



PROPONENTE:

HEPV30 S.R.L.
via Alto Adige, 160/A - 38121 Trento (TN)
hepv30srl@legalmail.it

MANAGEMENT:

EHM.Solar

EHM.SOLAR S.R.L.
Via della Rena, 20 39100 Bolzano - Italy
tel. +39 0461 1732700
fax. +39 0461 1732799
info@ehm.solar
c.fiscale, p.iva e R.I. 03033000211

NOME COMMESSA:

**COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO
AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A
7.500kW E POTENZA MODULI PARI A 10.124,4kWp, CON
RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA,
SITO IN BRINDISI (BR) AL FG.187 PART.N.9-128-182-184-
246 -38-176-177-44-63-124-127 IMPIANTO 13B**

STATO DI AVANZAMENTO COMMESSA:

PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE UNICA

CODICE COMMESSA:

HE.19.0092

PROGETTAZIONE INGEGNERISTICA:

Heliopolis

Galleria Passarella, 1 20122 Milano - Italy
tel. +39 02 37905900
via Alto Adige, 160/A 38121 Trento - Italy
tel. +39 0461 1732700
fax. +39 0461 1732799

www.heliopolis.eu
info@heliopolis.eu

c.fiscale, p.iva e R.I. Milano 08345510963



PROGETTISTA:

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO
dott. ing. ALBERTO ALBUZZI
ISCRIZIONE ALBO N° 2435

COLLABORATORE: Girardi per.ind. Mirko

AMBIENTE IDRAULICA STRUTTURE

Dott. Ing. Orazio Tricarico
Via della Resistenza, 48/B1 - 70125 Bari (BA)
t. +39 080 3219948
info@atechsrl.net www.atechsrl.net



STUDI ARCHEOLOGICI

Dott.ssa Paola Iacovazzo
via del Tratturello Tarantino n. 6 - 74123 Taranto (TA)

museion-archeologia@libero.it



RILIEVI TOPOGRAFICI E STUDI GEOLOGICI

GEOSECURE Geological & Geophysical Services
Via Tuscolana, 1003 - 00174 Roma (RM) SEDE LEGALE
Via Barcellona, 18 - 86021 Bojano (CB) SEDE OPERATIVA
t.+ 39 0874783120 info@geosecure.it

STUDI PEDO-AGRONOMICI

Dott. Agr. Matteo Sorrenti

STUDI FAUNISTICI

Dott. Nat. Maria Grazia Fraccalvieri

CONSULENZA LEGALE

STUDIO LEGALE PATRUNO
Via Argiro, 33 Bari
t.f. +39 080 8693336



OGGETTO:

**RELAZIONE DI VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI
ELETTROMAGNETICI**

SCALA:

-

NOME FILE:

QEL3745_DocumentazioneSpecialistica_02.PDF

DATA:

SETTEMBRE 2021

TAVOLA:

DUR.RE02

N. REV.	DATA	REVISIONE
0	09.2021	Emissione

ELABORATO

M.Girardi

VERIFICATO

responsabile commessa
A.Albuzzi

VALIDATO

direttore tecnico
N.Zuech

Costruzione ed esercizio
impianto agrovoltaico avente
potenza nominale pari a
7.500kW e potenza moduli
pari a 10.124,40kWp con
relativo collegamento alla
rete elettrica

Impianto 13B

RELAZIONE SUGLI IMPATTI ELETTROMAGNETICI

SETTEMBRE 2021

Sommario

1	PREMESSE.....	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3	VERIFICA DEL RISPETTO DELLE DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA).....	6
3.1	I CAMPI ELETTROMAGNETICI	6
3.2	ELETTRODOTTI	6
3.3	PROCEDURA DI CALCOLO DELLE DPA	9
3.4	VERIFICA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI PER L'IMPIANTO DI PRODUZIONE 13B11	
3.5	SORGENTI DI INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO	12
3.6	CONDIZIONI DI CARICO E IPOTESI DI CALCOLO	13
3.7	FASCE DI RISPETTO PER LA CABINA DI CONSEGNA.....	16
4	CONCLUSIONI	17

