



PROPONENTE:
HEPV10 S.R.L.
 via Alto Adige, 160/A - 38121 Trento (TN)
 hepv10srl@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

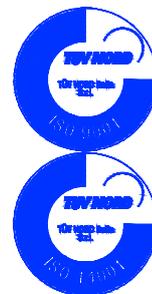
NOME COMMESSA:
COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI NUOVO IMPIANTO AGROVOLTAICO CON NOMINALE PARI A 25.000 kW, POTENZA MODULI PARI A 23.351,90 kWp E SISTEMA DI ACCUMULO PARI A 4.400,00kW/8.250,00kWh CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA, SITO NEL COMUNE DI LECCE (LE) - IMPIANTO 90

STATO DI AVANZAMENTO COMMESSA:
PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE UNICA
 CODICE COMMESSA:
HE.19.0040

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

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



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

OGGETTO:
RELAZIONE DI VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI ELETTRICITARI

SCALA:
 -
 NOME FILE:
 BUBY814 _DocumentazioneSpecialistica_02.pdf

DATA:
MARZO 2022
 TAVOLA:
DUR.RE02

N. REV.	DATA	REVISIONE	ELABORATO	VERIFICATO	VALIDATO
0	03.2022	Emissione	M.Girardi	responsabile commessa A.Albuzzi	direttore tecnico N.Zuech

Costruzione ed esercizio di nuovo impianto agrovoltaico avente potenza di immissione massima pari a 25.000,00 kW, potenza nominale pari a 25.000,00kW, potenza moduli pari a 23.351,90kWp e sistema di accumulo pari a 4.400,00kW/8.250,00kWh con relativo collegamento alla rete elettrica

Impianto LECCE 90

RELAZIONE SUGLI IMPATTI ELETTROMAGNETICI

Marzo 2022

Sommario

1	Oggetto del documento	2
1.1	Premessa	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3	VERIFICA DEL RISPETTO DELLE DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA)	6
3.1	I CAMPI ELETTROMAGNETICI	6
3.1.1	ELETTRODOTTI	6
3.2	PROCEDURA DI CALCOLO DELLE DPA	9
3.2.1	CABINE ELETTRICHE	11
3.3	VERIFICA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI STAZIONE di smistamento terna 150kV	12
3.4	COLLEGAMENTO IN CAVO STAZIONE DI SMISTAMENTO E STAZIONE UTENTE A 150 kV	16
3.5	VERIFICA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI STAZIONE UTENTE 150 kV	17
3.6	VERIFICA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO DI PRODUZIONE	19
3.6.1	SORGENTI DI INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO	19
3.6.2	LINEE INTERRATE TRA IMPIANTO E STAZIONE UTENTE 30/150kV	21
3.6.3	EFFETTI CUMULATIVI CON LINEE ED IMPIANTI ELETTRICI ESISTENTI	23
4	CONCLUSIONI	25

1 OGGETTO DEL DOCUMENTO

1.1 Premessa

Il Committente dell'impianto è HEPVIO S.r.l. con sede in via Alto Adige 160/A, 38121 Trento. La HEPVIO S.r.l. ha inteso promuovere l'uso delle tecnologie solari, con particolare riferimento alla produzione di energia elettrica con impianti solari agrovoltaici finalizzata alla produzione ed immissione sul mercato dell'energia prodotta.

La zona su cui ricade l'intervento di progetto è distinta in catasto terreni come Lecce, Fg. 49 p.lle 33-42, Fg. 58 p.lle 8-10-33-40-43-69-71-79, Fg. 59 p.lle 20-22-23-25, Fg. 71 p.lle 146-148-29, Fg. 88 p.lle 147-154-158-160-165-166-168-169 in area agricola, con nuova Stazione Utente 30/150kV collegata in antenna alla nuova Stazione Elettrica (SE) di smistamento della RTN a 150 kV da inserire in entra-esce alla linea a 150 kV "Lecce Nord - San Paolo" che insisterà sul terreno di cui al fg 5 p.la 29 in Surbo (LE).

La potenza massima in immissione è pari a 25 MW; 20,6MW generati dall'impianto agrovoltaico composto nella sua interezza da 42.458 moduli fotovoltaici, tenuti in posizione, con inclinazione e orientamento idonei, a mezzo di strutture in acciaio zincato del tipo tracker e 4,4MW immessi da sistema di accumulo stazionario da 8,25MWh.

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, è 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 elettrico (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.

3.1.1 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:

- 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- 30 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 interrato.

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 interrate

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 interrate, 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.

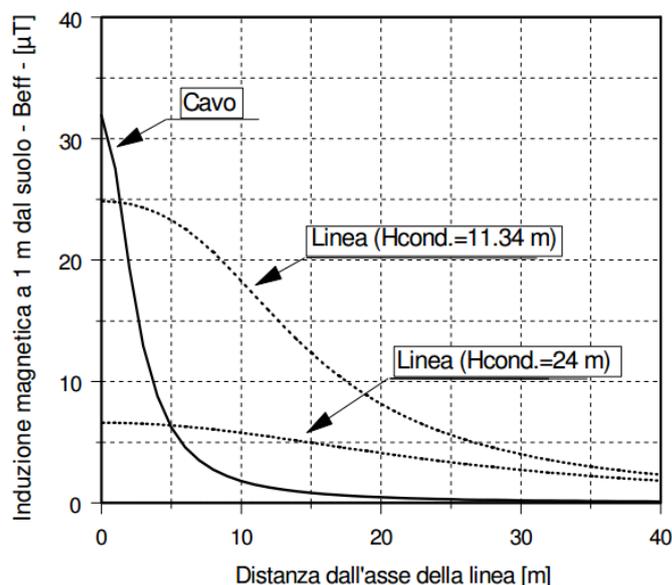


Figura 1: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse della linea

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.

