

COMMITTENTE



Caltanissetta Solar S.r.l.  
Via Durini, 9 Tel. +39.02.50043159  
20122 Milano PEC: caltanissettasolar@legalmail.it

**CALTANISSETTA SOLAR S.r.l.**

Via Durini, 9  
20122 Milano (MI)  
P. IVA 11875450964

Coordinatore del progetto: Arch. Luigi Giocondo

PROGETTISTI



**ANTEX Group**  
Sede Legale: Via Sabotino, 8 - 96013 Carlentini (SR)  
Uffici: Via Jonica, 16 - Loc. Belvedere - 96100 Siracusa (SR)  
Web: www.antexgroup.it

**Il tecnico:** Ing. Antonino Signorello  
**Responsabile tecnico:** Arch. Luigi Giocondo  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Catania n° A6105 Ordine degli Architetti della Prov. di Agrigento n° 133



REGIONE SICILIA



Libero Consorzio Comunale di Caltanissetta



COMUNE DI BUTERA

PROGETTO

Progetto di un impianto agrolvoltaico con soluzioni integrative innovative e sistemi di monitoraggio delle colture, realizzato su inseguitori solari, ai sensi del comma 5, art.31 della L.108/2021 e delle relative opere di connessione alla rete elettrica nazionale, da realizzare nel Comune di Butera in C.da Pozzillo, di potenza nominale di 35.400 KW e di potenza del generatore di 39.606,84 KWp denominato "BUTIRAH"

ELABORATO

Titolo:

**RELAZIONE COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA**

Doc:

BUT\_PD\_62

Codice elaborato:

Formato:

A4

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
0	Giugno 2022	Prima emissione	ANTEX	GR VALUE	GR VALUE

## INDICE

1. PREMESSA.....	2
1.1 Scopo del documento .....	2
1.2 Iniziativa.....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3. DEFINIZIONI .....	4
4. DATI GENERALI DEL PROGETTO.....	5
5. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPOSIZIONE AL CEM E IDENTIFICAZIONE MISURE DI SICUREZZA .....	6
5.1. ANALISI DELLA NORMA .....	6
5.2. MODALITA' DI ESECUZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO.....	9
5.3. IDENTIFICAZIONE DELLE FASI DI LAVORO E DEI LAVORATORI A RISCHIO .....	10
5.4. IDENTIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI CEM NEI LUOGHI DI LAVORO .....	12
5.4.1. MACCHINE DA CANTIERE, UTENSILI ELETTRICI, PISTOLE AD ARIA CALDA .....	13
5.4.2. ELETTRODOTTI IN MT .....	14
5.4.2.1. CEM generato da trincea con 1 circuito (1C).....	15
5.4.2.2. CEM generato da trincea con 2 circuiti (2C).....	16
5.4.3. Campo elettromagnetico generato da linee interrate AT .....	18
5.4.4. Campo elettromagnetico generato da cabine secondarie .....	19
5.4.5. SOTTOSTAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE 30/150 KV .....	19
5.5. CONTROLLO DEI LIVELLI DI AZIONE, LA, E SUPERAMENTO DEGLI STESSI .....	22
5.6. CONTROLLO DEI VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE, VLE, E DEL SUPERAMENTO DEGLI STESSI.....	27
5.7. VERIFICA DEI LIVELLI DI RIFERIMENTO DI CUI ALLA RACCOMANTAZIONE 1999/519/CE (0-300 GHZ) ....	28
5.8. ESITO DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO.....	29
5.9. ESITO DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO.....	30
6. CONCLUSIONI .....	31

## 1. PREMESSA

Per conto della società proponente, Caltanissetta Solar S.r.l., è stato redatto il progetto definitivo relativo alla realizzazione dell'impianto agrovoltaiico denominato "BUTIRAH", risultato di una progettazione integrata di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e di un impianto di produzione agricola. In particolare, la proposta progettuale è quella di un parco "agrovoltaiico" che adotta soluzioni integrative innovative con montaggio di moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione, come previsto dall'art.31 della L. 108/2021.

L'impianto agrovoltaiico "Butirah" sarà realizzato nel territorio del Comune di Butera in C. da Pozzillo, nella Provincia di Caltanissetta. . Il progetto prevede l'installazione di n. 67.704 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino da 585 Wp ciascuno, su strutture ad inseguimento monoassiale in acciaio zincato a caldo. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 150 kV con la sezione a 150 kV su una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 220/150 kV della RTN denominata "Butera 2", da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Chiaromonte Gulfi - Favara". Inoltre, al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione.

### 1.1 Scopo del documento

Con il Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, il Parlamento Italiano ha proceduto all'attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

Con la nuova normativa introdotta dal d.lgs. 30 giugno 2016, n. 127 (legge Madia), la conferenza dei servizi si potrà svolgere in modalità "Sincrona" o "Asincrona", nei casi previsti dalla legge.

La Regione Siciliana con il D.P. Reg. Siciliana 48/2012, recependo il decreto ministeriale 10 settembre 2010, ha stabilito le procedure amministrative di semplificazione per l'autorizzazione degli impianti da fonti rinnovabili. In particolare per impianti fotovoltaici superiori ad 1 MW di potenza è prevista l'indizione della conferenza dei servizi ai sensi del D.Lgs. 387/2003. Il citato decreto stabilisce la documentazione amministrativa necessaria e la disciplina del procedimento unico.

Il Progetto, nello specifico, è compreso tra le tipologie di intervento riportate nell'Allegato IV alla Parte II, comma 2 del D.Lgs. n. 152 del 3/4/2006 (cfr. 2c) – "Impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda con potenza complessiva superiore a 1MW", pertanto rientra tra le categorie di opere da sottoporre alla procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale di competenza delle Regioni.

Nel caso specifico, l'iter di VIA si configura come un endo-procedimento della procedura di Autorizzazione Unica ai sensi del D.lgs. 29 dicembre 2003.

In data 21 luglio 2017 è entrato in vigore il d. lgs. n. 104 del 16 giugno 2017 (pubblicato in G.U. n. 156 del 06/06/2017), il quale ha modificato la disciplina inserita nel D.lgs. n.152/2006 in tema di Valutazione di Impatto ambientale (VIA).

Il provvedimento trae origine da un adeguamento nazionale alla normativa europea prevista dalla Direttiva 2014/52/UE del 16 aprile 2014, la quale ha modificato la Direttiva 2011/92/UE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati.

Scopo del provvedimento in esame è quello di rendere più efficiente le procedure amministrative nonché di innalzare il livello di tutela ambientale.

Questa relazione ha lo scopo di fornire una descrizione generale di progetto per la realizzazione di un impianto di generazione elettrica con utilizzo della fonte rinnovabile solare.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrovoltaico denominato “**BUTIRAH**” da realizzare nei territori del Comune di Butera (CL) – Regione Sicilia. L'impianto fotovoltaico, connesso alla RTN a 36 kV ed installato a terra tramite strutture in acciaio zincato a caldo ad inseguimento monoassiale. L'impianto è caratterizzato da una potenza nominale pari a 35.400 kW e da una potenza del generatore pari a 39.606,84 kWp (@STC) ed utilizza moduli monofacciali in silicio monocristallino.

Il presente progetto viene dunque presentato a tutti gli enti di competenza che dovranno successivamente esprimere il loro parere tramite nulla osta o partecipando ai lavori della Conferenza dei servizi, secondo la procedura PAUR – in conformità al D.A. n°234/Gab del 18/08/2020 –A.R.T.A. della Regione Sicilia.

## 1.2 Iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto, denominato “Butirah”, si intende conseguire un significativo risparmio energetico, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal sole, tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- ✓ *la compatibilità con esigenze paesaggistiche e di tutela ambientale;*
- ✓ *nessun inquinamento acustico;*
- ✓ *un risparmio di combustibile fossile;*
- ✓ *una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.*

Il progetto mira a contribuire al soddisfacimento delle esigenze di “Energia Verde” e allo “Sviluppo Sostenibile” invocate dal Protocollo di Kyoto, dalla Conferenza sul clima e l'ambiente di Copenaghen 2009 e dalla Conferenza sul clima di Parigi del 2015.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la redazione della presente relazione, si è fatto riferimento alla seguente normativa:

- D. Lgs. 81/2008 “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” e ss. mm. e ii.;
- DIRETTIVA 2013/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE;
- Decreto legislativo 1° agosto 2016, n. 159 - Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di

sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE;

- Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici - Commissione Europea - Direzione Generale per l'Occupazione, gli Affari Sociali e l'Inclusione - Unità B3;
- Decreto del 29/05/08 "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica";
- DM del 29.5.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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", G.U. 28 agosto 2003, n. 200;
- Legge quadro 22/02/2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55;
- Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo";
- Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- Norma CEI 211-6 "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana";
- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo.

### 3. DEFINIZIONI

Nel seguito del documento si farà uso dei seguenti termini.

- **CAMPI ELETTROMAGNETICI (CEM):** campi magnetici statici e campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo di frequenza inferiore o pari a 300 GHz.
- **Corrente di contatto (Ic):** la corrente di contatto tra una persona e un oggetto è espressa in Ampere (A). Un conduttore che si trova in un campo elettrico può essere caricato dal campo.
- **Densità di corrente (J):** è definita come la corrente che passa attraverso una sezione unitaria perpendicolare alla sua direzione in un volume conduttore quale il corpo umano o una sua parte. È espressa in Ampere a metro quadro (A/m<sup>2</sup>).
- **Intensità di campo elettrico (E):** è una grandezza vettoriale che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. È espressa in Volt al metro (V/m).
- **Intensità di campo magnetico (H):** è una grandezza vettoriale che, assieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. È espressa in Ampere al metro (A/m).
- **Induzione magnetica (B):** è una grandezza vettoriale che determina una forza agente sulle cariche in movimento. È espressa in Tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico sono legate dall'equazione  $1 \text{ A m}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$ .
- **Assorbimento specifico di energia (SA):** si definisce come l'energia assorbita per unità di massa di tessuto

biologico e si esprime in Joule al chilogrammo (J/kg). Esso si impiega per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulsate.

- Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR): si tratta del valore mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di energia per unità di massa di tessuto corporeo ed è espresso in Watt al chilogrammo (W/kg). Il SAR a corpo intero è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi dell'esposizione a radiofrequenze (RF). Oltre al valore del SAR mediato su tutto il corpo, sono necessari anche valori locali del SAR per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti piccole del corpo conseguenti a particolari condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo in contatto con la terra, esposto a Radio Frequenze dell'ordine di pochi MHz e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.
- **LIMITI DI AZIONE (LA):** l'entità dei parametri direttamente misurabili, espressi in termini di intensità di campo elettrico (E), intensità di campo magnetico (H), induzione magnetica (B), corrente indotta attraverso gli arti (IL), e densità di potenza (S), che determina l'obbligo di adottare una o più delle misure specificate dalla norma. Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti Valori Limite di Esposizione.
- **VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE (VLE):** limiti all'esposizione a campi elettromagnetici che sono 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 a breve termine, conosciuti, per la salute.

Tra le grandezze sopra citate, possono essere misurate direttamente l'induzione magnetica, la corrente di contatto, le intensità di campo elettrico e magnetico, e la densità di potenza.

#### 4. DATI GENERALI DEL PROGETTO

Il progetto prevede l'installazione di n. 67.704 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino da 585 Wp ciascuno, su strutture ad inseguimento monoassiale in acciaio zincato a caldo. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 150 kV con la sezione a 150 kV su una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 220/150 kV della RTN denominata "Butera 2", da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Chiamonte Gulfi - Favara". Inoltre, al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione.

L'impianto fotovoltaico, connesso alla RTN a 150 kV ed installato a terra tramite strutture in acciaio zincato a caldo ad inseguimento monoassiale. L'impianto è caratterizzato da una potenza nominale pari a 35.400 kW e da una potenza del generatore pari a 39.606,84 kWp (@STC) ed utilizza moduli monofacciali in silicio monocristallino.

Tutte le opere in conglomerato cementizio armato e quelle a struttura metallica sono state progettate e saranno realizzate secondo quanto prescritto dalle Norme Tecniche vigenti relative alle leggi sopraccitate, così pure gli impianti elettrici.

## 5. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPOSIZIONE AL CEM E IDENTIFICAZIONE MISURE DI SICUREZZA

### 5.1. ANALISI DELLA NORMA

Le informazioni di cui si dirà sono tratte dalle seguenti normative:

- DIRETTIVA 2013/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici), nel prosieguo Direttiva EMF (ElectroMagnetic Field).
- Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici - Commissione Europea – Direzione Generale per l'Occupazione, gli Affari Sociali e l'Inclusione - Unità B 3, nel prosieguo Guida.
- D. Lgs. 81/2008, Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro (Titolo VIII, Agenti fisici, Capo IV, Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a campi elettromagnetici (Capo aggiornato ai sensi del D. Lgs. n. 159 del 01/08/2016 "Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE").

Preliminarmente, si ricordi che un CEM si identifica con la propagazione nello spazio di campi elettrici e magnetici variabili nel tempo. Alcuni campi provocano la stimolazione degli organi sensoriali, dei nervi e dei muscoli, mentre altri causano riscaldamento. È importante notare che tutti questi effetti hanno una soglia al di sotto della quale non vi è alcun rischio e le esposizioni inferiori alla soglia non sono in alcun caso cumulative. Gli effetti causati dall'esposizione sono transitori, essendo limitati alla durata dell'esposizione, e cessano o diminuiscono quando finisce l'esposizione. Ciò significa che non vi sono ulteriori rischi per la salute una volta terminata l'esposizione.

Il tipo di effetto che i CEM hanno sulle persone dipende sostanzialmente da:

- frequenza del CEM;
- intensità del CEM.

In funzione della frequenza, le radiazioni generate da un CEM si dividono in:

- Radiazioni Ionizzanti (IR) con frequenze superiori a 300 GHz (raggi UV, raggi gamma e raggi X);
- Radiazioni Non Ionizzanti (NIR) con frequenza fino a 300 GHz (campi elettromagnetici a frequenze estremamente basse, radiofrequenze, microonde, infrarosso, luce visibile).

Si consulti in proposito l'immagine appresso indicata:



*Grafico esplicativo della suddivisione delle radiazioni in non ionizzanti e ionizzanti*

Nel caso in esame i CEM cui possono essere esposti i lavoratori sono riconducibili a campi a frequenze estremamente basse (Extremely Low Frequency, ELF); infatti, in Italia, linee elettriche, cabine di trasformazione, elettrodomestici funzionano a frequenza industriale costante, pari a 50 Hz.

La Guida identifica gli effetti diretti e indiretti accertati che sono provocati dai CEM.

Gli effetti diretti sono i cambiamenti provocati in una persona dall'esposizione a un CEM. La Direttiva prende in considerazione solo gli effetti noti che si basano su meccanismi conosciuti, ma opera una distinzione fra effetti sensoriali ed effetti sulla salute, considerati più gravi. Gli effetti diretti sono i seguenti:

- vertigini e nausea provocati da CEM statici (associati di norma al movimento, ma possibili anche in assenza di movimento);
- effetti su organi sensoriali, nervi e muscoli provocati da campi a bassa frequenza (fino a 100 kHz);
- riscaldamento di tutto il corpo o di parti del corpo causato da campi ad alta frequenza (pari o superiore a 10 MHz); in presenza di valori superiori a qualche GHz il riscaldamento si limita in misura sempre maggiore alla superficie del corpo;
- effetti su nervi e muscoli e riscaldamento causato da frequenze intermedie (100 kHz-10 MHz).

Si consulti in proposito l'immagine appresso riportata, tratta dalla Guida:



**Effetti dei campi elettromagnetici con diverse gamme di frequenza  
(gli intervalli di frequenza non sono in scala)**



Gli effetti diretti possono, quindi, suddivisi in:

- effetti non termici, come la stimolazione di nervi, muscoli ed organi sensoriali;
- effetti termici, come il riscaldamento dei tessuti.

Con riferimento agli effetti indiretti si ravvisa quanto segue. Possono essere provocati dalla presenza, nel campo elettromagnetico, di oggetti che possono determinare pericoli per la sicurezza o la salute. Gli effetti indiretti sono i seguenti:

- interferenze con apparecchiature e altri dispositivi medici elettronici;
- interferenze con apparecchiature o dispositivi medici impiantabili attivi, per esempio stimolatori cardiaci o defibrillatori;
- interferenze con dispositivi medici portati sul corpo, per esempio pompe insuliniche;
- interferenze con dispositivi impiantabili passivi (per esempio protesi articolari, chiodi, fili o piastre di metallo);
- effetti su schegge di metallo, tatuaggi, body piercing e body art;
- rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici non fissi in un campo magnetico statico;
- innesco involontario di detonatori;
- innesco di incendi o esplosioni a causa di materiali infiammabili o esplosivi;
- scosse elettriche o ustioni dovute a correnti di contatto quando una persona tocca un oggetto conduttore in un campo elettromagnetico e uno dei due non è collegato a terra.

Alla luce delle considerazioni effettuate, atteso che la frequenza dei CEM è di 50 Hz, andranno presi in considerazione:

- effetti diretti non termici;
- effetti indiretti connessi direttamente con la salute e la sicurezza dei lavoratori.

Con riferimento all'intensità, la Guida definisce:

- Livelli di Azione (LA): sono fissati in termini di grandezze di campo esterne, rilevabili con relativa facilità tramite misurazioni o calcoli.
- Valori Limite di Esposizione: sono definiti in termini di grandezze presenti nel corpo che non possono essere misurate o calcolate facilmente.

**I LA sono ottenuti dai VLE sulla base di ipotesi prudenziali, e pertanto la conformità ai LA pertinenti garantisce sempre la conformità al VLE corrispondente.** Tuttavia, è possibile ottenere la conformità al VLE pur avendo superato un LA.

## 5.2. MODALITA' DI ESECUZIONE DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Come anticipato in premessa, la presente relazione riguarda la valutazione del rischio di esposizione dei lavoratori ai CEM dovuti all'impianto fotovoltaico nel suo intero ciclo di vita.

L'iter seguito per la valutazione, in conformità alle norme in vigore, contempla le seguenti attività:

1. Identificazione delle fasi di lavoro e dei lavoratori a rischio.
2. Identificazione delle sorgenti di CEM nei luoghi di lavoro.
3. Controllo dei Livelli di Azione, LA, e del superamento degli stessi.
4. Controllo dei Valori Limite di Esposizione, VLE, e del superamento degli stessi.
5. Verifica dei livelli di riferimento di cui alla Raccomandazione 1999/519/CE (0 – 300 GHz).
6. Esito della valutazione del rischio.
7. Identificazione delle misure di sicurezza.

Sulla base delle indicazioni della Guida, nel seguito verrà eseguita la valutazione specifica per ciascun luogo di lavoro per confrontare i valori attesi delle grandezze in gioco con i Limiti di Azione (LA) e i Valori Limite di Esposizione (VLE). Va rilevato che durante la produzione di energia non è prevista la presenza di personale operativo e che, comunque, l'accesso è limitato a personale esperto, formato ed informato su tutti i rischi presenti nel luogo di lavoro. Inoltre, vi sarà specifico divieto di accesso ai portatori di dispositivi impiantabili attivi (quali pace maker o simili). In proposito si consulti la segnaletica appresso riportata con alcune indicazioni operative.





Solo personale qualificato e autorizzato (PES, PAV, PEI) può entrare nella WTG. I lavori nell'impianto elettrico devono essere eseguiti solo da personale specificamente addestrato e autorizzato.

I dipendenti che non sono stati nominati o non adeguatamente qualificati non possono effettuare operazioni di commutazione, riparazione o manutenzione e possono accedere solo se accompagnati da personale autorizzato.

La responsabilità per lo svolgimento del lavoro e la sequenza delle fasi operative spetta al dipendente addestrato e nominato presente sul posto.

La scelta e la nomina di PES, PAV, PEI è effettuata esclusivamente dal DL o suo delegato.

Con riferimento ai dispositivi impiantabili attivi si rinvia agli approfondimenti di cui al successivo paragrafo.

### 5.3. IDENTIFICAZIONE DELLE FASI DI LAVORO E DEI LAVORATORI A RISCHIO

Ai fini del presente studio, si è tenuto conto delle diverse categorie di lavoratori interessati da potenziali CEM nell'intero ciclo di vita dell'opera. La tabella che segue mostra le differenti fasi del ciclo di vita dell'opera e, per ciascuna di esse, le classi di lavoratori interessati.