1 PREMESSE

Il presente documento costituisce parte del progetto definitivo finalizzato all'autorizzazione per la realizzazione e gestione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare individuato con codici di rintracciabilità: 245612801 con potenza di immissione massima pari a 4.220kW, potenza nominale degli inverter pari a 4.450kW e potenza installata pari a 6.0061kWp (in seguito denominato impianto 13B NORD); 235649426 con potenza di immissione massima pari a 2.900kW, potenza nominale degli inverte pari a 3.050kW e potenza installata pari a 4.118,40kW (in seguito denominato impianto 13B SUD); che sorgerà nel Comune di Brindisi (BR). L'impianto verrà allacciato alla Rete di Distribuzione di E-DISTRIBUZIONE alla tensione di 20kV trifase a frequenza industriale di 50Hz su due nuove connessioni in derivazione ad antenna dalla nuova CP di Cellino (vedi progetto definitivo Cabina Primaria al codice di rintracciabilità impianto 51 T0736407) che sarà collegata in AT a 150kV con derivazione in antenna dalla nuova Stazione Elettrica di Cellino di Terna.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection).

Il 12 luglio 1999 il Consiglio dell'Unione Europea ha emesso una Raccomandazione rivolta agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro normativo per la protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, basandosi sui migliori dati scientifici disponibili. A tal proposito, il Consiglio ha pertanto avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP.

Nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla CE di continuare ad adottare tali linee guida.

Successivamente è intervenuta, con finalità di riordino e miglioramento della normativa allora vigente in materia, la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità in relazione agli impianti in grado di provocare inquinamento elettromagnetico.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- il limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- il valore di attenzione, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- l'obiettivo di qualità come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore del campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato sempre dal citato Comitato, e stata emanata nonostante le raccomandazioni del Consiglio della Comunità Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dal CNIRP. Infatti tutti i Paesi dell'Unione Europea, hanno accettato il parere del Consiglio della CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08.07.2003, che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico. Esso ha inoltre stabilito il valore di attenzione di 10 microtesla, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.

Quale obiettivo di qualità da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, è stato fissato il valore di 3 microtesla. Tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio.

Non si deve pertanto fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea. Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento.

In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione. Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli, nemmeno in modo maggiormente cautelativo.

Si riassumono di seguito le norme (tecniche e non) a cui fare riferimento:

Normativa cogente

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
- D.P.C.M. 23 aprile 1992 "Limiti massimi di esposizione dei campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"
- DM 21 marzo 1988, n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" e s.m.i."
- DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti"
- Circolare del Ministero dell'Ambiente del 15/11/2004 "Protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. Determinazione fasce di rispetto"

Norme tecniche

- DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti"
- CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100 kV".
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo".
- CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte I".
- CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche".

- Rapporto CESI-ISMES A7034603 "Linee Guida per l'uso della piattaforma di calcolo - EMF Tools v. 3.0".
- Rapporto CESI-ISMES A8021317 "Valutazione teorica e sperimentale della fascia di rispetto per cabine primarie".

3 VERIFICA DEL RISPETTO DELLE DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA)

3.1 I CAMPI ELETTROMAGNETICI

La presenza di un conduttore attraversato da una corrente alternata determina intorno ad esso la presenza di un campo elettromagnetico.

In presenza di tensioni-correnti elevate l'esposizione a questo campo determina un rischio, che pertanto dev'essere minimizzato.

In particolare si fa di solito riferimento alle cosiddette radiazioni non ionizzanti a bassa frequenza (ELF - Extremely low frequency), riferite ai campi elettromagnetici generati dalle linee elettriche (o elettrodotti), che comprendono anche le stazioni e le cabine di trasformazione.

I parametri fisici di riferimento sono l'induzione magnetica che si misura in microTesla (μT) ed il campo magnetico si misura invece in Ampere/metro (A/m).

L'induzione magnetica non è altro che il campo magnetico che si genera all'interno di un corpo immerso in un campo magnetico esterno.

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico¹ (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μT) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 μT) e l'obiettivo di qualità (3 μT) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (i cosiddetti "luoghi tutelati").

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti.

3.2 ELETTRODOTTI

L'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione costituiscono l'elettrodotto. Le linee elettriche sono utilizzate per la trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica, e possono essere classificate in base alla tensione di esercizio, che è una costante che caratterizza la linea:

¹ Il campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV, come da misure e valutazioni, non supera mai il limite di esposizione per la popolazione di 5 kV/m.

