRO NORMATIVO

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici si riferisce alla legge 22/2/01 n°36 che è la Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. 8 luglio 2003

Nel D.P.C.M. vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione da rispettare per garantire la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento ed all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare negli articoli 3 e 4 vengono indicate le soglie di rispetto per l'induzione magnetica:

➤ **Art.3**

- comma 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 μ T** per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci;
- comma 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 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio;

➤ **Art.4**

- comma 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 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio

All'art 6, vengono fissati i parametri per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, per le quali si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità (**B=3 μ T**) di cui all'art. 4 sopra richiamato ed alla portata della corrente in servizio normale. L'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Metodologie di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti) definisce quale fascia di

rispetto lo spazio circostante l'elettrodotto, che comprende tutti i punti al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

Ai fini del calcolo della fascia di rispetto si omettono verifiche del campo elettrico, in quanto nella pratica questo determinerebbe una fascia (basata sul limite di esposizione, nonché valore di attenzione pari a 5kV/m) che è sempre inferiore a quella fornita dal calcolo dell'induzione magnetica. Pertanto, l'obiettivo qualità da perseguire nella realizzazione dell'impianto è pertanto quello di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai $3\mu T$ come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Si precisa inoltre che nelle valutazioni che seguiranno, è stata considerato il "worst-case", caso peggiore, cioè la condizione di esercizio, ovvero quella in cui l'Impianto Agrivoltaico trasferisce alla RTN (Rete di Trasmissione Nazionale) la massima produzione.

5 GENERALITÀ SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

I campi elettrico e magnetico costituiscono le cosiddette radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti. In generale, nel caso di fenomeni variabili nel tempo, i due campi non sono indipendenti, ma dipendono l'uno dall'altro. Tuttavia, nel caso di frequenze basse o bassissime (come quella industriale, a 50 Hz) già a distanze trascurabili dall'emittente i due campi sono sostanzialmente indipendenti.

I campi elettrici e magnetici a 50 Hz si comportano come due agenti fisici separati la cui presenza si fa risentire in una regione dello spazio molto vicino alla sorgente i cui effetti devono essere analizzati separatamente.

I vettori che modellizzano le grandezze introdotte nella definizione del modello fisico dei campi elettromagnetici sono quindi:

- **E:** Campo elettrico: dipende principalmente dalla tensione a cui funziona la sorgente. La sua intensità viene espressa in volt per metro (V/m);
- **H:** Campo magnetico: dipende principalmente dalla corrente che circola nella sorgente. La sua intensità si esprime in ampere per metro (A/m) ma è anche espressa in termini di una grandezza corrispondente: l'**induzione magnetica** indicata con la lettera **B** che si misura in tesla (T) e nei suoi sottomultipli il millitesla (mT) un millesimo di tesla, il microtesla (μT) un milionesimo di tesla.

L'intensità del campo elettrico dipende principalmente dalla tensione della linea e aumenta al crescere della tensione. Il valore efficace dell'intensità del campo elettrico prodotto in un punto dalla

linea di data tensione si mantiene costante. Hanno influenza sul campo elettrico, oltre che la tensione, la distanza dalla linea (presenta un massimo a qualche metro di distanza dall'asse della linea e decresce man mano che ci si allontana), la distanza dei conduttori da terra e la disposizione dei conduttori. Nel caso di linee elettriche realizzate mediante cavi isolati e schermati (come nel caso di linee elettriche interrate) o per componenti elettrici presenti all'interno di cabine che quindi fanno da effetto schermante (come ad esempio i trasformatori, gli inverter e i quadri elettrici), il campo elettrico all'esterno dello schermo è teoricamente nullo e praticamente insignificante (spesso non misurabile), sempre ordini di grandezza inferiore rispetto ai limiti di legge già per distanze dal cavo dell'ordine dei decimetri. Il campo elettrico non è quindi una grandezza pertinente nel caso in esame. L'esposizione umana ai campi elettromagnetici è una problematica relativamente recente che assume notevole interesse con l'introduzione massiccia dei sistemi di telecomunicazione e dei sistemi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. In realtà anche in assenza di tali sistemi siamo costantemente immersi nei campi elettromagnetici per tutti quei fenomeni naturali riconducibili alla natura elettromagnetica, primo su tutti l'irraggiamento solare.

Per quanto concerne i fenomeni elettrici si fa riferimento al campo elettrico, il quale può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di carica elettrica.

Per i fenomeni di natura magnetica si fa riferimento ad una caratterizzazione dell'esposizione ai campi magnetici, non in termini del vettore campo magnetico, ma in termini di induzione magnetica, che tiene conto dell'interazione con ambiente ed i mezzi materiali in cui il campo si propaga. Dal punto di vista macroscopico ogni fenomeno elettromagnetico è descritto dall'insieme di equazioni note come equazioni di Maxwell.

La normativa attualmente in vigore disciplina in modo differente i valori ammissibili di campo elettromagnetico, distinguendo così i "campi elettromagnetici quasi statici" ed i "campi elettromagnetici a radio frequenza".

Nel caso dei campi quasi statici, ha senso ragionare separatamente sui fenomeni elettrici e magnetici e ha quindi anche senso imporre separatamente dei limiti normativi alle intensità del campo elettrico e dell'induzione magnetica.

Il modello quasi statico è applicato per il caso concreto della distribuzione di energia, in relazione alla frequenza di distribuzione dell'energia della rete che è pari a 50 Hz. In generale gli elettrodotti dedicati alla trasmissione e distribuzione di energia elettrica sono percorsi da correnti elettriche di intensità diversa, ma tutte alla frequenza di 50 Hz, e quindi tutti i fenomeni elettromagnetici che li vedono come sorgenti possono essere studiati correttamente con il modello per campi quasi statici.

Gli impianti per la produzione e la distribuzione dell'energia elettrica alla frequenza di 50 Hz, costituiscono una sorgente di campi elettromagnetici nell'intervallo 30-300 Hz.

6 CALCOLO DEI VALORI DEL CAMPO B

*All'interno dell'Impianto Agrivoltaico in progetto tutte le apparecchiature elettriche presenti, sono fonte di emissione di Campi Elettromagnetici ed in particolare le linee elettriche MT di interconnessione tra le apparecchiature di trasformazione BT/MT all'interno delle Cabine Elettriche. Per queste ultime si calcolerà la **DPA (Distanze di Prima Approssimazione)**, cioè la distanza oltre la quale il campo di induzione elettromagnetica è al di sotto dell'Obbiettivo di Qualità, i 3 μT .*

Attenzione particolare sarà volta alla linea MT (cavidotto esterno di Vettoriamento) che trasporta tutta l'energia prodotta dall'Impianto Agrivoltaico verso la Sottostazione Elettrica Utente 30/150 kV e poi al punto di consegna in corrispondenza della Cabina Primaria "Serramanna".

