

N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
21_14_PV_ALF_AU_RE_23_00	LUGLIO 2022	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Ing. Massimiliano Pacifico	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico

**OGGETTO:**

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n. 881 nel Comune di Roma.

**COMMITTENTE:**

**CAVA ALFA S.r.l.**  
Via della Stazione di S. Pietro, 65  
00165 Roma (RM)

**TITOLO:**

**A. ELABORATI TECNICI**  
**Relazione campi elettromagnetici**

**PROJETTO engineering s.r.l.**

società d'ingegneria

direttore tecnico

**Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO**



Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria  
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)  
tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914  
studio@projetto.eu  
web site: www.projetto.eu

P.IVA: 02658050733



NOME FILE  
21\_14\_PV\_ALF\_AU\_RE\_23\_00

SOSTITUISCE:

SOSTITUITO DA:

**CARTA:**  
**A4**

**SCALA:**  
/

**ELAB.**  
**RE.23**

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO NORMATIVO.....</b>	<b>3</b>
2.1	LEGISLAZIONE.....	3
2.2	NORMATIVA TECNICA.....	5
<b>3</b>	<b>LIMITI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>ANALISI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI .....</b>	<b>8</b>
4.1	LINEE DI ENERGIA.....	10
4.2	CABINE DI TRASFORMAZIONE E DI RACCOLTA .....	10
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>12</b>



Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

---

## 1 PREMESSA

La presente relazione ha come oggetto la valutazione dei campi elettromagnetici relativi all'impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare da realizzarsi su cava nelle aree di pertinenza del Comune di Roma (RM).

Saranno descritte le caratteristiche principali dei componenti dell'impianto in grado di produrre campi elettromagnetici significativi e sarà applicato quanto disposto dal vigente Decreto Ministeriale 29/05/2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".



SR EN ISO 9001:2015  
Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015  
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018  
Certificate No. O1097

## 2 QUADRO NORMATIVO

Le leggi italiane, nazionali e regionali, prevedono che, in sede di progettazione degli impianti per la produzione di energia elettrica, si debbano applicare criteri specifici per tutelare la popolazione e i lavoratori dai possibili effetti dei campi elettrici e di induzione magnetica dispersi, individuando i livelli di riferimento per il conseguimento di questo obiettivo. La legislazione e le norme tecniche forniscono gli strumenti per l'analisi e la determinazione dei livelli attesi. Di seguito si elencano, suddivise per tipologia, le principali fonti normative e tecniche di riferimento.

### 2.1 LEGISLAZIONE

- Legge 22.02.2001, n.36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", GU SG n.55, 07.03.2001.
- Rappresenta la legge di riferimento in materia di esposizione della popolazione e dei lavoratori ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. Stabilisce i compiti e gli ambiti di competenza dei diversi organismi dello Stato. Definisce i concetti e i criteri di riferimento quali la fascia di rispetto, intesa come la zona in cui "non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore", e l'obiettivo di qualità per i campi, inteso come il limite fissato "ai fini della progressiva miticizzazione dell'esposizione".
- DPCM 08.07.2003 "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 (50Hz) generati dagli elettrodotti", GU SG n.200, 29.08.2003. Costituisce il decreto attuativo della L. 36/2001. Individua i limiti di esposizione in 5kV/m per il campo elettrico e 100  $\mu$ T per il campo di induzione magnetica, in termini di valori efficaci. Precisa il concetto di obiettivo di qualità fissandone il valore per il campo di induzione magnetica in 3  $\mu$ T, in termini di valore efficace. Non si applica ai lavoratori esposti per ragioni professionali.
- Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 29.05.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti", SO GU n.156, 05.07.2008. Costituisce il decreto attuativo della L. 36/2001 ai fini della determinazione delle metodologie di calcolo dei campi di induzione magnetica. Introduce il concetto di Distanza di prima Approssimazione (DpA) che, rappresentando una approssimazione della "fascia di rispetto", individua, sul terreno, una fascia all'esterno della quale è sicuramente garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità.
- D.Lgs. 19.11.2007 n.257 "Attuazione della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)", GU SG n.9, 11.01.2008. Costituisce la normativa di riferimento in materia per la