- Linee elettriche di trasporto ad altissima tensione - AAT -220 kV-380kV, collegano le centrali di produzione alle stazioni primarie;
- Linee elettriche di distribuzione ad alta tensione – AT attorno ai 150 kV, collegano le stazioni primarie alle grandi utenze o alle cabine primarie;
- Linee elettriche di distribuzione a media tensione – MT in prevalenza 15- 20 kV, partono dalle cabine primarie ed alimentano le cabine secondarie e medie utenze industriali;
- Linee elettriche di distribuzione a bassa tensione – BT 220-380 V, collegano le cabine secondarie agli utenti della zona.

In base alla struttura della linea si possono distinguere due tipologie di elettrodotti:

- linee aeree;
- linee interrate.

Linee aeree

Le linee aeree sono la tipologia di linea che più contribuisce all'esposizione della popolazione ai campi ELF: la corrente scorre attraverso appositi conduttori, che possono variare sia come numero che come caratteristiche tecniche, come ad esempio tipo di materiale (rame, alluminio, alluminio acciaio) e dimensione.

Nella maggior parte dei casi viene preferita la corrente alternata in un sistema trifase: l'energia scorre attraverso terne di conduttori (ad ogni conduttore è associata una fase, la differenza di fase tra i conduttori è di 120°), tesi in aria tra specifici sostegni verticali e fissati ad essi attraverso elementi isolanti, che, oltre a permettere il collegamento meccanico, servono da isolatori elettrici. I sostegni hanno lo scopo di mantenere i conduttori lontani tra loro, dal terreno e da qualunque altro oggetto.

L'altezza dei sostegni è variabile ed è funzione della tensione presente nella linea, della minima distanza dal terreno richiesta dalle norme e dall'orografia del terreno sottostante.

I conduttori possono essere fissati ai tralicci secondo diverse geometrie che dipendono anche dalle condizioni circostanti. I sostegni possono essere di diversi materiali (i tralicci in acciaio vengono utilizzati solitamente per linee ad alta tensione, mentre sostegni in cemento armato o legno vengono usati per linee a media e bassa tensione).

Un traliccio può portare un solo gruppo di tre conduttori oppure due gruppi: si parla rispettivamente di singola terna e di doppia terna.

L'intensità di campo elettrico generato da un elettrodotto dipende in primo luogo dal livello di tensione e dalla distanza dalla linea: aumenta all'aumentare della tensione, e diminuisce allontanandosi dalla linea. Dipende anche dalla configurazione della linea stessa. A parità di distanza dalla linea, il campo si riduce all'aumentare dell'altezza della linea, al diminuire della distanza tra le fasi, all'aumentare del bilanciamento delle fasi, al diminuire delle distanze delle eventuali funi di guardia dai conduttori.

Il campo elettrico presenta un massimo nella zona sottostante la linea, ma decresce abbastanza rapidamente all'allontanarsi della linea stessa. Il campo magnetico prodotto da una linea aerea aumenta tanto più è alta l'intensità della corrente che scorre nella linea e diminuisce allontanandosi dall'asse della linea.

Poiché il campo magnetico prodotto da una linea dipende dalla corrente, che a differenza della tensione varia notevolmente al variare delle condizioni di carico, l'intensità del campo può assumere valori assai diversi in diversi periodi di osservazione. Come il campo elettrico, anche il campo magnetico dipende dalla configurazione dei cavi.

Se l'elettrodotto serve zone abitative, si avranno valori più alti nelle ore trascorse normalmente in casa (colazione, pranzo e cena); se l'elettrodotto, invece, serve una zona industriale, l'andamento del campo seguirà il corso della produzione industriale.

Le linee interrato

Negli ultimi anni molte linee aeree, soprattutto alle medie e basse tensioni, sono state sostituite con cavi interrati. In questo caso i tre conduttori sono tenuti separati da guaine protettive ed isolanti e sono localizzati in appositi condotti sotterranei alla profondità di circa 1-1,5 metri.

Le linee interrato, oltre a ridurre notevolmente l'impatto paesaggistico, riducono in maniera significativa anche il campo elettrico e magnetico. L'attuale scarsa diffusione di tale tipo di linee delle alte tensioni è dovuta principalmente al maggior costo di posa in opera rispetto alle tradizionali linee aeree e al maggior costo di manutenzione e di esercizio. Ciò ne limita l'utilizzo a brevi tratte di attraversamento di centri urbani.