3.2 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.

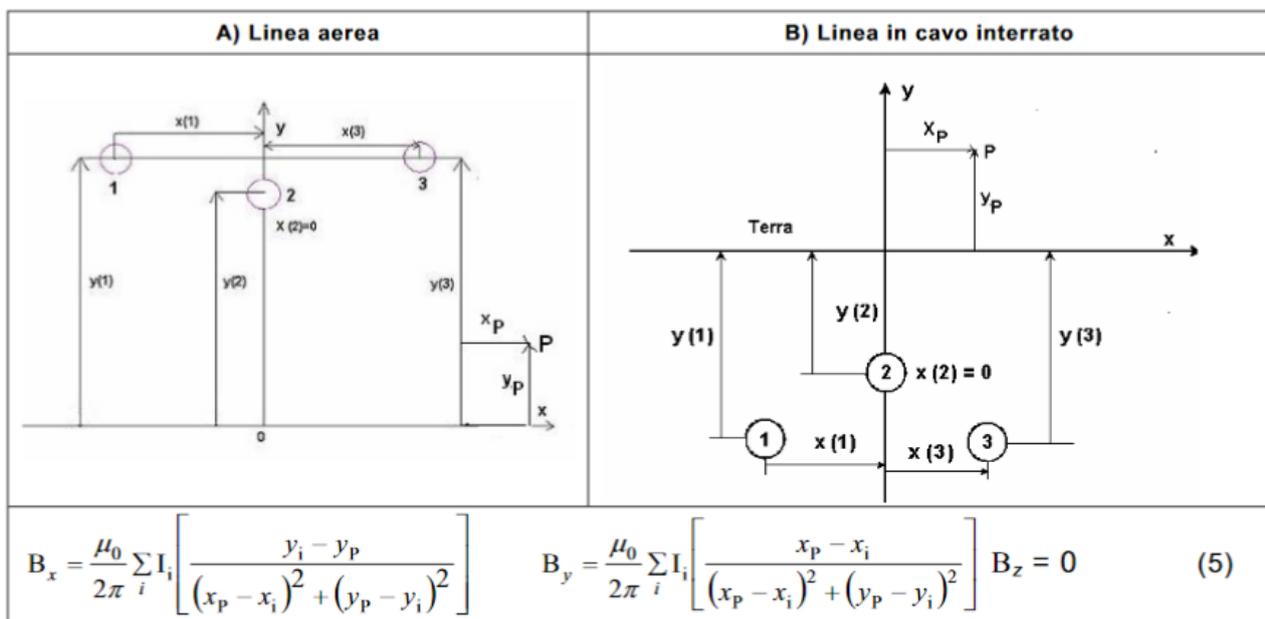
Le DPA permettono quindi, nella maggior parte delle situazioni, una valutazione esaustiva dell'esposizione ai campi magnetici.

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 da cui si ha:

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$$



3.2.1 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:

$$B = 0.40942 \cdot x^{0.5241} \cdot \sqrt{I}$$

3.3 VERIFICA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI STAZIONE DI SMISTAMENTO TERNA 150KV

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.

L'architettura della stazione di Surbo, rispondente ai requisiti Terna, è simile ai più recenti standard di stazioni AT sia per quanto riguarda le apparecchiature sia per quanto concerne le geometrie dell'impianto.

Per tali impianti sono stati effettuati rilievi sperimentali per la misura dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio, con particolare riguardo ai punti ove è possibile il transito di personale (viabilità interna).

I rilievi della sezione 380 kV, data l'unificazione dei componenti e della disposizione geometrica, sono estendibili alla nuova stazione di Surbo con un ampio margine di sicurezza. Per quanto concerne il campo elettrico al suolo, i valori massimi si presentano in corrispondenza delle uscite linea a 380 kV con punte di circa 12,5 kV/m, che si riducono a meno di 0,5k V/m già a circa 20 m di distanza dalla proiezione dell'asse della linea.

Per quanto concerne il campo magnetico al suolo questo risulta massimo sempre in corrispondenza delle medesime linee, con valori variabili in funzione delle condizioni di esercizio; nel caso in esame, ipotizzando correnti di linea di 3000 A (valore corrispondente alla corrente nominale delle linee 380kV), si hanno valori del campo magnetico al suolo di circa 45 μ T, che si riducono a meno di 8 μ T già a 40 m di distanza dalla proiezione dell'asse della linea.

Il campo elettromagnetico alla recinzione è pertanto sostanzialmente riconducibile ai valori generati dalle linee entranti la cui analisi di dettaglio è riportata nel PT delle varianti delle linee che si raccorderanno alla stazione.

Per quanto riguarda invece la valutazione dei valori di campo elettromagnetico all'interno della stazione, trattandosi di impianti unificati con all'interno installate sempre le medesime apparecchiature, è sufficiente fare riferimento alle misure reali effettuate dalla stessa soc. Terna all'interno di un impianto di analoga configurazione.