valutazione dell'esposizione dei lavoratori esposti per ragioni professionali ai rischi derivanti dai campi elettromagnetici. La direttiva 2004/40/CE mira ad introdurre misure di protezione dei lavoratori contro i rischi associati ai campi elettromagnetici, creando per tutti i lavoratori una piattaforma minima di protezione che eviti possibili distorsioni di concorrenza. La direttiva non riguarda, tuttavia, gli effetti a lungo termine, inclusi eventuali effetti cancerogeni dell'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo, per cui mancano dati scientifici conclusivi che comprovino un nesso di causalità. Nella direttiva si precisa anche che la riduzione dell'esposizione ai campi elettromagnetici può essere realizzata in maniera più efficace attraverso l'applicazione di misure preventive fin dalla progettazione dei posti di lavoro, nonché attraverso la scelta delle attrezzature, dei procedimenti e metodi di lavoro.

- La direttiva precisa, inoltre, che l'aderenza ai valori limite introdotti dovrebbe fornire un elevato livello di protezione rispetto agli effetti accertati sulla salute, ma non evita necessariamente i problemi di interferenza o effetti sul funzionamento di dispositivi medici quali protesi metalliche, stimolatori cardiaci e defibrillatori, impianti cocleari e di altro tipo; problemi di interferenza specialmente con gli stimolatori cardiaci possono verificarsi anche per valori inferiori ai valori limite ed esigono, quindi, appropriate precauzioni e misure protettive.

In sintesi, la direttiva 2004/40/CE:

- Stabilisce prescrizioni minime di protezione dei lavoratori dall'esposizione ai campi elettromagnetici (da 0 a 300 GHz) durante il lavoro (art. 1);
  - Riguarda gli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento di energia, nonché da correnti di contatto (art. 2);
  - Non riguarda effetti ipotizzati a lungo termine (art. 3);
  - Non riguarda i rischi risultanti da contatto con i conduttori in tensione. La direttiva introduce due tipologie di valori limite (art. 2);
  - I valori limite di esposizione, basati direttamente sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche. Il rispetto di questi limiti garantisce che i lavoratori esposti ai campi elettromagnetici sono protetti contro tutti gli effetti nocivi per la salute conosciuti;
  - I valori di azione, ossia l'entità dei parametri direttamente misurabili, espressi in termini di intensità di campo elettrico (E), intensità di campo magnetico (H), induzione magnetica (B) e densità di potenza (S), che determina l'obbligo di adottare una o più delle misure specificate nella presente direttiva. Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti valori limite di esposizione.
- D.Lgs. 09.04.2008 n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro", GU SG n.101, 30.04.2008. È il Testo Unico per la sicurezza. Al capo IV "Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a campi

elettromagnetici" viene trattata la tematica dell'esposizione dei lavoratori. Agli allegati XXXVI, lettera A, tabella 1 e XXXVI, lettera B, tabella 2. Sono rispettivamente riportati i limiti di esposizione e i valori di azione, in perfetta analogia con la Direttiva 2004/40/CE.

- Decreto interministeriale 21 marzo 1988, n. 449 "Approvazione nelle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne", GU SG n.79, 05.04.1988.
- Costituisce la norma tecnica attuativa del Decreto Ministeriale 21 marzo 1988 n. 339. Riporta la classificazione delle linee elettriche aeree esterne e le indicazioni tecniche per la loro costruzione e il loro esercizio.

