

ISTANZA VIA
Presentata al
Ministero della Transizione Ecologica
e al Ministero della Cultura
(art. 23 del D. Lgs. 152/2006 e ss. mm. ii.)

PROGETTO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA
Località "Tenuta Boccea" - Comune di Roma

RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO E CONNESSIONE

21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03


PROPONENTE:

TEP RENEWABLES (BOCCEA PV) S.R.L.
Viale SHAKESPEARE, 71 – 00144 Roma
P. IVA e C.F. 16376271009 – REA RM - 1653227

PROGETTISTA:


ING. MATTEO BERTONERI
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Massa Carrara al n.669

Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
03/2022	Prima emissione	AB	MB	F. Battafarano

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località "Tenuta Boccea" - Comune di Roma (Rm)	Rev.	0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet	2 of 19

INDICE

1. PREMESSA	4
2. INQUADRAMENTO DELL'AREA E DEL TERRITORIO DI INTERVENTO.....	5
3. SINTESI METODOLOGICA.....	7
4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	8
5. CONFIGURAZIONE IMPIANTO.....	11
6. CALCOLO DELLE DPA	16
6.1 CALCOLO DELLE DPA DELLE POWER STATION	16
6.2 CALCOLO DELLE DPA PER GLI ELETTRODOTTI DI CONNESSIONE IN MEDIA TENSIONE	17
7. CONCLUSIONI	19


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località “Tenuta Boccea” - Comune di Roma (Rm)	Rev.	0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet	3 of 19

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2.1: Localizzazione dell’area di intervento, in giallo l’area contrattualizzata in rosso la recinzione dell’impianto.....	6
Figura 3-1: Sezione tipica di posa della linea in cavo su strade sterrate	7
Figura 3-2: Sezione tipica di posa della linea in cavo su sede stradale.....	7
<i>Figura 3.1: Stato di progetto dell’area di impianto</i>	14
<i>Figura 3.2: Distribuzione radiale delle linee MT</i>	14

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 4-1: Limiti di esposizione di cui all’art.3 del DPCM 8 luglio 2003	10
Tabella 4-2: Valori di attenzione di cui all’art.3 del DPCM 8 luglio 2003 in presenza di aree, all’interno di	10
Tabella 4-3: edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore	10
Tabella 4-4: Obiettivi di qualità di cui all’art.4 del DPCM 8 luglio2003 all’aperto in presenza di aree intensamente frequentate.....	10
Tabella 5-1: principali caratteristiche tecniche dell’impianto in progetto	11
<i>Tabella 3.1 – Riepilogo Power Station</i>	13
<i>Tabella 3.2 – Linee MT</i>	15

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località “Tenuta Boccea” - Comune di Roma (Rm)	Rev.	0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet	4 of 19


1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la valutazione dell’impatto elettromagnetico connesso alla realizzazione di un impianto fotovoltaico in **regime agrovoltaiico** nel territorio Comunale di Roma, precisamente l’area deputata all’installazione dell’impianto fotovoltaico si colloca in località Boccea, a ca.15,5 km ad est dalla costa tirrenica e a ca. 14 km a sud-est dal Lago di Bracciano.

L’area catastale di progetto, di potenza nominale di 25,3 MWp e potenza di immissione di 22,2 MVA, risulta essere pari a ca. 45 ha di cui oltre 35 ha, tutti recintati, verranno utilizzati per l’installazione dei moduli fotovoltaici, ove saranno installate altresì le Power Station (o cabine di campo) che avranno la funzione di elevare la tensione da bassa (BT) a media (MT).

Mediante la cabina di consegna MT, collocata anch’essa all’interno dell’area di impianto, uscirà un unico cavo MT a 30 kV che si estenderà prevalentemente lungo la viabilità pubblica fino a raggiungere la cabina di utenza, in località Casalotti, che eleverà la tensione da 30 kV a 150 kV per poi interconnettersi mediante cavo AT alla CP “Primavalle”. Tutti i cavi di connessione saranno interrati e l’insieme del cavo MT e AT avrà un’estensione totale di oltre 12 km.

Il progetto rientra nelle azioni relative alla produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili nell’ottica di una progressiva sostituzione dei combustibili fossili e della riduzione dei gas climalteranti, secondo quanto previsto dagli accordi internazionali in materia, le leggi italiane e i dispositivi di incentivazioni nazionali.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località “Tenuta Boccea” - Comune di Roma (Rm)	Rev.	0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet	5 of 19

2. INQUADRAMENTO DELL'AREA E DEL TERRITORIO DI INTERVENTO

L'area di intervento è localizzata nel territorio comunale di Roma, precisamente l'area deputata all'installazione dell'impianto fotovoltaico si colloca in località Boccea, a ca.15,5 km ad est dalla costa tirrenica e a ca. 14 km a sud-est dal Lago di Bracciano.