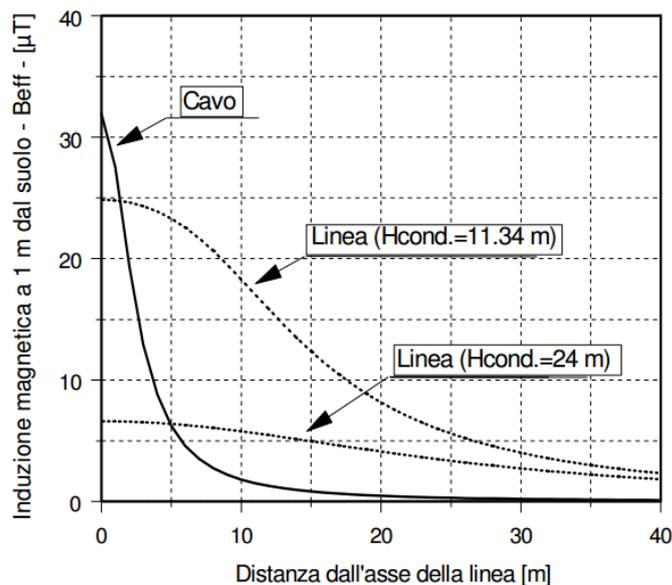


Figura 1: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse della linea

Come si evince dalla Figura 1 L'intensità del campo elettrico generato da linee interrato è insignificante già al di sopra delle linee stesse grazie all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno. Le linee in cavo interrato permangono invece significative sorgenti di campo magnetico, in quanto le guaine dei cavi non costituiscono un'efficace schermatura a tale riguardo.

Il campo magnetico generato da una linea interrata si distribuisce in maniera diversa rispetto a quello generato da una linea aerea di tensione e di corrente corrispondente per diversi motivi.

In primo luogo risulta diversa la distanza minima che separa i conduttori stessi da terra (almeno 1 metro). A causa di questo risulta che il valore massimo di campo magnetico prodotto dall'elettrodotto interrato al disopra dei cavi risulta confrontabile, se non addirittura maggiore, di quello prodotto da un elettrodotto aereo di pari caratteristiche elettriche.

Tuttavia essendo diversa anche la distanza che separa i vari conduttori tra loro (pochi centimetri), si ha che, non appena ci si allontana dalla linea, i valori di campo magnetico prodotti dall'elettrodotto interrato si riducono assai più rapidamente di quelli dell'elettrodotto aereo.

3.3 PROCEDURA DI CALCOLO DELLE DPA

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

Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

La "metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA).

Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

Al fine di semplificare sia l'iter autorizzativo relativo alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti (linee e cabine elettriche) che le attività di gestione territoriale relative a progettazioni di nuovi luoghi tutelati sono state elaborate alcune schede sintetiche con le DPA per le tipologie ricorrenti di linee e cabine elettriche

Dette distanze sono state calcolate in conformità al procedimento semplificato per il calcolo della fascia di rispetto di cui al § 5.1.3 del Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008).

Nelle schede sintetiche sopra citate sono tabellate le DPA in relazione alla geometria dei conduttori e alla portata di corrente in servizio normale.

Nel nostro caso si può fare riferimento solo alle linee MT e Cabine Secondarie (CS).

Anche per casi complessi è inoltre previsto un procedimento semplificato che permette di individuare aree di prima approssimazione che hanno la medesima valenza delle DPA.

Le DPA permettono quindi, nella maggior parte delle situazioni, una valutazione esaustiva dell'esposizione ai campi magnetici.

I campi ELF possono essere stimati anche attraverso l'utilizzo di programmi di calcolo, per la cui applicazione è necessaria la conoscenza di alcuni dati della linea elettrica.

In particolare serve conoscere le caratteristiche geometriche della linea (diametro dei conduttori e loro reciproca posizione spaziale, distanza da terra), le sue caratteristiche elettriche (tensione, intensità di corrente) e la posizione (distanza e altezza) del punto dove devono essere valutati i campi rispetto ai conduttori della linea. Il calcolo che segue si rifà direttamente alle indicazioni della norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche" pubblicata dal Comitato Elettrotecnico Italiano nel luglio 1996.