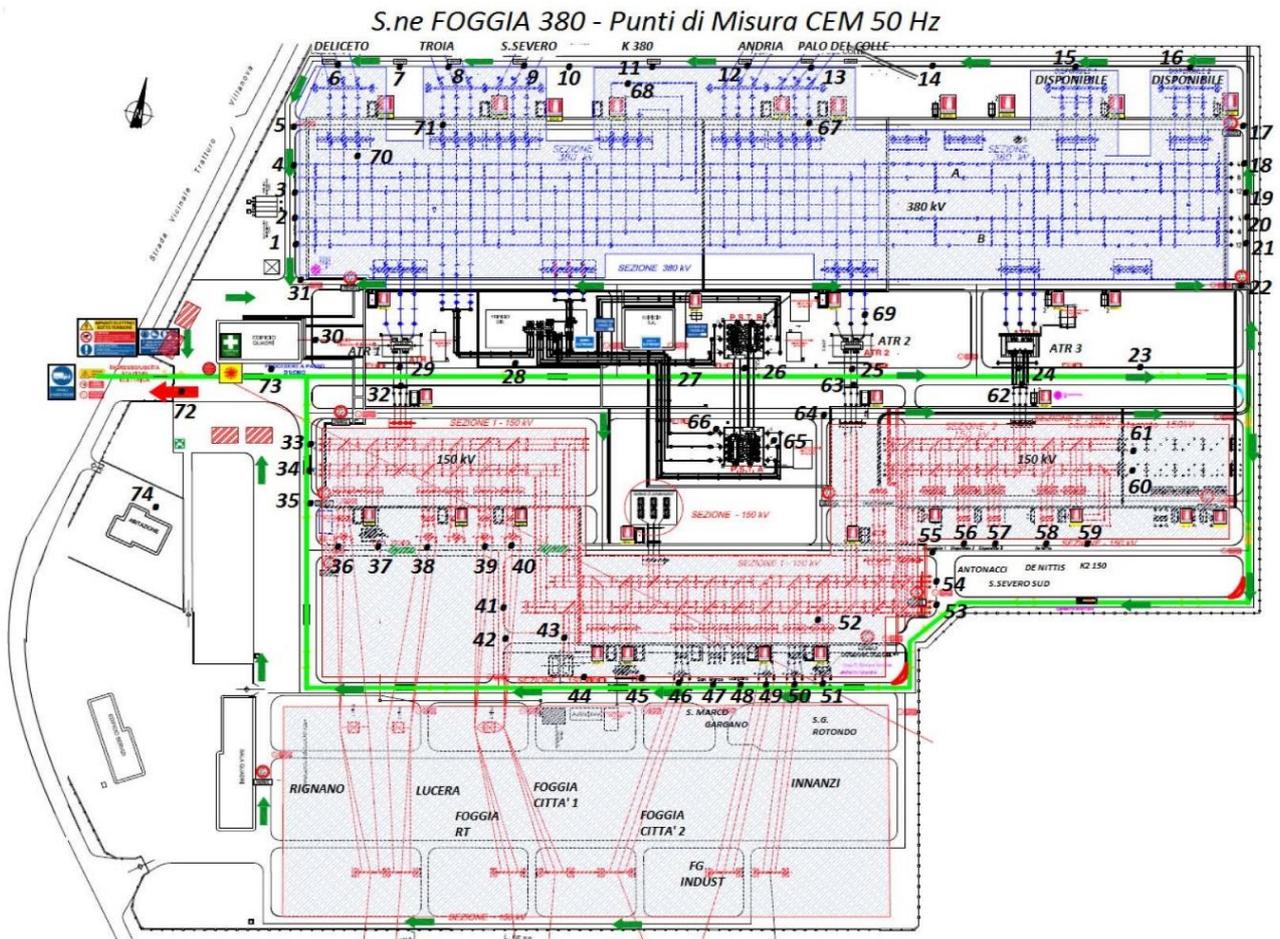
Le misure del campo elettrico e dell'induzione magnetica a 50 Hz nelle stazioni elettriche sono state effettuate per identificare le aree da far delimitare con opportuna segnaletica in cui è possibile il superamento del limite di esposizione per la popolazione, ossia i livelli massimi di riferimento di 5 kV/m e 100 μ T stabiliti nella tabella 2 della Raccomandazione 1999/519/CE.

Le misure di induzione magnetica a 50 Hz eseguite dal 2008 al 2016 nelle stazioni elettriche isolate in aria 380 kV e 150 kV di Terna, salvo in casi particolari, hanno sempre evidenziato ad 1,7 m dal suolo valori inferiori al limite dei 100 μ T citato. Tale risultato è stato confermato anche dai calcoli effettuati dal CESI con appositi programmi di calcolo.

A tal fine si riportano di seguito le recenti misure effettuate da TERNA-AOT Napoli nella S.ne elettrica 380 kV/150 kV di Foggia il cui quadro a 150 kV ha una configurazione sovrapponibile, limitatamente ad uno dei due semiquadri, a quella della futura stazione elettrica di cui al presente progetto definitivo.

Dette misure sono state eseguite al fine di garantire il rispetto della normativa vigente in ambito CEM, in relazione ai suoi ultimi aggiornamenti introdotti con il D.Lgs. 159/2016. per la valutazione dei rischi da esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori propri e delle imprese operanti all'interno della stazione di trasformazione.