L'area di intervento si inserisce all'interno di una zona orografica caratterizzata da basse colline, incise da fossi profondi e stretti, con quote medie pari a 96 m s.l.m. L'area di interesse risulta a vocazione agricola e, dunque, antropizzata; in dettaglio, si presenta interamente occupata da seminativi, in particolare colture di cereali (grano duro, orzo) avvicendati a foraggere (erba medica e prati permanenti).

L'area catastale di progetto, di potenza nominale di 25,3 MWp e potenza di immissione di 22,2 MVA, risulta essere pari a ca. 45 ha di cui oltre 35 ha, tutti recintati, verranno utilizzati per l'installazione dei moduli fotovoltaici, ove saranno installate altresì le Power Station (o cabine di campo) che avranno la funzione di elevare la tensione da bassa (BT) a media (MT). Mediante la cabina di consegna MT, collocata anch'essa all'interno dell'area di impianto, uscirà un unico cavo MT a 30 kV che si estenderà prevalentemente lungo la viabilità pubblica fino a raggiungere la cabina di utenza, in località Casalotti, che eleverà la tensione da 30 kV a 150 kV per poi interconnettersi mediante cavo AT alla CP “Primavalle”. Tutti i cavi di connessione saranno interrati e l'insieme del cavo MT e AT avrà un'estensione totale di oltre 12 km.


L'area deputata all'installazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo presentando una buona esposizione ed una buona accessibilità, attraverso le vie di comunicazione esistenti.

Le coordinate del sito sono:

- 41°58'22.38"N
- 12°19'24.99"E

La rete stradale che interessa l'area di impianto è costituita da:

- A90 “Grande raccordo anulare” che perimetra il centro urbano della città di Roma, ad est dell'area di intervento, a meno di 300 m in linea d'aria dal cavo di connessione in prossimità del punto di allaccio alla stazione CP “Primavalle”;
- E80 “Autostrada Azzurra” che dista ca. 9 km in linea d'aria dall'area di intervento;
- SS1 “Via Aurelia” che dista quasi 4 km in linea d'aria dall'area di intervento;
- Via Boccioleto, Via Boccea, Via Forno Saraceno e Via Selva Candida sono le strade sotto la quali si estenderà il cavo di connessione;
- Via di Santa Maria di Galeria, Via dell'Arrone, Via di Tragliata, Via della Storta;
- Altre strade locali.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località "Tenuta Boccea" - Comune di Roma (Rm)	Rev.	0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet	6 of 19