## 2.2 NORMATIVA TECNICA

- CEI 106-11 Fasc.8149 2006-02 "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".
- La metodologia di calcolo illustrata nella guida è basata sull'algoritmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4, considerato idoneo per la maggior parte delle situazioni pratiche riscontrabili per le linee elettriche aeree o in cavo interrato. Nella Guida vengono presentate anche alcune formule analitiche semplificate che, per le distanze di interesse, forniscono risultati in buon accordo con quelli ottenibili con l'algoritmo normalizzato. La metodologia può essere applicata per qualsiasi livello di riferimento dell'induzione magnetica, ma, in considerazione dell'applicazione del DPCM 8 luglio 2003, le esemplificazioni riportate sono soprattutto sviluppate con riferimento ad un valore di induzione magnetica pari all'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T di cui all'art. 4 del DPCM stesso, considerando la portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto dichiarata dal gestore (Articolo 6 del DPCM) in forma parametrica come "corrente di riferimento". Con l'ausilio della metodologia di calcolo illustrata nella guida, la fascia di rispetto viene determinata come "lo spazio circostante i conduttori di una linea elettrica aerea, o in cavo interrato, 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 ad un valore prefissato, in particolare all'obiettivo di qualità" inteso come 3 $\mu$ T per il valore efficace di induzione magnetica.
- CEI 211-4 Fasc.9482 2008-09 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e stazioni elettriche". La Guida ha lo scopo di fornire gli elementi fondamentali per il calcolo dei campi elettrici e magnetici a 50 Hz generati da linee, aeree e in cavo, e da cabine e stazioni elettriche. Essa è una revisione della Guida CEI 211-4:1996, per integrarla con metodi di calcolo del campo magnetico applicabili a molte situazioni di interesse pratico non coperte dalla precedente edizione; fornisce inoltre indicazioni generali sulle metodologie disponibili per il calcolo del campo elettrico. La Guida CEI 211-4:1996 era stata infatti redatta per formulare un metodo di calcolo del



campo elettrico e del campo magnetico generati dalle linee elettriche aeree, che coprisse i casi di maggiore interesse riscontrabili in pratica per tali linee. Non era però applicabile a tutte le geometrie di linee aeree e in cavo e alle stazioni elettriche perché i metodi esposti nella suddetta precedente edizione, sviluppati limitatamente a geometrie bidimensionali, restavano applicabili soltanto alle linee, aeree e in cavo, nell'intorno delle quali i conduttori potevano essere considerati paralleli tra di loro e rispetto alla superficie del terreno (perlomeno per un tratto sufficientemente lungo rispetto alle distanze tra i conduttori stessi). Definisce i simboli e le formule e le procedure da utilizzare negli schemi di calcolo.

- CEI 11-17 Fasc.8402 2006-07 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo".
- La norma si applica alle linee in cavo per la produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica a bassa, media ed alta tensione; si applica altresì alle linee in cavo per impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua, quando non esistano Norme in merito. La Norma ha lo scopo di fornire prescrizioni necessarie alla progettazione, all'esecuzione, alle verifiche e all'esercizio delle linee di energia in cavo a corrente sia alternata sia continua, nuove ed alle loro trasformazioni radicali. La presente Norma non si applica alle linee aeree in cavo per esterno, che sono oggetto della Norma CEI 11-4. Detta gli elementi per il calcolo della "portata in regime permanente" da utilizzare nei calcoli delle fasce di rispetto.
- CEI 11-4 Fasc.4644 C 1998-09 "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne". La Norma tratta le linee elettriche aeree esterne. Essa si applica altresì alle linee situate in zone sismiche e tiene luogo integralmente delle disposizioni tecniche ed amministrative di cui alle leggi n. 1684 del 25.11.1962 e n. 64 del 2.2.1974. La Norma è stata pubblicata come regolamento di esecuzione della legge 28 giugno 1986, n. 339, con Decreto Ministeriale 21 marzo 1988, sul supplemento della Gazzetta Ufficiale n. 79 del 5 aprile 1988.



Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

### 3 LIMITI DI RIFERIMENTO

Di seguito si riporta una tabella indicante i valori di azione per diverse grandezze che dovranno essere verificate:

Tabella 1 | Valori di azione

INTERVALLO DI FREQUENZA	INTENSITÀ DEL CAMPO ELETTRICO (V/m)	INTENSITÀ DEL CAMPO MAGNETICO (A/m)	INDUZIONE MAGNETICA (μT)	DENSITÀ DI POTENZA DELL'ONDA PIANA EQUIVALENTE $S_{eq}$ (W/m <sup>2</sup> )	CORRENTE DI CONTATTO $I_c$ (mA)	CORRENTE INDOTTA ATTRAVERSO GLI ARTI $I_L$ (mA)
0 - 1 Hz	-	$1,63 \times 10^5$	$2 \times 10^5$	-	1,0	-
1 - 8 Hz	20.000	$1,63 \times 10^5/f^2$	$2 \times 10^5/f^2$	-	1,0	-
8 - 25 Hz	20.000	$2 \times 10^4/f$	$2,5 \times 10^4/f$	-	1,0	-
0,025 - 0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	-	1,0	-
0,82 - 2,5 kHz	610	24,4	30,7	-	1,0	-

Considerando l'impianto a corrente alternata con valore di frequenza  $f=0,050$  kHz, risultano i seguenti valori di riferimento per l'esposizione dei lavoratori:

- intensità del campo elettrico: 10 kV/m;
- intensità del campo di induzione magnetica: 500 μT.

Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti limiti di esposizione (art. 207 DLgs 81/2008). A seguito della valutazione dei livelli dei campi elettromagnetici, qualora risulti che siano superati i valori di azione, il datore di lavoro valuta e, quando necessario, calcola se i valori limite di esposizione sono stati superati. Il valore massimo della tensione di esercizio presente nell'impianto, pari a 20 kV è tale che i corrispondenti limiti di esposizione al campo elettrico (10 kV/m) sono raggiunti a distanze dai conduttori già reclusi all'accesso.

Si dovrà pertanto garantire il rispetto del limite di azione di 500 μT per il campo di induzione magnetica, relativamente alle aree il cui accesso è limitato al personale esposto per ragioni professionali.

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

## 4 ANALISI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Ogni sottocampo è costituito da più pannelli fotovoltaici fra loro interconnessi che producono energia elettrica da fonte solare in corrente continua e a bassa tensione. Come tali, non sono in grado di produrre un campo elettrico e magnetico significativo per generare disturbi alla salute umana in quanto ampiamente al di sotto del valore di qualità. Infatti, secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 (paragrafo 3.2), la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate in progetto ad esclusione di:

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

Pur avendo appurato che le linee in cavo interrato elicordato producono effetti elettromagnetici trascurabili, verrà ugualmente verificata l'ampiezza del campo di induzione al fine di escludere eventuali situazioni di pericolo elettromagnetico. Come illustrato nella norma CEI 106-11 la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T, anche nelle condizioni limite di coesistenza di più linee, venga raggiunto già a breve distanza dall'asse del cavo stesso.

Le cabine di trasformazione e raccolta sono collocate all'interno del parco fotovoltaico e quindi accessibili solo al personale tecnico autorizzato. Pur tuttavia volendo condurre la valutazione delle fasce di rispetto ai fini dell'esposizione della popolazione, risulta applicabile la metodologia del DM 29.05.2008 da cui si ricavano i valori delle Distanze di Prima Approssimazione (Dpa).

Il campo elettrico subisce una attenuazione per effetto della presenza di elementi posti fra la sorgente e il punto irradiato, pertanto le situazioni più critiche sono rappresentate dagli impianti in aereo esterni, tuttavia le schermature dei cavi e la blindatura degli scomparti rappresentano validi elementi di schermatura.

La connessione alla rete di distribuzione avverrà collegando le cabine di campo agli scomparti dedicati e posti all'interno delle cabine di raccolta per il trasferimento dell'energia prodotta alla cabina di consegna/utente e da quest'ultima alla cabina primaria AT/MT "Vignaccia" sita nel comune di Roma (RM).

Le opere di connessione prevedono la realizzazione di un elettrodotto in cavo interrato RG7H1M1X Cu 3x1x150 mm<sup>2</sup> dalla cabina di consegna alla cabina primaria, allestimento cabina di consegna/utente e installazione quadri elettrici MT in cabina primaria.

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

---

Il fenomeno dei campi elettromagnetici è sostanzialmente associato alle linee di distribuzione di energia e al funzionamento dei trasformatori MT/BT posti nelle cabine elettriche a servizio dell'impianto.