Trascurando il calcolo di verifica del campo elettrico che, per come detto in precedenza, risulta non significativo per le linee elettriche interrate, l'algoritmo di calcolo utilizzato per il calcolo dell'induzione magnetica generata da una linea ha come punto di partenza la legge Biot-Savart, che consente di calcolare in un generico punto dello spazio il valore dell'induzione magnetica B prodotta da un conduttore rettilineo percorso da una corrente I attraverso la formula:

$$B = \mu_0 / 2\pi x (I/d) \times (u_i \times u_r)$$

dove:

d = distanza tra il conduttore e il punto di calcolo;

($u_i \times u_r$) = prodotto vettoriale dei versori che indicano il verso della corrente e della relativa normale

Sviluppando la relazione precedente per un insieme di N conduttori rettilinei, orizzontali e paralleli fra loro, e dette (x_i, y_i) le coordinate del conduttore i-esimo, le componenti x e y totali dell'induzione magnetica generata nel punto dello spazio (x, y) dall'intera configurazione di conduttori possono essere espresse attraverso le seguenti relazioni:

$$B_x = \mu_0 / 2\pi \sum I_i [(y - y_i) / ((x - x_i)^2 + (y - y_i)^2)]$$

$$B_y = \mu_0 / 2\pi \sum I_i [(x - x_i) / ((x - x_i)^2 + (y - y_i)^2)]$$

Cabine elettriche

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

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

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

Per Cabine Secondarie di sola consegna MT la DPA da considerare è quella della linea MT entrante/uscente; qualora sia presente anche un trasformatore e la cabina sia assimilabile ad una "box", la DPA va calcolata con la formula di cui sopra (§ 5.2.1. del DM 29.05.08).

Come prescritto all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 i proprietari/gestori provvedono a comunicare non solo l'ampiezza delle fasce di rispetto, ma anche i dati per il calcolo delle stesse ai fini delle verifiche delle autorità competenti, trasmessi mediante relazione contenente i dati caratteristici delle linee o cabine e le relative DPA, come riportati negli allegati A e B della presente Linea Guida, rispettivamente per linee AT/Cabine Primarie e per linee MT/Cabine Secondarie.

3.4 VERIFICA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI PER L'IMPIANTO DI PRODUZIONE 13B

La valutazione dei campi elettromagnetici oggetto della presente relazione è relativa ad un impianto di produzione di energia da fonte rinnovabile solare.

L'impianto sarà connesso alla rete di E-DISTRIBUZIONE tramite due punti di connessione che collegheranno i due campi principali del generatore. Il campo 13B NORD farà capo alla pratica 245612801 con potenza di immissione massima pari a 4.220kW, potenza nominale degli inverter pari a 4.450kW e potenza installata pari a 6.006kWp. Il campo 13B SUD farà capo alla pratica 235649426 con potenza di immissione massima pari a 2.900kW, potenza nominale degli inverte pari a 3.050kW e potenza installata pari a 4.118,40kW. I due campi prevedono oltre alla cabina di consegna anche delle cabine di trasformazione distribuite in campo per l'innalzamento da BT ad AT. Lato BT in campo è prevista l'installazione di inverter di stringa di conversione AC/DC a cui si attesteranno le stringhe provenienti dal campo. A questo Livello la tensione massima di sistema sarà pari a 1500V DC.

Il livello di tensione a partire dalle cabine di consegna fino alle cabine di campo sarà pari a 20kV 3F AC 50Hz, all'interno delle cabine di campo sarà effettuato il parallelo delle linee

provenienti dagli inverter di stringa in AC alla tensione di 0.8kV. Un trasformatore di potenza realizzerà l'innalzamento della tensione da 0.8kV a 20kV.

I cavidotti interrati relativi alla connessione degli impianti in MT saranno posizionati in terreno agricolo per brevi tratti fino al raggiungimento del primo sostegno, mentre la linea in cavo aereo darà realizzata con palificazione su terreno agricolo.

La corrente di impiego dei cavi di collegamento dell'impianto di produzione ed il relativo punto di consegna sarà pari a:

$$I_{13B\ NORD\ cavo} = P_{non} / (\sqrt{3} * V_{linea}) = 4220 / (\sqrt{3} * 20) = 121\ A$$

$$I_{13B\ SUD\ cavo} = P_{non} / (\sqrt{3} * V_{linea}) = 2900 / (\sqrt{3} * 20) = 83\ A$$

3.5 SORGENTI DI INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO

Gli elementi costituenti gli impianti di produzione che possono essere considerati possibili sorgenti di inquinamento elettromagnetico sono i convertitori CC/AC, i trasformatori MT/BT, la rete interrata di MT che collega le cabine di campo con le cabine di consegna ed la linea tra la cabina di consegna e la CP di Cellino.