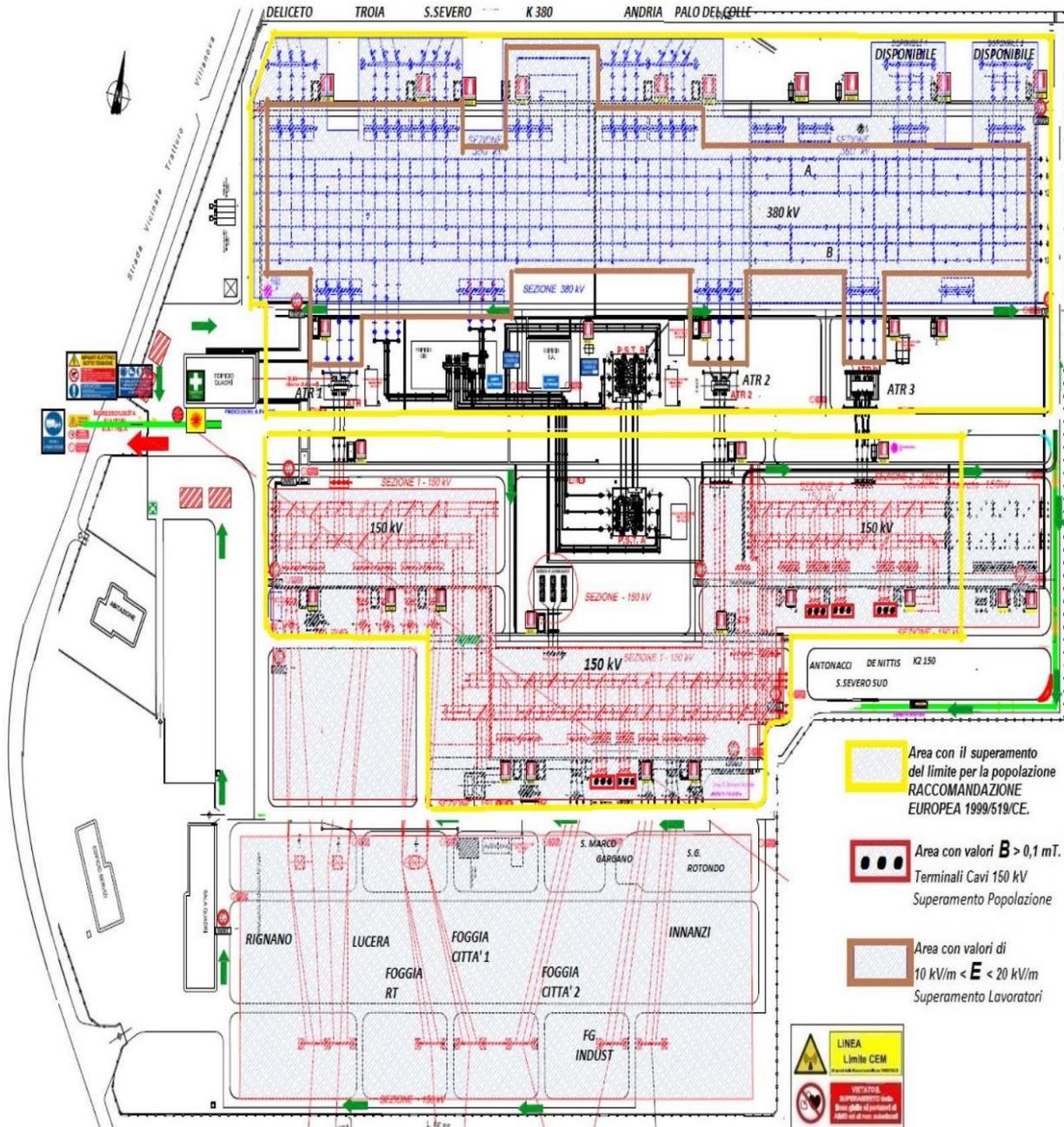
Nel seguito si riporta la planimetria con l'indicazione dei 73 punti in cui sono state effettuate le misure in tutte le aree della stazione sia sugli arrivi e le partenze delle linee che sui trasformatori e nei quadri all'aperto:



In base ai risultati dei rilievi eseguiti sono state individuate le diverse aree della stazione cui corrispondono valori di esposizione ai campi elettromagnetici sui lavoratori che vi dovessero operare al loro interno.

Nella figura che segue sono evidenziate le aree così individuate sulla base dei risultati delle misure effettuate

S.ne Foggia 380 kV - Delimitazione Area - Rischio Campi Elettromagnetici 50 Hz



I valori di campo elettrico e magnetico ottenuti nei punti sopra riportati sono ampiamente sotto i limiti di azione (VA) e conseguentemente i VLE (limiti di esposizione), riportati dal D.Lgs. 159/2016 (tabelle B1 e B2 Parte II e Tabella B1 parte III) per quanto riguarda l'esposizione dei lavoratori.

Numero commessa HE.19.0040

Titolo commessa Costruzione ed esercizio impianto agrovoltaico avente potenza di immissione massima pari a 25.000,00 kW, potenza nominale pari a 25.000,00kW, potenza moduli pari a 23.351,90kWp e sistema di accumulo pari a 4.400,00kW/8.250,00kWh con relativo collegamento alla rete elettrica.