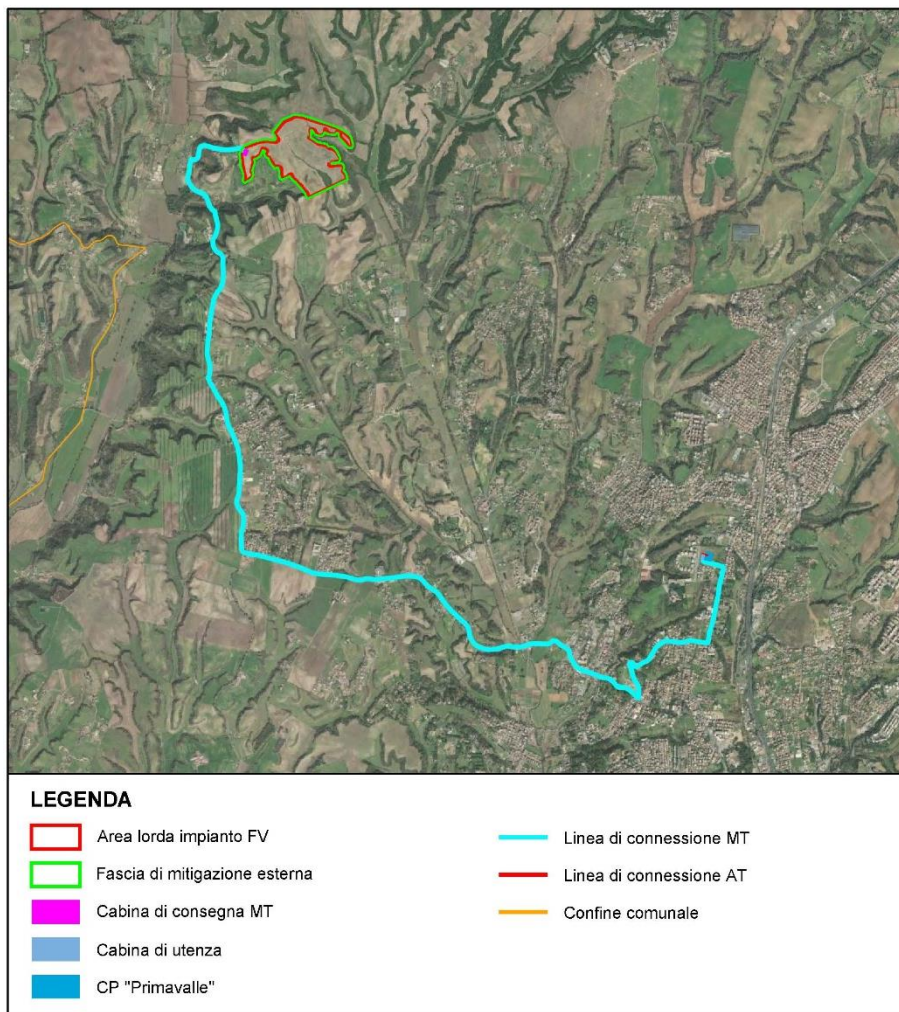



Figura 2.1: Localizzazione dell'area di intervento, in giallo l'area contrattualizzata in rosso la recinzione dell'impianto

La rete stradale che interessa l'area di impianto è costituita da:

- A90 "Grande raccordo anulare" che perimetra il centro urbano della città di Roma, ad est dell'area di intervento, a meno di 300 m in linea d'aria dal cavo di connessione in prossimità del punto di allaccio alla stazione CP "Primavalle";
- E80 "Autostrada Azzurra" che dista ca. 9 km in linea d'aria dall'area di intervento;
- SS1 "Via Aurelia" che dista quasi 4 km in linea d'aria dall'area di intervento;
- Via Boccioleto, Via Boccea, Via Forno Saraceno e Via Selva Candida sono le strade sotto la quali si estenderà il cavo di connessione;
- Via di Santa Maria di Galeria, Via dell'Arrone, Via di Tragliata, Via della Storta;
- Altre strade locali.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località "Tenuta Boccea" - Comune di Roma (Rm)	Rev. 0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet 7 of 19

3. SINTESI METODOLOGICA

Tale documento è stato redatto dall' Ing. Matteo Bertoneri, con il gruppo di lavoro per l'esecuzione del presente documento è stato inoltre composto dall'Ing. Claudio Fiaschi; Ing. Andrea Battistini; Arch. Fabrizio Brozzi; Geom. Nicola Ambrosini e dal Geom. Michele Squillaci.

Il campo magnetico è calcolato in funzione della corrente circolante nei cavidotti in esame e della disposizione geometrica dei conduttori. Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee interrate, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

All'interno della presente verranno pertanto esposti i risultati del solo calcolo del campo magnetico. Per il calcolo dei campi magnetici dei collegamenti MT con la stazione di trasformazione di utenza sono state esaminate le configurazioni più significative, rappresentate nella figura sottostante.

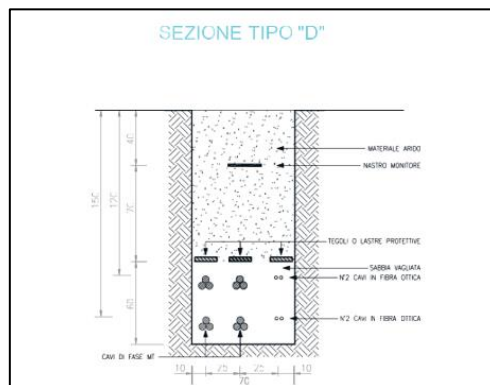



Figura 3-1: Sezione tipica di posa della linea in cavo su strade sterrate



Figura 3-2: Sezione tipica di posa della linea in cavo su sede stradale

Tutte le analisi sono state condotte nel rispetto delle principali norme in materia di campi elettromagnetici e riportate nel capitolo seguente.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località “Tenuta Boccea” - Comune di Roma (Rm)	Rev.	0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet	8 of 19

4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- a) 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”.
- b) DL 9 aprile 2008 n° 81 “Testo unico sulla sicurezza sul lavoro”
- c) Norma CEI 0-2 “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”
- d) Norma CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”
- e) 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 e in cavo.”
- f) DM del MATTM del 29.05.2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la
- g) determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”


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. 8.7.2003.