Fase di Lavoro	Categorie di lavoratori
Costruzione	Operai Edili Operai elettrici Professionisti tecnici
Collaudo e avviamento	Operai elettrici Professionisti tecnici
Esercizio e manutenzione	Manutentori Professionisti tecnici
Dismissione	Operai Edili Operai elettrici Professionisti tecnici

A questo punto, la norma suggerisce alcune precise tipologie di lavoratori sensibili al rischio di esposizione ai CEM. Si tratta di:

- Lavoratori non particolarmente a rischio;
- Lavoratori particolarmente a rischio, appreso tabellati:

**Lavoratori particolarmente a rischio**

**Esempi**

Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (Active Implanted Medical Devices, AIMD)

Stimolatori cardiaci, defibrillatori cardiaci, impianti cocleari, impianti nel tronco encefalico, protesi dell'orecchio interno, neurostimolatori, codificatori della retina, pompe impiantate per l'infusione di farmaci

Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili passivi contenenti metallo

Protesi articolari, chiodi, piastre, viti, clip chirurgiche, clip per aneurisma, stent, protesi valvolari cardiache, anelli per annuloplastica, impianti contraccettivi metallici e tipi di dispositivi medici impiantabili attivi

Lavoratori portatori di dispositivi medici indossati sul corpo

Pompe esterne per infusione di ormoni

Lavoratrici in gravidanza

I campi elettromagnetici possono provocare interferenze con il corretto funzionamento delle apparecchiature mediche elettroniche (così come possono interferire con qualsiasi altra attrezzatura elettronica). Tuttavia, poiché tali apparecchiature possono avere una funzione vitale per le cure mediche, le conseguenze delle interferenze possono essere gravi.

A sua volta, la norma effettua una ulteriore distinzione, così articolata:

- Lavoratori con dispositivi impiantabili attivi (AIMD);
- Altri lavoratori particolarmente a rischio (che includono lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili passivi contenenti metallo, lavoratori portatori di dispositivi medici indossati sul corpo, lavoratrici in gravidanza);
- Lavoratori non particolarmente a rischio.

Tale articolazione viene utilizzata nella tabella 3.2 della Guida, in cui viene esplicitato, in funzione del tipo di apparecchiatura o luogo di lavoro e in funzione della tipologia di lavoratori, di cui al precedente elenco, se va fatta o no la valutazione dei CEM:

Tipo di apparecchiatura o luogo di lavoro	Valutazione richiesta per i		
	Lavoratori non particolarmente a rischio <sup>*</sup>	Lavoratori particolarmente a rischio (esclusi quelli con dispositivi impiantabili attivi) <sup>†</sup>	Lavoratori con dispositivi impiantabili attivi) <sup>§</sup>
	(1)	(2)	(3)

Se per tutte le attività svolte in un luogo di lavoro viene apposto un "No" nelle tre colonne (relative ai lavoratori), non è necessario effettuare una valutazione specifica in relazione alla direttiva EMF, dato che non dovrebbero esserci rischi di questo tipo.

Pertanto, la valutazione andrà effettuata laddove sarà apposto un "Si".

Per i lavoratori particolarmente a rischio la valutazione è di solito più complessa. È possibile che i LA per gli effetti diretti non garantiscano una protezione adeguata a questi lavoratori, rendendo necessaria una valutazione separata che dovrà essere effettuata in fase esecutiva, confrontando i valori misurati in campo o desunti dai dati del fabbricante, con i livelli

di riferimento della Raccomandazione 1999/519/CE.

I lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili o dispositivi medici indossati sul corpo dovranno pertanto ricevere informazioni specifiche sui livelli di sicurezza dell'intensità di campo. In questo caso tali informazioni costituiranno criteri di valutazione e dovranno, quindi, essere anteposte a qualsiasi altra informazione più generale eventualmente disponibile. L'interferenza pertanto non dovrebbe verificarsi a condizione che i campi, diversi dai campi magnetici statici, non superino i valori istantanei dei livelli di riferimento della raccomandazione (1999/519/CE) del Consiglio. L'AIMD deve inoltre rimanere esente dall'influenza dei campi magnetici statici inferiori a 0,5 mT.

Per le lavoratrici in gravidanza, il datore di lavoro dovrà fare riferimento agli orientamenti contenuti nell'appendice E della Guida per l'attuazione della Direttiva EMF.

#### 5.4. IDENTIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI CEM NEI LUOGHI DI LAVORO

La valutazione del rischio di esposizione ai CEM parte da un censimento iniziale di sorgenti e apparati presenti nel luogo di lavoro. La maggior parte delle sorgenti dei CEM presenti negli ambienti di lavoro produce livelli di esposizione estremamente bassi, tanto che la maggior parte delle attività lavorative comuni difficilmente causa esposizioni superiori ai LA o ai VLE stabiliti dalla Direttiva.

Per la definizione delle fonti si sfrutta quanto indicato dalla tabella 3.2 della Guida. In particolare, ci si è riferiti alla sezione della tabella dedicata all'Alimentazione elettrica, all'Edilizia e all'Industria leggera, come appresso indicato:

Tipo di apparecchiatura o luogo di lavoro	Valutazione richiesta per i		
	Lavoratori non particolarmente a rischio	Lavoratori particolarmente a rischio (esclusi quelli con dispositivi impiantabili attivi)	Lavoratori con dispositivi impiantabili attivi
<b>Alimentazione elettrica</b>			
Turbine eoliche, lavori con	No	Si	Si
Conduttore nudo aereo con tensione nominale superiore a 100 kV o linea aerea superiore a 150 kV <sup>(1)</sup> , sopra il luogo di lavoro — esposizione a campi elettrici	Si	Si	Si
Conduttori nudi aerei con qualsiasi tensione — esposizione a campi magnetici	No	No	No
Circuito a cavo sotterraneo o isolato, con qualsiasi tensione nominale — esposizione a campi elettrici	No	No	No
<b>Edilizia</b>			
Macchinari per cantieri (per esempio betoniere, vibratori, gru ecc.) — lavoro in stretta prossimità	No	No	Si
<b>Industria leggera</b>			

Utensili (elettrici portatili e trasportabili per esempio trapani, levigatrici, seghe circolari e smerigliatrici angolari) — utilizzo di	No	No	<b>Si</b>
Utensili (elettrici portatili e trasportabili) — luoghi di lavoro contenenti	No	No	No
Pistole ad aria calda – utilizzo di	No	No	<b>Si</b>
Pistole ad aria calda (portatili) — luoghi di lavoro contenenti	No	No	No

I luoghi di lavoro individuati dalla precedente tabella sono stati applicati al caso in esame per definire le sorgenti di CEM. In particolare, di seguito si riportano due tabelle di cui:

- una relativa alla identificazione delle sorgenti di CEM nel caso di costruzione e dismissione dell'impianto;
- una relativa alla identificazione delle sorgenti di CEM nei casi di collaudo avviamento ed esercizio dell'impianto.

**Va rilevato che le attività di riparazione sui cavi di potenza avverranno sempre in assenza di tensione e, quindi, in assenza di CEM. Stessa cosa dicasi per eventuali lavori in area SSE: l'accesso sarà consentito solo a personale esperto formato e informato e l'attività di manutenzione sarà effettuata a impianto fermo.**

Le rimanenti componenti dell'impianto (sezione BT, apparecchiature del sistema di controllo, etc.) sono state giudicate non significative dal punto di vista delle emissioni elettromagnetiche, pertanto non verranno trattate ai fini della valutazione.

I paragrafi che seguono forniscono una descrizione delle sorgenti individuate.

#### 5.4.1. MACCHINE DA CANTIERE, UTENSILI ELETTRICI, PISTOLE AD ARIA CALDA

Come noto, un impianto fotovoltaico prevede la realizzazione di opere civili quali:

- viabilità di accesso;
- piazzole di servizio per il montaggio delle cabine di sottocampo;
- opere in conglomerato cementizio armato, quali pali e plinti di fondazione;
- opere di sostegno;
- infrastrutture della SSEU quali recinzione, opere di fondazione per apparecchiature elettromeccaniche, opere elettromeccaniche, opere elettriche.

Si prevede inoltre:

- posa in opera degli elettrodotti in MT (per la realizzazione dei giunti dei cavi occorrerà l'impiego di pistole ad aria calda).

Per la concreta attuazione di quanto su elencato, saranno utilizzate macchine da cantiere afferenti alle seguenti tipologie:

- escavatore;
- trivella per pali;

- autobetoniera;
- autopompa per calcestruzzo;
- gru di portata variabile a seconda dei carichi da sollevare.

nonché diverse tipologie di utensili manuali elettrici, soprattutto nella fase di definizione delle opere civili in area SSEU.

#### 5.4.2. ELETTRODOTTI IN MT

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, saranno del tipo standard. Si tratta di cavi unipolari riuniti in elica visibile, con conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L'isolante dei cavi è costituito da miscela in elastomero termoplastico HPTE, e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di miscela estrusa. Il cavo presenta uno schermo metallico. Sopra lo schermo metallico è presente una guaina protettiva.

I cavi verranno interrati ad una profondità di 1,10 m. La tensione di esercizio dei cavi è pari a 30kV.

Le correnti nominali per ciascuna linea sono funzione della potenza vettoriata e del numero di sottocampi fotovoltaici collegati a valle di tale linea. Tutte le linee in cavo soddisfano la verifica termica prevista dalla normativa, sia per quanto concerne le correnti di cortocircuito che per la tenuta termica dei cavi.

In ogni caso, si vuole quantizzare l'eventuale impatto elettromagnetico ipotizzando il caso in cui i cavidotti siano realizzati con cavi unipolari disposti a trifoglio. Vengono di seguito riportate i valori delle verifiche ottenute.