Trattandosi di impianti che operano a bassa frequenza (50 Hz) rientrano nel campo di applicazione del D.P.C.M. 08.07.2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti. Tale Decreto, ha fissato i limiti di esposizione a campi elettrici (5 kV/m) e magnetici (3  $\mu$ T obiettivo di qualità) generati dalle linee elettriche a frequenza di rete. I limiti devono essere applicati a quelle situazioni in cui si prevede la presenza di persone in prossimità della sorgente, per un periodo superiore alle quattro ore giornaliere; il limite inoltre non si applica a quelle figure professionali che devono operare in prossimità della sorgente. Per tali figure professionali, si applicano le norme ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) e dalla direttiva 2004/40/CE, i cui limiti sono fissati in 500  $\mu$ T. Inoltre si evidenzia che applicando le medesime restrizioni previste dalla normativa a vantaggio della sicurezza, i limiti devono comunque essere applicati nei confronti della popolazione e per periodi di permanenza superiori alle 4 ore.

Nel caso in esame, tutti i locali tecnici sono realizzati a diversi metri di distanza dalle aree pubbliche (la fascia di rispetto è sempre riconducibile a pochi metri). Pertanto si ritiene logico ipotizzare che la permanenza di persone in prossimità dell'area di intervento, per un periodo di esposizione prossimo alle quattro ore, sia una condizione difficilmente riscontrabile nella realtà.

Si riporta di seguito il calcolo dell'intensità del campo elettromagnetico sulla verticale del cavidotto delle linee di energia e nelle sue immediate vicinanze. Le simulazioni relative al calcolo dell'intensità del campo magnetico sono state elaborate con il software "MoE" (Monitoraggio Elettrodotti) v.1.0 sviluppato dal CESI – Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano - utilizzando modelli di calcolo basati sul metodo standardizzato dal Comitato Elettrotecnico Italiano Norma CEI 211-4/1996.

Il programma applicativo "MoE", svolge tutte le funzioni che, partendo dai dati di input, consentono di ottenere i valori dell'induzione magnetica in corrispondenza dei siti monitorati; ovvero: la definizione dei parametri geometrici del sito e dell'elettrodotto, il suo stato di funzionamento e il calcolo dell'induzione magnetica.

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee interrate, esso è da ritenersi trascurabile grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno. Nel seguito saranno pertanto esposti i risultati del calcolo del campo magnetico.



Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

## 4.1 LINEE DI ENERGIA

L'impianto sarà suddiviso in sottocampi, ogni sito è caratterizzato da un diverso valore di potenza nominale. Il calcolo del campo elettromagnetico generato dai cavidotti a 20 kV sarà svolto considerando la posa a trifoglio dei conduttori.

Nella seguente tabella si riportano i risultati del calcolo dell'intensità del campo magnetico generato dalle linee di energia in esame, si fa presente che tali valori sono calcolati puntualmente nella condizione di massimo carico e in corrispondenza dell'asse del cavidotto:

Tabella 2 | Valori del campo elettromagnetico delle linee MT impianto cava  $\alpha$

LINEE 20 kV		FORMAZIONE	TIPO	I [A]	B [ $\mu$ T]
da	a				
TRC_A.1	MVC_A.1	3x1x50	Al	72	0,429
TRC_A.2	MVC_A.1	3x1x50	Al	72	0,429
TRC_A.3	MVC_A.1	3x1x50	Al	72	0,429
TRC_A.4	MVC_A.1	3x1x50	Al	72	0,429
MVC_A.1	cabina di consegna/utente	3x1x150	Cu	287	1,683
cabina di consegna/utente	cabina primaria	3x1x150	Cu	287	1,683

Tabella 3 | Valori del campo elettromagnetico delle linee MT impianto cava  $\beta$

LINEE 20 kV		FORMAZIONE	TIPO	I [A]	B [ $\mu$ T]
da	a				
TRC_B.1	MVC_B.1	3x1x50	Al	85	0,506
TRC_B.2	MVC_B.1	3x1x50	Al	69	0,411
TRC_B.3	MVC_B.1	3x1x50	Al	69	0,411
TRC_B.4	MVC_B.1	3x1x50	Al	69	0,411
TRC_B.5	TRC_B.1	3x1x50	Al	13	0,077
MVC_B.1	cabina di consegna/utente	3x1x150	Cu	293	1,718
cabina di consegna/utente	cabina primaria	3x1x150	Cu	293	1,718

Dai risultati ottenuti si evince che per tutte le linee a 20 kV risulta rispettato l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T.