Nel 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”, vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all’esercizio degli elettrodotti. In particolare, negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l’induzione magnetica:

“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 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci” [art. 3, comma 1];

“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. 3, comma 2];

“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

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località "Tenuta Boccea" - Comune di Roma (Rm)	Rev.	0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet	9 of 19


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". [art. 4]

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 μ T come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

A tal proposito occorre precisare che nelle valutazioni che seguono è stata considerata normale condizione di esercizio quella in cui l'impianto FV trasferisce alla Rete di Trasmissione Nazionale la massima produzione. Come detto, il 22 Febbraio 2001 l'Italia ha promulgato la Legge Quadro n.36 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) a copertura dell'intero intervallo di frequenze da 0 a 300.000 MHz.

Tale legge delinea un quadro dettagliato di controlli amministrativi volti a limitare l'esposizione umana ai CEM e l'art. 4 di tale legge demanda allo Stato le funzioni di stabilire, tramite Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri: i livelli di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento.

Nella pagina successiva vengono riportati Limiti di esposizione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2000, edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore, Obiettivi di qualità di cui all'art.4 del DPCM 8 luglio 2003 all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località “Tenuta Boccea” - Comune di Roma (Rm)	Rev.	0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet	10 of 19

Il 28 Agosto 2003 G.U. n.199, è stato pubblicato il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 Luglio 2003: “Fissazione dei limiti di esposizione, di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalla esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”. L’art. 3 di tale Decreto riporta i limiti di esposizione e i valori di attenzione come riportato nelle Tabelle seguenti:

Tabella 4-1: Limiti di esposizione di cui all’art.3 del DPCM 8 luglio 2003

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 ²)
0.1-3	60	0.2	-
3 – 3000	20	0.05	1
3000 – 300000	40	0.01	4

Tabella 4-2: Valori di attenzione di cui all’art.3 del DPCM 8 luglio 2003 in presenza di aree, all’interno di

Tabella 4-3: edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro 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 ²)
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

L’art. 4, invece, riporta i valori di immissione che non devono essere superati in aree intensamente frequentate come riportato in Tabella:

Tabella 4-4: Obiettivi di qualità di cui all’art.4 del DPCM 8 luglio 2003 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 ²)
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

Per quanto riguarda la metodologia di rilievo il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 fa riferimento alla norma CEI 211-7 del Gennaio 2001

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località “Tenuta Boccea” - Comune di Roma (Rm)	Rev.	0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet	11 of 19

5. CONFIGURAZIONE IMPIANTO


L’area di intervento è localizzata nel territorio comunale di Roma, precisamente l’area deputata all’installazione dell’impianto fotovoltaico si colloca in località Boccea, a ca.15,5 km ad est dalla costa tirrenica e a ca. 14 km a sud-est dal Lago di Bracciano.

L’area catastale di progetto, di potenza nominale di 25,3 MWp e potenza di immissione di 22,2 MVA, risulta essere pari a ca. 45 ha di cui oltre 35 ha, tutti recintati, verranno utilizzati per l’installazione dei moduli fotovoltaici, ove saranno installate altresì le Power Station (o cabine di campo) che avranno la funzione di elevare la tensione da bassa (BT) a media (MT).

Mediante la cabina di consegna MT, collocata anch’essa all’interno dell’area di impianto, uscirà un unico cavo MT a 30 kV che si estenderà prevalentemente lungo la viabilità pubblica fino a raggiungere la cabina di utenza, in località Casalotti, che eleverà la tensione da 30 kV a 150 kV per poi interconnettersi mediante cavo AT alla CP “Primavalle”. Tutti i cavi di connessione saranno interrati e l’insieme del cavo MT e AT avrà un’estensione totale di oltre 12 km.

Tabella 5-1: principali caratteristiche tecniche dell’impianto in progetto

ITEM	DESCRIZIONE
Richiedente	TEP RENEWABLES (BOCCEA PV) S.R.L.
Luogo di installazione:	Comune di Roma (Rm) – Località “Tenute Boccea”
Denominazione impianto:	PS192 TENUTA BOCCEA
Dati catastali area impianto in progetto:	Foglio 172 Particella 10, 13, 14 e 242
Potenza di picco (MWp):	25,3 MWp
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell’impianto
Connessione:	Interfacciamento alla rete mediante soggetto privato nel rispetto delle norme CEI
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Trackers
Inclinazione piano dei	-55° +55°
Azimuth di installazione:	0°
Caratterizzazione urbanistico vincolistica:	Il PRG del Comune di Roma colloca l’area di intervento in Area agricola
Cabine PS:	n.12 distribuite nell’area del campo fotovoltaico
Posizione cabina elettrica di interfaccia:	n.1 in campo e n.1 in prossimità della Cabina Primaria Primavalle
Storage	N/A
Rete di collegamento:	Media Tensione – 30 kV sino a Cabina di Utenza in prossimità della Cabina Primaria Primavalle
Coordinate:	41° 58’ N 12° 19’ E Altitudine media 96 m s.l.m.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località “Tenuta Boccea” - Comune di Roma (Rm)	Rev.	0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet	12 of 19