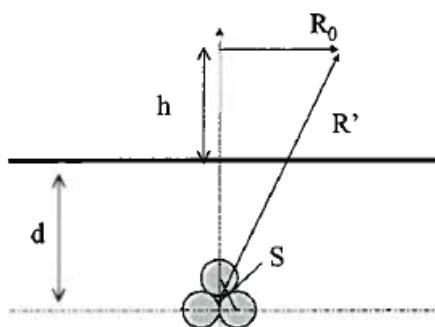
L'intensità del campo elettrico generato da linee interrate è insignificante già al di sopra delle linee stesse grazie all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

Per quanto riguarda l'intensità del campo magnetico, poiché le linee elettriche interrate MT (aventi sezione pari al max 300 mm<sup>2</sup>, ad una profondità di 1,0 m), relative all'impianto fotovoltaico in oggetto, **saranno realizzati mediante la posa di cavi unipolari posati a trifoglio**, si vuole valutare l'impatto elettromagnetico generato dai cavidotti interrati MT adottando la metodologia di calcolo illustrata nella Norma CEI 106-11, che riportiamo di seguito:

**b) Cavi unipolari posati a trifoglio**

Lo schema di posa in questo caso è illustrato nella Figura 12. Si può quindi ricorrere alle relazioni approssimate viste per le linee aeree con conduttori a triangolo

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \text{ [\mu T]} \quad R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ [m]} \quad (20)$$



**Figura 12 – Schema di principio per il calcolo delle distanze da trincee di cavi interrati con posa a trifoglio oltre le quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità (d è la profondità del centro del conduttore)**

I valori di DPA dipendono solo dalla geometria dei conduttori e dai valori di corrente che le attraversano.

**5.4.2.1. CEM generato da trincea con 1 circuito (1C)**

Il progetto prevede linee MT a 1 circuito (1C) a singola terna di conduttori unipolari (con posa di tipo interrata a trifoglio) attraversate dai seguenti valori di corrente:

Linea MT-1:

- a)  $I = 72,7 \text{ A}$  e  $S = 40 \text{ mm}^2$  (conduttori da  $120 \text{ mm}^2$ );
- b)  $I = 141,1 \text{ A}$  e  $S = 40 \text{ mm}^2$  (conduttori da  $120 \text{ mm}^2$ );
- c)  $I = 256,6 \text{ A}$  e  $S = 41 \text{ mm}^2$  (conduttori da  $150 \text{ mm}^2$ );
- d)  $I = 350,7 \text{ A}$  e  $S = 45 \text{ mm}^2$  (conduttori da  $240 \text{ mm}^2$ );

Linea MT-2:

- e)  $I = 59,9 \text{ A}$  e  $S = 40 \text{ mm}^2$  (conduttori da  $120 \text{ mm}^2$ );
- f)  $I = 175,3 \text{ A}$  e  $S = 40 \text{ mm}^2$  (conduttori da  $120 \text{ mm}^2$ );
- g)  $I = 290,8 \text{ A}$  e  $S = 42 \text{ mm}^2$  (conduttori da  $185 \text{ mm}^2$ );
- h)  $I = 406,3 \text{ A}$  e  $S = 49 \text{ mm}^2$  (conduttori da  $300 \text{ mm}^2$ );

Adottando la formula approssimata per i casi precedentemente esposti si ottiene:

Linea MT-1:

a)  $R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} = 0,286 \cdot \sqrt{0,04 \cdot 72,7} = 0,49 \text{ m}$

Poiché la profondità di posa della terna è di 1 m, il valore di induzione magnetica emesso da questa terna è minore di 3  $\mu\text{T}$  già al livello del suolo. Questo implica, per questo caso, un valore



di DPA pari a 0 m.

b)  $R' = 0,286 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 0,286 \cdot \sqrt{(0,04 \cdot 141,1)} = 0,68 \text{ m}$

Poiché la profondità di posa della terna è di 1 m, il valore di induzione magnetica emesso da questa terna è minore di 3  $\mu\text{T}$  già al livello del suolo. Questo implica, per questo caso, un valore di DPA pari a 0 m.

c)  $R' = 0,286 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 0,286 \cdot \sqrt{(0,041 \cdot 256,6)} = 0,93 \text{ m}$

Poiché la profondità di posa della terna è di 1 m, il valore di induzione magnetica emesso da questa terna è minore di 3  $\mu\text{T}$  già al livello del suolo. Questo implica, per questo caso, un valore di DPA pari a 0 m.

d)  $R' = 0,286 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 0,286 \cdot \sqrt{(0,045 \cdot 350,7)} = 1,14 \text{ m}$

**In via precauzionale, arrotondando al metro superiore, si ottiene una DPA pari a 2 m (e una fascia totale pari a 4 m) per le linee MT da 240 mm<sup>2</sup> a singolo circuito.**

#### Linea MT-2:

e)  $R' = 0,286 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 0,286 \cdot \sqrt{(0,04 \cdot 59,9)} = 0,44 \text{ m}$

Poiché la profondità di posa della terna è di 1 m, il valore di induzione magnetica emesso da questa terna è minore di 3  $\mu\text{T}$  già al livello del suolo. Questo implica, per questo caso, un valore di DPA pari a 0 m.

f)  $R' = 0,286 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 0,286 \cdot \sqrt{(0,04 \cdot 175,3)} = 0,76 \text{ m}$

Poiché la profondità di posa della terna è di 1 m, il valore di induzione magnetica emesso da questa terna è minore di 3  $\mu\text{T}$  già al livello del suolo. Questo implica, per questo caso, un valore di DPA pari a 0 m.

g)  $R' = 0,286 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 0,286 \cdot \sqrt{(0,042 \cdot 290,8)} = 0,99 \text{ m}$

Poiché la profondità di posa della terna è di 1 m, il valore di induzione magnetica emesso da questa terna è minore di 3  $\mu\text{T}$  già al livello del suolo. Questo implica, per questo caso, un valore di DPA pari a 0 m.

h)  $R' = 0,286 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 0,286 \cdot \sqrt{(0,049 \cdot 406,3)} = 1,27 \text{ m}$

**In via precauzionale, arrotondando al metro superiore, si ottiene una DPA pari a 2 m (e una fascia totale pari a 4 m) per le linee MT da 300 mm<sup>2</sup> a singolo circuito.**

#### **5.4.2.2. CEM generato da trincea con 2 circuiti (2C)**

Il caso peggiore è costituito da due terne di conduttori posati a trifoglio distanti tra loro 0,25 m, ad una profondità di 1 m. Nel progetto sono previste due tratte di trincee a 2 circuiti, nella prima i conduttori sono attraversati rispettivamente dalle seguenti correnti:

a)  $I_{n1} = 350,7 \text{ A}$  e  $S = 45 \text{ mm}$  (conduttori da 240 mm<sup>2</sup>) - Linea 1;

b)  $I_{n2} = 406,3 \text{ A}$  e  $S = 49 \text{ mm}$  (conduttori da 300 mm<sup>2</sup>) - Linea 2;

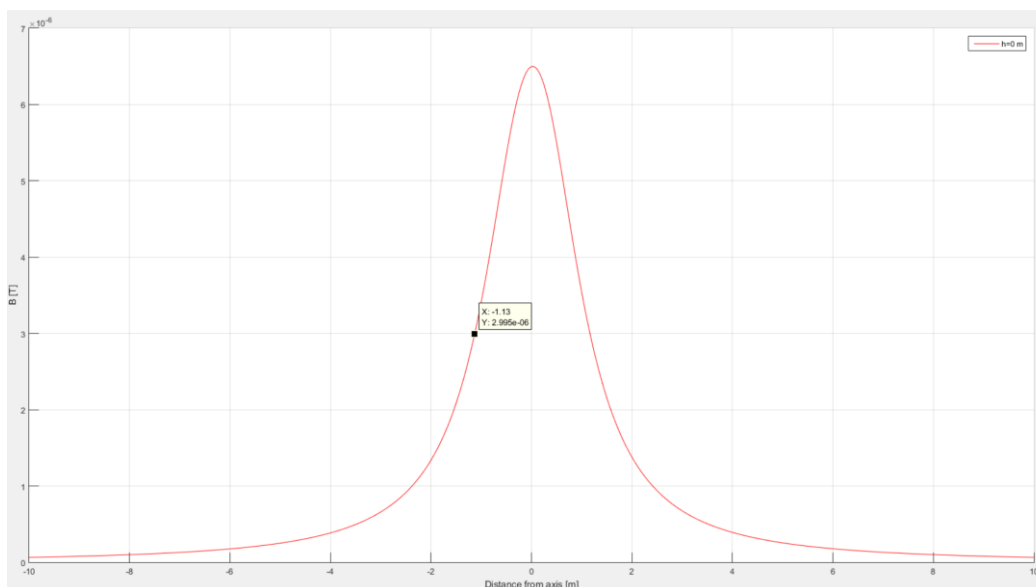
nella seconda i conduttori sono attraversati rispettivamente dalle seguenti correnti:

- a)  $I_{n3a} = 378,5$  A e  $S = 49$  mm (conduttori da  $300$  mm<sup>2</sup>) - Linea 3a;  
b)  $I_{n3b} = 378,5$  A e  $S = 49$  mm (conduttori da  $300$  mm<sup>2</sup>) - Linea 3b;

Per tale calcolo non si possono usare le formule approssimate indicate nelle Norma CEI 106-11, ma si deve fare riferimento esclusivamente al modello di calcolo standardizzato trattato dalla Norma CEI 211-4 e applicando il principio di sovrapposizione degli effetti.

Si calcolano infatti i valori di induzione magnetica di ogni linea geometricamente riferita ad uno stesso sistema di riferimento cartesiano, sommando poi puntualmente i rispettivi valori di induzione magnetica.