Stato avanzamento Progetto definitivo

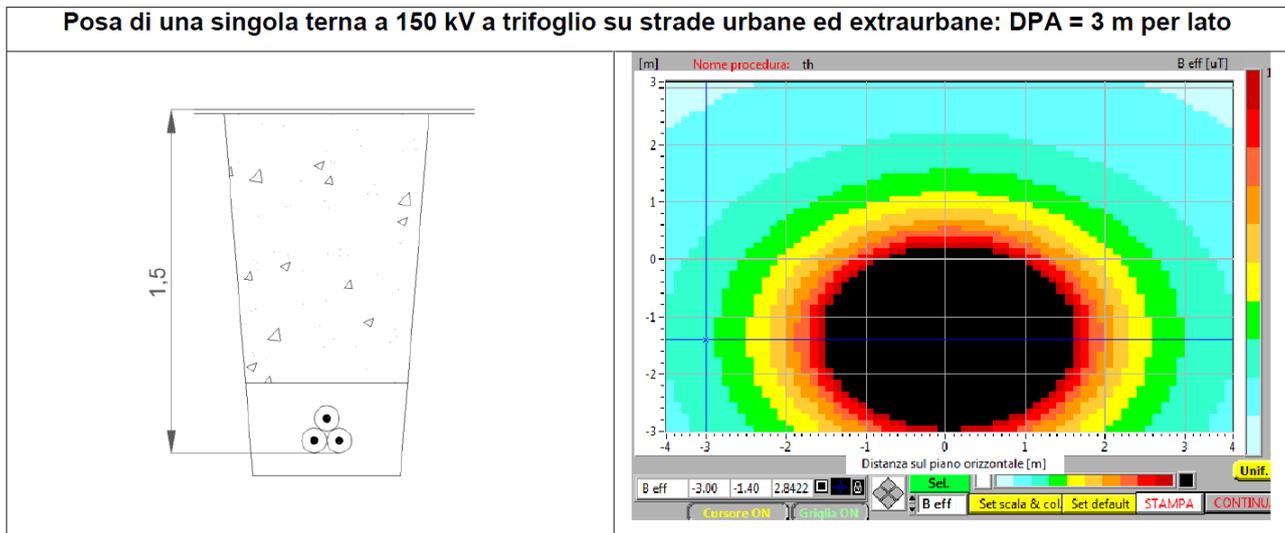
Nome elaborato DUR.RE02_Relazione sugli impatti elettromagnetici

Dalla figura sopra riportata si evidenzia altresì che le aree in cui si verifica il superamento del limite per la popolazione di cui alla Raccomandazione Europea 199/519/CE si trovano tutte completamente all'interno del recinto della stazione elettrica.

3.4 COLLEGAMENTO IN CAVO STAZIONE DI SMISTAMENTO E STAZIONE UTENTE A 150 KV

Per quanto riguarda i tratti in cavo interrato a 150 kV verranno utilizzati cavi unipolari in alluminio aventi una sezione di 1600 mm² (oppure in rame avente una sezione di 1000 mm²) con isolamento in XLPE per ciascuna delle quali è stata considerata una corrente di calcolo pari a 870 A.

Di seguito si riportano le curve isocampo di induzione magnetica a 3 µT e la relativa DPA con la tipologia di posa utilizzata nel nostro caso.



Relativamente ad eventuali buche giunti che dovessero rendersi necessarie lungo il tracciato, il campo da queste prodotto può essere calcolato schematizzando le stesse come una terna di cavi posati in piano allargato con distanza intercavi pari a circa 0,6 m.

Si fa rilevare che la DPA in corrispondenza di un eventuale giunto avrà un'estensione maggiore rispetto alle altre tipologia di posa; pertanto, le buche giunti non saranno posizionate in prossimità di recettori sensibili. Ciò è possibile potendo realizzare pezzature diverse di lunghezza variabile e quindi facendo in modo che le buche giunti siano posizionate in aree sgombre da luoghi in cui si prevede la permanenza prolungata di persone.

Qualora motivazioni di carattere tecnico non permettessero di posizionare le buche giunti lontano dai recettori di cui sopra, si provvederà a schermare la buca giunti con canalette

in materiale ferromagnetico in modo da abbattere il campo magnetico prodotto garantendo il rispetto dell'obiettivo della qualità.

In generale, lungo il tracciato del cavo, laddove necessario per ridurre il campo di induzione magnetica, potrà essere utilizzata la tecnica di posa con schermatura. Essa viene realizzata inserendo i cavi in apposite canalette di materiale ferromagnetico riempite con cemento a resistività termica stabilizzata o mediante l'utilizzo di loop passivi.

Tali sistemi di mitigazione del campo magnetico sono stati sperimentalmente provati ed applicati in altri impianti già realizzati con risultati positivi.

3.5 VERIFICA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI STAZIONE UTENTE 150 KV

Per il collegamento dell'impianto di produzione alla rete nazionale sarà necessario realizzazione una nuova Stazione Elettrica Utente per l'innalzamento della tensione da 30kV a 150kV per il successivo collegamento alla sbarra comune a 150kV che sarà collegata in cavo allo stallo della Nuova Stazione Elettrica di Terna 150kV (SE) posta nelle immediate vicinanze della nuova Stazione Utente (SU). Dalla SU saranno derivate le linee in cavo interrato per il collegamento dell'impianto di produzione. Le linee saranno posate in modalità interrata.

Ai fine della determinazione dei campi elettromagnetici e del limite della fascia di rispetto per l'obiettivo di qualità ($B = 3\mu T$) è utile riferirsi alle "Linee Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08" predisposte da E-DISTRIBUZIONE.