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza in DC di 25.301.080 W (in condizioni standard 1000W/m²)

L'impianto è così costituito:

- **n.1 cabina di consegna MT 30 kV** posizionata nell'area a Nord del sito di installazione dell'impianto (vedi planimetria). Nella stessa area all'interno della cabina sarà presente il quadro QMT contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo, ed il Controllore Centrale dell'Impianto, così come previsto nella variante 2 della norma CEI 0-16 (V2 del 06/2021) allegato T. (cabina “0” nelle tavole grafiche).
- **n.1 punto di consegna** in prossimità della stazione di Primavalle contenente un trasformatore elevatore da 30kV a 150kV, apparecchiature dell'Ente Distributore e il punto di misura fiscale; questa parte progettuale sarà evidenziata in apposite tavole dettagliate.
- **n. 12 Power Station (PS)** o cabine di campo, collegate su due anelli, aventi la funzione principale di elevare la tensione da bassa (BT) 800 V a media tensione (MT) 30.000 V e convogliare l'energia raccolta dall'impianto fotovoltaico alla cabina di consegna;
- **n. 93 inverter di campo da 215kVA (200kW)** con 9 ingressi dotati di MPPT separati e due ingressi per ogni MPPT, in parallelo. La tensione di uscita a 800Vac ed un isolamento a 1.500Vdc consentono di far lavorare l'impianto con tensioni più alte e di conseguenza con correnti AC più basse (la metà degli impianti classici a 400V) e, quindi, ridurre le cadute di tensione ma, soprattutto, la dispersione di energia sui cavi dovuta all'effetto joule. Il numero degli apparecchi e la loro suddivisione in 18 ingressi consentono la gestione ed il monitoraggio delle 1.901 stringhe (ognuna con 28 moduli fotovoltaici) in modo assolutamente puntuale e dettagliato.
- **N 46.424 moduli fotovoltaici** installati su apposite strutture metalliche di sostegno fondate su pali infissi nel terreno;


L'impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di distribuzione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, monitoraggio, cancelli e recinzioni.

L'impianto sarà essere in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione, rete di trasmissione dati, ecc.).

Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi elettrici indispensabili e privilegiati verranno alimentati da un generatore temporaneo di emergenza, che si ipotizza possa essere rappresentato da un generatore diesel.

I manufatti destinati a contenere le power station, la cabina di consegna MT, gli uffici e il magazzino saranno del tipo container prefabbricati o strutture prefabbricate in cemento precompresso.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località "Tenuta Boccea" - Comune di Roma (Rm)	Rev.	0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet	13 of 19

Come riportato nello schema unifilare, la distribuzione elettrica prevede la realizzazione di un sistema radiale di connessione che collega tutte le 12 cabine di campo. In ciascun ramo le power station saranno alimentate in configurazione Entra-Esci. Di seguito di riporta una tabella riepilogativa delle power station e relativo ramo di connessione.

Tabella 5.2 – Riepilogo Power Station

	corrente in arrivo	MAX corrente in partenza	trasformatore kVA	inverter allacciati numero
cabina 0	453	453	25.000	88
PS2	117	156	2000	8
PS3	78	117	2000	8
PS4	39	78	2000	8
PS5		39	2000	8
PS1	117	156	3150	8
PS6	78	117	2000	8
PS7	39	78	2000	8
PS8		39	2000	8
PS9	102	141	2000	8
PS10	63	102	2000	8
PS11	24	63	2000	8
PS12		24	1250	5


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località "Tenuta Boccea" - Comune di Roma (Rm)	Rev.	0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet	14 of 19