I trasformatori BT/MT con la relativa quadristica di media tensione sono installati all'interno delle strutture prefabbricate in campo. Al fine di valutare l'effettiva influenza di queste macchine sulla generazione di nuovi campi magnetici, va considerato che ogni cabina sarà di fatto situata ad una quota minima di circa 10 m rispetto ai confini con le proprietà confinanti per cui il contributo all'inquinamento elettromagnetico dovuto alle cabine di campo nei confronti delle proprietà limitrofe è notevolmente ridotto.

Considerazioni analoghe possono essere estese anche ai dispositivi elettrici delle cabine di consegna di e-distribuzione ed utente, in quanto le distanze di rispetto imposte dalle specifiche di riferimento (Codice di Rete di Terna e Regole Tecniche di Connessione di ENEL) rendono trascurabili gli effetti elettromagnetici riconducibili alle apparecchiature elettriche installate nelle stesse cabine.

Per le linee interrate ed aeree a media tensione che collegano tra loro gli impianti di produzione di energia con la stazione di trasformazione MT/AT con una tensione di 20 kV, gli effetti elettromagnetici non risultano trascurabili a priori. Infatti, nonostante la rete MT venga interrata ad una profondità minima di 0,8 m per schermare l'emissione del campo elettro-magnetico (per cui può essere sistemata anche in prossimità di centri abitati), è comunque necessario che siano calcolate le relative fasce di rispetto a 3 µT, nel rispetto della normativa vigente.

Per il calcolo di tali fasce di rispetto si fa riferimento alla norma CEI 211-4 e al Decreto del 29/05/08 emanato dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare recante "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

3.6 CONDIZIONI DI CARICO E IPOTESI DI CALCOLO

Il calcolo dell'induzione magnetica si basa sulle caratteristiche geometriche ed elettriche delle linee presenti nelle diverse configurazioni utilizzate.

In particolare sono state analizzate le configurazioni di posa riportate nella tabella sottostante.

Impianto 13B NORD	Tipo linea	Lunghezza [m]	Formazione [mm ²]	Tipo di posa	Corrente di impiego
Tra CP Cellino e IMS	Cavo in Media Tensione	330	3x1x185	Interrato 80cm	121A
Tra IMS e P68	Cavo in Media Tensione	6420	3x1x150	Aereo	121A
Tra P68 e Cabina di Consegna	Cavo in Media Tensione	160	3x1x185	Interrato 80cm	121A
Tra Cabina di Consegna e Cabine in Campo	Cavo in Media Tensione	400	3x1x185	Interrato 80cm	121A
Impianto 13B SUD	Tipo linea	Lunghezza [m]	Formazione [mm ²]	Tipo di posa	Corrente di impiego
Tra CP Cellino e IMS	Cavo in Media Tensione	330	3x1x185	Interrato 80cm	83A
Tra IMS e P68	Cavo in Media Tensione	6420	3x1x150	Aereo	83A
Tra P68 e Cabina di Consegna	Cavo in Media Tensione	130	3x1x185	Interrato 80cm	83A
Tra Cabina di Consegna e Cabine in Campo	Cavo in Media Tensione	160	3x1x185	Interrato 80cm	83A

I modelli di calcolo utilizzati sono quelli indicati dalla Norma CEI 211-4 del 2008, in particolare, essendo in presenza di conduttori rettilinei e paralleli di lunghezza relativamente elevata rispetto alla distanza tra i conduttori stessi, si è utilizzato un modello matematico bidimensionale.

Il calcolo dell'induzione magnetica è stato effettuato utilizzando i fasori (vettori rotanti) delle correnti dei diversi conduttori, il calcolo è effettuato direttamente coi numeri complessi.

Per ogni configurazione di posa si è ipotizzato una disposizione dei cavi a trifoglio con terne di correnti equilibrate, in fase fra le diverse linee (situazione peggiore dal punto di vista dell'induzione magnetica).

La corrente di calcolo utilizzata è stata la portata in regime permanente del cavo per il tipo di posa utilizzato, come definita da Norma CEI 11-17, la quale risulta di gran lunga superiore a quella di effettivo impiego dei cavi.

Il limite della fascia di rispetto viene individuato dai punti in cui l'induzione magnetica calcolata presenta un'intensità pari all'obiettivo di qualità ($B = 3 \mu\text{T}$).

La DPA (Distanza di Prima Approssimazione) viene determinata proiettando al suolo verticalmente la fascia calcolata nelle condizioni che forniscono il risultato più cautelativo.