La nuova Stazione Utente sarà costituita da una sezione di arrivo a 150kV dalla SE di Terna e dalla sezione di trasformazione da 150/30kV.

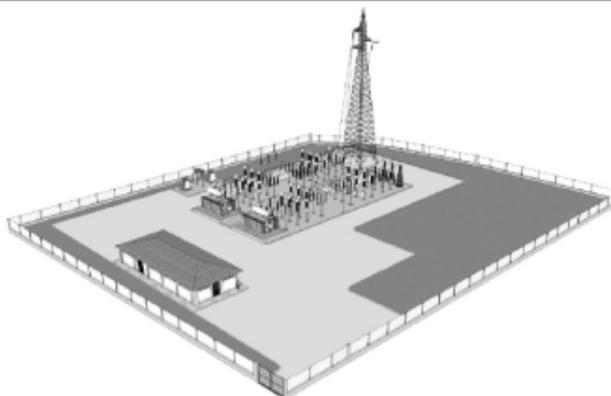
In questo caso per il calcolo della DPA si può far riferimento alle soluzioni calcolate da E-DISTRIBUZIONE. Il base di E-DISTRIBUZIONE è peggiorativo rispetto alla situazione di progetto in quanto la sezione di trasformazione impiegata ha una potenza decisamente più bassa, 32MVA contro i 63 MVA, ed una tensione lato MT più elevata, 30kV contro i 20 kV; pertanto i valori di corrente che generano i campi magnetici sono inferiori rispetto al caso base. In ogni caso prendendo il caso base che prevede la DPA a 14 m, anche per la Stazione Utente tale fascia risulta sempre nelle immediate vicinanze della stessa ed inoltre nelle aree limitrofe non sono presenti dei recettori sensibili in quanto l'impianto è collocato in area a destinazione agricola.



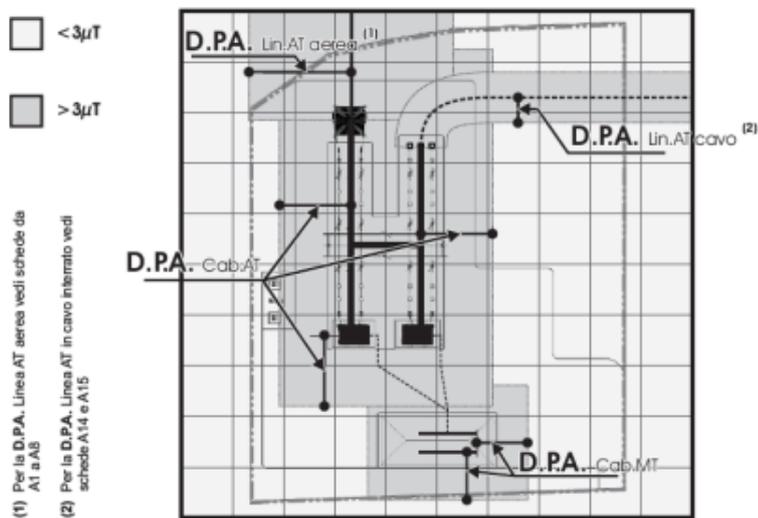
L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE INFRASTRUTTURE E RETI
QS-MUN

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



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



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

Pur considerando la DPA di 14m tale fascia risulta sempre interna all'area della futura SU in quanto l'asse del sistema a sbarre isolato in aria è posto a più di 14 m dal limite della recinzione.

3.6 VERIFICA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO DI PRODUZIONE

L'Impianto prevede, oltre alle stazione utente di cui ai paragrafi precedenti, anche 7 cabine di trasformazione distribuite in campo per l'innalzamento da BT ad MT. Lato BT in campo è prevista l'installazione di inverter di conversione collocati negli stessi locali prefabbricati che ospitano le sezioni di trasformazione.