Figura 5.1: Stato di progetto dell'area di impianto

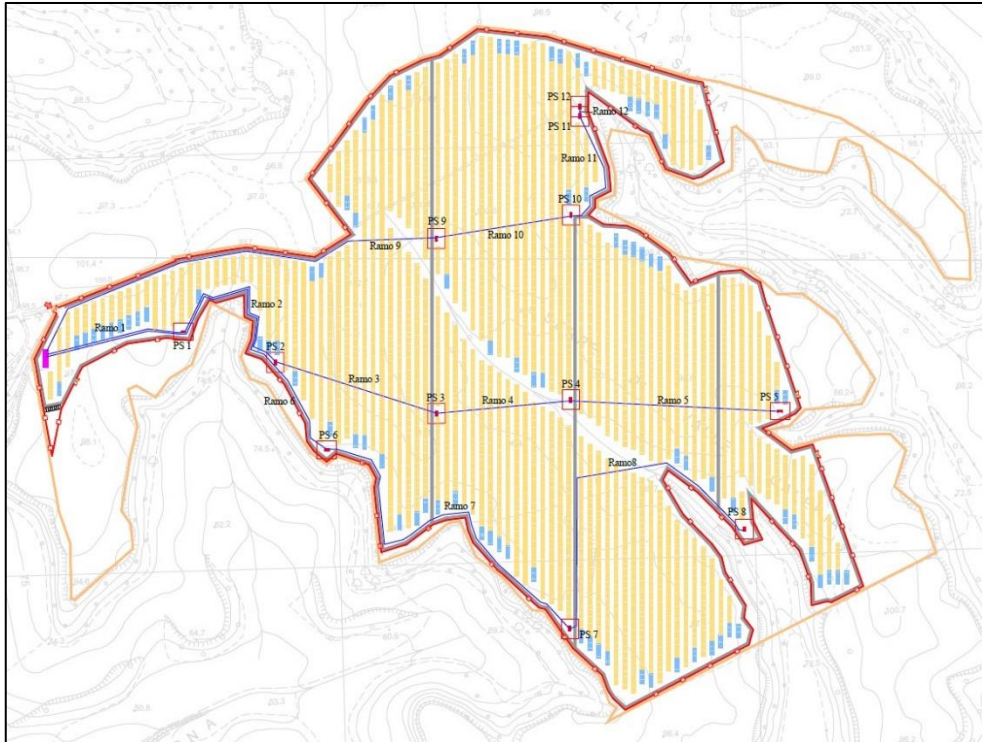
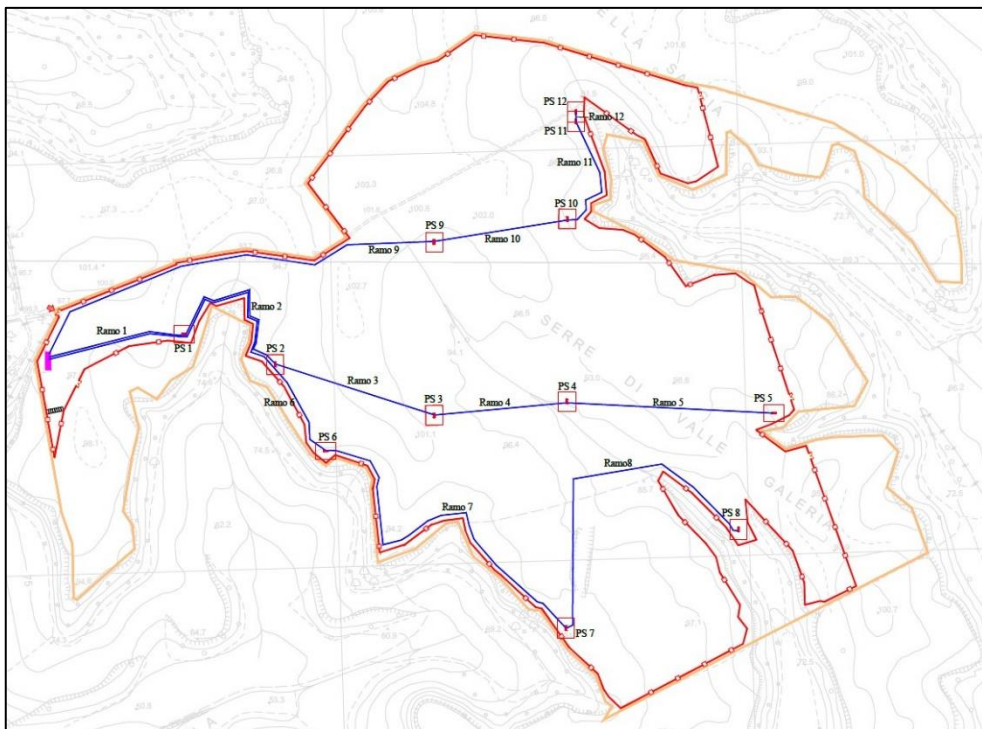



Figura 5.2: Distribuzione radiale delle linee MT



	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località "Tenuta Boccea" - Comune di Roma (Rm)	Rev.	0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet	15 of 19

Si rimanda alle tavole di dettaglio per un'ulteriore comprensione ed inquadramento planimetrico delle aree d'impianto. Dalla lettura dello schema unifilare del presente progetto, è possibile riscontrare le informazioni e le caratteristiche impiantistiche dell'impianto fotovoltaico nonché dei suoi elementi.