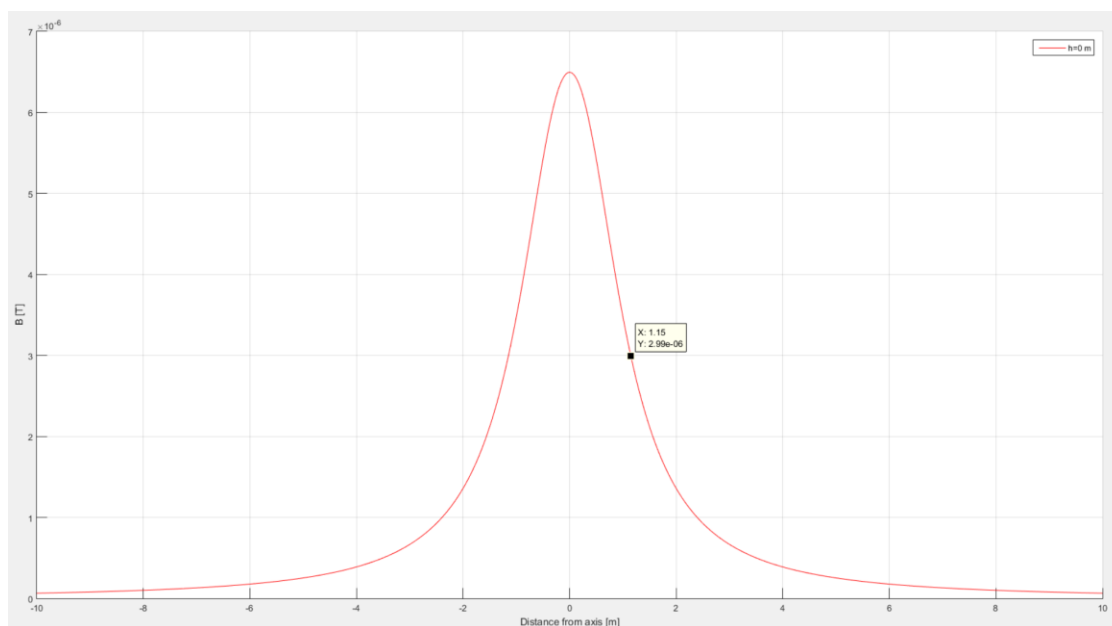
Prima tratta costituita da Linea MT-1 e Linea MT-2:



Come mostrato dal grafico si ottiene un valore di DPA pari a 1,13 m.

**In via precauzionale, arrotondando al metro superiore, si ottiene una DPA pari a 2 m, per una fascia totale pari a 4 m.**

Seconda tratta costituita da Linea MT-3a e Linea MT-3b:



Come mostrato dal grafico si ottiene un valore di DPA pari a 1,15 m.

**In via precauzionale, arrotondando al metro superiore, si ottiene una DPA pari a 2 m, per una fascia totale pari a 4 m.**

#### 5.4.3. Campo elettromagnetico generato da linee interrate AT

L'intensità del campo elettrico generato da linee interrate è insignificante già al di sopra delle linee stesse grazie all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno. Questo non è vero per l'intensità del campo magnetico, in quanto le guaine dei cavi non costituiscono un'efficace schermatura a tale riguardo. La distribuzione del campo magnetico presenta un picco in corrispondenza dell'asse della linea e si riduce rapidamente allontanandosi dallo stesso.

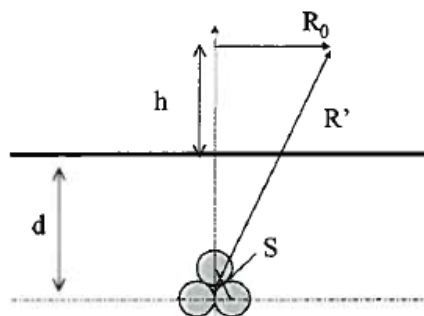
La linea elettrica interrata AT, relativamente l'impianto utente per la connessione alla RTN, sarà eseguita tramite posa di tipo interrata a trifoglio con singola terna di conduttori aventi sezione pari a  $1600 \text{ mm}^2$  (diametro esterno 115 mm), ad una profondità di 1,6 m e distanti tra loro 0,20 m, una corrente massima pari a 855,3 A.

La metodologia di calcolo è illustrata nella Norma CEI 106-11, che riportiamo di seguito:

**b) Cavi unipolari posati a trifoglio**

Lo schema di posa in questo caso è illustrato nella Figura 12. Si può quindi ricorrere alle relazioni approssimate viste per le linee aeree con conduttori a triangolo

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \text{ [\mu T]} \quad R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ [m]} \quad (20)$$



**Figura 12 – Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con posa a trifoglio oltre le quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità (d è la profondità del centro del conduttore)**

Otteniamo un valore della DPA pari a:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} = 0,286 \cdot \sqrt{(0,115 \cdot 855,3)} = 2,84 \text{ m}$$

In via precauzionale, arrotondando al metro superiore, si ottiene una DPA pari a 3 m, per una fascia totale di rispetto pari a 6 m.

Considerando invece la massima portata ammissibile per il raccordo interrato con conduttore da 1600 mm<sup>2</sup> che è pari a 1045 A, otteniamo un valore di DPA pari a:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} = 0,286 \cdot \sqrt{(0,115 \cdot 1045)} = 3,14 \text{ m}$$

**In via precauzionale, arrotondando al metro superiore, si ottiene una DPA pari a 3,5 m, per una fascia totale di rispetto pari a 7 m.**

#### 5.4.4. Campo elettromagnetico generato da cabine secondarie

Così come indicato nel documento "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08. Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche [Enel Distribuzione S.p.A. – Divisione Infrastrutture e Reti – QSA/IUN]", può essere presa in considerazione una DPA per le cabine elettriche pari a: 2m.

#### 5.4.5. SOTTOSTAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE 30/150 KV

La stazione di trasformazione utente, riceve l'energia proveniente dall'impianto fotovoltaico e la eleva alla tensione di 150kV.

La stazione utente sarà costituita da due sezioni, in funzione dei livelli di tensione: la parte di media tensione, contenuta all'interno della cabina di stazione e dalla parte di alta tensione costituita dalle apparecchiature elettriche con isolamento

in aria, ubicate nell'area esterna della stazione utente. La cabina di stazione sarà costituita dai locali contenenti i quadri di MT con gli scomparti di arrivo/partenza linee dall'impianto fotovoltaico, dagli scomparti per alimentare il trasformatore BT/MT dei servizi ausiliari di cabina, dagli scomparti misure e protezioni MT e dallo scomparto MT per il collegamento al trasformatore MT/AT, necessario per il collegamento RTN.

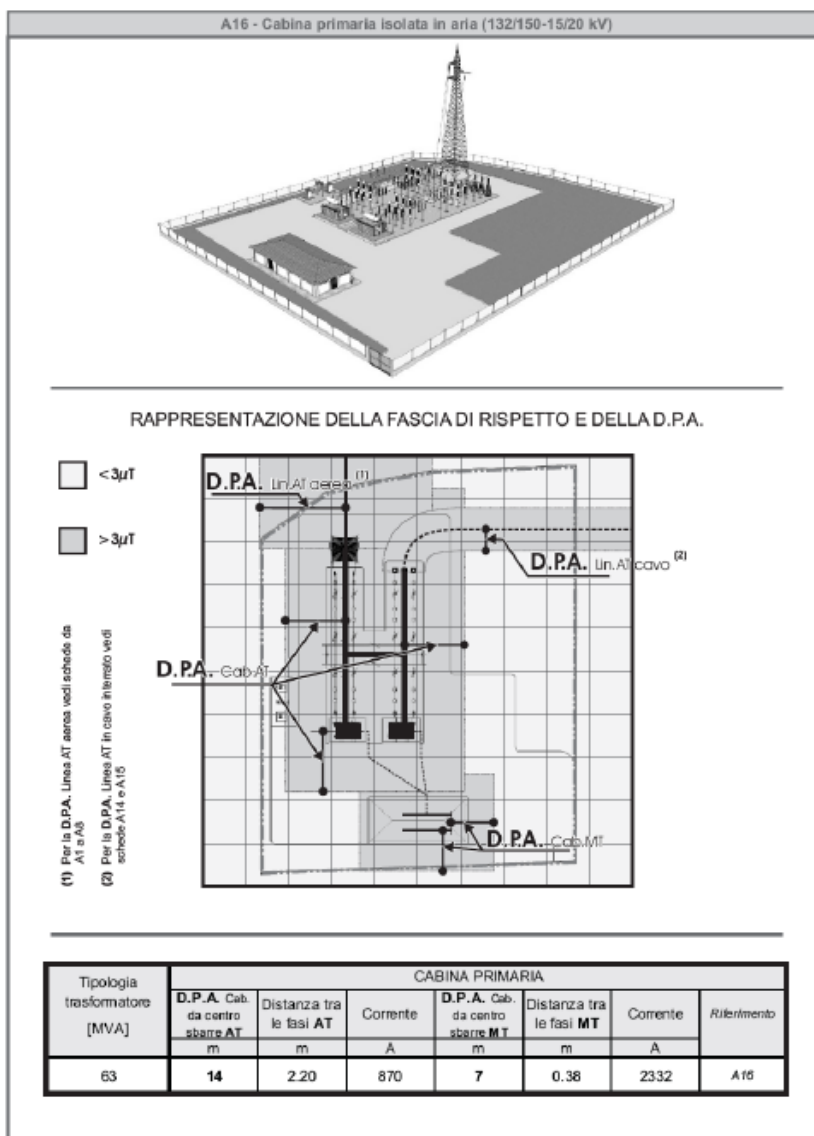
La stazione di trasformazione è costituita da uno stallo trasformatore elevatore. Lo stallo trasformatore è costituito dalle seguenti apparecchiature:

- Trasformatore elevatore 30/150 kV da 45 MVA ONAN;
- Scaricatori di sovratensione per reti a 150 kV con sostegno;
- Trasformatori di corrente e di tensione con sostegni, per misure e protezioni,
- Armadio di smistamento in prossimità dei TA e TV;
- Interruttore tripolare 170 kV;
- Sezionatore tripolare orizzontale 145-170 kV con lame di terra;
- Sbarre AT.

L'impianto viene completato dalla sezione MT/BT, la quale risulterà composta da:

- Quadri MT a 30 kV, completi di:
  - Scomparti di sezionamento linee di campo;
  - Scomparti misure;
  - Scomparti protezione generale;
  - Scomparto trafo ausiliari;
- Trasformatore MT/BT servizi ausiliari 30/0,4 kV da 100 kVA;
- Quadri servizi ausiliari;
- Quadri misuratori fiscali;
- Sistema di monitoraggio e controllo.

Così come indicato nel documento "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08. Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche [Enel Distribuzione S.p.A. – Divisione Infrastrutture e Reti – QSA/IUN]", può essere presa in considerazione una DPA per le cabine primarie pari a: 14m.