## 4.2 CABINE DI TRASFORMAZIONE E DI RACCOLTA

Le cabine di trasformazione di tipo prefabbricato presenti nell'impianto ospitano n.1 trasformatore MT/BT avente la funzione di elevare la tensione di uscita dall'inverter (0,4 kV) al valore della rete a cui sarà connesso l'impianto (20 kV), invece le cabine di raccolta presentano n.1 trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari.

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

Per la corrente di calcolo si fa riferimento (par. 5.2.1 "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" di cui al DM 29/05/2008) alla "corrente nominale di bassa tensione in uscita dal trasformatore", corrispondente, in questo caso, alla corrente nominale in ingresso al trasformatore di ciascuna cabina e alla corrente nominale in uscita dal trasformatore dei servizi ausiliari.

In linea generale, la forma e le dimensioni della fascia di rispetto dipendono da numerosi fattori; tuttavia, in questo caso, è possibile adottare un approccio approssimato basato sulla Dpa come descritto al par. 5.2.1 della "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" di cui al DM 29/05/2008. Si precisa che la formula presentata di seguito fa riferimento a cabine elettriche e stazioni primarie (secondo gli attuali standard di riferimento nazionali), equipaggiate con trasformatori di taglia standardizzata (250-400-630 kVA) e relative ad infrastrutture di rete; per il calcolo della DPA delle cabine di trasformazione si farà riferimento al valore massimo di corrente sull'avvolgimento secondario dei trasformatori di potenza (massima potenza erogabile dal trasformatore 500 kVA e 2500 kVA), invece per le cabine di raccolta, cabine utente e di consegna, sarà presa in considerazione il valore di corrente sull'avvolgimento primario del trasformatore dei servizi ausiliari (50 kVA - 100 kVA - 350 kVA); in prima approssimazione, si ritiene lecito estendere al caso in esame la validità di tale formula:

$$Dpa = 0,40942 * x^{0,5241} * I^{0,5}$$

dove:

- x = distanza tra le fasi pari al diametro complessivo dei cavi unipolari (conduttore + isolante);
- I = corrente nominale di bassa tensione (corrente nominale lato BT di ciascuno dei trasformatori di potenza e del trasformatore dei servizi ausiliari).

Tabella 4 | Distanza di prima approssimazione per i locali tecnici con trasformatori MT/BT

Potenza TR	Cabina	FORMAZIONE	I [A]	x [m]	DPA [m]
500 kVA	TRC	2(3x1x185)	642	0,024	1,48
2500 kVA	TRC	9(3x1x240)	3597	0,028	3,73
50 kVA	Servizi AUX (MVC)	3x1x25	72	0,011	0,33
100 kVA	Servizi AUX (cabina utente)	3x1x70	144	0,015	0,55
350 kVA	Servizi AUX (cabina di consegna)	3x1x120	505	0,019	1,15

## 5 CONCLUSIONI

I risultati di tale analisi hanno permesso di effettuare una valutazione sull'elettrodotto in relazione ai limiti di qualità fissati in sede normativa per l'emissione elettromagnetica, inoltre è stato possibile determinare i valori delle distanze di prima approssimazione per le cabine e linee elettriche in progetto. Si precisa che la modesta entità dei campi elettromagnetici emessi è dovuta tanto agli accorgimenti progettuali quanto alla formazione del cavo utilizzato, la cui configurazione fa sì che i campi elettromagnetici prodotti da ciascun conduttore si compensino reciprocamente riducendone l'ampiezza. Per i locali tecnici è stata calcolata la fascia di rispetto, ovvero la superficie che delimita lo spazio comprendente tutti i punti caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

Con riferimento al rischio di esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici alla frequenza di rete connessi al funzionamento e all'esercizio dell'impianto, si può riferire, che in base alla normativa di riferimento attuale, i valori limite di esposizione sono rispettati con le considerazioni e le valutazioni sopra esposte e con le tolleranze attribuibili al modello di calcolo adottato. Pertanto si può ritenere che la situazione connessa alla realizzazione ed all'esercizio dell'impianto fotovoltaico in progetto, nelle condizioni ipotizzate, risulta compatibile con i limiti di legge e con la salvaguardia della salute pubblica.