Tutti i sottocampi e relative cabine di media tensione saranno connessi alle cabine CABINA PRINCIPALE "0" MT (LATO FV) tramite linee interrato costituite da cavi in MT 30kV in alluminio tipo ARG7H1RNR 18/30 kV

In tali cabine avverrà il parallelo elettrico di queste singole produzioni ed il successivo convogliamento verso le linee di connessione utente a 150kV.

Di seguito si riporta l'elenco delle linee in MT presenti in impianto e i relativi dati di impiego, quali correnti di esercizio, tensione e formazione nelle massime condizioni di esercizio.

Tabella 5.3 – Linee MT

ramo	corrente in transito A	sezione cavo mmq	portata A	impedenza Ohm/Km	lunghezza m	caduta di tensione del ramo %	caduta di tensione della tratta	caduta di tensione percentuale della tratta
2	156	95	345	0,258	368	0,0741%	19985,19	0,07%
3	117	95	345	0,258	228	0,0344%	19978,31	0,11%
4	78	95	345	0,258	160	0,0161%	19975,10	0,12%
5	39	95	345	0,258	265	0,0133%	19972,43	0,14%
1	156	95	345	0,258	120	0,0241%	19995,17	0,02%
6	117	95	345	0,258	392	0,0592%	19988,17	0,06%
7	78	95	345	0,258	495	0,0498%	19978,21	0,11%
8	39	95	345	0,258	420	0,0211%	19973,99	0,13%
9	210	95	345	0,258	502	0,1360%	19972,80	0,14%
10	152	95	345	0,258	165	0,0324%	19966,34	0,17%
11	94	95	345	0,258	195	0,0236%	19961,62	0,19%
12	36	95	345	0,258	20	0,0009%	19961,43	0,19%

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località “Tenuta Boccea” - Comune di Roma (Rm)	Rev.	0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet	16 of 19

6. CALCOLO DELLE DPA

Si è proceduto al calcolo della Distanze di Prima Approssimazione (DPA) dalle linee elettriche di impianto e dai cabinati di trasformazione e connessione, quali la cabina MT principale, la cabina secondaria MT di smistamento e le cabine di campo “Power Station”. Gli elementi sopra descritti sono tutti caratterizzati da una tensione massima nominale di 30kV in AC e 1800 V in DC. Tale valutazione si riferisce esclusivamente alla fase di esercizio dell’impianto in quanto durante la realizzazione e dismissione i campi daranno nulli data l’assenza di tensione nei circuiti.

6.1 CALCOLO DELLE DPA DELLE POWER STATION

In merito alla valutazione delle distanze di prima approssimazione nei cabinati power station e nelle cabine MT si è considerata la distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina stessa in quanto le stesse al loro interno non sono considerate luogo di lavoro stabile ma occupato dal personale tecnico in modo saltuario durante la manutenzione che perlopiù avverranno in assenza di tensione.


Tali DPA sono state valutate impiegando la formula semplificata indicata nell’Allegato al Decreto 29 maggio 2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti”. La DPA va quindi calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale in bassa tensione in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) mediante la seguente formula di calcolo:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

Per le cabine secondarie di sola consegna in media tensione, come nel caso in esame della cabina di consegna di impianto (sezione Nord di impianto), e della cabina di smistamento (sezione Sud di impianto) la DPA da considerare è quella relativa alla linea MT entrante/uscente dalla stessa.

Nel caso in esame data la diversa tipologia di cabinati si è preso come riferimento il cabinato con la maggior corrente in MT e BT. In particolare, nel caso di Cabine MT/BT si è preso come riferimento il diametro equivalente reale del cavo in uscita dal trasformatore (x) pari a circa 95 mm e la corrente massima in BT, di circa 453 A.

Dalla applicazione della equazione sopra riportata si desume una DPA è di circa 2,53 m, all’esterno della quale il campo di induzione magnetica è inferiore all’obiettivo di qualità di 3 µT riferendoci alla corrente in bassa tensione del trasformatore della tipica Power Station prevista a progetto (25000 kVA).