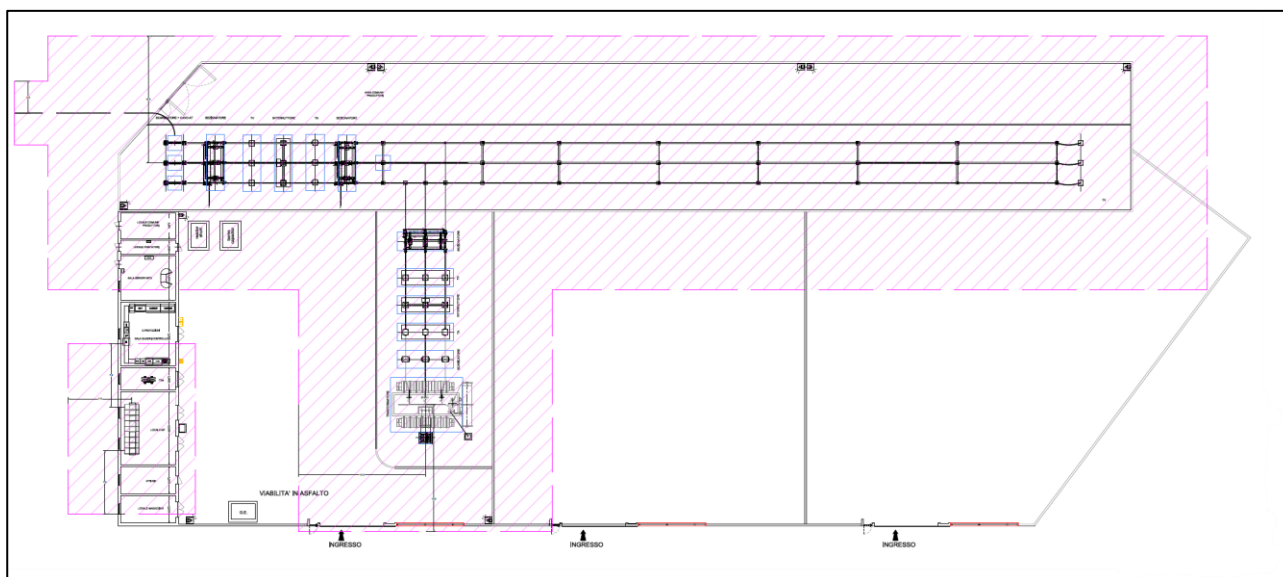
Considerato che la SSE Utente presenta le seguenti caratteristiche:

- un trasformatore di 45 MVA;
- Potenza nominale dell'impianto 35,4 MW;
- le correnti in gioco saranno di circa 151,57 A (lato AT);

si possono adottare i seguenti valori di DPA anche per la SSE Utente:

- DPA da centro sbarre AT = 14 m;
- DPA da centro sbarre MT = 7 m.

Nella figura seguente viene mostrata l'area di prima approssimazione (APA) della SSEU, all'esterno della quale vengono raggiunti i valori di induzione magnetica minori di 3 μT:



### 5.5. CONTROLLO DEI LIVELLI DI AZIONE, LA, E SUPERAMENTO DEGLI STESSI

I Livelli di Azione LA sono definiti negli allegati II e III della Direttiva EMF. La Direttiva definisce una serie di LA differenti, alcuni dei quali applicabili simultaneamente. I LA riguardano gli effetti diretti o indiretti. Alle basse frequenze (caso in esame), i campi elettrici e magnetici possono essere considerati indipendenti (la cosiddetta «approssimazione quasi-statica») ed entrambi inducono campi elettrici nel corpo. Pertanto, alle basse frequenze esistono LA per i campi elettrici e magnetici. Ci sono anche LA per la corrente di contatto. Con l'aumentare della frequenza, i campi provocano un accoppiamento più intenso e l'interazione con il corpo si modifica, producendo una deposizione di energia che a sua volta provoca effetti termici. Per queste frequenze ci sono LA per i campi elettrici e magnetici. A frequenze superiori a 6 GHz, esiste un LA supplementare per la densità di potenza, che è correlato all'intensità dei campi elettrici e magnetici. Ci sono anche LA per le correnti indotte attraverso gli arti, a loro volta correlati agli effetti termici, e per le correnti di contatto. Se i LA non sono superati, si può ipotizzare che le esposizioni siano conformi ai VLE e che non sono necessarie ulteriori valutazioni. In talune circostanze il superamento di alcuni LA può comunque essere accettabile. Se i LA sono superati, è necessario proseguire con il controllo dei VLE. Per i campi a bassa frequenza (1 Hz – 10 MHz) la Direttiva EMF esprime i valori limite per gli effetti sanitari in funzione del campo elettrico interno inteso come valore di picco spaziale per l'intero corpo del soggetto esposto. Per gli effetti sensoriali viene fissato un limite solo per il range di frequenze compreso tra 1 Hz e 400 Hz per una azione di protezione dagli effetti del campo elettrico sul sistema nervoso centrale e da effetti transitori quali l'induzione di fosfeni retinici e modifiche minori di determinate funzioni cerebrali che si manifestano solo per gli intervalli di frequenza considerati nel quadro normativo. Anche in questo caso la quantità dosimetrica considerata è il campo elettrico interno limitato ai valori di picco spaziale nella testa del soggetto esposto.

Di seguito le tabelle con indicazione dei limiti di riferimento al variare della frequenza.

LA per esposizione a campi elettrici compresi tra 1 Hz e 10 MHz

Gamma di frequenza	Intensità di campo elettrico LA(E) inferiori [ $Vm^{-1}$ ] (RMS)	Intensità di campo elettrico LA(E) superiori [ $Vm^{-1}$ ] (RMS)
$1 \leq f < 25$ Hz	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
$25 \leq f < 50$ Hz	$5,0 \times 10^5/f$	$2,0 \times 10^4$
$50 \text{ Hz} \leq f < 1,64$ kHz	$5,0 \times 10^5/f$	$1,0 \times 10^6/f$
$1,64 \leq f < 3$ kHz	$5,0 \times 10^5/f$	$6,1 \times 10^2$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10$ MHz	$1,7 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$

Tabella B1 Allegato II Direttiva 2013/35/UE

LA per esposizione a campi magnetici compresi tra 1 Hz e 10 MHz

Gamma di frequenza	Induzione magnetica LA (B) inferiori [ $\mu T$ ] (RMS)	Induzione magnetica LA (B) superiori [ $\mu T$ ] (RMS)	Induzione magnetica LA per esposizione arti a campo magnetico localizzato [ $\mu T$ ] (RMS)
$1 \leq f < 8$ Hz	$2,0 \times 10^5/f^2$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$8 \leq f < 25$ Hz	$2,5 \times 10^4/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$25 \leq f < 300$ Hz	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$300 \text{ Hz} \leq f < 3$ kHz	$3,0 \times 10^5/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10$ MHz	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$

Tabella B2 Allegato II Direttiva 2013/35/UE

I LA per corrente di contatto  $I_C$

Frequenza	LA ( $I_C$ ) corrente di contatto stazionaria [mA] (RMS)
fino a 2,5 kHz	1,0
$2,5 \leq f < 100$ kHz	$0,4 f$
$100 \text{ kHz} \leq f \leq 10\,000$ kHz	40

Tabella B3 Allegato II Direttiva 2013/35/UE

Si assumono come valori attesi quelli massimi per entrambe le grandezze misurate: per l'intensità del campo elettrico 316,00 V/m e per l'induzione magnetica 79,00  $\mu T$ .

Per quanto riguarda il campo elettrico di linee elettriche aeree, misure sperimentali evidenziano quanto segue:



Tipologia di linea aerea	Range di campo elettrico misurato a terra [V/m]
Linea 380 kV	da 7.000 a 8.000
Linea 220 kV	da 2.000 a 3.000
Linea 132 kV	da 1.000 a 2.000
Linea 15 kV	da 100 a 150

Fonte: <https://www.overtec.it/articoli/campi-elettromagnetici/campi-elettromagnetici-generati-da-elettrodotti>

Si assume come valore atteso quello di **3.000 V/m** per linea a 220 kV.

Per quel che concerne l'induzione magnetica, sempre le misure sperimentali danno i seguenti valori:

Tipologia di linea aerea	Range di induzione magnetica misurata a terra [μT]
Linea 380 kV	da 20 a 22
Linea 220 kV	da 16 a 18
Linea 132 kV	da 14 a 16
Linea 15 kV	da 1 a 3,6

Fonte: <https://www.overtec.it/articoli/campi-elettromagnetici/campi-elettromagnetici-generati-da-elettrodotti>

Si assume come valore atteso quello di **18 μT** per linea a 220 kV.

Le tabelle che seguono mostrano il confronto tra i valori attesi e i LA, con riferimento alla sorgente CEM per la quale è necessario effettuare la valutazione:

**Denominazione sorgente:**

<b>Denominazione sorgente:</b>	Turbine eoliche, lavori con		
<b>Frequenza F (Hz):</b>	50,00		
<b>Campi a bassa frequenza (1 Hz - 10 MHz)</b>			
	<b>Valore atteso</b>	<b>LA limite</b>	<b>Controllo LA</b>
Intensità Campo Elettrico LA(E) inferiori [V/m]	316,00	10.000,00	≤ LA
Intensità Campo Elettrico LA(E) superiori [V/m]	316,00	20.000,00	≤ LA
Induzione Magnetica LA(B) inferiori [μT]	79,00	1.000,00	≤ LA
Induzione Magnetica LA(B) superiori [μT]	79,00	6.000,00	≤ LA
Induzione Magnetica LA esp. arti a C.M. localizzato [μT]	<18.000,00	18.000,00	≤ LA
Corrente di contatto I <sub>c</sub> [mA]	<1,00	1,00	≤ LA
<b>Risultato controllo superamento LA sorgente:</b>			≤ LA

<b>Denominazione sorgente:</b>	Conduttore nudo aereo con tensione nominale superiore a 100 kV o linea aerea superiore a 150 kV, sopra il luogo di lavoro — esposizione a campi elettrici		
<b>Frequenza F (Hz):</b>	50,00		
<b>Campi a bassa frequenza (1 Hz - 10 MHz)</b>			
	<b>Valore atteso</b>	<b>LA limite</b>	<b>Controllo LA</b>
Intensità Campo Elettrico LA(E) inferiori [V/m]	3.000,00	10.000,00	≤ LA
Intensità Campo Elettrico LA(E) superiori [V/m]	3.000,00	20.000,00	≤ LA
Induzione Magnetica LA(B) inferiori [μT]	18,00	1.000,00	≤ LA
Induzione Magnetica LA(B) superiori [μT]	18,00	6.000,00	≤ LA
Induzione Magnetica LA esp. arti a C.M. localizzato [μT]	<18.000,00	18.000,00	≤ LA
Corrente di contatto I <sub>c</sub> [mA]	<1,00	1,00	≤ LA
<b>Risultato controllo superamento LA sorgente:</b>			≤ LA

**In entrambi i casi, si registra il non superamento dei LA.**

Con riferimento alle macchine da cantiere, agli utensili da lavoro e alle pistole ad aria calda, si fanno le seguenti riflessioni. L'approvazione della Direttiva europea 2012/11/CE (modifica della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dai campi elettromagnetici) ha posto l'attenzione sul problema delle emissioni di campi elettromagnetici in ambiente lavorativo e della conseguente esposizione da parte dei lavoratori.