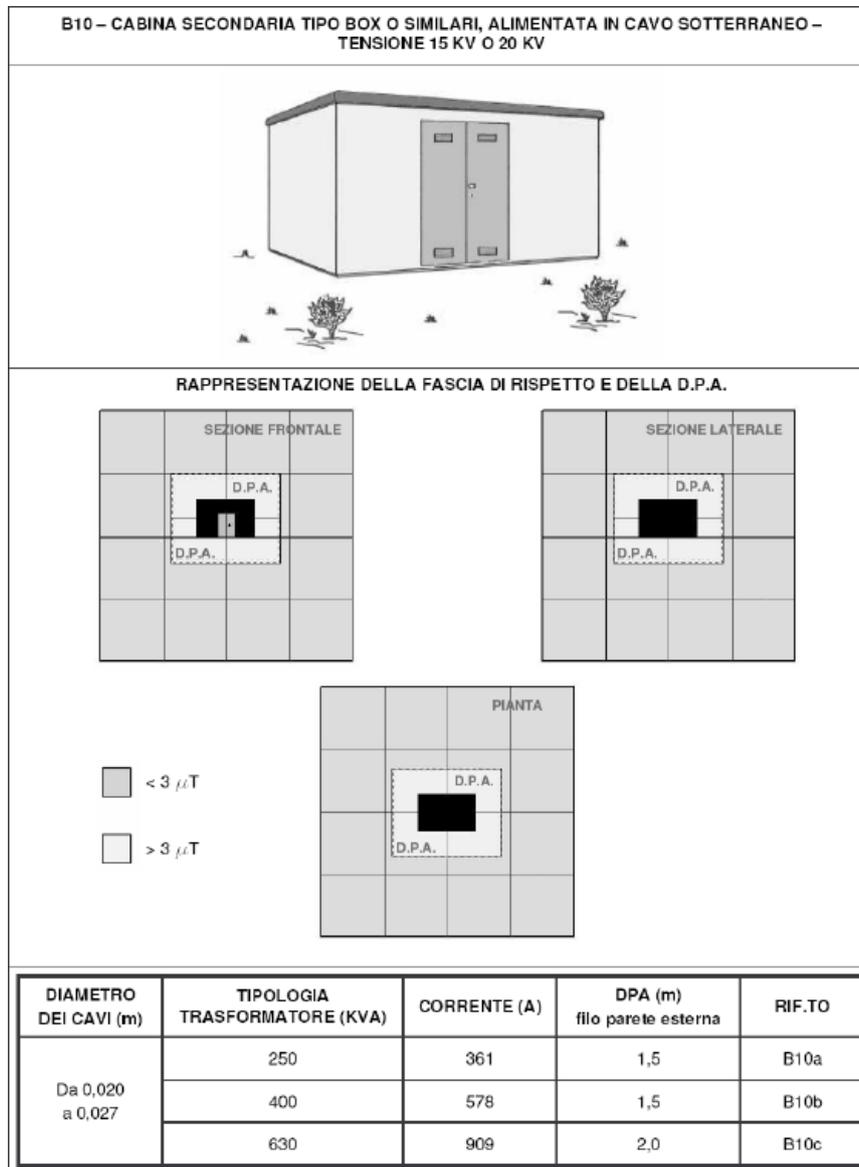
Il livello di tensione a partire dalla Stazione Utente fino alle cabine di campo sarà pari a 30kV 3F AC 50Hz, a partire dai trasformatori fino agli inverter il livello di tensione sarà pari a 0.6-0.63kV 3F AC IT mentre il livello di tensione massimo dai convertitori ai moduli fotovoltaici sarà pari a 1,5kVcc.

I cavidotti interrati relativi alla connessione degli impianti in MT saranno posizionati lungo la viabilità esistente, mentre non sono previste linee in cavo aereo.

3.6.1 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 la Stazione Utente.

I trasformatori BT/MT con la relativa quadristica di media tensione ed gli inverter 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 della cabina di parallelo, in quanto le distanze di rispetto imposte dalle specifiche di riferimento (Codice di Rete di Terna e Regole Tecniche di Connessione di e-distribuzione) 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 30 kV, gli effetti elettromagnetici non risultano trascurabili a priori. Infatti, nonostante la rete MT venga interrata ad una profondità minima di 1.2 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 $3 \mu\text{T}$, 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".

3.6.2 LINEE INTERRATE TRA IMPIANTO E STAZIONE UTENTE 30/150kV

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.

Per tutte le configurazioni si ha posa interrata di cavi unipolari, con conduttore in alluminio, disposti a trifoglio disposte entro cavidotti in PVC, paralleli.

Linea tipo	Tipo linea	Formazione [mm ²]	Tipo di posa	Corrente di impiego
Tra Stazione Utente e impianto di produzione	Cavo in Media Tensione	3x1x185	Interrata a 120cm	142A

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.

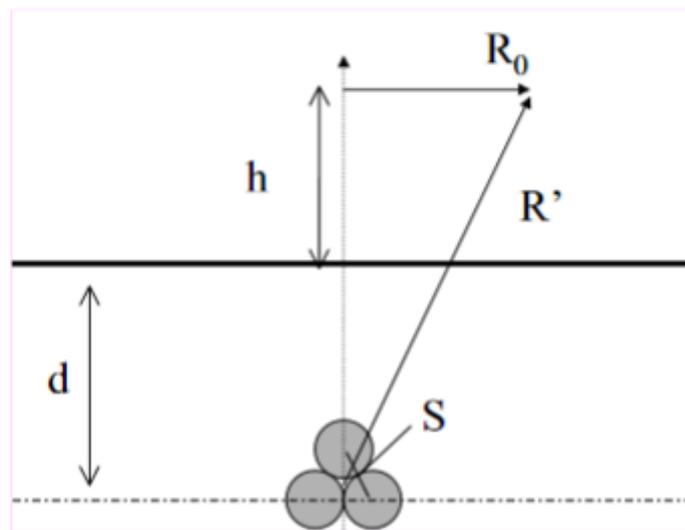
Il calcolo dell'induzione magnetica è stato effettuato utilizzando i fasori (vettori rotanti) delle correnti dei diversi conduttori, il calcolo è effettuato direttamente coi numeri complessi.

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 ($B = 3 \mu\text{T}$). Considerata la natura vettoriale del campo magnetico è possibile sommare i contributi dovuti alle singole terne che compongono la linea attraverso il modello semplificato previsto dalla norma CEI 106-11.