In sintesi il calcolo sarà effettuato per:

- Linee MT interne all'Impianto Agrivoltaico;*
- Linea esterna di Vettoriamento di connessione tra la Cabina di Smistamento Utente e la Sottostazione Elettrica Utente;*
- Cabine elettriche interne all'Impianto Agrivoltaico (DPA);*
- Sottostazione Elettrica Utente (DPA).*

Per la valutazione del campo elettromagnetico generato dagli elettrodotti, occorre innanzitutto distinguere il caso in cui lo stesso elettrodotto sia costituito da 1 o da più terne di cavi MT, secondo quanto suggerito dalla Norma CEI 106-11. Di seguito si riportano le due casistiche, che verranno poi applicate ai casi del progetto in esame.

Caso A – 1 terna di cavi

Per quanto concerne il caso di una singola terna di cavi sotterranei di media tensione posati a trifoglio, la norma CEI 106-11 al cap.7.1 indica che con una profondità di posa pari a 0,80 m già al livello del suolo sulla verticale del cavo e nelle condizioni limite di portata si determina una induzione magnetica inferiore a 3 μT . Tuttavia si terrà conto nel seguito, per il modello del sistema, di cavi unipolari posati a trifoglio e non elicordati.

La norma CEI 106-11 al cap.62.3, per i cavi posati a trifoglio, suggerisce l'espressione approssimata del campo magnetico

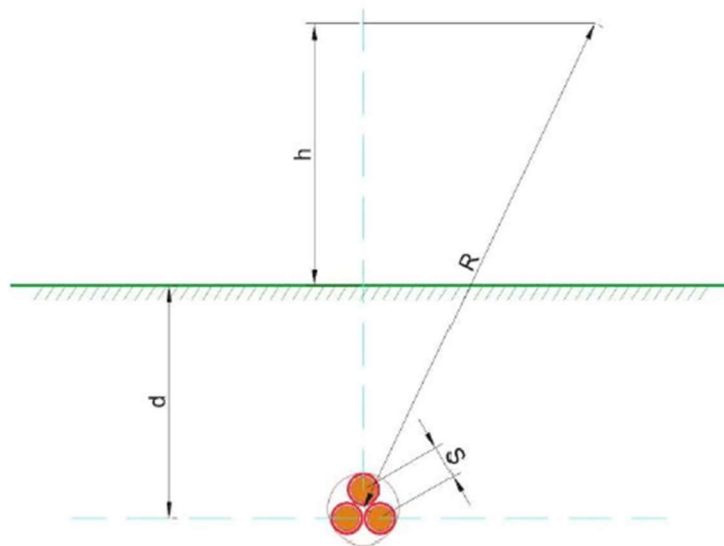
$$B = 0,1 * \sqrt{6} \frac{S*I}{R^2} \quad (1)$$

dove:

B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante;

R [m] dal conduttore centrale;

S [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A].



Caso B – 2 o più terne di cavi

Per tener conto della presenza di due o più terne nella stessa sezione di scavo si è fatto ricorso ad un modello matematico che tenesse conto del campo magnetico generato da ogni singola terna.

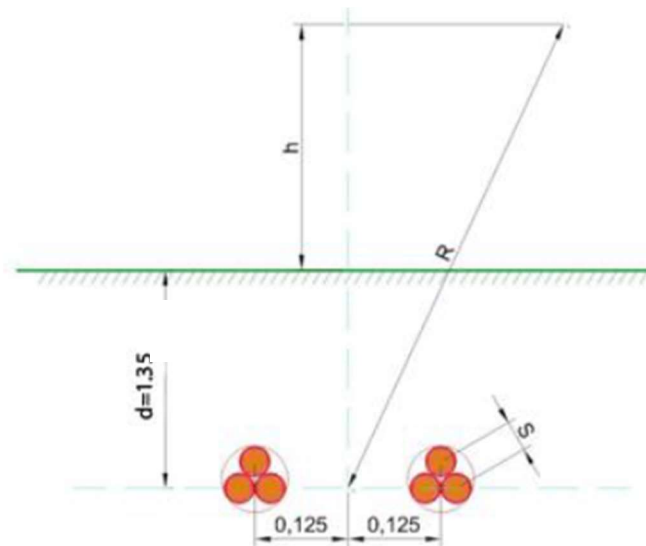
Il modello costituito, secondo quanto previsto e suggerito dalla norma CEI 211-4 cap. 4.3, tiene conto delle componenti spaziali dell'induzione magnetica, calcolate come somma del contributo delle correnti nei diversi conduttori.

Considerata la natura vettoriale del campo magnetico, è possibile sommare i contributi dovuti alle singole terne e calcolare, attraverso il modello semplificato di cui prima, il valore del campo magnetico nello spazio circostante l'elettrodotto.

$$B_i = \sum_{i=1}^n (0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_i * I_i}{(x-x_i)^2 + (y-d)^2}) \quad (2)$$

Nel caso di 2 terne quindi avremo:

$$B = 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_1 * I_1}{(x-x_1)^2 + (y-d)^2} + 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_2 * I_2}{(x-x_2)^2 + (y-d)^2}$$



6.1 Campo elettromagnetico generato dalle linee MT interrate all'interno dell'Impianto Agrivoltaico

Dallo schema a blocchi innanzi riportato, si evince che il massimo numero di terne all'interno dello stesso scavo, è pari a 2, di cui 1 terna da 185 mm² ed una da 240 mm².

In particolare consideriamo la linea di cavidotto che dall'Inverter 2 arriva alla Cabina di Raccolta

Anello AREA 5 - SOTTOCAMPO 5									
INV	Potenza INVina (kWp)	Tratti	Potenza cumulata (kWp)	Tensione (kV)	Corrente Ib (A)	Sezione (mm ²)	Portata Nominale Iz' (A)	Ktot	Portata Nominale Iz (A)
INV I17	2.674,36	INV I17 - INV I18	2.674,36	30,00	52,52	185,00	405	0,91	369
INV I19	2.529,80	INV I18 - INV I19	5.204,16	30,00	102,20	240,00	479	0,91	437
INV I20	2.638,22	INV I19 - INV I20	7.842,38	30,00	154,01	240,00	479	0,78	375
INV I18	2.584,01	INV I20 - MTR	10.426,39	30,00	204,75	240,00	479	0,78	375
INV I17	2.674,36	INV I16 - MTR	2.674,36	30,00	52,52	185,00	405	0,78	317

Tab. 2 – Portae anello linea 2

I terna: 185 mm² – 52,52 A;

II terna: 240 mm² – 204,75 A;

Le caratteristiche tecniche delle due terne sono le seguenti:

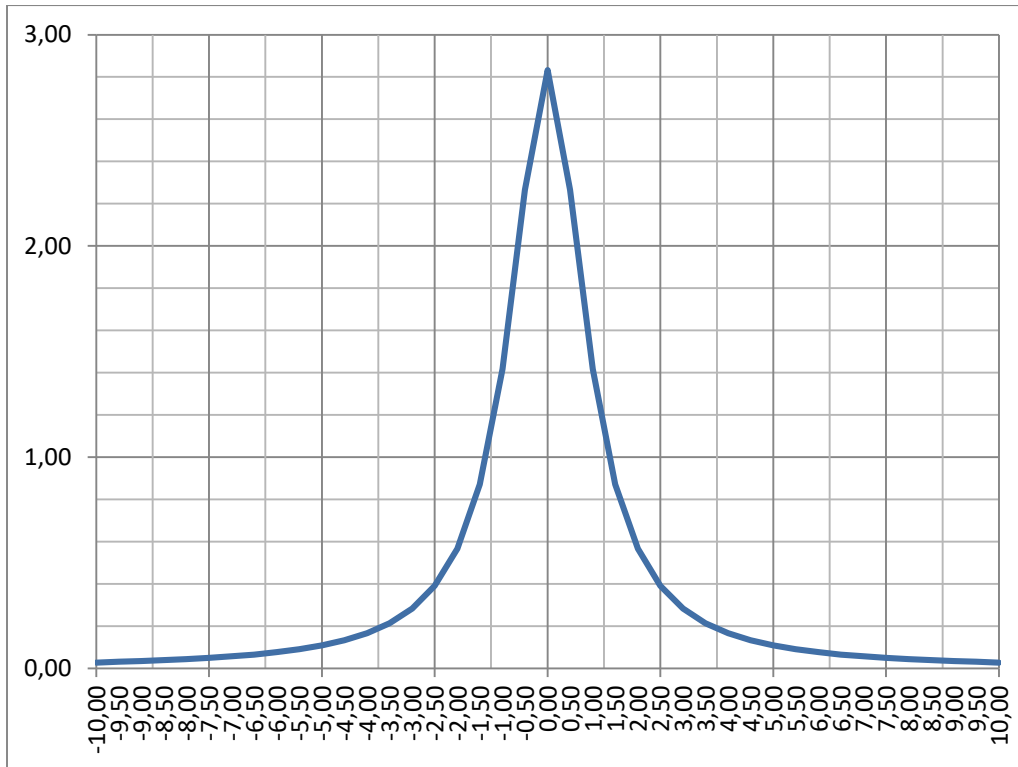
Nome	Diametro del conduttore [mm]	Diametro sull'isolante [mm]	Diametro esterno [mm]	Peso approssimativo [kg/km]
ARG7H1R(X) 18/30 kV 185 mm ²	16,1	34,0	42,8	1926
ARG7H1R(X) 18/30 kV 240 mm ²	18,5	36,5	45,7	2227

Utilizzando la (2) è possibile calcolare il valore dell'induzione elettromagnetica generato dalla coppia di terne. Il calcolo è stato effettuato per ipotetici punti posti a diverse altezze dal suolo e diverse distanze dall'asse dei cavidotti, ottenendo i seguenti valori:

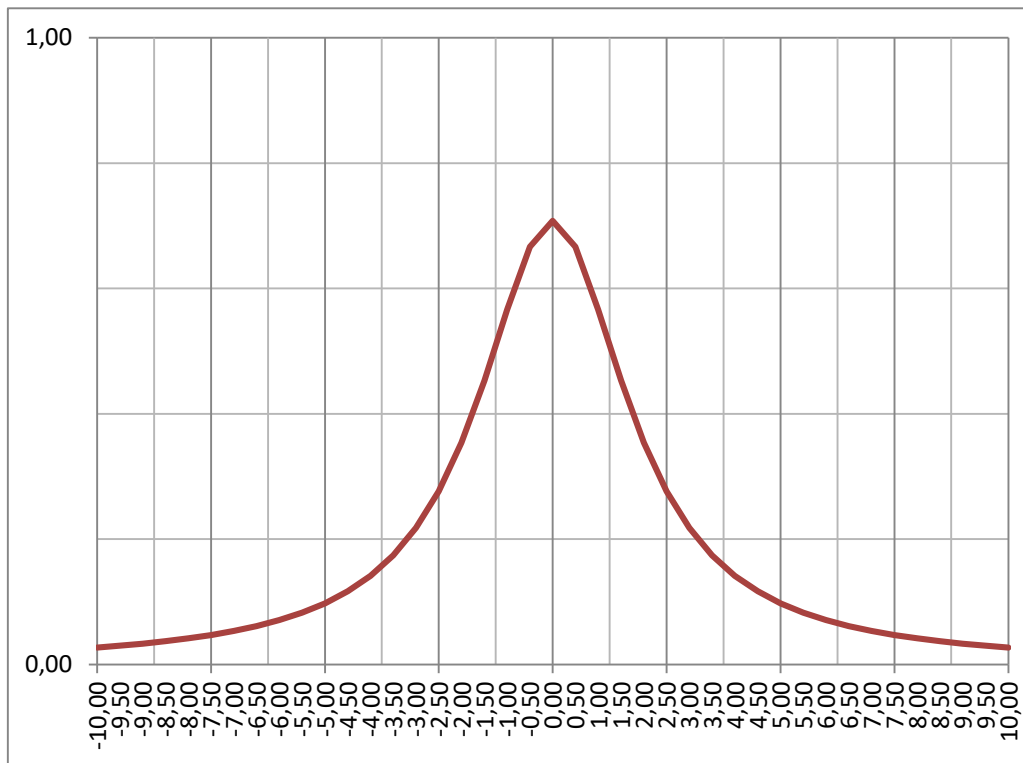
Distanza dall'asse centrale (m)	B _{tot} a 0 m dal suolo (μT)	B _{tot} a 1 m dal suolo (μT)	B _{tot} a 1,5 m dal suolo (μT)	B _{tot} a 2 m dal suolo (μT)	B _{tot} a 2,5 m dal suolo (μT)	B _{tot} a 3 m dal suolo (μT)
-10,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
-9,50	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
-9,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
-8,50	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
-8,00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
-7,50	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
-7,00	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04
-6,50	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05
-6,00	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05
-5,50	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06
-5,00	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07
-4,50	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
-4,00	0,17	0,14	0,13	0,11	0,10	0,09
-3,50	0,21	0,17	0,15	0,13	0,12	0,10
-3,00	0,28	0,22	0,19	0,16	0,13	0,11
-2,50	0,39	0,28	0,23	0,19	0,15	0,13
-2,00	0,57	0,35	0,28	0,22	0,17	0,14
-1,50	0,87	0,45	0,33	0,25	0,20	0,16
-1,00	1,42	0,57	0,39	0,28	0,21	0,17
-0,50	2,27	0,67	0,44	0,31	0,23	0,17
0,00	2,83	0,71	0,45	0,31	0,23	0,18

Tab. 3 - Valori dell'induzione elettromagnetica a diverse distanze dall'asse del cavidotto e dal suolo