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località "Tenuta Boccea" - Comune di Roma (Rm)	Rev.	0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet	17 of 19

6.2 CALCOLO DELLE DPA PER GLI ELETTRODOTTI DI CONNESSIONE IN MEDIA TENSIONE

In merito al calcolo delle DPA delle linee in media tensione è stato preso come riferimento il tratto di linea interno all'impianto dalla maggior intensità di corrente; nel caso di specie si tratta della linea interna al campo che collega la cabina generale MT alla cabina secondaria di smistamento, caratterizzato da una corrente di circa 345 A.

La stima delle DPA per le linee in MT è stata valutata secondo il DM 29 maggio 2008 preliminarmente attraverso l'utilizzo del metodo semplificato della norma CEI 106-11 e successivamente attraverso l'utilizzo del metodo bidimensionale (che applica la legge di Biot e Savart). Quest'ultimo tiene conto in modo cautelativo anche della sovrapposizione dei campi in caso di parallelismi.

La premessa al calcolo è:

- Ramo 12 tra Cabina 1 e 0;
- Tensione nominale di 30 KV;
- distanza tra le fasi di 95 mm;
- Profondità del cavo di 0,80 cm;
- Intensità di corrente di 345 A.

Il metodo semplificato per il calcolo dell'induzione magnetica per linee in cavo interrato a semplice terna prevede l'utilizzo della seguente relazione (specifica per cavi interrati a trifoglio):

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \quad [\mu T]$$


Da tale formula si ricava il valore della distanza per la quale è garantita un'induzione magnetica inferiore ai 3 μT che coincide con l'obiettivo di qualità imposto dalla norma per gli effetti a lungo termine:

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

Per cavi interrati il valore del raggio a induzione magnetica costante pari a 3 μT calcolato al livello del suolo è pari a:

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

Nel caso in esame, per quanto riguarda il tratto di linea che collega la cabina generale MT alla cabina secondaria di smistamento il raggio R_0 è pari a 2.7 m. Arrotondando tale valore per

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località "Tenuta Boccea" - Comune di Roma (Rm)	Rev.	0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet	18 of 19

eccesso la distanza dall'asse verticale dell'elettrodotto per il quale è garantito l'obiettivo di qualità di 3 μT è pari a 3 m.

Il tracciato di posa dei cavi è tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) per distanze molto più elevate di quelle calcolate.

Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

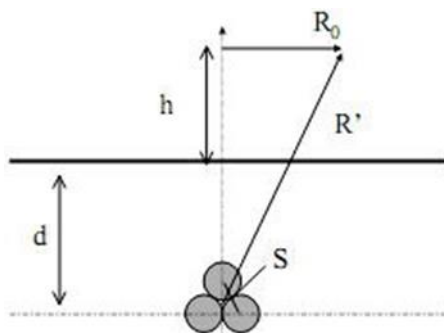
Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a 3 microT.

La formula da applicare è la seguente, in quanto si considera la posa dei conduttori a trifoglio:

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

Con il significato dei simboli di figura seguente:



Pertanto, ponendo:


$$S = 0.095 \text{ m}$$

$$I = 345 \text{ A}$$

Si ottiene:

$$R' = 1.63 \text{ m}$$

Che arrotondato al metro, fornisce un valore della fascia di rispetto pari a 2 m per parte, rispetto all'asse del cavidotto. Come anticipato non si ravvisano ricettori all'interno della suddetta fascia.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 25,3 MWp – 22,2 MVA Località "Tenuta Boccea" - Comune di Roma (Rm)	Rev.	0
	21-00016-IT-BOCCEA_PI-R03 Relazione campi elettromagnetici impianto e connessione	Sheet	19 of 19

7. CONCLUSIONI

Il calcolo nelle varie porzioni di impianto ha dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana a causa delle azioni di progetto, poiché è esclusa la presenza di recettori sensibili entro le fasce per le quali i valori di induzione magnetica attesa non sono inferiori agli obiettivi di qualità fissati per legge; mentre il campo elettrico generato è trascurabile nei casi per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione.

Infatti, per quanto riguarda il campo magnetico, relativamente ai cavidotti MT esterni, si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto sia pari a 3m, rispetto dell'asse del cavidotto.

Per ciò che riguarda la stazione di trasformazione i valori di campo magnetico al di fuori della recinzione sono sicuramente inferiori ai valori limite di legge. Comunque, considerando che nella cabina di trasformazione non è prevista la presenza di persone per più di quattro ore al giorno e che l'intera area sarà racchiusa all'interno di una recinzione non metallica che impedisce l'ingresso di personale non autorizzato, si può escludere pericolo per la salute umana.

L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.