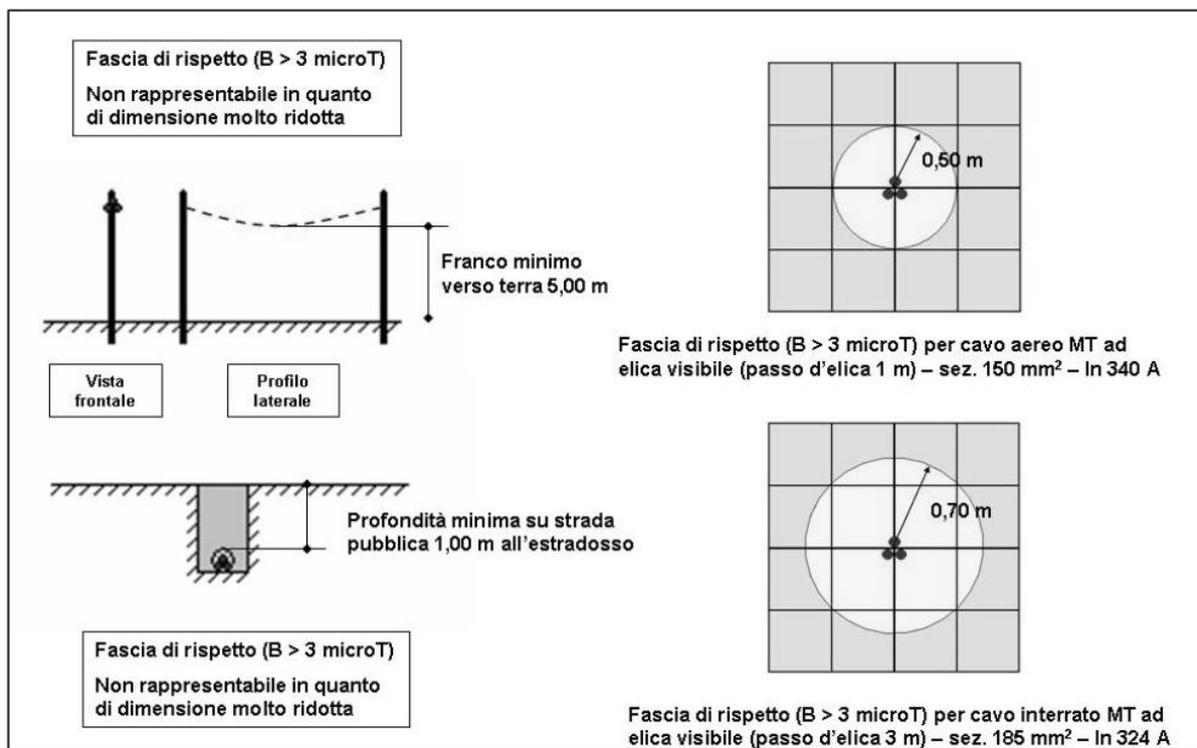


Figura 2: Curve di livello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica – calcoli effettuati con il modello tridimensionale "Elico" della piattaforma "EMF Tools", che tiene conto del passo d'elica.

Da quanto sopra si evince che la DPA con cavo interrato è di 0.7 m nel caso con corrente pari alla sua portata nominale di 324 A, ovvero confinata entro la profondità di posa del cavidotto. Mentre con cavo aereo si evince che la DPA è di 0.50m con corrente pari alla sua portata nominale di 340A.

Tenendo in considerazione il fatto che la massima corrente di impiego del cavo è di 121/83 A e l'andamento lineare del valore del campo elettromagnetico con la corrente che lo genera, come indicato al paragrafo precedente, se ne conclude che la fascia di rispetto si riduce ulteriormente al valore di:

CAVO INTERRATO 13B NORD

$$\text{DPA} * (\text{Corrente di impiego} / \text{Portata nominale del cavo}) = 0.7 * 121 / 324 = 0.26 \text{ m}$$

CAVO AEREO 13B NORD

$$\text{DPA} * (\text{Corrente di impiego} / \text{Portata nominale del cavo}) = 0.5 * 121 / 340 = 0.18 \text{ m}$$

CAVO INTERRATO 13B SUD

$$\text{DPA} * (\text{Corrente di impiego} / \text{Portata nominale del cavo}) = 0.7 * 83 / 324 = 0.18 \text{ m}$$

CAVO AEREO 13B SUD

$$\text{DPA} * (\text{Corrente di impiego} / \text{Portata nominale del cavo}) = 0.5 * 83 / 340 = 0.13 \text{ m}$$

3.7 FASCE DI RISPETTO PER LA CABINA DI CONSEGNA

La Cabina elettrica di consegna elettrica verrà realizzata nel rispetto delle specifiche di riferimento del settore specifico (Codice di Rete di Terna e Regole Tecniche di Connessione di ENEL), per cui gli effetti elettromagnetici dei suoi dispositivi elettrici si esauriranno all'interno del suo perimetro.