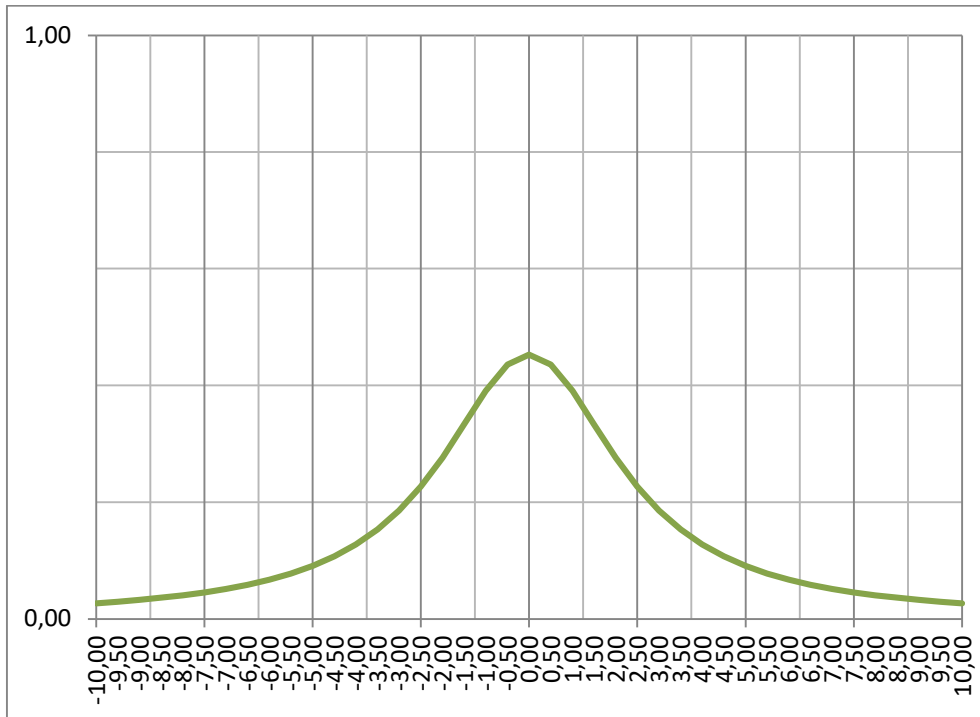
che tradotto graficamente per le varie altezze dal suolo:



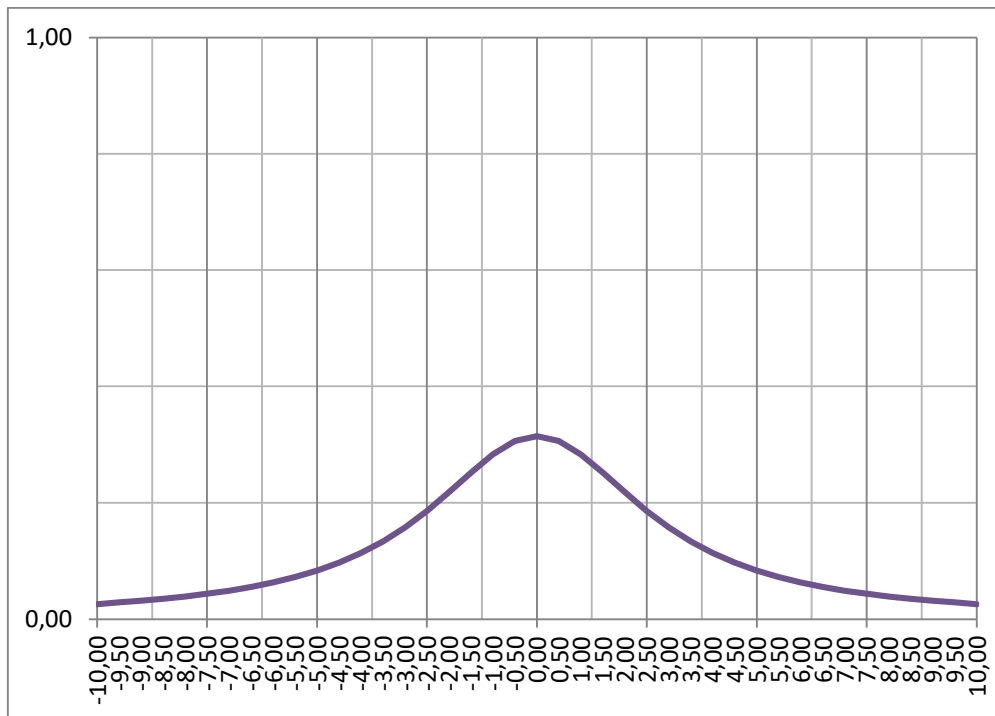
Valori dell'induzione elettromagnetica a 0 m dal suolo



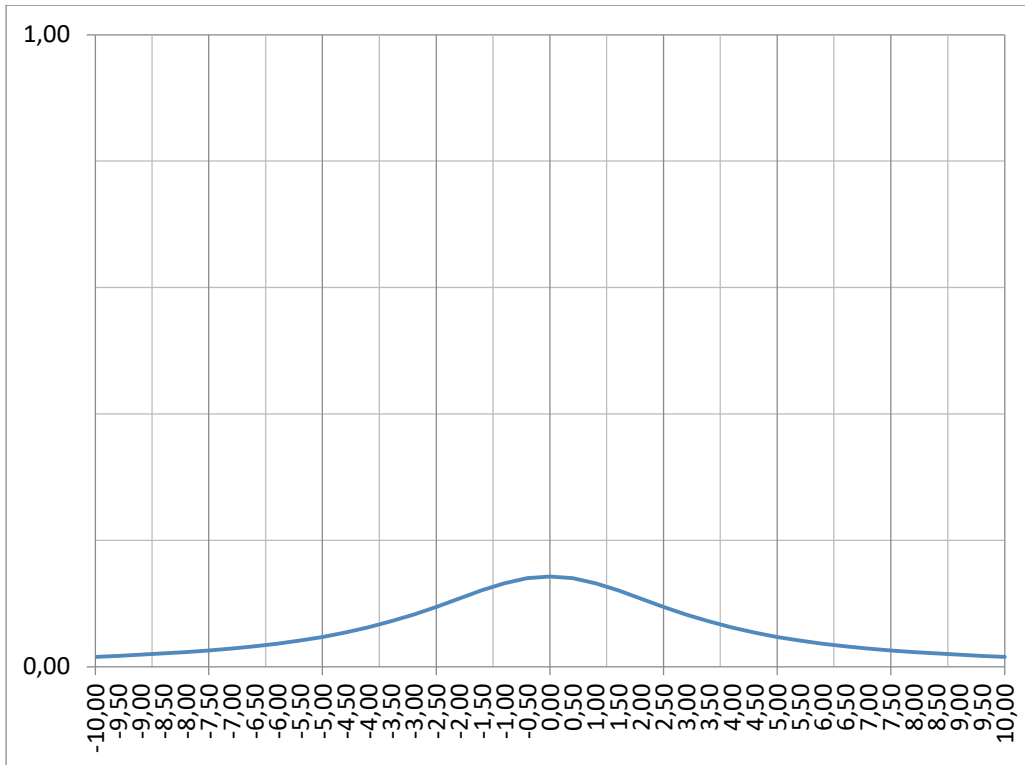
Valori dell'induzione elettromagnetica a 1 m dal suolo