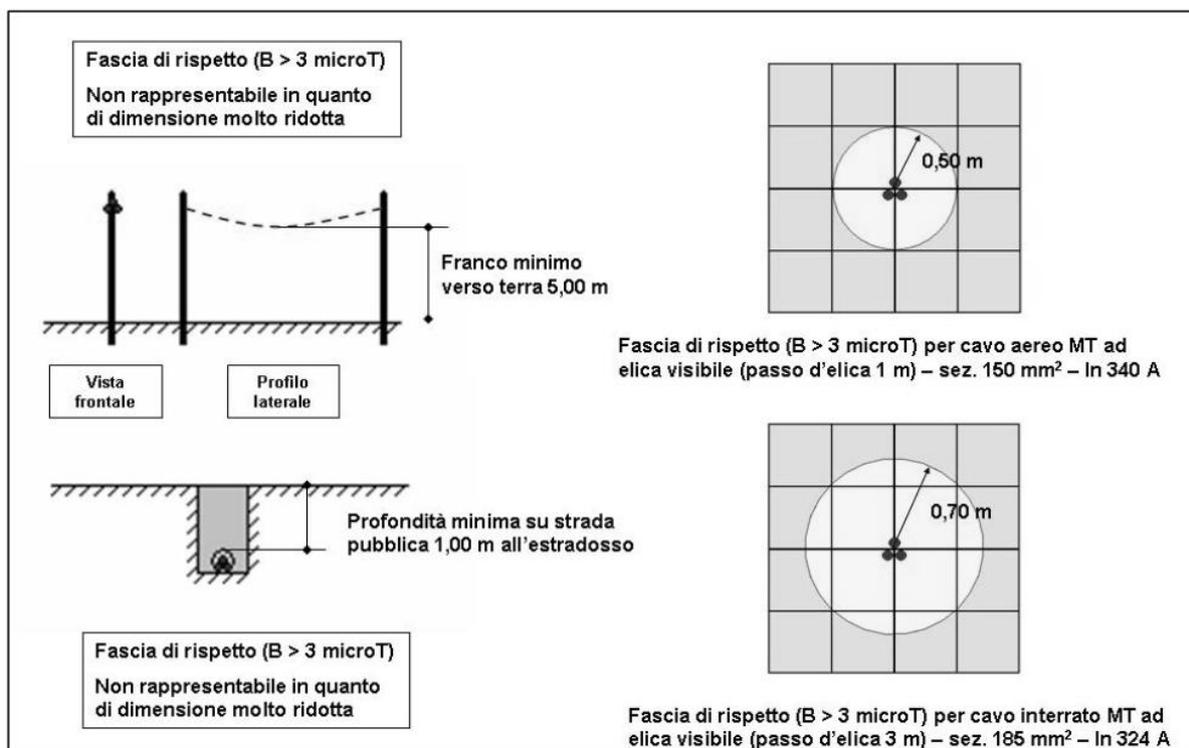
$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \quad [\mu\text{T}] \qquad R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [\text{m}]$$



Considerata quindi la disposizione spaziale delle terne e fissando l'asse centrale del sistema con la terna centrale si può calcolare il campo magnetico generato dall'elettrodotto interrato attraverso la somma dei singoli contributi di ogni terna. La corrente utilizzata nel calcolo è pari alla portata nominale della singola terna pari a 460A.

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{(X - X_1)^2 + (y - d)^2} + 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{(X - X_2)^2 + (y - d)^2} + 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{(X - X_3)^2 + (y - d)^2}$$

Con della formula analitica approssimata sopra riportata è stata determinata la distribuzione del campo magnetico rispetto all'asse della linea e il grafico sotto riportato riporta tutti i valori determinati con l'indicazione dell'obiettivo di qualità ed il limite di attenzione.



Il grafico mostra come nel caso in esame con corrente pari a 324A, più elevata rispetto alla corrente che transiterà nelle linee dell'impianto, l'obiettivo di qualità pari a 3 microtesla al livello del suolo è raggiunto ad una distanza dall'asse della linea pari o superiore a 0.7m. Quindi come valore cautelativo possiamo fissare una fascia di rispetto dall'asse della linea pari a 1m. Resta sempre ben inteso che nel caso specifico la linee di MT a 30kV saranno interrate lungo la viabilità interna dell'impianto e le distanza da eventuali recettori sensibili sarà sempre superiore a 3m.

3.6.3 EFFETTI CUMULATIVI CON LINEE ED IMPIANTI ELETTRICI ESISTENTI

Le situazioni in cui vi sono possibili interferenze fra linee elettriche parallele, deviazioni o incroci fra linee sono considerate dalla Normativa vigente come "casi complessi", nei quali per la descrizione della fascia di rispetto non risulta più sufficiente fornire la sola DPA.

In tali situazioni la metodologia di calcolo indicata dal Decreto 29 maggio 2008, prevede la possibilità di determinazione dell'Area di Prima Approssimazione sulla base di specifici incrementi parametrizzati; i casi complessi considerati dal Decreto sono i seguenti:

- parallelismi di linee elettriche aeree in AT;
- incroci di linee elettriche aeree AT/AT, AT/MT e MT/MT;
- derivazioni e cambi di direzione di linee elettriche aeree AT e MT

Nel caso specifico nell'impianto di produzione oggetto del presente studio, le linee elettriche interne sono tutte in cavo interrato e risultano sufficientemente distanziate da altre linee elettriche già esistenti o in progetto, si possono pertanto escludere possibili effetti cumulativi.

4 CONCLUSIONI

Dalle considerazioni esposte e dai risultati dei calcoli svolti si conclude che l'Impianto LECCE 90, compresa la nuova Stazione Elettrica e Stazione Utente con i relativi cavidotti di connessione, daranno contributi minimi in termini di campo elettrico e di induzione magnetica che, nei riguardi dei terreni confinanti, 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.