All'interno della cabina sono individuate le fasce di rispetto e le D.P.A., come indicato nello schema riportato in allegato, relativo a una cabina-tipo analoga a quella da realizzare.

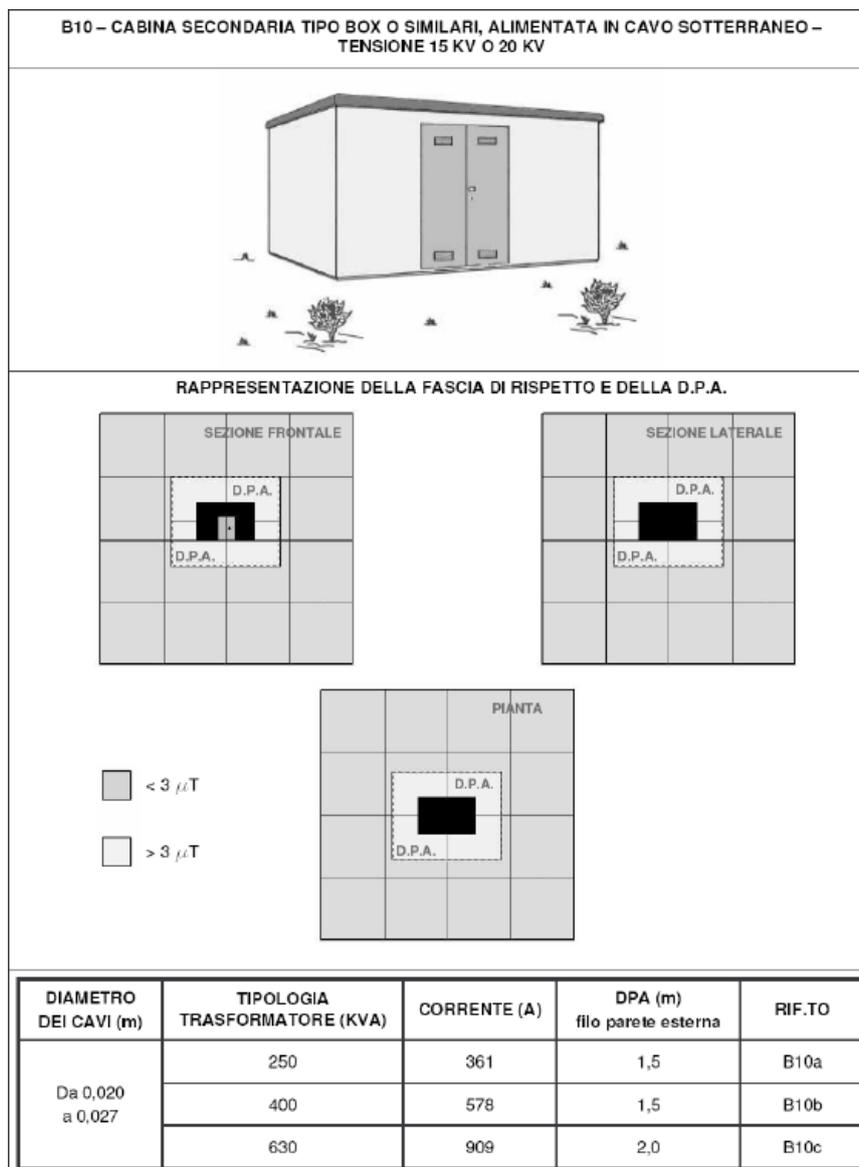


Figura 3: Indicazioni sulle D.P.A. in caso di cabina secondaria

4 CONCLUSIONI

Dalle considerazioni esposte e dai risultati dei calcoli svolti si conclude che le nuove linee di connessione dell'impianto 13B (13B NORD + 13B SUD) con la Cabina Primaria Cellino darà contributi minimi in termini di campo elettrico e di induzione magnetica che, nei riguardi delle abitazioni più prossime, risulteranno ampiamente al di sotto dei limiti di esposizione dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità di cui al DPCM 8 luglio 2003.