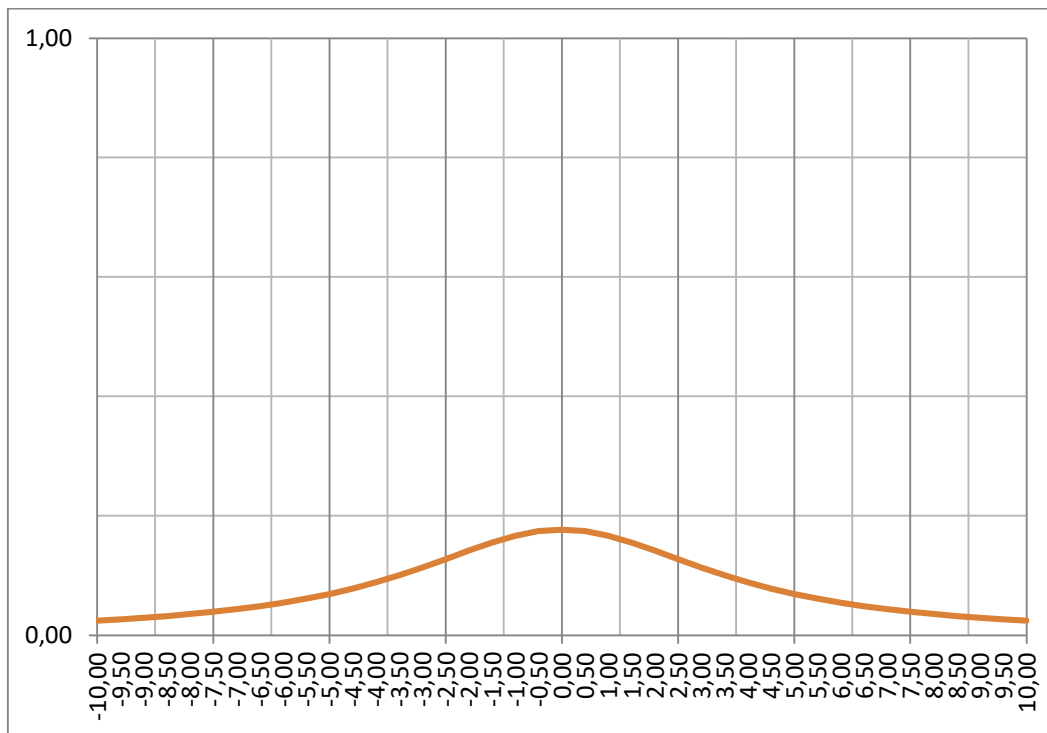
Valori dell'induzione elettromagnetica a 1,5 m dal suolo



Valori dell'induzione elettromagnetica a 2 m dal suolo



Valori dell'induzione elettromagnetica a 2,5 m dal suolo



Valori dell'induzione elettromagnetica a 3 m dal suolo

Dai grafici e dalla sua traduzione numerica nella tabella 3 innanzi riportata, è evidente che il valore dell'induzione elettromagnetica generato dai cavidotti interni all'impianto agrivoltaico, è ben al di sotto dell'obiettivo di qualità, cioè $3 \mu T$, assumendo sull'asse degli stessi ed ad altezza del suolo, un valore pari a $2,83 \mu T$, rispettando quindi i limiti normativi.

6.2 Campo elettromagnetico generato dalla linea MT di Vettoriamento di connessione tra la Cabina di Smistamento Utente e la Sottostazione Elettrica Utente

Allo stesso modo è possibile calcolare il valore del capo di induzione elettromagnetica generato dall'elettrodotto esterno di collegamento con la SSE Utente, in prossimità della Cabina Primaria Serramanna", punto di cessione dell'energia prodotta dall'impianto.

Linea 1 - MTR - CP						
Potenza cumulata (kWp)	Tensione (kV)	Corrente Ib (A)	Sezione (mm ²)	Portata Nominale Iz' (A)	Ktot	Portata Nominale Iz (A)
17.100,24	30,00	335,81	630,00	691	0,91	630

Linea 2 - MTR - CP						
Potenza cumulata (kWp)	Tensione (kV)	Corrente Ib (A)	Sezione (mm ²)	Portata Nominale Iz' (A)	Ktot	Portata Nominale Iz (A)
17.100,24	30,00	335,81	630,00	691	0,91	630

Linea 3 - MTR - CP						
Potenza cumulata (kWp)	Tensione (kV)	Corrente Ib (A)	Sezione (mm ²)	Portata Nominale Iz' (A)	Ktot	Portata Nominale Iz (A)
17.100,24	30,00	335,81	630,00	691	0,91	630

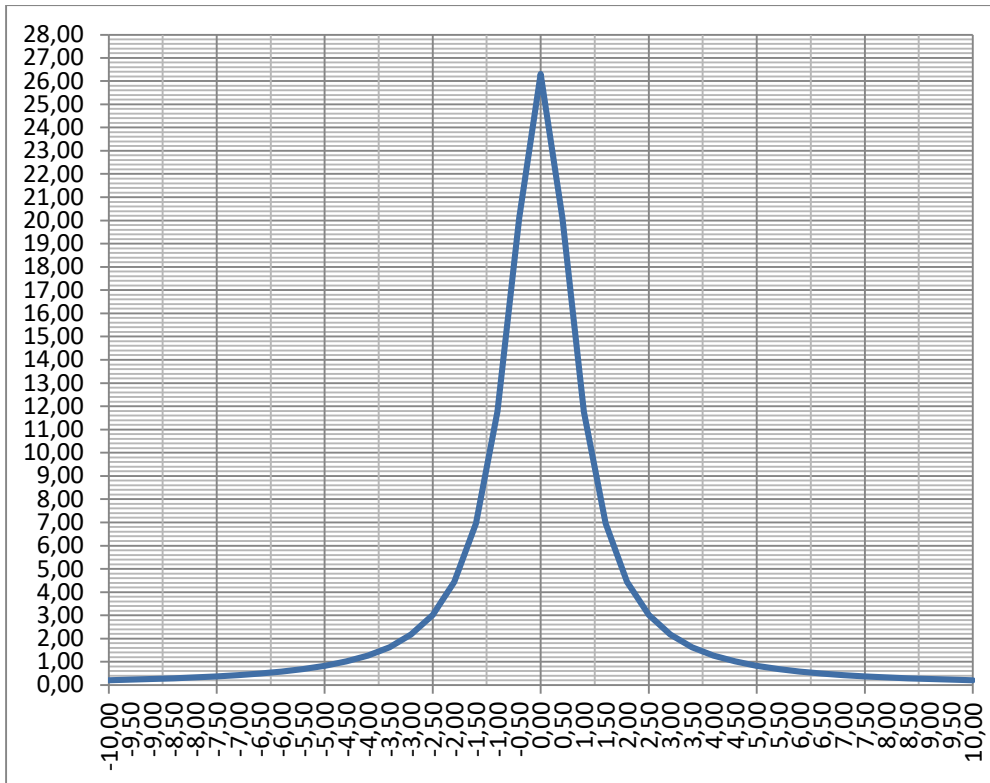
Nome	Diametro del conduttore [mm]	Diametro sull'isolante [mm]	Diametro esterno [mm]	Peso approssimativo [kg/km]
ARG7H1R(X) 18/30 kV 630 mm ²	30,0	48,0	58,6	3979

Utilizziamo la (2) e calcoliamo il valore dell'induzione elettromagnetica generato dalle tre terne. Il calcolo è stato effettuato per ipotetici punti posti a diverse altezze dal suolo e diverse distanze dall'asse dei cavidotti, ottenendo i seguenti valori:

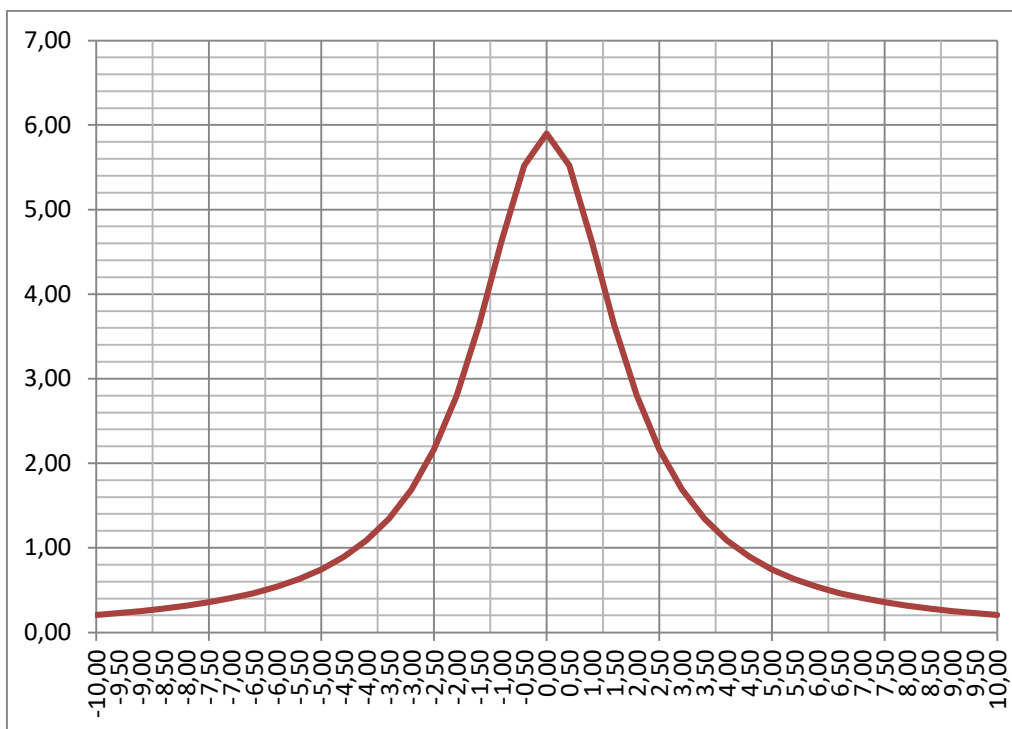
Distanza dall'asse centrale (m)	Btot a 0 m dal suolo (μT)	Btot a 1 m dal suolo (μT)	Btot a 1,5 m dal suolo (μT)	Btot a 2 m dal suolo (μT)	Btot a 2,5 m dal suolo (μT)	Btot a 3 m dal suolo (μT)
-10,00	0,21	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18
-9,50	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21	0,20
-9,00	0,26	0,25	0,25	0,24	0,23	0,22
-8,50	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24
-8,00	0,33	0,32	0,31	0,29	0,28	0,27
-7,50	0,37	0,36	0,34	0,33	0,31	0,30
-7,00	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33
-6,50	0,49	0,46	0,44	0,42	0,40	0,37
-6,00	0,58	0,54	0,51	0,48	0,45	0,42
-5,50	0,69	0,63	0,59	0,55	0,51	0,47
-5,00	0,83	0,74	0,69	0,64	0,58	0,53
-4,50	1,01	0,89	0,82	0,74	0,67	0,60
-4,00	1,27	1,09	0,98	0,87	0,77	0,68
-3,50	1,63	1,34	1,18	1,03	0,89	0,78
-3,00	2,17	1,69	1,44	1,22	1,04	0,88
-2,50	3,02	2,16	1,77	1,45	1,20	0,99
-2,00	4,43	2,80	2,18	1,72	1,37	1,11
-1,50	6,96	3,64	2,66	2,00	1,54	1,22
-1,00	11,77	4,62	3,15	2,26	1,70	1,31
-0,50	20,10	5,52	3,55	2,46	1,80	1,38
0,00	26,31	5,90	3,70	2,53	1,84	1,40

Tab. 4 - Valori dell'induzione elettromagnetica a diverse distanze dall'asse del cavidotto e dal suolo

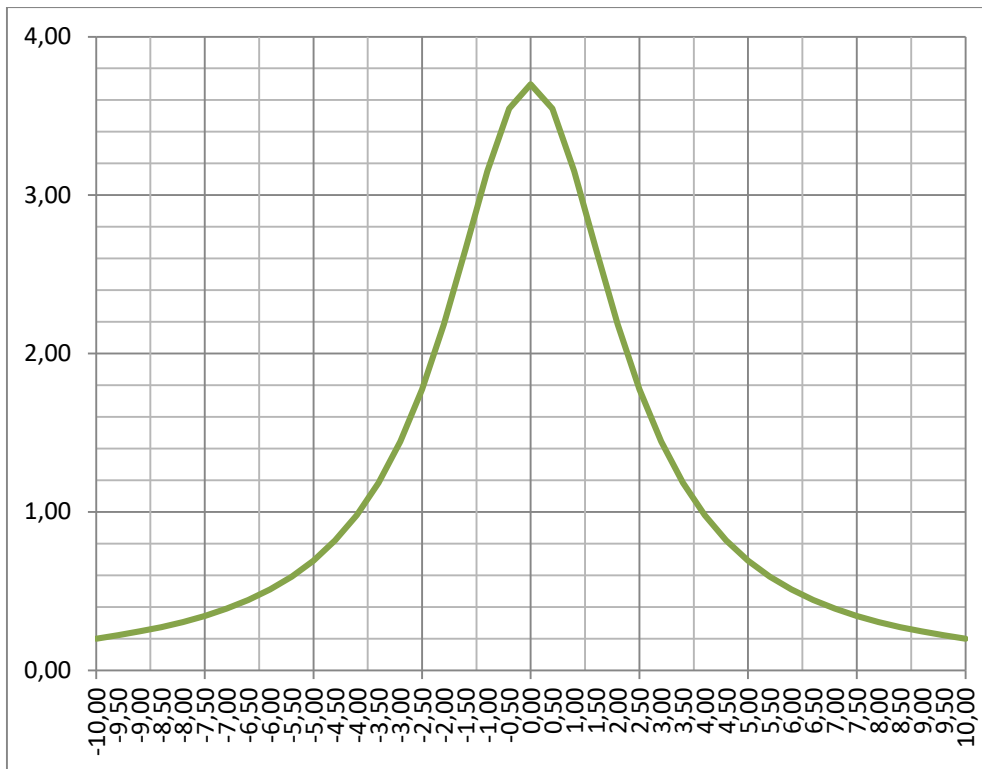
che tradotto graficamente:



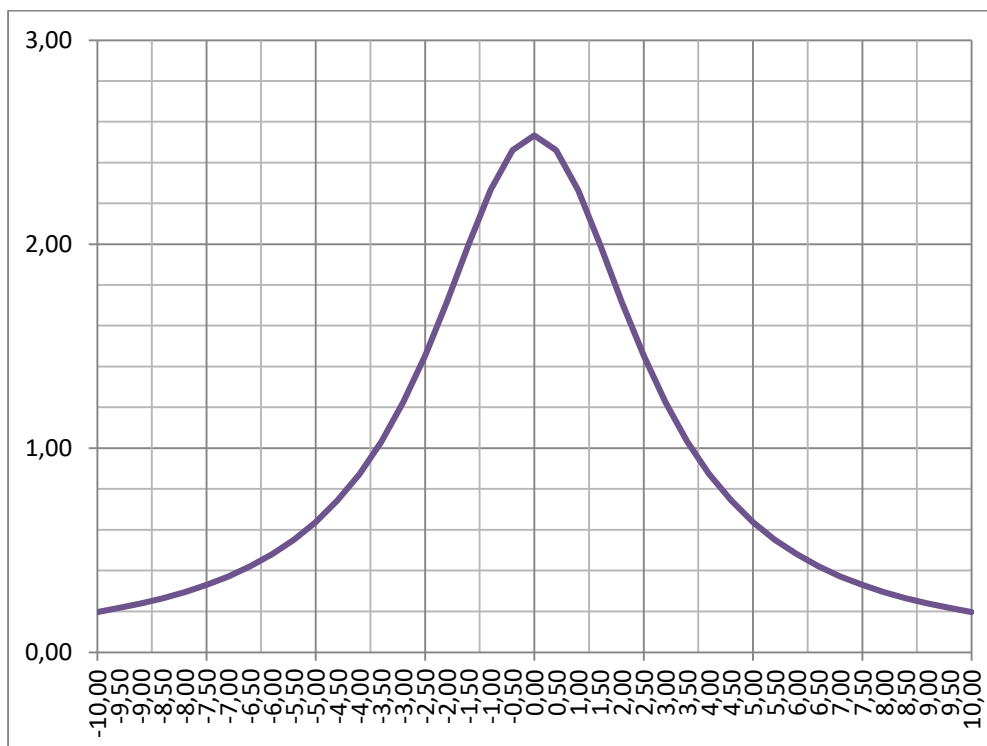
Valori dell'induzione elettromagnetica a 0 m dal suolo



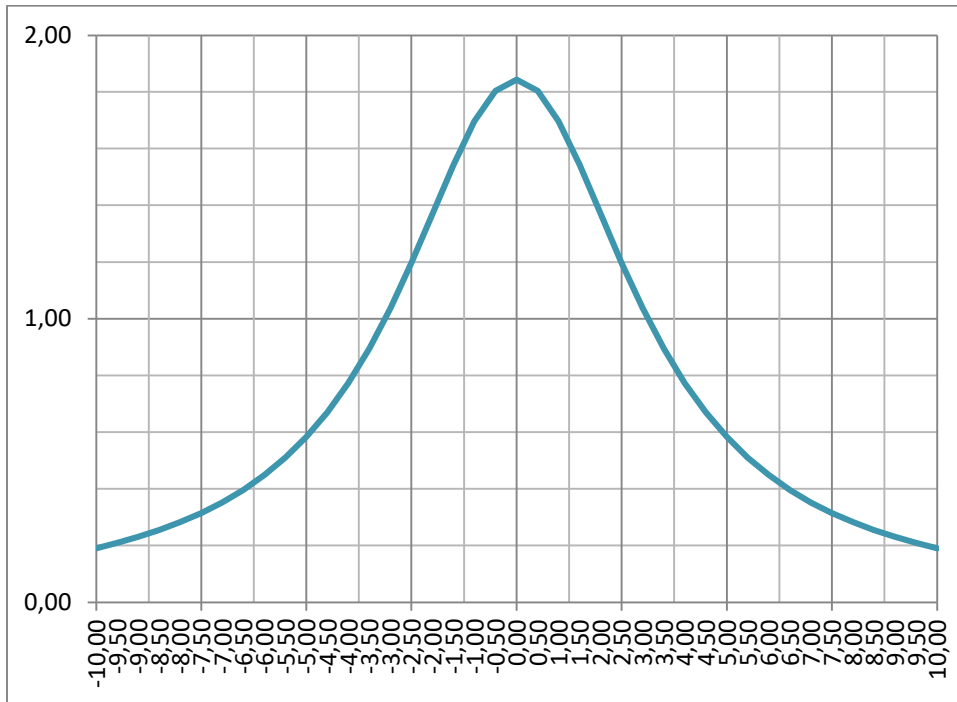
Valori dell'induzione elettromagnetica a 1 m dal suolo



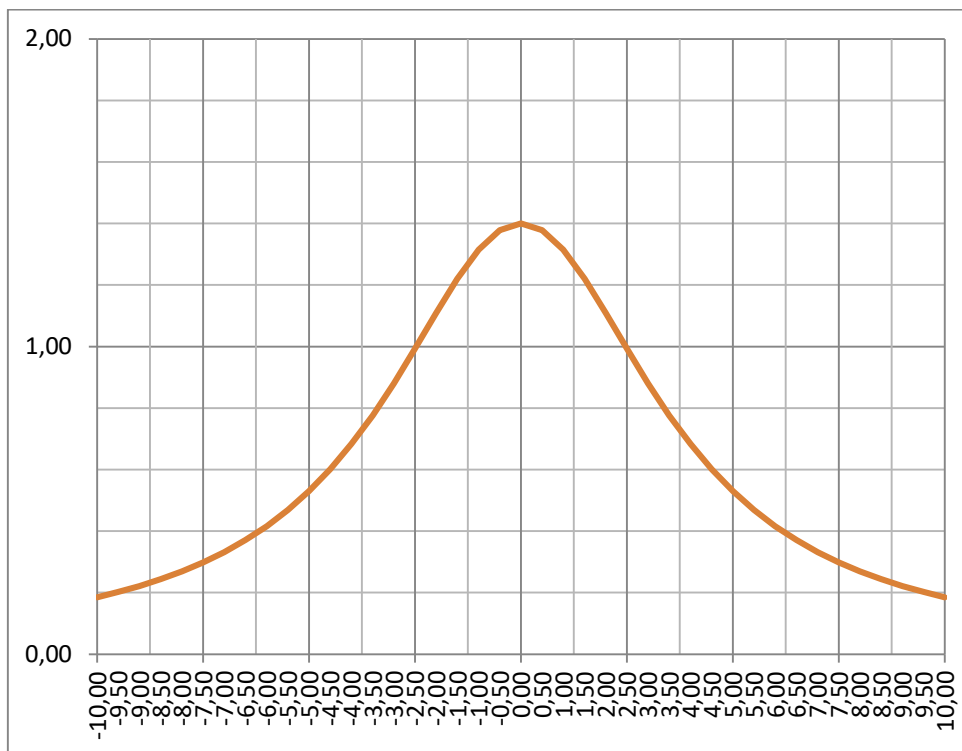
Valori dell'induzione elettromagnetica a 1,5 m dal suolo



Valori dell'induzione elettromagnetica a 2 m dal suolo



Valori dell'induzione elettromagnetica a 2,5 m dal suolo



Valori dell'induzione elettromagnetica a 3 m dal suolo

Dal grafico e dalla sua traduzione in numeri nella tabella 4, si evince che:

- il valore dell'induzione elettromagnetica generato dal cavidotto di collegamento alla SSE Utente, sull'asse del cavidotto e a livello campagna, è al di sopra dell'obiettivo di qualità, cioè $3 \mu T$, assumendo pari a **26,31 μT** ;
- alla distanza di 3,0 dall'asse del cavidotto e sempre a 0 m dal suolo, il valore dell'induzione elettromagnetica scende rapidamente a **2,17 μT** , valore inferiore all'obiettivo di qualità;
- ad 1 metro dal suolo il valore di B è pari **2,80 μT** alla distanza di 2 m dall'asse del cavidotto, valore inferiore all'obiettivo di qualità.

Si può affermare quindi che l'impatto elettromagnetico generato dai cavidotti MT può considerarsi di scarsa entità, e se consideriamo anche che le opere non saranno realizzate in aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici o in luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore (limite normativo per l'esposizione a valori di $B >$ di $3 \mu T$), l'impatto può considerarsi **TREASCURABILE**.

6.3 Campo elettromagnetico generato dalla Sottostazione Elettrica Utente

L'energia proveniente dall'Impianto Agrivoltaico, raggiungerà la Sottostazione di Trasformazione, da realizzarsi in posizione adiacente alla Cabina Primaria CP "Serramanna", nella quale è prevista la trasformazione da 30 kV a 150 kV.

La stazione di trasformazione AT/MT è 150/30 kV una potenziale sorgente di campi elettromagnetici. Con riferimento alla valutazione dei campi elettromagnetici generati dalla SSEU 30/150 kV, sono state individuate le seguenti possibili sorgenti in grado di generare un campo elettromagnetico significativo determinando dunque l'opportunità di osservare la relativa distanza di prima approssimazione (DPA):






- Sbarre A.T. a 150 kV in aria;
- Condutture in cavo interrato o in aria a tensione nominale 30 kV;

Le altre possibili sorgenti di onde elettromagnetiche di minore rilevanza (linee di B.T., trasformatori M.T./B.T., trasformatori A.T./M.T., apparecchiature in B.T., ecc.), sono state giudicate non significative ai fini della presente valutazione, come peraltro riscontrato anche nella letteratura di settore.

Per quanto concerne la determinazione della fascia di rispetto, la SSEU è del tutto assimilabile ad una **Cabina Primaria**, per la quale la fascia di rispetto rientra, nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto (area recintata). Ciò in conformità a quanto riportato al **paragrafo 5.2.2 dell'Allegato**

al Decreto 29 maggio 2008 che afferma che: per questa tipologia di impianti la DPA e, quindi, la fascia di rispetto, rientrano generalmente nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso. In particolare, nell'allegato A al sopracitato documento, vengono riportate le distanze minime da garantire dal centro sbarre AT e dal centro sbarre MT rispetto al perimetro dell'area della sottostazione. Tali distanze, per sistemi con caratteristiche analoghe a quelle della sottostazione in oggetto, risultano essere:

- circa 14 m dal centro sbarre AT
- circa 7 m dal centro sbarre MT.

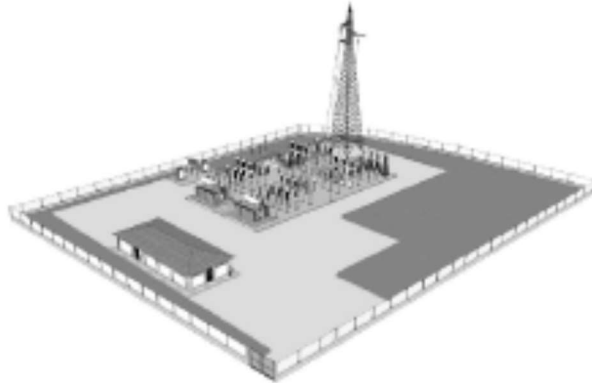
 L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA. DIVISIONE INFRASTRUTTURE E RETI QSA/TUN					
Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente	DPA (m)	Rif.
Tubolare Doppia Tema con mensole isolanti (serie 132/150 kV) Scheda A13	22.8 mm 307.75 mm ²		576	22	A13a
			444	19	A13b
	31.5 mm 585.35 mm ²		870	27	A13c
			675	23	A13d
CAVI INTERRATI Semplice Tema cavi disposti in piano (serie 132/150 kV) Scheda A14	108 mm 1600 mm ²		1110	5.10	A14
CAVI INTERRATI Semplice Tema cavi disposti a trifoglio (serie 132/150 kV) Scheda A15	108 mm 1600 mm ²		1110	3.10	A15
CABINA PRIMARIA ISOLATA IN ARIA (132/150kV - 15/20kV) Trasformatori 63MVA Scheda A16	Distanza tra le fasi AT = 2.20 m		870	14	A16
	Distanza tra le fasi MT = 0.37 m		2332	7	



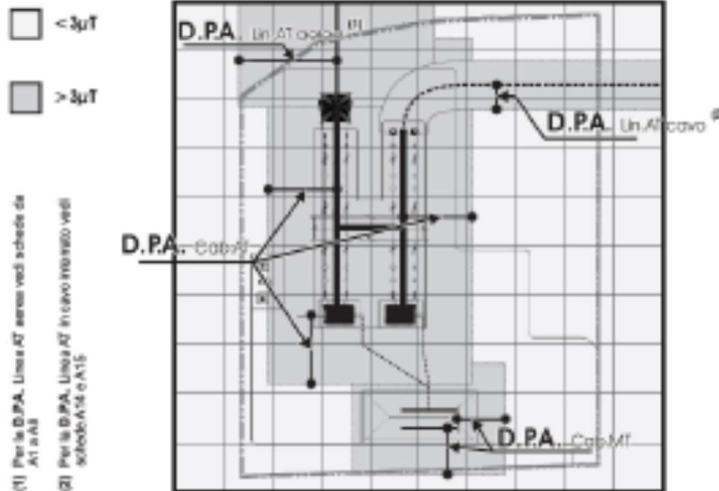
L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE INFRASTRUTTURE E RETI
QSA/TUN

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 sbarre AT	Distanza tra le fasi AT	Corrente	D.P.A. Cab. da centro sbarre MT	Distanza tra le fasi MT	Corrente	Attrezzatura
	m	m	A	m	m	A	
63	14	2,20	870	7	0,38	2332	A16

Inoltre:

- *in conformità a quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 la Distanza di Prima Approssimazione (DPA) e, quindi, la fascia di rispetto rientra nei confini dell'aerea di pertinenza della cabina di trasformazione in progetto;*
- *la sottostazione di trasformazione è comunque realizzata in un'area agricola, con totale assenza di edifici abitati per un raggio di almeno 400 m.*
- *all'interno dell'area della sottostazione non è prevista la permanenza di persone per periodi continuativi superiori a 4 ore con l'impianto in tensione.*

Pertanto si può quindi affermare che l'impatto elettromagnetico su persone, prodotto dalla realizzazione della SSE, sarà trascurabile.