Il testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro (D. Lgs. 81/2008) obbliga il datore di lavoro alla valutazione di tutti i rischi per la salute e la sicurezza, con specifico riferimento alla **valutazione dei rischi derivanti da esposizione ad agenti fisici e, fra questi, ai campi elettromagnetici.**

Per fare questo il datore di lavoro deve valutare l'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici conformemente alle norme di riferimento e sulla base delle tipologie di apparecchiature, impianti e macchine presenti nel luogo di lavoro e, dove necessario, **deve procedere con misurazioni strumentali per verificare il rispetto dei limiti previsti dalla normativa. Sia la direttiva 2004/40/CE che il D. Lgs. 81/2008 prevedono che i datori di lavoro mettano a disposizioni dei lavoratori macchine ed apparecchiature sicure e, nel caso specifico, che non comportino rischi di esposizione a campi elettromagnetici per i lavoratori esposti.**

Il requisito essenziale di sicurezza e di tutela della salute 1.5.10 della direttiva 2006/42/CE (Direttiva Macchine) stabilisce che *"le emissioni indesiderabili di radiazioni da parte della macchina (comprese quelle non ionizzanti, di cui i campi elettromagnetici fanno parte) devono essere eliminate o essere ridotte a livelli che non producono effetti negativi sulle persone"*. Si aggiunge inoltre che *"ogni emissione di radiazioni non ionizzanti funzionali durante la regolazione, il funzionamento e la pulitura deve essere ridotta a livelli che non producono effetti negativi sulle persone"*.

È quindi necessario, da parte del fabbricante, valutare se la macchina dia origine a campi elettromagnetici potenzialmente pericolosi per le persone esposte, con particolare riferimento alle postazioni in cui è prevista la presenza dell'operatore.

Bisogna sottolineare che, come previsto dal requisito essenziale di sicurezza e di tutela della salute 1.7.4.2 (contenuto

delle istruzioni), la Direttiva Macchine prevede che il manuale di istruzioni debba contenere:

- *le informazioni in merito ai rischi residui che permangono, malgrado siano state adottate le misure di protezione integrate nella progettazione della macchina e malgrado le protezioni e le misure di protezione complementari adottate;*
- *le istruzioni sulle misure di protezione che devono essere prese dall'utilizzatore, incluse, se del caso, le attrezzature di protezione individuale che devono essere fornite;*
- *se la macchina può emettere radiazioni non ionizzanti che potrebbero nuocere alle persone, in particolare se portatrici di dispositivi medici impiantabili attivi o non attivi, le informazioni riguardanti le radiazioni emesse per l'operatore e le persone esposte.*

Inoltre, il requisito essenziale di sicurezza e di tutela della salute, della direttiva macchine, 1.7.4.3 prescrive che *"le pubblicazioni illustrative o promozionali che descrivono le caratteristiche delle prestazioni della macchina devono contenere le stesse informazioni delle istruzioni per quanto concerne le emissioni"*. Quindi, in presenza di campi elettromagnetici significativi, bisognerebbe indicare nel manuale di istruzioni anche il valore rilevato dalle misure strumentali e la relativa classificazione.

Risulta evidente che tali prescrizioni hanno il duplice obiettivo di incentivare la riduzione di emissioni di radiazioni da parte delle macchine (campi elettromagnetici, radiazioni ottiche, ecc.) e di fornire gli strumenti necessari, al datore di lavoro, per adempiere ai propri obblighi in materia di salute e sicurezza negli ambienti di lavoro in cui la macchina verrà installata. La valutazione delle radiazioni elettromagnetiche, emesse dal macchinario, effettuata dal fabbricante (con riferimento alla norma UNI EN 12198, armonizzata ai sensi della Direttiva Macchine 2006/42/CE) permette di definire la corretta classificazione della macchina. La valutazione delle radiazioni elettromagnetiche, se necessario, consente anche di prendere idonee misure di protezione per l'eliminazione o la riduzione dei rischi connessi con l'esposizione a tali emissioni.

Se è vero che la valutazione dei rischi presenti sul luogo di lavoro compete al datore di lavoro, che ha installato la macchina, è anche vero che detta valutazione potrebbe essere stata fatta sulla base delle informazioni fornite dal fabbricante, che devono essere complete e corrette. A tal proposito la norma UNI EN 12198 stabilisce che, nella procedura per la valutazione del rischio dovuto all'emissione di radiazioni da un macchinario, è possibile ignorare alcune tipologie di emissioni definite "trascurabili" basandosi sull'esperienza, sui calcoli e sulle misurazioni di tecnici esperti. Un aiuto in tal senso viene dato dalla norma CEI EN 50499, che fornisce un **elenco apparecchiature considerate "conformi a priori"** in quanto le emissioni originate sono inferiori ai limiti minimi della Raccomandazione 1999/519/CE sulle esposizioni a campi elettromagnetici per la popolazione.

Fanno parte di questo elenco:

- apparecchiatura di illuminazione (escluse le illuminazioni speciali alimentate in RF);
- computer e apparecchiature IT;
- telefoni mobili e telefoni senza filo;
- caricabatterie per il normale uso domestico, destinati all'utilizzo in garage, nei negozi, nell'industria leggera e nelle fattorie (trattati nella norma CEI EN 60335-2-29);

- apparecchiature audio e video (esclusi i tipi speciali, che utilizzano trasmettitori radio usati tipicamente nel settore delle radiodiffusioni);
- antenne delle stazioni base (solo per distanze dall'antenna superiori a quelle di sicurezza definite per l'esposizione della popolazione);
- apparecchiature portatili alimentate a batteria, esclusi i trasmettitori a radio frequenza;
- apparecchiature elettriche per il riscaldamento di locali (esclusi i riscaldatori a microonde);
- strumentazione, apparecchiature di misura e controllo;
- reti di alimentazione elettrica (50 Hz) nei luoghi di lavoro e circuiti di distribuzione e trasmissione dell'elettricità che attraversano o sorvolano il luogo di lavoro; in questo caso le esposizioni ai campi elettrici e magnetici devono essere considerate separatamente.

I seguenti elementi sono conformi per l'esposizione ai campi magnetici:

- tutte le installazioni elettriche con un valore nominale della corrente di fase non superiore a 100 A;
- tutti i circuiti singoli all'interno di un'installazione, con un valore nominale della corrente di fase non superiore a 100 A;
- tutti i circuiti i cui conduttori sono vicini e hanno una corrente netta non superiore a 100 A;
- sono compresi tutti i componenti delle reti che soddisfano i criteri precedenti (inclusi i cablaggi, le apparecchiature di manovra, i trasformatori, ecc.);
- tutti i conduttori aerei nudi.

I seguenti elementi sono conformi per l'esposizione ai campi elettrici:

- tutti i circuiti di cavi sotterranei o isolati, con qualsiasi tensione nominale;
- tutti i circuiti aerei nudi con tensione nominale non superiore a 100 kV;
- le linee aeree non superiori a 125 kV che sorvolano il luogo di lavoro;
- le linee aeree che sorvolano il luogo di lavoro di qualsiasi tensione, se il luogo di lavoro è all'interno.

Se la macchina non ricade fra queste tipologie sarà necessario procedere con le misurazioni strumentali al fine di valutare il livello di emissione di radiazioni, assegnare la corretta categoria di emissione, determinare le misure di protezione appropriate e fornire le informazioni necessarie agli utilizzatori della macchina.

**Pertanto, si ritiene più corretto rinviare la definizione quantitativa dei CEM elettromagnetici prodotti da macchine e utensili da lavoro nell'ambito delle valutazioni preliminari del datore di lavoro prima che inizino le attività.**

Si può comunque, ipotizzare, che i valori di campo elettrico e induzione magnetica di macchinari da cantiere e utensili elettrici siano paragonabili a quelli definiti per turbine e linee elettriche aeree.

## 5.6. CONTROLLO DEI VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE, VLE, E DEL SUPERAMENTO DEGLI STESSI

I Valori limite di esposizione VLE sono definiti negli allegati II e III della Direttiva EMF.

Per i campi a bassa frequenza (1 Hz – 10 MHz) la Direttiva EMF esprime i valori limite per gli effetti sanitari in funzione del campo elettrico interno inteso come valore di picco spaziale per l'intero corpo del soggetto esposto. Per gli effetti

sensoriali viene fissato un limite solo per il range di frequenze compreso tra 1 Hz e 400 Hz per una azione di protezione dagli effetti del campo elettrico sul sistema nervoso centrale e da effetti transitori quali l'induzione di fosfeni retinici e modifiche minori di determinate funzioni cerebrali che si manifestano solo per gli intervalli di frequenza considerati nel quadro normativo. Anche in questo caso la quantità dosimetrica considerata è il campo elettrico interno limitato ai valori di picco spaziale nella testa del soggetto esposto.

Le tabelle che seguono mostrano i VLE relativi ad effetti sanitari e agli effetti sensoriali.

VLE relativi agli effetti sanitari per un'intensità di campo elettrico interno compresa tra 1 Hz e 10 MHz	
Gamma di frequenza	VLE relativi agli effetti sanitari
1 Hz ≤ f < 3 kHz	1,1 Vm <sup>-1</sup> (picco)
3 kHz ≤ f ≤ 10 MHz	3,8 × 10 <sup>-4</sup> f Vm <sup>-1</sup> (picco)

Tabella A2 Direttiva 2013/35/UE

VLE relativi agli effetti sensoriali per un'intensità di campo elettrico interno compresa tra 1 Hz e 400 Hz	
Gamma di frequenza	VLE relativi agli effetti sensoriali
1 Hz ≤ f < 10 Hz	0,7/f Vm <sup>-1</sup> (picco)
10 Hz ≤ f < 25 Hz	0,07/f Vm <sup>-1</sup> (picco)
25 Hz ≤ f ≤ 400 Hz	0,0028 f Vm <sup>-1</sup> (picco)

Tabella A3 Direttiva 2013/35/UE

Come risulta dai paragrafi precedenti, tutte le sorgenti risultano avere emissioni inferiori ai LA e, pertanto, non sono presenti sorgenti per cui occorre verificare il superamento dei VLE.

## 5.7. VERIFICA DEI LIVELLI DI RIFERIMENTO DI CUI ALLA RACCOMANTAZIONE

### 1999/519/CE (0-300 GHZ)

Nel presente paragrafo si porrà l'attenzione sui livelli di riferimento relativi ai lavoratori particolarmente a rischio (portatori di dispositivi medici, lavoratrici in gravidanza, ecc.), per i quali risulta necessaria una valutazione separata che si esegue confrontando i valori misurati o desunti dai dati del fabbricante con i livelli di riferimento della Raccomandazione 1999/519/CE.

Intervallo di frequenza	Intensità di campo E (V/m)	Intensità di campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densità di potenza ad onda piana equivalente Seq (W/m <sup>2</sup> )
0-1 Hz	-	$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	-
1-8 Hz	10000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	-
8-25 Hz	10000	$4000/f$	$5000/f$	-
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	-
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	-
3-150 kHz	87	5	6,25	-
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	-
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	-
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2 000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Raccomandazione 1999/519/CE - Livelli di riferimento per i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0 Hz-300 GHz) valori efficaci (rms) non perturbati)

Gamma di frequenza	Corrente di contatto massima (mA)
0 Hz - 2,5 kHz	0,5
2,5 kHz - 100 kHz	$0,2 f$
100 kHz - 110 MHz	20

Raccomandazione 1999/519/CE - Livelli di riferimento per le correnti di contatto da oggetti conduttori

Tuttavia, si rimanda alla fase esecutiva con le misure effettive di campo, prima di autorizzare l'ingresso dei lavoratori particolarmente a rischio nelle aree interessate dall'emissione dei CEM di cui alle sorgenti seguenti (i valori attesi discendono dalle considerazioni di cui al par. 5.5).

## 5.8. ESITO DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Poiché tutti i valori risultano inferiori rispetto ai LA, il rischio viene valutato **BASSO**: pertanto, il rischio risulta **ACCETTABILE**, e non è necessario procedere alla valutazione successiva (superamento dei VLE).

Si possono pertanto escludere rischi relativi alla salute dei lavoratori nei confronti della esposizione a CEM.

Va, comunque, ricordato che la valutazione dei CEM va effettuata certamente per i lavoratori con dispositivi impiantabili attivi che utilizzeranno macchine da cantiere o utensili da lavoro elettrici. In questo caso sarà cura del datore di lavoro procedere con la valutazione prima di consentirne l'uso.

Il datore di lavoro deve assicurarsi che l'esposizione dei lavoratori ai CEM non superi i VLE relativi agli effetti sanitari e i VLE relativi agli effetti sensoriali, di cui all'Allegato XXXVI del D. Lgs. 81/2008.

Qualora l'esposizione dei lavoratori ai CEM superi uno qualsiasi dei VLE, il datore di lavoro dovrà adottare misure

immediate in conformità all'articolo 210, comma 7 del D. Lgs. 81/2008. D'altra parte, si considera che i VLE siano rispettati qualora il datore di lavoro dimostri che i pertinenti LA di cui all'allegato XXXVI del D. Lgs. 81/2008 non siano stati superati. Il rispetto dei LA garantisce, infatti, il rispetto dei pertinenti VLE.

Nel caso in cui l'esposizione superi i LA, il datore di lavoro dovrà adottare misure in conformità all'articolo 210 del D. Lgs. 81/2008, salvo che la valutazione effettuata ai sensi dell'articolo 209, comma 1 del D. Lgs. 81/2008, dimostri che non siano superati i pertinenti VLE e che possono essere esclusi rischi per la sicurezza. Va in ultimo puntualizzato che la valutazione del rischio **BASSO** per tutte le mansioni e senza alcuna limitazione di accesso alle parti elettriche o alle cabine, deve essere convalidata dal Medico Competente in quanto, se ci fossero lavoratori con limitazioni (es. patologie cardiache, portatori di elettrostimolatori impiantati, ecc..) questi dovrebbero essere allertati e gestiti di conseguenza in modo da non essere sottoposti al rischio.

## 5.9. ESITO DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Malgrado siano rispettati i LA e il rischio di esposizione ai CEM sia valutato **BASSO** di seguito si identificano alcune misure di mitigazione del rischio.

Il personale dovrà essere adeguatamente formato, informato ed addestrato in merito a:

- misure adottate in applicazione alle normative di riferimento
- entità e al significato dei VLE e dei LA, nonché ai possibili rischi associati e alle misure preventive adottate;
- eventuali effetti indiretti dell'esposizione;
- risultati della valutazione, della misurazione o del calcolo dei livelli di esposizione ai CEM rilevati;
- eventuali sintomi e sensazioni temporanei dovuti a effetti sul sistema nervoso centrale o periferico;
- diritto a una sorveglianza sanitaria;
- procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo i rischi derivanti dall'esposizione.

La formazione dovrà essere particolarmente curata per lavoratori esposti a rischi particolari, ovvero per coloro che sono dotati di dispositivi medici impiantati attivi o passivi o dispositivi medici portati sul corpo e le lavoratrici in gravidanza che abbiano segnalato la propria condizione al datore di lavoro.

Inoltre, ai fini della prevenzione degli effetti indiretti dell'esposizione, il personale dovrà essere formato in particolare sui seguenti elementi, relativi ai macchinari individuati come fonti di campi elettromagnetici:

- casi di controindicazione all'esposizione ai campi elettromagnetici emessi dai macchinari;
- corrette modalità comportamentali da adottare in prossimità dei macchinari, che in genere comprendono il divieto di introdurre oggetti metallici di qualsiasi tipo ed apparecchiature elettriche all'interno dell'area, se non espressamente autorizzate dal responsabile della sicurezza.

Nell'utilizzo delle attrezzature, dovranno essere seguite sempre le informazioni contenute nel manuale di istruzioni e nelle istruzioni operative. Nel caso di attrezzature particolarmente complesse, l'utilizzo è effettuato solo se si è abilitati e si è seguito il relativo corso di formazione.

Il datore di lavoro, nell'ambito della valutazione del rischio, dovrà anche prendere in considerazione la possibilità di rischi indiretti per la salute quali:

- interferenza con attrezzature e dispositivi medici elettronici (compresi stimolatori cardiaci e altri dispositivi impiantati);
- rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici per campi magnetici statici con induzione magnetica superiore a 3 mT;
- incendi ed esplosioni dovuti all'accensione di materiali infiammabili provocata da scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche.

Nelle attività lavorative ove siano presenti macchinari o impianti emettitori di CEM, il datore di lavoro dovrà:

- prevenire l'esposizione di individui con controindicazioni assolute o relative ai livelli di emissione degli apparati;
- ridurre al minimo l'esposizione dei lavoratori ai CEM irradiati da tali apparati.

È necessario che gli apparati emettitori di CEM siano installati in aree di lavoro adibite ad uso esclusivo degli stessi e ad idonea distanza dalle altre aree di lavoro, ove il personale stazioni per periodi prolungati. Inoltre, per prevenire effetti indiretti, problemi interferenziali e per evitare esposizioni inutili, è importante evitare che in prossimità delle sorgenti di CEM vengano posizionati, se non previa idonea valutazione tecnica, oggetti metallici di qualsiasi tipo ed apparecchiature elettriche.

In generale la distanza di rispetto tra l'area di installazione dell'apparato, definita area ad accesso controllato, e le altre aree di lavoro, ad accesso libero, dipende dalle caratteristiche tecnologiche dell'apparecchiatura, e dovrà essere stimata dal datore di lavoro che effettua la valutazione del rischio.

Le aree di lavoro ove i valori di esposizione possono risultare superiori ai livelli di riferimento dovranno essere delimitate con cartelli di segnalazione di presenza di campi elettromagnetici, conformi alle normative vigenti in materia di segnaletica di sicurezza.

L'accesso a tali aree sarà consentito solo a personale autorizzato, previa valutazione dell'assenza di controindicazioni fisiche all'esposizione. L'accesso al personale non autorizzato dovrà essere interdetto possibilmente mediante barriere fisiche.

## 6. CONCLUSIONI

Nella presente relazione è stato condotto uno studio quali-quantitativo volto a valutare l'impatto elettromagnetico delle opere da realizzare sui lavoratori e, sulla base delle risultanze, individuare eventuali misure di prevenzione da porre in atto, al fine di garantire la tutela dei lavoratori dalle esposizioni ai CEM, secondo il vigente quadro normativo. Una volta individuate le possibili sorgenti dei CEM, per ciascuna di esse è stata condotta una valutazione di tipo analitico, volta a determinare i valori previsti da confrontare con Livelli di Azione, LA, e le classi di lavoratori soggette alle sorgenti, verificando per ciascuna di esse la compatibilità.

Dallo studio risulta che tutti valori previsti risultano inferiori ai LA e, pertanto, il rischio è stato valutato BASSO e il rischio è risultato ACCETTABILE. Per tale motivo non risulta necessario procedere ad ulteriori adempimenti, oltre a quanto identificato nell'elenco delle misure di sicurezza.

Si possono, quindi, escludere rischi relativi alla salute dei lavoratori nei confronti della esposizione a CEM. Tuttavia, si rimanda alla fase esecutiva con le misure effettive di campo, prima di autorizzare l'ingresso dei lavoratori particolarmente



a rischio nelle aree interessate dall'emissione dei CEM di cui alle sorgenti individuate.

Il presente documento dovrà essere oggetto di approfondimento prima della fase realizzativa dell'opera, dettagliando i contenuti all'interno del Documento di Valutazione dei Rischi aziendale, con particolare attenzione alla valutazione del rischio CEM, ovvero nel Piano Operativo della Sicurezza, POS.

La valutazione dovrà essere condotta ai sensi del D. Lgs. 81/2008, e dovrà essere soggetta ad aggiornamento periodico, ove si verificano significative variazioni normative che potrebbero renderla superata.

La valutazione dei rischi dovrà essere condotta dal datore di lavoro e dal Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione, con la collaborazione del Medico Competente, per quanto di sua competenza e con il coinvolgimento preventivo del Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza.