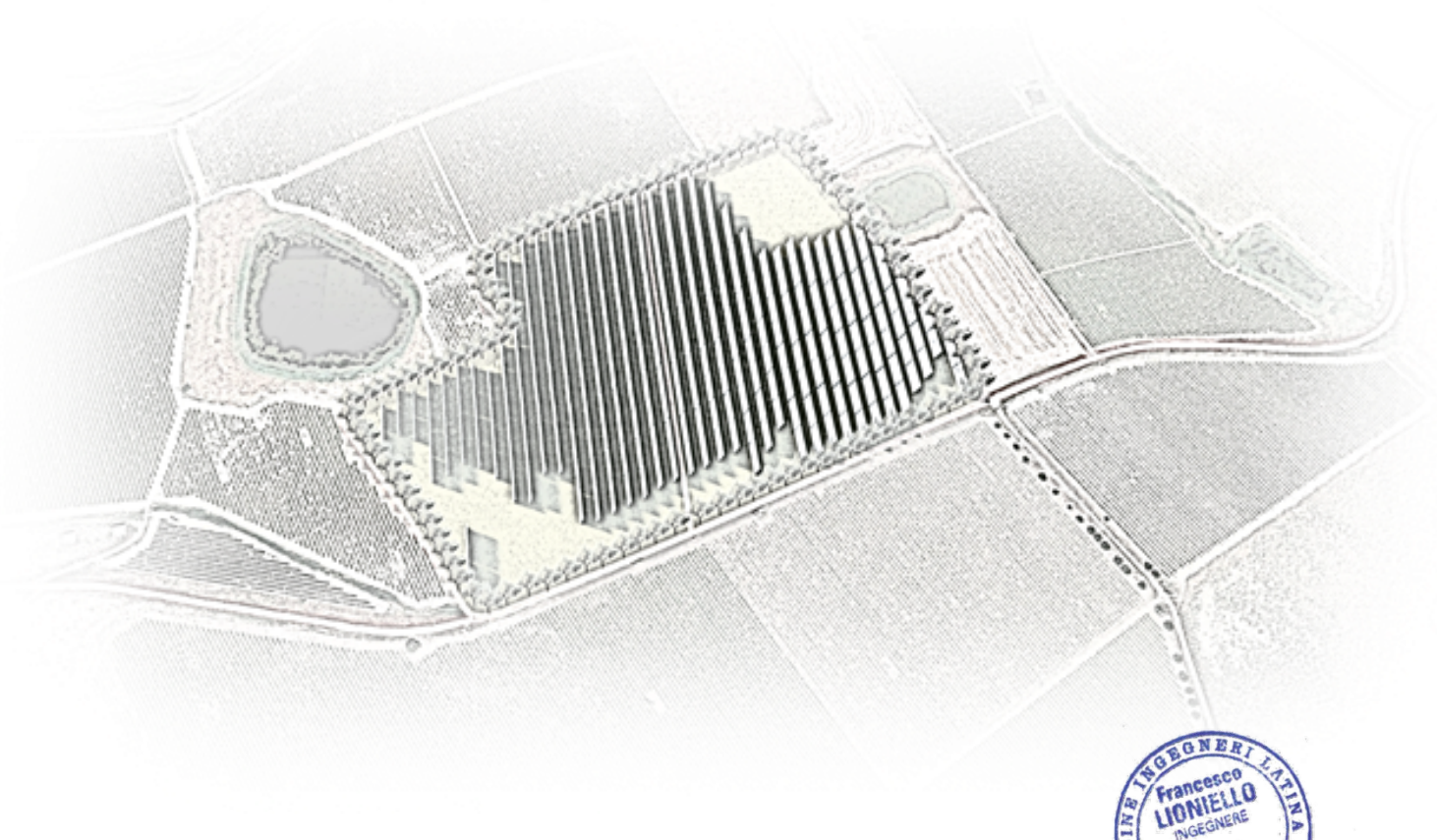




REGIONE SICILIA

COMUNI DI SALEMI, MAZARA DEL VALLO,
SANTA NINFA E CASTELVETRANO
IN PROVINCIA DI TRAPANI



PROPONENTE



Absolute Energy Sicilia S.R.L. - Via Virginio Orsini, 19 - 00192 Roma

PROGETTAZIONE: Ing. Francesco Lionello



Eoipower Investments srl - Via G. Carducci, 29 - 80121 Napoli (NA) Tel. 0814243089

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO E OPERE CONNESSE DA REALIZZARSI IN PROVINCIA DI TRAPANI NEI COMUNI DI SALEMI, MAZARA DEL VALLO, SANTA NINFA E CASTELVETRANO, DENOMINATO "CLUSTER B"

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO **RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI**

CODICE ELABORATO
CLBSS0R05-00

00	23/09/2022	EMISSIONE PER PROGETTO DEFINITIVO	F. LIONIELLO	ABSOLUTE ENERGY SICILIA SRL	ABSOLUTE ENERGY SICILIA SRL
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICA	APPROVATO

Indice

1	Premessa	2
2	Documenti di riferimento.....	2
3	Definizioni e abbreviazioni.....	2
4	Normativa di riferimento	4
5	Esposizione di carattere professionale e non professionale ai CEM.....	6
6	Limiti per l'esposizione di carattere professionale – EFFETTI NON TERMICI.....	6
7	Limiti per l'esposizione di carattere professionale – EFFETTI TERMICI.....	8
8	Limiti per l'esposizione di carattere non professionale	9
9	Descrizione sommaria degli impianti	11
10	Calcolo dei campi elettromagnetici	12
10.1	Campi elettromagnetici impianto fotovoltaico	12
10.1.1	Moduli fotovoltaici	12
10.1.2	Inverter	12
10.1.3	Stringhe fotovoltaiche	13
10.1.4	Linee elettriche in corrente continua	18
10.1.5	Linee elettriche in corrente alternata	20
10.1.6	Cabine elettriche di trasformazione	21
10.1.7	Cabina elettrica di utenza	25
10.1.8	Altri cavi	25
10.2	Campi elettromagnetici delle opere connesse.....	25
10.2.1	Linee elettriche in corrente alternata in media tensione.....	25
10.2.2	Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione.....	31
10.2.3	Calcolo della fascia di rispetto elettrodotto MT.....	35
11	Analisi dei risultati ottenuti.....	38
12	Segnaletica.....	39
13	Conclusioni.....	40

1 Premessa

Scopo del presente documento è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell'impianto fotovoltaico in oggetto e connesse ad esso, ai fini della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001 e dei relativi Decreti attuativi.

Il progetto prevede la costruzione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico ad inseguitore mono assiale della potenza di 123.880,38 kWp.

Tale impianto sorgerà in un'area che si estende su una superficie agricola situata nel territorio comunale dei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo e Santa Ninfa in Prov. di Trapani.

In particolare per l'impianto saranno valutate le emissioni elettromagnetiche dovute alle cabine elettriche, ai cavidotti ed alla stazione utente per la trasformazione MT/AT.

Si individueranno, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, le DPA per le opere sopra dette.

Nel presente studio è stata presa in considerazione la condizione maggiormente significativa al fine di valutare la rispondenza ai requisiti di legge dei nuovi elettrodotti.

2 Documenti di riferimento

[1] DPCM 8 luglio 2003: "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".

[2] DL 9 aprile 2008 n° 81 "Testo unico sulla sicurezza sul lavoro"

[3] Norma CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici"

[4] Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"

[5] 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 in cavo."

[6] DM del MATTM del 29.05.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

[7] D.Lgs. 159/2016 "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".

[8] CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo".

3 Definizioni e abbreviazioni

Valgono le definizioni di seguito riportate, per la maggior parte contenute nella Legge 36/2001, nel DPCM 8 luglio 2003 e nel Decreto 29 maggio 2008.

- **Autorità competenti ai fini dei controlli:** sono le autorità di cui all'art. 14 della Legge 36/2001 (*le amministrazioni provinciali e comunali, al fine di esercitare le funzioni di controllo e di vigilanza sanitaria e ambientale, utilizzano le strutture delle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente*).

- **Autorità competenti ai fini delle autorizzazioni:** sono le autorità competenti al rilascio delle autorizzazioni per la costruzione e/o l'esercizio di elettrodotti e/o insediamenti e/o aree di cui all'art. 4 del DPCM 8 luglio 2003 (aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore).
- **Distanza di Prima Approssimazione (DPA):** per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.
- **Elettrodotto:** è l'insieme delle linee elettriche delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.
- **Fascia di rispetto:** è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 μ T). Come prescritto dall'articolo 4 c. 1 lettera h) della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.
- **Impianto:** officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla regolazione e alla modifica (trasformazione e/o conversione) dell'energia elettrica transitante in modo da renderla adatta a soddisfare le richieste della successiva destinazione. Gli impianti possono essere: Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di Primarie e Secondarie e Cabine Utente.
- **Limiti di esposizione (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 1):** nel caso di esposizione, della popolazione, a campi elettrici e magnetici, alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.
- **Linea:** collegamento con conduttori elettrici, delimitato da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti.
- **Luoghi tutelati (Legge 36/2001 art. 4 c.1, lettera h):** aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.
- **Obiettivo di qualità (DPCM 8 luglio 2003 art. 4):** nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze giornaliere non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
- **Portata in corrente in servizio normale:** è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 § 2.6.

La corrente di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è la "portata di corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata":

- per le linee con tensione >100 kV, è definita dalla norma CEI 11-60;

- per gli elettrodotti aerei con tensione <100 kV, i proprietari/gestori fissano la portata in corrente in regime permanente in relazione ai carichi attesi con riferimento alle condizioni progettuali assunte per il dimensionamento dei conduttori;
- per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17 § 3.5 e § 4.2.1 come portata in regime permanente (massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato).

- **Valore di attenzione (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 2):** a titolo di misura di cautela per la protezione della popolazione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

4 Normativa di riferimento

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici si riferisce al decreto legislativo 159/2016 che si inserisce nel contesto del decreto sulla sicurezza nei luoghi di lavoro d.lgs. 9 aprile 2008 n°81 indicando nel primo dei suoi due articoli le modifiche introdotte al d.lgs. 81/2008, in particolare agli art. 206, 207, 208, 209, 210, 210-bis, 211 e 212.

Il d.lgs. 159/2016 attua la direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dai campi elettromagnetici.

Il d.lgs. 159/2016 riporta in Allegato 1:

- la descrizione delle grandezze fisiche concernenti l'esposizione ai campi elettromagnetici;
- la definizione dei valori limite di esposizione (VLE) per gli effetti sensoriali e sanitari relativi ai campi elettrici interni;
- i valori di azione (VA) espressi nelle grandezze misurabili per consentire la conformità ai pertinenti VLE.

Il nuovo decreto definisce VLE concernenti gli effetti sensoriali e sanitari classificando la casistica protezionistica in 3 casi distinti sulla base della frequenza di interesse delle grandezze, con relative Tabelle A1, A2, A3 che di seguito si elencano in base alla nomenclatura utilizzata dal decreto legislativo sopra citato:

- A1, VLE per induzione magnetica esterna (B0) per frequenze comprese tra 0 e 1 Hz
- A2, VLE relativi agli affetti sanitari per intensità di campo elettrico interno a frequenze comprese tra 1 Hz e 10 Mhz
- A3, VLE relativi agli effetti sensoriali per il campo elettrico interno a frequenze comprese tra 1 Hz e 400 Hz

In modo analogo ma con i relativi VA sono introdotte le Tabelle B1, B2 e B3 secondo:

- B1, VA per i campi elettrici ambientali a frequenza compresa tra 1 Hz e 10 MHz
- B2, VA per i campi magnetici ambientali a frequenza compresa tra 1 Hz e 10 MHz
- B3, VA per la corrente di contatto

In particolare il legislatore sottolinea espressamente il fatto che nel corpo umano è presente un campo elettrico "in situ" a seguito di un campo elettrico ambientale.

I Campi Elettromagnetici nei luoghi di lavoro possono essere di origine naturale o antropica.

Le caratteristiche dei CEM e le relative interazioni con i soggetti esposti variano in base alla frequenza definendo:

- Campi statici e campi variabili nel tempo fino a 1 Hz (campi quasi statici)
- Campi a bassa frequenza (1 Hz -100 kHz)
- Campi a frequenze intermedie (100 kHz -10 MHz)
- Campi ad alta frequenza (10 MHz – 300 GHz)

Gli effetti scientificamente accertati associati all'esposizione ai CEM sono gli effetti **acuti** che si distinguono in:

- di tipo diretto, derivanti dall'interazione diretta del campo con i tessuti biologici,
- di tipo indiretto, provocati dalla presenza di un oggetto in un campo elettromagnetico, che potrebbe essere causa di un pericolo per la salute e sicurezza (quali l'interferenza con attrezzature e dispositivi medici elettronici, compresi stimolatori cardiaci e altri impianti o dispositivi medici portati sul corpo; il rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici all'interno di campi magnetici statici. Pertanto, i soggetti portatori di dispositivi medici o inclusi metallici, insieme ad altre tipologie di lavoratori (ad esempio donne in gravidanza e minori), rientrano nella categoria dei **lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM**, per la quale deve essere condotta una valutazione specifica del rischio e devono essere attuate *specifiche misure di prevenzione e protezione nonché di sorveglianza sanitaria*.

Gli effetti di tipo diretto che i Campi Elettromagnetici, a livello biologico, possono indurre in un soggetto a causa dell'esposizione, dipendono dalle modalità di esposizione, dalla frequenza e dall'intensità del campo, e possono essere classificati in due differenti categorie:

- effetti sanitari, ovvero effetti che possono comportare un rischio per la salute;
- effetti sensoriali, che di per sé non comportano un rischio per la salute ma possono generare disturbi temporanei e influenzare le capacità cognitive o altre funzioni cerebrali o muscolari

Nel campo delle basse frequenze ($f < 100$ kHz), gli effetti diretti associati all'esposizione ai CEM sono relativi alla possibile stimolazione degli organi sensoriali, nervi e muscoli (**effetti non termici**). Nel campo delle alte frequenze

($f > 10$ MHz) gli effetti diretti sono relativi alla possibile generazione di fenomeni di riscaldamento dei tessuti (**effetti termici**). Alle frequenze intermedie (100 kHz – 10 MHz) si associano sia effetti di stimolazione sia effetti di tipo termico.

In relazione all'esposizione ai campi elettrici statici, gli unici effetti accertati sono riconducibili a fenomeni di micro scariche, mentre l'esposizione ai campi magnetici statici, per campi di induzione magnetica di intensità superiore a 2 Tesla, può determinare stimolazioni degli organi sensoriali e del sistema nervoso centrale (SNC) e periferico (SNP) simili a quelli generati dai campi a bassa frequenza nel caso in cui l'individuo si muova all'interno del campo. Campi statici con induzione magnetica superiore a 7-8 Tesla, possono esercitare forze sulle cariche elettriche ioniche in movimento nel sangue.

La Direttiva 2013/35/UE recepita nel Testo Unico sulla Sicurezza attraverso il D. Lgs.159/2016, fa riferimento esclusivamente agli effetti **acuti** associati all'esposizione ai CEM poiché attualmente non si dispone di prove scientifiche accertate dell'esistenza di un nesso causale fra l'esposizione ai CEM ed i possibili effetti a lungo

termine, compresi i possibili effetti cancerogeni. È tuttavia da rilevare che, in ambito nazionale, la Legge 36/2001 (LQ) e i relativi decreti attuativi (DPCM 8/7/2003), modificati dalla Legge 221/2012, recepiscono l'insieme completo delle restrizioni stabilite dalla Raccomandazione Europea 1999/519/CE. Gli stessi fissano misure di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e della progressiva minimizzazione dell'esposizione che, in ambito lavorativo, si applicano alle esposizioni di tipo non professionale.

5 Esposizione di carattere professionale e non professionale ai CEM

La Legge Quadro n° 36 del 2001 sulla protezione dei lavoratori e della popolazione dall'esposizione ai CEM, definisce come:

- a) **esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici:** ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (n.d.r. esposizioni di carattere professionale);
- b) **esposizione della popolazione:** ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, ad eccezione dell'esposizione intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici.

A tutte le categorie di lavoratori si applicano le disposizioni generali del Testo Unico, mentre i limiti di esposizione da adottare dipendono dalla tipologia di esposizione. Come stabilito dalla Legge Quadro sopra menzionata, si deve intendere come esposizione di carattere professionale al rischio CEM quella relativa alla specifica attività lavorativa che preveda, per esigenze correlate e necessarie alle finalità del processo produttivo, la possibilità di esposizione a livelli di CEM superiori ai limiti per la popolazione fissati dalla Normativa Nazionale vigente. In relazione alle tipologie di esposizione individuate dalla LQ, si distinguono i seguenti due casi a cui si applicano limiti di esposizione differenti:

1. Esposizioni di carattere professionale, quelle a cui sono soggetti i lavoratori durante le attività per le quali il rischio CEM rappresenta un rischio specifico, a cui si applicano le disposizioni specifiche ed i limiti di esposizione stabiliti dal TUS
2. Esposizioni di carattere non professionale, quelle a cui sono soggetti i lavoratori durante le attività per le quali il rischio CEM non rappresenta un rischio specifico. A queste si applicano oltre alle disposizioni generali del Testo Unico, anche i limiti fissati dalla legislazione nazionale vigente (DPCM 8/7/2003 per l'esposizione della popolazione, ulteriormente modificati dalla Legge 221/2012 che recepisce l'insieme completo delle restrizioni stabilite dalla Raccomandazione Europea 1999/519/CE e fissa specifici limiti di esposizione nonché ulteriori restrizioni (valori di attenzione e obiettivi di qualità) in relazione al tempo di permanenza e/o a luoghi specifici per due specifiche categorie di sorgenti CEM riconducibili agli elettrodotti operanti alla frequenza di rete (50 Hz) e ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi (100 kHz – 300 GHz) (Cfr. 8.2).

La tipologia di esposizione è, pertanto, determinata dalla specifica attività svolta dal lavoratore in relazione alla finalità del processo produttivo. Ne consegue che, in funzione dell'attività svolta, a uno stesso lavoratore potranno applicarsi i limiti di esposizione stabiliti dal Testo Unico oppure i limiti per la popolazione.

6 Limiti per l'esposizione di carattere professionale – EFFETTI NON TERMICI

I limiti per l'esposizione dei lavoratori ai CEM statuiti dal TUS nel Titolo VIII (Agenti Fisici), Capo IV (Campi elettromagnetici) e nell'Allegato XXXVI si articolano in due categorie:

- a) **Valori limite di esposizione (VLE)**, i quali garantiscono la tutela del lavoratore da possibili rischi per la salute e la sicurezza derivante dall'esposizione ai CEM

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltatico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

- b) **Valori di azione (VA)**, il cui rispetto garantisce il rispetto dei pertinenti VLE. Il superamento dei VA non implica necessariamente il superamento dei VLE, tuttavia implica l'obbligo di adottare le pertinenti misure tecniche ed organizzative di prevenzione e protezione.

Nell'allegato XXXVI parte II del Testo Unico sulla Sicurezza, vengono definiti i valori limite di esposizione (VLE) e i valori di azione (VA) relativi agli effetti non termici di tipo sanitario e sensoriale, di seguito riportati:

TABELLE ALLEGATO XXXVI PARTE II	INTERVALLO DI FREQUENZA	GRANDEZZA FISICA		TIPO DI EFFETTO		CONDIZIONE DI ESPOSIZIONE	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO/NOTE
				SENSORIALE	SANITARIO		
A1	0 - 1 Hz	Induzione magnetica esterna B_z [T]	I VLE per le frequenze inferiori a 1 Hz sono limiti per il campo magnetico statico la cui misurazione non è influenzata dalla presenza del soggetto esposto.	2		Condizioni di lavoro normali	I VLE relativi agli effetti sensoriali sono connessi a disturbi dell'organo di equilibrio umano (vertigini e altri effetti fisiologici) risultanti principalmente da movimenti in un campo magnetico statico.
				8		Esposizione localizzata degli arti	
					8	Condizioni di lavoro controllate	Il VLE relativo agli effetti sanitari è applicabile su base temporanea durante il turno di lavoro, ove giustificato dalla prassi o dal processo. Le condizioni di lavoro controllate prevedono l'adozione di misure di protezione specifiche quali il controllo dei movimenti al fine di prevenire possibili effetti sensoriali e l'informazione dei lavoratori.
A2	1 Hz \leq f < 3 kHz	Campo elettrico interno (in situ)			1,1		I VLE relativi agli effetti sanitari sono correlati alla stimolazione elettrica di tutti i tessuti del sistema nervoso centrale e periferico all'interno del corpo, compresa la testa. I VLE relativi agli effetti sensoriali sono correlati agli effetti del campo elettrico sul sistema nervoso centrale nella testa, cioè fosfeni retinici e modifiche minori e transitorie di talune funzioni cerebrali. f è la frequenza espressa in Hertz [Hz].
	3 kHz \leq f \leq 10 MHz	E_{int} [V/m]			$3,6 \times 10^{-4} f$		
A3	1 Hz \leq f < 10 Hz	Campo elettrico interno (in situ)		0,7 / f			I VLE sono valori di picco in termini temporali che sono pari ai valori efficaci moltiplicati per $\sqrt{2}$ per i campi sinusoidali. Nel caso di campi non sinusoidali, la valutazione dell'esposizione si basa di norma sul metodo del picco ponderato. Possono essere applicate procedure di valutazione alternative scientificamente provate e convalidate purché conducano a risultati comparabili.

Tabella 1 - Valori limite di esposizione (VLE) - Effetti non termici

Per i lavoratori particolarmente sensibili al rischio si applicano ulteriori restrizioni (Cfr. Art. 7 e Allegato A)						
TABELLE ALLEGATO XXXVI PARTE II	INTERVALLO DI FREQUENZA	GRANDEZZA FISICA (CAMPI AMBIENTALI)	VA _{san} (VALORI EFFICACI)	VA _{sen} (VALORI EFFICACI)	VA ESPOSIZIONE LOCALIZZATA DEGLI ARTI (VALORI EFFICACI)	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO / NOTE
B1	1 Hz \leq f < 25 Hz	Intensità di campo elettrico E [V/m]	$2,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$		Il rispetto dei VA _{sen} (E) garantisce il rispetto dei VLE sanitari e sensoriali e permette di prevenire le scariche elettriche nel luogo di lavoro; Il rispetto dei VA _{san} (E) garantisce il rispetto dei VLE sanitari e sensoriali ma non assicura la prevenzione delle scariche elettriche nel luogo di lavoro. f è la frequenza espressa in Hertz [Hz]. I VA sono valori efficaci (RMS) che sono pari ai valori di picco divisi per $\sqrt{2}$ per i campi sinusoidali. Nel caso di campi non sinusoidali, la valutazione dell'esposizione si basa di norma sul metodo del picco ponderato. Possono essere applicate procedure di valutazione alternative scientificamente provate e convalidate, purché conducano a risultati comparabili.
	25 Hz \leq f < 50 Hz		$5,0 \times 10^2/f$	$2,0 \times 10^2$		
	50 Hz \leq f < 1,64 kHz		$5,0 \times 10^2/f$	$1,0 \times 10^2/f$		
	1,64 kHz \leq f < 3 kHz		$5,0 \times 10^2/f$	$6,1 \times 10^2$		
	3 kHz \leq f \leq 10 MHz		$1,7 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$		
B2	1 Hz \leq f < 8 Hz	Induzione magnetica B [μ T]	$2,0 \times 10^3/f^2$	$3,0 \times 10^3/f$	$9,0 \times 10^3/f$	Il rispetto dei VA _{san} (B) nell'intervallo di frequenza 1 Hz - 400 Hz garantisce il rispetto dei pertinenti VLE _{san} , al di sopra dei 400 Hz, coincidendo con i VA _{san} (B), garantisce il rispetto dei pertinenti VLE _{sen} . Il rispetto dei VA _{sen} (B) garantisce il rispetto dei VLE sanitari, ma non di quelli sensoriali. I VA _{sen} (B) garantiscono il rispetto dei VLE sanitari relativi alla stimolazione elettrica dei tessuti limitatamente agli arti, tenuto conto del fatto che il campo magnetico presenta un accoppiamento più debole negli arti che nel corpo. Questi valori possono essere utilizzati in caso di esposizione strettamente confinata agli arti, restando ferma la necessità di valutare il rispetto del VA su tutto il corpo del lavoratore.

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltatico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

VA - CORRENTI DI CONTATTO I_c (valori efficaci)				
B3	fino a 2,5 kHz	Corrente di contatto stazionaria I_c [mA]	1,0	Tali correnti derivano dal contatto con un oggetto conduttore (per es. una struttura metallica) che, pur non essendo direttamente in tensione, in presenza di un campo elettrico si trova a una tensione diversa dal corpo del lavoratore.
	$2,5 \text{ kHz} \leq f < 100 \text{ kHz}$		$0,4 \times f$ [kHz]	
	$100 \text{ kHz} \leq f \leq 10.000 \text{ kHz}$		40	
VA - INDUZIONE MAGNETICA DI CAMPI MAGNETICI STATICI				
B4	0 Hz - 1 Hz	Induzione magnetica esterna B_z [mT]	0,5	Valore di azione per prevenire il rischio di interferenza con dispositivi medici impiantati attivi, ad esempio stimolatori cardiaci.
			3	Valore di azione per prevenire il rischio di attrazione e propulsivo nel campo periferico di sorgenti di campo magnetico statico ad alta intensità ($> 100 \text{ mT}$). Si applica a dispositivi medici impiantati passivi o inclusi metallici se contenenti materiali ferromagnetici o conduttivi (per es. piercing, schegge, ecc.) al fine di prevenire il rischio di torsioni o spostamenti.

Tabella 2 - Valori limite di azione (VA) - Effetti non termici

7 Limiti per l'esposizione di carattere professionale – EFFETTI TERMICI

Nell'allegato XXXVI, parte III del Testo Unico sono definiti i valori limite di esposizione e i valori di azione relativi agli effetti termici.

Per i lavoratori particolarmente sensibili al rischio si applicano ulteriori restrizioni (Cfr. Art. 7 e Allegato A)							
TABELLE ALL. XXXVI PARTE III	INTERVALLO DI FREQUENZA	GRANDEZZA FISICA				SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO / NOTE	
		CAMPI AMBIENTALI			VA (I_c) per la corrente di contatto stazionaria [mA] (valore efficace)		VA (I_c) per la corrente indotta in qualsiasi arto [mA] (valore efficace)
		VA (E) per l'intensità del campo elettrico [V/m] (valore efficace)	VA (B) per l'induzione magnetica [μ T] (valore efficace)	VA (S) per la densità di potenza [W/m^2]			
B2	$100 \text{ kHz} \leq f < 1 \text{ MHz}$	610	$2,0 \times 10^3 / f$	40	100	I VA(E) e VA(B) derivano dai VLE relativi al SAR e dalla densità di potenza. Il VA(S) viene a coincidere con il corrispondente VLE. I $[VA(E)]^2$, $[VA(B)]^2$ e $[VA(I)]^2$ devono essere mediati per ogni periodo di 6 minuti. I VA(S) sono relativi a valori mediati su intervalli temporali diversi in funzione della frequenza: tra 6 GHz e 10 GHz sono mediati per ogni periodo di 6 minuti, al di sopra di 10 GHz sono mediati su periodi di $66 / f^{1,2}$ minuti (dove f è la frequenza in GHz) per tenere conto della graduale diminuzione della profondità di penetrazione con l'aumento della frequenza. I VA(E) e VA(B) corrispondono ai valori del campo imperturbati e sono intesi come valori massimi calcolati o misurati sul posto di lavoro nello spazio occupato dal corpo o da parti del corpo del lavoratore. In specifiche condizioni di esposizione non uniforme possono essere utilizzati criteri relativi alla media spaziale dei campi misurati. Il rispetto del VA(S) deve essere garantito in termini di valore medio per ogni superficie corporea esposta di 20 cm ² , con la condizione aggiuntiva che la densità di potenza mediata su ogni superficie di 1 cm ² non superi il valore di 1000 W/m ² . Nel caso di segnali impulsivi a radiofrequenza, la densità di potenza di picco mediata sull'ampiezza dell'impulso non deve superare di 1000 volte il rispettivo VA(S). Per campi a frequenze multiple (campi non sinusoidali) l'analisi è basata sulla sommatoria dei contributi, descritta nelle norme tecniche di riferimento (Guida CEM, Allegato C). In caso di esposizione a una sorgente molto localizzata, distante pochi cm dal corpo, il campo elettrico interno (in situ) e la conformità ai VLE possono essere determinati caso per caso mediante dosimetria (Cfr. Art. 5).	
	$1 \text{ MHz} \leq f < 10 \text{ MHz}$	$6,1 \times 10^3 / f$					
	$10 \text{ MHz} \leq f \leq 100 \text{ MHz}$	61	0,2				
	$100 \text{ MHz} \leq f \leq 110 \text{ MHz}$	$3 \times 10^{-3} f^{1/2}$	$1,0 \times 10^{-3} f^{1/2}$				
	$110 \text{ MHz} \leq f < 400 \text{ MHz}$						
	$400 \text{ MHz} \leq f < 2 \text{ GHz}$						
$2 \text{ GHz} \leq f < 6 \text{ GHz}$	140	0,45	50				
$6 \text{ GHz} \leq f \leq 300 \text{ GHz}$							
B1							

Tabella 3 - Valori limite di azione (VA) - Effetti termici

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltato della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

TABELLE ALLEGATO XXVI PARTE III	INTERVALLO DI FREQUENZA	GRANDEZZA FISICA	TIPO DI EFFETTO		CONDIZIONE DI ESPOSIZIONE	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO / NOTE
			SENSORIALE	SANITARIO		
A1	100 kHz ≤ f < 6 GHz	Tasso di assorbimento specifico SAR [W/kg]		0,4	Esposizione a corpo intero	I VLE _{lim} proteggono dal riscaldamento termico dei tessuti od organi derivante dall'esposizione a campi elettromagnetici.
				10	Esposizione localizzata di testa e tronco	I VLE _{lim} riferiti al SAR (potenza assorbita per unità di massa di tessuto corporeo) sono relativi a valori mediati per ogni periodo di sei minuti.
				20	Esposizione localizzata degli arti	Il rispetto dei VLE _{lim} sul SAR per l'esposizione localizzata deve essere assicurato in termini di valore medio su ogni elemento di massa pari a 10 g di tessuto contiguo con proprietà elettriche approssimativamente omogenee; il massimo valore di SAR così ricavato deve essere impiegato per la verifica di conformità con il pertinente VLE.
A2	0,3 GHz ≤ f < 6 GHz	Assorbimento specifico locale di energia SA [mJ/kg]	10		Esposizione della testa a campi elettromagnetici pulsati	Il VLE _{lim} è finalizzato alla prevenzione degli effetti uditivi provocati dall'esposizione della testa a microonde pulsate. Esso è riferito all'energia assorbita per ogni massa di 10 g di tessuto all'interno della testa.
A3	6 GHz ≤ f ≤ 300 GHz	Densità di potenza incidente sulla superficie corporea S [W/m ²]		50		I VLE _{lim} proteggono dal riscaldamento termico dei tessuti od organi derivante dall'esposizione a campi elettromagnetici. I VLE _{lim} riferiti alla densità di potenza S sono relativi a valori mediati su intervalli temporali diversi in funzione della frequenza: tra 6 GHz e 10 sono mediati per ogni periodo di sei minuti, al di sopra di 10 GHz sono mediati su periodi di 66(f ^{0,5}) minuti (dove f è la frequenza in GHz) per tenere conto della graduale diminuzione della profondità di penetrazione con l'aumento della frequenza. Il rispetto del VLE su S deve essere garantito in termini di valore medio per ogni superficie corporea esposta di 20 cm ² con la condizione aggiuntiva che la densità di potenza mediata su ogni superficie di 1 cm ² non superi il valore di 1000 W/m ² .

Tabella 4 - Valori limite di esposizione (VLE) - Effetti termici

Con riferimento agli effetti termici i VLE relativi agli effetti sanitari per esposizione a campi elettromagnetici a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz proteggono dal riscaldamento termico dei tessuti o organi. Per lo stesso intervallo di frequenza, è definito un valore di azione relativo alla densità di potenza ambientale. Questo valore di soglia viene a coincidere con il corrispondente valore limite di esposizione essendo espresso nella medesima unità di misura sebbene quest'ultimo, in quanto grandezza dosimetrica, sia relativo alla densità di potenza incidente sulla superficie corporea.

I VA(E) (valore di azione campo elettrico) e VA(B) (valore di azione induzione magnetica) consentono una valutazione semplificata della conformità ai pertinenti VLE.

A seguito della valutazione dell'esposizione, qualora risulti che i VA sono superati, il DL, il datore di lavoro, a meno che la valutazione dimostri che i pertinenti VLE non sono superati e che possono essere esclusi rischi relativi alla sicurezza, elabora ed applica un programma d'azione che comprende misure tecniche e organizzative intese a prevenire esposizioni superiori ai VLE relativi agli effetti sensoriali e ai VLE relativi agli effetti sanitari. In caso di esposizione a una sorgente molto localizzata, distante pochi cm dal corpo, il campo elettrico interno (in situ) e la conformità ai VLE possono essere determinati, caso per caso, mediante dosimetria.

8 Limiti per l'esposizione di carattere non professionale

Alle esposizioni non professionali si applicano le disposizioni generali del TUS e i limiti per la popolazione fissati dalla legislazione nazionale vigente.

Nel caso di esposizioni a campi multi sorgente o esposizioni a campi multifrequenza (campi non sinusoidali, ovvero campi caratterizzati da molteplici armoniche in frequenza), la valutazione dell'esposizione si basa di norma sul metodo della somma spettrale, come indicato nell'Allegato IV alla Raccomandazione Europea 1999/519/CE. Il metodo conduce alla determinazione di un indice adimensionale, il cui valore deve essere inferiore ad 1 o a 100 se espresso in percentuale, al fine di garantire il rispetto delle prescrizioni normative.

Il metodo della somma spettrale non considera le relazioni di fase delle diverse componenti spettrali che tuttavia assumono rilevanza nel caso del regime degli effetti non termici. In questi casi la valutazione basata sul metodo della somma spettrale fornisce risultati estremamente conservativi. Ai fini di una valutazione più realistica si potrebbe considerare la possibilità di adottare il metodo del picco ponderato anche per le esposizioni di carattere non professionale alle basse frequenze.

Essendo la tipologia di esposizione determinata dalla specifica attività svolta dal lavoratore, ne consegue che a uno stesso lavoratore, in funzione dell'attività svolta, potranno applicarsi i limiti di esposizione stabiliti dal TUS piuttosto che i limiti per la popolazione.

Per i lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM si applicano ulteriori restrizioni e si richiede una valutazione specifica del rischio.

I limiti per l'esposizione della popolazione e per le esposizioni non professionali sono definiti dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" e dal relativo decreto attuativo DPCM 8 luglio 2003.

- Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti (di seguito richiamato come DPCM BF);
- Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz (di seguito richiamato come DPCM AF).

Il DPCM recepisce (rispettivamente negli artt. 3 e 4) l'insieme delle restrizioni per la popolazione definite dalla Raccomandazione 1999/519/CE, che si articolano in limiti di base (LB) e livelli di riferimento (LR), **fatta eccezione per le categorie di sorgenti** riconducibili agli elettrodotti operanti alla frequenza di rete (50 Hz) e ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi (100 kHz – 300 GHz). Per le suddette categorie di sorgenti, il DPCM fissa specifiche restrizioni in termini di:

- ✓ **limite di esposizione**, valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione;
- ✓ **valore di attenzione**, valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- ✓ **obiettivi di qualità**, sono criteri localizzativi, standard urbanistici, prescrizioni e incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali, nonché valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico definiti ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai CEM.

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltaiico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

Per i lavoratori particolarmente sensibili al rischio si applicano ulteriori restrizioni (Cfr. Art. 7 e Allegato A)					
SORGENTI	INTERVALLO DI FREQUENZA	CAMPO ELETTRICO (valore efficace)	CAMPO MAGNETICO (valore efficace)	DENSITÀ DI POTENZA (valore efficace)	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO / NOTE
SORGENTI NON RICONDUCEBILI ALLE CATEGORIE DI CUI SOTTO (Rif. RADD. 1999/519/CE)	0 Hz - 300 GHz	TABELLA 8 - Limiti di Base (LB) TABELLA 9 - Livelli di Riferimento (LR)			
ELETTRODOTTI (Rif. DPCM BF e s.m.i.)	50 Hz	5 [kV/m]	100 [μT] valore di induzione magnetica		Limite di esposizione Valore di campo elettrico e campo magnetico, considerato come valore di immissione definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti. Il limite non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione. Valore di attenzione Valore di immissione, definito a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz). Si applica nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere. Il valore è da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio. Obiettivo di qualità Valore definito ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di rete (50 Hz). Si applica nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio. Il valore è da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
			10 [μT] valore di induzione magnetica mediana su 24 h per permanenze ≥ 4 h		
			3 [μT] valore di induzione magnetica mediana su 24 h per permanenze ≥ 4 h		

Tabella 5 - Articolazione dei limiti per l'esposizione della popolazione e per le esposizioni di carattere non professionali applicabili ai sensi della legislazione nazionale vigente (D.P.C.M. 8 luglio 2003 B.F.)

SORGENTI	INTERVALLO DI FREQUENZA	Campo ELETTRICO (valore efficace)	CAMPO MAGNETICO (valore efficace)	DENSITÀ DI POTENZA (valore efficace)	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO / NOTE
SISTEMI FISSI DELLE TELECOMUNICAZIONI E RADIOTELEVISIVI (Rif. DPCM AF e s.m.i.)	(0,1 < f ≤ 3) MHz	60 [V/m]	0,2 [A/m]		Limiti di esposizione Valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerati come valore di immissione, definiti ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione. Sono da intendersi come valori rilevati ad un'altezza di 1,5 m sul piano di calpestio e mediati su qualsiasi intervallo di sei minuti. Valori di attenzione Si assumono a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine per le esposizioni ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori alle 4 ore giornaliere e nelle pertinenze esterne utilizzate come luoghi abitabili quali balconi, terrazzi e cortili, esclusi i lastrici solari. Sono da intendersi come valori rilevati a un'altezza di 1,5 m dal piano di calpestio come media dei valori nell'arco delle 24 ore.
	(3 < f ≤ 3000) MHz	20 [V/m]	0,05 [A/m]	1 [W/m ²]	
	(3 < f ≤ 300) GHz	40 [V/m]	0,01 [A/m]	4 [W/m ²]	
	100 kHz < f ≤ 300 GHz	6 [V/m]	0,016 [A/m]	0,10 [W/m ²] (3 MHz - 300 GHz)	Obiettivi di qualità Definiti come valori di immissione, calcolati o misurati all'aperto nelle aree intensamente frequentate, ai fini della progressiva minimizzazione delle esposizioni ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz. Sono da intendersi come valori rilevati a un'altezza di 1,5 m dal piano di calpestio come media dei valori nell'arco delle 24 ore.

Tabella 6 - Articolazione dei limiti per l'esposizione della popolazione e per le esposizioni di carattere non professionali applicabili ai sensi della legislazione nazionale vigente (D.P.C.M. 8 luglio 2003 B.F.)

9 Descrizione sommaria degli impianti

L'impianto fotovoltaico sorgerà in ambito territoriale dei Comuni di Salemi, Santa Ninfa e Mazara del Vallo in Prov. di Trapani (TP), ed allacciato alla RTN (Rete di Trasmissione Nazionale) e la potenza complessiva di immissione dell'impianto sarà di circa 107.550 MW.

Il parco fotovoltaico sarà collegato mediante un cavidotto MT interrato della lunghezza di circa 13 km alla sottostazione utente MT/AT di proprietà della Società Proponente e in antenna mediante un elettrodotto AT interrato condiviso con altri produttori, alla futura stazione AT di Terna denominata "Partanna3" nel Comune di Santa Ninfa inserita sulla linea RTN a 220 kV "Fulgatore - Partanna".

La stazione di utenza verrà realizzata su un'area di circa 0,27 ha individuata catastalmente al foglio 52 particella 65 dello stesso Comune di Santa Ninfa (TP), e sarà costituita da una sezione a 220 kV con isolamento in aria.

Il dimensionamento di massima dell'impianto fotovoltaico sarà realizzato con un modulo fotovoltaico composto da celle monocristalline di III generazione, ad alta efficienza connesse elettricamente in serie, per una potenza complessiva di 570 Wp.

L'impianto sarà costituito da un totale di 217.334 moduli per una conseguente potenza di picco pari a 123.880,38 kWp.

La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante n° 717 convertitori statici trifase (inverter) di stringa ad elevata densità di potenza della SMA.

I trasformatori di elevazione BT/MT previsti saranno della potenza di: 1440 KVA, 2160 KVA, 2520 KVA, 2880 KVA, 3240 KVA, 3600 KVA, 3960 KVA, 4320 KVA a doppio secondario ed avranno una tensione nominale lato bassa tensione di 600 V e lato media tensione di 30 kV.

Il trasformatore sarà alloggiato all'interno di un locale dedicato della cabina di trasformazione del sottocampo, e collegato alla rispettiva sezione del quadro di parallelo in corrente alternata con elettrodotto in bassa tensione.

Le stringhe verranno collegate alle cassette di parallelo di campo ubicate su appositi supporti alloggiati sotto le strutture, protetti da agenti atmosferici, e saranno realizzati in policarbonato ignifugo, dotato di guarnizioni a tenuta stagna grado di protezione IP65 cercando di minimizzare le lunghezze dei cavi di connessione.

10 Calcolo dei campi elettromagnetici

10.1 Campi elettromagnetici impianto fotovoltaico

10.1.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici lavorano in corrente e tensione continue e non in corrente alternata per cui la generazione di campi variabili è limitata ai soli transistori di corrente (durante la ricerca del MPP da parte dell'inverter, e durante l'accensione o lo spegnimento) e sono comunque di brevissima durata.

Nella certificazione dei moduli fotovoltaici alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono comunque menzionate prove di compatibilità elettromagnetica, poiché assolutamente irrilevanti.

10.1.2 Inverter

Gli inverter sono apparecchi che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione. Essi pertanto sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze.

D'altro canto il legislatore ha previsto che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, possiedano le necessarie certificazioni a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte

emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa (via cavo).

Gli inverter prescelti possiedono i seguenti certificati ed omologazioni:

CE, IEC / EN 62109-1, IEC / EN 62109-2, AR-N 4110, IEEE1547, UL 840 Cat. IV, Arrêté du 23/04/08, IEC 55011, FCC Part 15 Class A (EMC standards), VDI/VDE 2862 page 2, DIN EN ISO 9001.

Gli inverter verificano:

- i livelli armonici: le direttive del gestore di rete prevedono un THD globale (non riferito al massimo della singola armonica) inferiore al 5% (inferiore all'8% citato nella norma CEI 110-10). Gli inverter presentano un THD globale contenuto entro il 3%;
- i disturbi alle trasmissioni di segnale operate dal gestore di rete in super imposizione alla trasmissione di energia sulle sue linee;
- variazioni di tensione e frequenza. La propagazione in rete di queste ultime è limitata dai relè di controllo della protezione di interfaccia asservita al dispositivo di interfaccia. Le fluttuazioni di tensione e frequenze sono però causate per lo più dalla rete stessa. Si rendono quindi necessarie finestre abbastanza ampie per evitare una continua inserzione e disinserzione dell'impianto fotovoltaico;
- la componente continua immessa in rete. Il trasformatore elevatore BT/MT contribuisce a bloccare tale componente.
- Le questioni di compatibilità elettromagnetica concernenti i buchi di tensione (fino ai 3 s in genere) sono in genere dovute al coordinamento delle protezioni effettuate dal gestore di rete.

10.1.3 Stringhe fotovoltaiche

Ai sensi della Norma CEI 82-25 "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione" e dell'Allegato A68 del CdR Terna "Centrali fotovoltaiche - Condizioni generali di connessione alle reti AAT e AT Sistemi di protezione regolazione e controllo", si definisce stringa fotovoltaica l'insieme dei moduli fotovoltaici collegati elettricamente in serie:

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltaico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

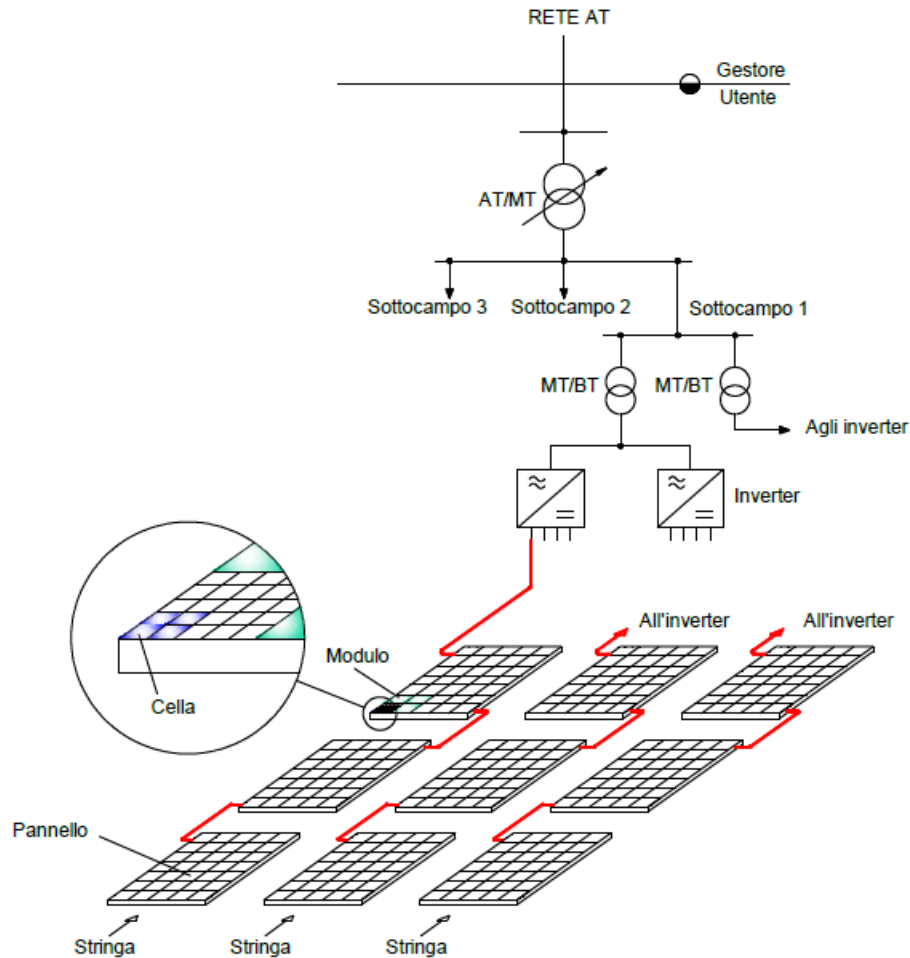


Figura 1 - Schema di principio di una centrale fotovoltaica con indicazione delle stringhe fotovoltaiche

Le stringhe fotovoltaiche producono energia elettrica in corrente continua, e pertanto generano campi elettrici e magnetici statici.

In relazione all'esposizione dei lavoratori ai campi elettrici e magnetici statici, ai sensi della Norma CEI EN 50499 le stringhe sono classificabili come sorgenti giustificabili, ovvero conformi a priori ai livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione di cui alla Raccomandazione 1999/519/CE:

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltaiico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetrano (TP)

Luoghi e apparecchiature conformi a priori	
Tipo di apparecchiatura/luogo	Note
Luoghi di lavoro accessibili al pubblico	Sono ritenuti conformi i luoghi di lavoro aperti al pubblico che rispettano i limiti di esposizione indicati nella Raccomandazione del Consiglio Europeo 1999/519/EC (ad esempio a 50 Hz il limite di induzione magnetica è di 100 μ T)
Uso di apparecchiature a bassa potenza (così come definite dalla norma EN 50371: con emissione di frequenza 10 MHz + 300 GHz e potenza media trasmessa fino a 20 mW e 20 W di picco), anche in assenza di marcatura CE	Non sono comprese le attività di manutenzione
Uso di apparecchiatura con marcatura CE valutata utilizzando le norme armonizzate per la protezione dai CEM. L'elenco delle norme, che è comunque in frequente aggiornamento, è indicato nell'allegato C della norma EN 50499:	<p>L'apparecchiatura deve essere installata e utilizzata in conformità alle istruzioni del costruttore.</p> <p>Non sono comprese le attività di manutenzione che vanno valutate separatamente.</p> <p>Il datore di lavoro deve verificare sul libretto di uso e manutenzione che l'attrezzatura sia dichiarata conforme alla pertinente norma di prodotto.</p> <p>Non tutte le apparecchiature con marcatura CE sono però state valutate ai fini della protezione dai CEM, e può essere necessario raccogliere informazioni, ad esempio dal costruttore o dal fornitore, sulla valutazione dell'apparecchiatura.</p> <p>Non è comunque necessaria la valutazione rispetto alle norme per la protezione dai CEM per tutte le apparecchiature con la marcatura CE. Inoltre, per alcune apparecchiature e installazioni non è richiesta la marcatura CE.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ EN 50360: telefoni cellulari; ▪ EN 50364: sistemi di identificazione (RFID) e anticaccheggio (EAS); ▪ EN 50366: elettrodomestici; ▪ EN 50371: norma generica per gli apparecchi elettrici ed elettronici di bassa potenza; ▪ EN 50385: stazioni radio base e stazioni terminali fisse per sistemi di telecomunicazione senza fili; ▪ EN 50401: apparecchiature fisse per trasmissione radio (110 MHz - 40 GHz) destinate a reti di telecomunicazione senza fili; ▪ EN 60335-2-25: forni a microonde e forni combinati per uso domestico e similare; ▪ EN 60335-2-90: forni a microonde per uso collettivo 	

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltaiico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

Uso di apparecchiatura immessa nel mercato europeo in conformità alla Raccomandazione Europea 1999/519/CE, che non richiede marcatura CE	Alcune apparecchiature immesse nel mercato europeo possono anche essere conformi alla Raccomandazione Europea 1999/519/EC pur non avendo ricevuto il marchio CE, per esempio, se fanno parte di un impianto (vedi punto precedente)
Apparecchiature di illuminazione (lampade)	Escluse le illuminazioni speciali alimentate in RF
Computer e apparecchiature IT	
Apparecchiature da ufficio	I dispositivi per la cancellazione in blocco di nastri magnetici possono necessitare di ulteriori valutazioni
Telefoni mobili (cellulari, ecc.) e cordless (DECT, ecc.)	
Radio ricevatrici	Solo quelle con potenze medie inferiori a 20 mW
Basi per telefoni DECT e reti Wlan (es. Wi-Fi)	Limitatamente alle apparecchiature destinate all'utilizzo da parte della popolazione
Apparecchiature e reti di comunicazione escluse quelle wireless	
Apparecchi elettrici portatili e trasportabili	Ad esempio conformi alle EN 60745-1 e EN 61029-1 inerenti la sicurezza degli utensili a motore trasportabili
Apparecchiature portatili per riscaldamento (escluso il riscaldamento a induzione e dielettrico)	Ad esempio conformi alla EN 60335-2-45 (es. pistole per colla a caldo)
Caricabatterie	Trattati nel campo di applicazione della norma EN 60335-2-29 la quale tratta i caricabatteria per il normale uso domestico e quelli destinati all'utilizzo in garage, nei negozi, nell'industria leggera e nelle aziende agricole
Attrezzature elettriche per il giardinaggio	
Apparecchiature audio e video	Alcuni particolari modelli che fanno uso di trasmettitori radio nelle trasmissioni radio/TV possono necessitare di ulteriori valutazioni

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltaiico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

Apparecchiature portatili a batteria esclusi i trasmettitori a radiofrequenza	
Apparecchiature elettriche per il riscaldamento di locali	Esclusi i riscaldatori a microonde
Tutte le apparecchiature non elettriche e di conseguenza tutte le attività che si svolgono unicamente in ambienti privi di impianti e apparecchiature elettriche e di magneti permanenti	
<p>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. Le esposizioni ai campi elettrici e magnetici vanno considerate separatamente.</p> <p>I seguenti elementi sono conformi per l'esposizione ai campi magnetici:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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. <p>I seguenti elementi sono conformi per l'esposizione ai campi elettrici:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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, o le linee aeree non superiori a 125 kV che sorvolano il luogo di lavoro, o di qualsiasi 	<p>I criteri qui riportati per dimostrare la conformità ai limiti di esposizione nel luogo di lavoro sono basati sulla dimostrazione che le esposizioni sono inferiori ai limiti minimi della Raccomandazione CE (1999) sulle esposizioni EMF per la popolazione. Tali criteri sono sufficienti a dimostrare la conformità per la maggior parte dei luoghi di lavoro.</p> <p>I criteri di valutazione basati direttamente sui limiti di esposizione della Direttiva CE per il luogo di lavoro, sono indicati nell'Allegato F (vedi capitolo 14) della norma EN 50499. Essi utilizzano 500 A al posto di 100 A, 200 kV invece di 100 kV e 250 kV invece di 125 kV. Le liste di controllo indicate nell'allegato F della norma (vedi capitolo 14) possono quindi essere utilizzate per dimostrare la conformità ai campi magnetici ed elettrici in qualsiasi luogo di lavoro.</p>

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltaiico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

tensione se il luogo di lavoro è all'interno.	
Strumentazione e apparecchiature di misura e controllo	
Elettrodomestici	Sono inclusi anche gli elettrodomestici professionali, come piani cottura, lavabiancheria, forni a microonde, ecc., utilizzati in ristoranti, negozi, ecc. I piani cottura professionali a induzione sono esclusi e necessitano di ulteriori valutazioni
Computer e terminali IT con comunicazioni wireless	Esempi sono: WLAN (es Wi-Fi), WMAN (es WiMAX), bluetooth e tecnologie analoghe, limitatamente all'utilizzo da parte della popolazione
Trasmettitori a batteria	Limitatamente alle apparecchiature destinate all'utilizzo da parte della popolazione
Antenne di stazioni radio base	Un'ulteriore valutazione è importante solo qualora i lavoratori possano avvicinarsi all'antenna più della distanza di sicurezza stabilita per l'esposizione del pubblico
Tutte le apparecchiature mediche che, nei luoghi di lavoro medici, non irradiano intenzionalmente con esposizione elettromagnetica o applicazione di correnti	
Tutti i luoghi di lavoro interessati dalle emissioni di sorgenti CEM autorizzate ai sensi della normativa nazionale per la protezione della popolazione, con esclusione delle operazioni di manutenzione o altre attività svolte a ridosso delle sorgenti o sulle sorgenti stesse	Il datore di lavoro deve verificare se è in possesso di autorizzazione in base alla legge 36/2001 e relativi decreti attuativi (DPCM 08/07/03) oppure richiedere all'ente gestore una dichiarazione del rispetto della legislazione nazionale in materia

Tabella 7 - Elenco delle sorgenti giustificabili – Tabella 1 della Norma CEI EN 50499

10.1.4 Linee elettriche in corrente continua

I cavi elettrici di bassa tensione in corrente continua, generano durante l'esercizio ***campi elettrici e campi magnetici statici***. In relazione all'esposizione ai campi elettrici statici, sono classificabili, ai sensi della Norma CEI EN 50499 Tabella 1, come ***sorgenti giustificabili***.

Per quanto riguarda l'esposizione ai campi magnetici statici, considerando che saranno attraversati da una corrente superiore a 100 A, non potendo essere classificabili come sorgenti giustificabili, saranno delle ***sorgenti non conformi a priori***, per cui risulta necessario valutare i livelli di emissione e confrontarli con i livelli di riferimento per l'esposizione della Popolazione di cui alla Raccomandazione 1999/519/CE.

Ai fini del calcolo del campo magnetico generato durante l'esercizio, è stata applicata la formula analitica elementare riportata nella Norma CEI 106-12 "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT", valida per le linee elettriche bifilari:

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltaiico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetrano (TP)

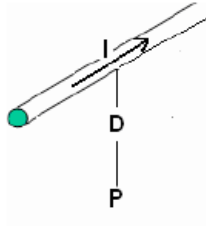
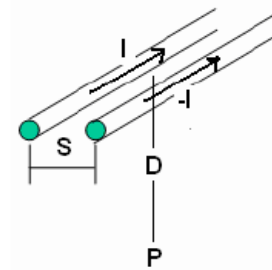
a) Linea unifilare		b) Linea bifilare	
			
$H_P (\text{A/m}) = \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot D}$	$B_P (\mu\text{T}) = \frac{1}{5} \cdot \frac{I}{D}$	$H_P (\text{A/m}) \cong \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot D} \cdot \frac{S}{D}$	$B_P (\mu\text{T}) \cong \frac{1}{5} \cdot \frac{I}{D} \cdot \frac{S}{D}$

Figura 2 - campo magnetico H e induzione magnetica B prodotti nel punto P da linee unifilari e bifilari

dove

- I è la corrente che attraversa il conduttore [A]
- S è la distanza tra gli assi dei conduttori [m]
- D è la distanza del punto P di osservazione dalla sorgente di emissione [m]

Considerando che la corrente di impiego delle linee DC è pari a circa 160 A, tenendo conto della profondità di posa dei cavi pari a 0,85 m e della distanza tra le fasi pari a 0,0177 m, si ottiene un valore di induzione magnetica pari a circa 1,117 μT .

Ai fini della protezione dei lavoratori dal rischio di esposizione, questo valore è stato confrontato con i Valori Limite di Esposizione, VLEsan (sanitario) e VLEsen (sensoriale), e con il Valore di Azione, ottenendo esito positivo:

	VLE relativi agli effetti sensoriali [T]
Condizioni di lavoro normali	2
Esposizione localizzata degli arti	8
VLE relativi agli effetti sanitari [T]	
Condizioni di lavoro controllate	8

Tabella 8 - VLE per l'induzione magnetica esterna (B₀) per frequenze comprese tra 0 e 1 Hz (D.Lgs. 159/2016)

Rischi	VA (B ₀) [mT]
Interferenza con dispositivi impiantabili attivi, ad esempio stimolatori cardiaci	0,5
Rischio di attrazione e propulsivo nel campo periferico di sorgenti ad alta intensità (> 100 mT)	3

Tabella 9 - VA per l'induzione magnetica di campi magnetici statici (D.Lgs. 159/2016)

10.1.5 Linee elettriche in corrente alternata

Per quanto riguarda il rispetto delle distanze da ambienti presidiati ai fini dei campi elettrici e magnetici, si è tenuto conto del limite di qualità dei campi magnetici, fissato dalla suddetta legislazione a $3 \mu\text{T}$.

La tipologia di cavidotti MT presenti nell'impianto prevede all'interno del campo fotovoltaico l'utilizzo di soli cavi elicordati, per i quali vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17.

Come illustrato nella suddetta norma CEI 106-11 la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$, anche in condizioni limite con conduttori di sezione elevata, venga raggiunto già a brevissima distanza ($50 \div 80 \text{ cm}$) dall'asse del cavo stesso.

I cavidotti interni all'impianto si svilupperanno all'interno di luoghi accessibili esclusivamente a lavoratori addetti. L'esposizione può superare i limiti di esposizione per la popolazione di cui al DPCM 8 luglio 2003 BF, ma saranno comunque rispettati i limiti stabiliti nel TUS, Allegato XXXVI. I lavoratori particolarmente esposti ai CEM per motivi di carattere professionale, in relazione allo svolgimento di specifiche attività lavorative, verranno sottoposti a sorveglianza sanitaria e riceveranno un'adeguata formazione in relazione al rischio specifico. In nessun caso l'esposizione supererà i livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione di cui al DPCM BF.

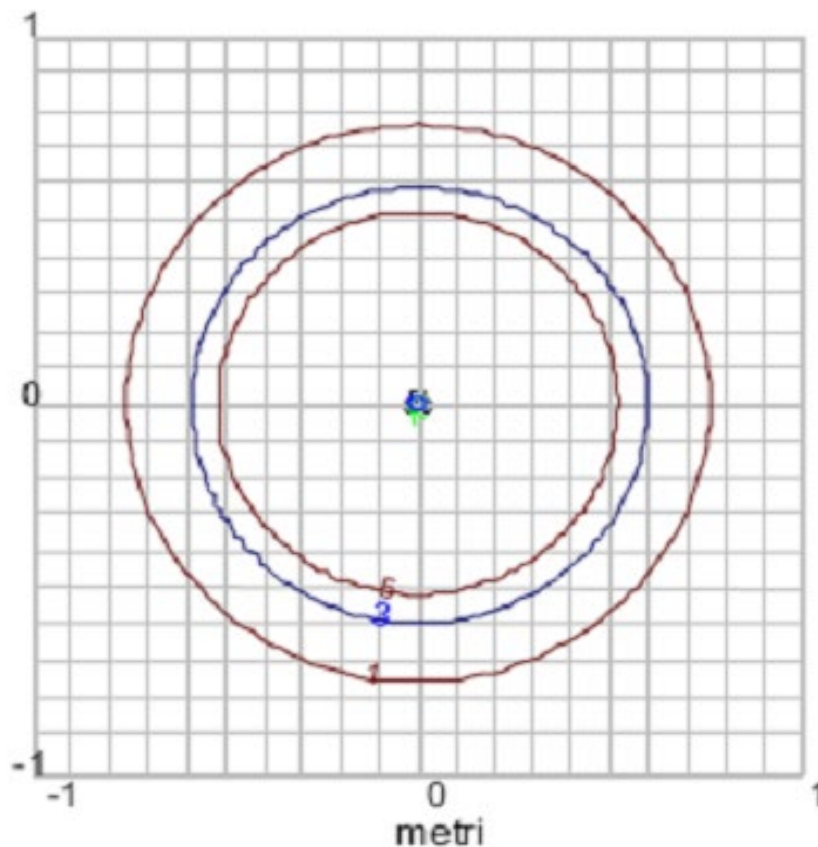


Figura 3 - Curve di equilivello per il campo magnetico di una linea MT

Si fa notare peraltro che anche il decreto del 29.05.2008, sulla determinazione delle fasce di rispetto, ha esentato dalla procedura di calcolo le linee MT in cavo interrato e/o aereo con cavi elicordati, pertanto a tali fini si ritiene valido quanto riportato nella norma richiamata.

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltatico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

Ne consegue che in tutti i tratti realizzati mediante l'uso di cavi elicordati si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto sia pari a 1m, a cavallo dell'asse del cavidotto, pertanto uguale alla fascia di asservimento della linea.

10.1.6 Cabine elettriche di trasformazione

In relazione all'esposizione dei lavoratori al campo elettrico generato dalle apparecchiature installate all'interno delle cabine di trasformazione dell'energia elettrica prodotta, vanno applicati i Valori Limite di Esposizione VLE relativi agli effetti sensoriali per il campo elettrico interno a frequenze comprese tra 1 Hz e 400 Hz e i Valori di Azione VA per i campi elettrici ambientali a frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz:

Intervallo di frequenza	VLE relativi agli effetti sensoriali [Vm^{-1}] (valore di picco)
$1 \text{ Hz} \leq f < 10 \text{ Hz}$	$0,7/f$
$10 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$	0,07
$25 \text{ Hz} \leq f \leq 400 \text{ Hz}$	$0,0028 f$

Tabella 10 - VLE relativi agli effetti sensoriali per il campo elettrico interno a frequenze comprese tra 1 Hz e 400 Hz (D. Lgs. 159/2016)

Intervallo di frequenza	VA (E) inferiori per l'intensità del campo elettrico [Vm^{-1}] (valori RMS)	VA (E) superiori per l'intensità del campo elettrico [Vm^{-1}] (valori RMS)
$1 \leq f < 25 \text{ Hz}$	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
$25 \leq f < 50 \text{ Hz}$	$5,0 \times 10^5 / f$	$2,0 \times 10^4$
$50 \text{ Hz} \leq f < 1,64 \text{ kHz}$	$5,0 \times 10^5 / f$	$1,0 \times 10^6 / f$
$1,64 \leq f < 3 \text{ kHz}$	$5,0 \times 10^5 / f$	$6,1 \times 10^2$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$1,7 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$

Tabella 11 - VA per i campi elettrici ambientali a frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz

Essendo la frequenza di esercizio dell'impianto, pari a 50 Hz, si hanno i seguenti valori:

- $VLE_{sen} = 0,0028 \times 50 = 0,14 \text{ [V m}^{-1}\text{]}$
- $VA_{inf} = 5,0 \times 10^5 / 50 = 10.000 \text{ [V m}^{-1}\text{]}$
- $VA_{sup} = 1,0 \times 10^6 / 50 = 20.000 \text{ [V m}^{-1}\text{]}$

Tuttavia, poichè tutti i componenti dell'impianto presentano al loro interno schermature o parti metalliche collegate all'impianto di terra locale, i campi elettrici risultanti all'interno dei locali menzionati risultano trascurabili. Tutti gli schermi e le masse metalliche saranno collegati a terra, imponendo il potenziale di terra, consentendo così di schermare completamente i campi elettrici. Nel caso in cui gli effetti mitigatori delle schermature non dovessero risultare idonee, verranno adottate idonee misure di protezione e prevenzione.

Per quanto riguarda il campo magnetico la principale sorgente di emissione è il trasformatore elevatore BT/MT.

In questo caso si valutano le emissioni dovute al trasformatore BT/MT avente valore di potenza apparente S_n più elevato ovvero di 4320 kVA collocato nelle cabine di trasformazione.

La presenza del trasformatore BT/MT viene usualmente presa in considerazione limitatamente alla generazione di un campo magnetico nei locali vicini a quelli di cabina.

In base al DM del 29.05.2008, cap.5.2.1, l'ampiezza delle DPA si determina come di seguito descritto.

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.

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltaiico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

2. Cabine Secondarie, nel caso di cabine di tipo box (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 CS, 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 del DM 29.05.08) applicando la seguente relazione :

$$Dpa = 0,40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

dove:

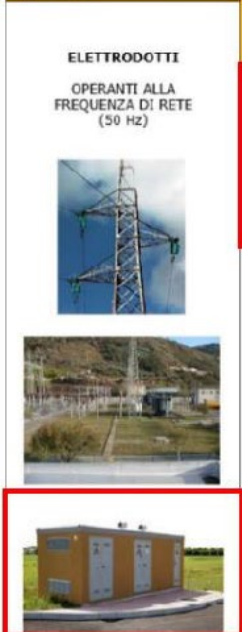
- DPA è la distanza di prima approssimazione [m]
- I è la corrente nominale [A]
- x è il diametro del cavo [m]

Considerando che la corrente in uscita da ciascuno dei due secondari vale 2.078,46 A e che il cavo scelto sul lato BT del trasformatore ha sezione/formazione 6x(3x1x300) mm², con diametro esterno pari a circa 33 mm, si ottiene una DPA, arrotondata per eccesso all'intero superiore, pari a 8 m.

D'altra parte, nel caso in questione la cabina è posizionata all'aperto e normalmente non è permanentemente presidiata.

Considerando che le cabine saranno realizzate all'interno di un sito privato non accessibile al personale non autorizzato all'accesso, e intercluso alla libera circolazione, si può affermare che i livelli di emissione non costituiscono pericoli per la popolazione.

Ai fini della protezione dei lavoratori dal rischio di esposizione, si è fatto riferimento alla Scheda S.1 della Guida CEI 106-45:

TIPOLOGIA SORGENTE - APPARATO	LUOGHI DI LAVORO	CARATTERISTICHE E DESCRIZIONE
<p>ELETTRODOTTI</p> <p>OPERANTI ALLA FREQUENZA DI RETE (50 Hz)</p> 	<p>A. LUOGHI ACCESSIBILI ESCLUSIVAMENTE A LAVORATORI ADDETTI <i>(esposizione di carattere professionale)</i></p> <p>B. LUOGHI ACCESSIBILI AL PUBBLICO <i>(esposizioni di carattere NON professionale)</i></p>	<p>Rientrano nella fattispecie degli elettrodotti i seguenti impianti: linee elettriche, sottostazioni e cabine di trasformazione (Legge 22 febbraio 2001, n.36 [3])</p> <ul style="list-style-type: none"> • Luoghi accessibili esclusivamente a lavoratori esposti per motivi professionali, ad es. addetti che debbano svolgere specifiche attività lavorative (ad esempio attività di controllo e manutenzione impianti) e solo in relazione allo svolgimento delle stesse. • L'esposizione può superare i limiti di esposizione per la popolazione di cui al DPCM 8/7/2003 BF [5] (Cfr. 8.2). • Devono essere rispettati i limiti stabiliti nel TUS, Allegato XXXVI, Parte II [1] (Cfr. Tabella 3 e Tabella 4 della presente Guida CEM). <p>I lavoratori esposti ai CEM per motivi di carattere professionale, in relazione allo svolgimento di specifiche attività lavorative, devono essere sottoposti a sorveglianza sanitaria e ricevere una formazione ed eventuale addestramento in relazione al rischio specifico.</p> <p>Luoghi accessibili anche a lavoratori non esposti per ragioni di carattere professionale o a visitatori esterni (popolazione). L'esposizione deve essere contenuta entro le restrizioni per l'esposizione della popolazione fissate dalla legislazione nazionale vigente (DPCM 8/7/2003 BF) (Cfr. 8.2).</p> <p>PERMANENZE < 4 ORE</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'esposizione deve essere contenuta entro il limite di esposizione per la popolazione fissato dal DPCM 8/7/2003 BF, ma può superare il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità. <p>PERMANENZE ≥ 4 ORE</p> <p>In un luogo adibito a permanenze non inferiori alle 4 ore giornaliere di pubblico o lavoratori non esposti per motivi di carattere professionale, in base alle definizioni del DPCM 8/7/2003 BF, si possono verificare le seguenti situazioni:</p> <p>EDIFICIO O ELETTRODOTTI PRECEDENTI alla data del 08.07.2003: l'esposizione deve essere contenuta entro il limite di esposizione e il valore di attenzione fissati dal DPCM 8/7/2003 BF;</p> <p>EDIFICIO O ELETTRODOTTI SUCCESSIVI alla data del 08.07.2003: l'esposizione deve essere contenuta entro il limite di esposizione e l'obiettivo di qualità fissati dal DPCM 8/7/2003 BF.</p>

Scheda S.1

Tabella 12 - Scheda S.1 Norma CEI 106-45 - Guida alla valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza derivante dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) fra 0 Hz e 300 GHz nei luoghi di lavoro - Elettrodotti operanti a frequenza di rete

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltaiico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

Analogamente si sono calcolate le DPA per le altre cabine di trasformazione all'interno dei sottocampi i cui risultati sono riportati nella tabella seguente:

Sottocampo	Gruppo	Cabina di trasformazione	Trasformatore potenza Sn (KVA)	Distanza DPA (m)
IMP_B_01	C01	Cabina 1	2880,00	6
	C02	Cabina 2	3960,00	8
	C03	Cabina 3	3600,00	7
	C04	Cabina 4	3960,00	8
	C05	Cabina 5	2880,00	6
	C06	Cabina 6	4320,00	8
	C07	Cabina 7	4320,00	8
	C08	Cabina 8	4320,00	8
	C09	Cabina 9	3600,00	7
	C10	Cabina 10	4320,00	8
	C11	Cabina 11	3240,00	7
	C12	Cabina 12	3960,00	8
	C13	Cabina 13	3600,00	7
	C14	Cabina 14	2880,00	6
	C15	Cabina 15	3240,00	7
	C16	Cabina 16	2880,00	6
	C17	Cabina 17	2880,00	6
	C18	Cabina 18	3240,00	7
IMP_B_02	C19	Cabina 19	1440,00	5
	C20	Cabina 20	2520,00	6
IMP_B_03	C21	Cabina 21	3600,00	7
	C22	Cabina 22	3960,00	8
	C23	Cabina 23	3600,00	7
IMP_B_04	C24	Cabina 24	2880,00	6
	C25	Cabina 25	2520,00	6
IMP_B_05	C26	Cabina 26	3240,00	7
	C27	Cabina 27	2880,00	6
	C28	Cabina 28	3960,00	8
	C29	Cabina 29	3960,00	8
	C30	Cabina 30	3240,00	7
	C31	Cabina 31	3600,00	7
	C32	Cabina 32	3240,00	7
	C33	Cabina 33	3600,00	7
IMP_B_06	C34	Cabina 34	3600,00	7
IMP_B_07	C35	Cabina 35	3600,00	7
	C36	Cabina 36	2160,00	5
IMP_B_07	C37	Cabina 37	2880,00	6
	C38	Cabina 38	3600,00	7
IMP_B_08	C39	Cabina 39	3960,00	8

DPA Cabine di sottocampo

Per Cabine differenti dallo standard "box" o similare sarà previsto il calcolo puntuale, da applicarsi caso per caso.

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltatico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

Nel caso di più cavi per ciascuna fase in uscita dal trasformatore va considerato il cavo di diametro maggiore.

Considerando che le cabine in oggetto insistono su luoghi accessibili esclusivamente agli addetti ai lavori, l'esposizione può superare i limiti per la popolazione di cui al DPCM 8 luglio 2003. Tuttavia, per la protezione dei lavoratori dal rischio di esposizione, è necessario rispettare i Limiti di Azione esposizione stabiliti dal D.Lgs 159/2016, di seguito riportati:

Intervallo di frequenza	VA (B) inferiori per l'induzione magnetica [μT] (valori RMS)	VA (B) superiori per l'induzione magnetica [μT] (valori RMS)	VA (B) per l'induzione magnetica per esposizione localizzata degli arti [μT] (valori RMS)
$1 \leq f < 8 \text{ Hz}$	$2,0 \times 10^5 / f^2$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$8 \leq f < 25 \text{ Hz}$	$2,5 \times 10^4 / f$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$25 \leq f < 300 \text{ Hz}$	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$300 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$3,0 \times 10^3 / f$	$3,0 \times 10^3 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$

Tabella 13 - VA per i campi magnetici ambientali a frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz (D.Lgs. 159/2016)

Nota la frequenza di esercizio dell'impianto, pari a 50 Hz, si ottiene:

- $VA(B)_{inf} = 1,0 \times 10^3 = 1.000 \text{ [}\mu\text{T]}$
- $VA(B)_{sup} = 3,0 \times 10^5 / 50 = 6000 \text{ [}\mu\text{T]}$
- $VA(B) = 9,0 \times 10^5 / 50 = 18.000 \text{ [}\mu\text{T]}$ (per esposizione localizzata degli arti)

I limiti sopra calcolati, sono stati confrontati con il valore dell'induzione magnetica generata durante l'esercizio dalle apparecchiature installate all'interno delle cabine/unità, pari a $3\mu\text{T}$, ottenendo esito positivo.

Cautelativamente, considerando che la principale fonte di emissione del campo magnetico è il trasformatore, è stato calcolato il valore di induzione magnetica generata, riferita alla taglia maggiore, ricorrendo alla formula di Siemens di seguito riportata:

$$B(d) = \frac{0.72 * v_{cc\%} * \sqrt{A_n}}{d^{2.8}}$$

dove:

- d è la distanza dal centro del trasformatore [m]
- $V_{cc\%}$ è la tensione di cortocircuito del trasformatore
- A_n è la potenza apparente nominale del trasformatore [kVA]

Considerando il trasformatore di taglia maggiore di potenza nominale 4200 kVA e una $V_{cc\%}$ pari al 6%, a distanza di 1 m dal centro si ottiene un valore di B pari a circa $280 \mu\text{T}$, il quale risulta notevolmente inferiore ai limiti previsti dal D.Lgs. 159/2016.

La stima che ne deriva dalla formula è sovrastimata rispetto la realtà, ma permette di distanziare correttamente le macchine elettriche rispetto da eventuali luoghi con prolungate permanenze.

Ciò nonostante i lavoratori esposti ai CEM per motivi di carattere professionale, in relazione allo svolgimento delle specifiche attività lavorative, verranno sottoposti a sorveglianza sanitaria e riceveranno una formazione ed addestramento in relazione al rischio specifico.

Ai sensi della Legge 22 febbraio 2001 n.36, le cabine elettriche di trasformazione rientrano nella fattispecie degli Elettrodotti.

10.1.7 Cabina elettrica di utenza

Per quanto riguarda i componenti dell'impianto resta da considerare la cabina elettrica MT di smistamento di utenza, alla quale confluiscono i cavidotti MT provenienti dalle cabine di trasformazione di sottocampo, all'interno della quale la principale sorgente di emissione sono le stesse correnti in ingresso e in uscita dal quadro MT in quanto in questo caso il trasformatore di potenza S.A. MT/BT è utilizzato solo per l'alimentazione dei servizi ausiliari.

La massima corrente BT, considerando un trasformatore della potenza di 100 kVA, è pari a 145 A.

Mentre la massima corrente MT in uscita verso la sezione MT del trasformatore elevatore MT/AT, pari a 2482,60 A.

Considerando che il collegamento è previsto in cavo con formazione $3 \times (4 \times 1 \times 500)$ mm², e che ciascun cavo ha un diametro esterno massimo pari a 56 mm, si ottiene una DPA, arrotondata per eccesso all'intero superiore, pari a 9 m.

D'altra parte, anche nel caso in questione la cabina normalmente non è presidiata.

Considerando che la cabina di smistamento è parte integrante della SSE MT/AT di utenza realizzata all'interno di un sito privato non accessibile al personale ***non autorizzato all'accesso e intercluso alla libera circolazione***, si può affermare che i livelli di emissione non costituiscono pericoli per la popolazione.

Pertanto i valori possono superare i limiti per la popolazione di cui al DPCM 8 luglio 2003.

Tuttavia, per la protezione dei lavoratori dal rischio di esposizione è necessario rispettare i Limiti di Azione esposizione (induzione) stabiliti dal D.Lgs 159/2016 di cui alla tabella 14.

10.1.8 Altri cavi

Altri campi elettromagnetici dovuti al monitoraggio ed alla trasmissione dati possono essere trascurati, essendo le linee dati realizzate normalmente in cavo schermato.

10.2 Campi elettromagnetici delle opere connesse

10.2.1 Linee elettriche in corrente alternata in media tensione

Il progetto prevede all'interno di ciascun sottocampo fotovoltaico cavidotti interrati alla profondità max di 1,20 m di collegamento ed interconnessione delle cabine di trasformazione del medesimo sottocampo in configurazione "entra-esce".

Visto l'impianto fotovoltaico, è stata esaminata come unica situazione significativa ai fini del calcolo dell'intensità del campo di induzione magnetica, quella generata dal tratto di posa del cavo che trasferisce la potenza elettrica generata dell'intero impianto FV, verso il quadro MT della cabina di utenza in SSE MT/AT.

Il campo magnetico è calcolato in funzione della corrente circolante nei cavidotti in esame e della disposizione geometrica dei conduttori.

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee interrate, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

Il progetto prevede quattro tratte/dorsali principali in cavo unipolare isolato a 30 kV posati a trifoglio che raggruppano e trasferiscono l'intera potenza dei sottocampi dell'impianto FV verso il quadro MT della stazione di utenza, ovvero:

- dorsale "1": **IMP_B_01** (prima tratta)
tratta della lunghezza di circa 8.895 m con una potenza trasferita di 25.350 kW ed una corrente alla tensione di esercizio 30 kV di 519A;
- dorsale "2": **IMP_B_01** (seconda tratta)
tratta della lunghezza di circa 8.918 m con una potenza trasferita di 26.850 kW ed una corrente alla tensione di esercizio 30 kV di 549,711A;
- dorsale "3": **IMP_B_05**
tratta della lunghezza di circa 13.122 m con una potenza trasferita di 25.500 kW ed una corrente alla tensione di esercizio 30 kV di 522,072A;
- dorsale "4": **IMP_B_08, IMP_B_03, IMP_B_02, IMP_B_07, IMP_B_09, IMP_B_04, IMP_B_06**
tratta della lunghezza di circa 1.567 m con una potenza trasferita di 29.850 kW ed una corrente alla tensione di esercizio 30 kV di 611,131A.

Il cavidotto sarà posato in parte in sede propria e parte in sede stradale di tipo comunale e provinciale. Si procederà all'apertura di una sezione di scavo di larghezza pari a 70 cm circa ed altezza media 1.20 m posando i cavi all'interno della fossa di scavo a distanza reciproca di 25 cm. Il rinterro sarà eseguito in calcestruzzo magro per un'altezza complessivo di 50 cm prevedendo in sommità una piastra di protezione in c.a.v. mentre, la chiusura dello scavo sino alla sede stradale avverrà con materiale inerte. Si prevede nel pacchetto di materiale costituente il riempimento dello scavo, in posizione centrale, la disposizione di un nastro in PVC che segnala la presenza di linea elettrica in alta tensione.

Essendo il valore della induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, nel calcolo è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede, come detto, una posa dei cavi a trifoglio, ad una profondità max di 1,20 m, con un valore di corrente pari a 611,131A, pari alla portata massima della linea elettrica in cavo, secondo la Norma CEI 20-21.

La configurazione dell'elettrodotta è quella di assenza di schermature e distanza minima dei conduttori dal piano viario.

In relazione all'esposizione dei lavoratori ai campi elettrici generati dalle linee elettriche di media tensione elettrificate a 30 kV in corrente alternata a frequenza industriale, ai sensi della Norma CEI EN 50499 esse sono classificabili come sorgenti giustificabili, ovvero conformi a priori ai livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione di cui alla Raccomandazione 1999/519/CE:

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltaiico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

Luoghi e apparecchiature conformi a priori	
Tipo di apparecchiatura/luogo	Note
Luoghi di lavoro accessibili al pubblico	Sono ritenuti conformi i luoghi di lavoro aperti al pubblico che rispettano i limiti di esposizione indicati nella Raccomandazione del Consiglio Europeo 1999/519/EC (ad esempio a 50 Hz il limite di induzione magnetica è di 100 \square T)
Uso di apparecchiature a bassa potenza (così come definite dalla norma EN 50371: con emissione di frequenza 10 MHz + 300 GHz e potenza media trasmessa fino a 20 mW e 20 W di picco), anche in assenza di marcatura CE	Non sono comprese le attività di manutenzione
Uso di apparecchiatura con marcatura CE valutata utilizzando le norme armonizzate per la protezione dai CEM. L'elenco delle norme, che è comunque in frequente aggiornamento, è indicato nell'allegato C della norma EN 50499:	<p>L'apparecchiatura deve essere installata e utilizzata in conformità alle istruzioni del costruttore.</p> <p>Non sono comprese le attività di manutenzione che vanno valutate separatamente.</p> <p>Il datore di lavoro deve verificare sul libretto di uso e manutenzione che l'attrezzatura sia dichiarata conforme alla pertinente norma di prodotto.</p> <p>Non tutte le apparecchiature con marcatura CE sono però state valutate ai fini della protezione dai CEM, e può essere necessario raccogliere informazioni, ad esempio dal costruttore o dal fornitore, sulla valutazione dell'apparecchiatura.</p> <p>Non è comunque necessaria la valutazione rispetto alle norme per la protezione dai CEM per tutte le apparecchiature con la marcatura CE. Inoltre, per alcune apparecchiature e installazioni non è richiesta la marcatura CE.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ EN 50360: telefoni cellulari; ▪ EN 50364: sistemi di identificazione (RFID) e antitaccheggio (EAS); ▪ EN 50366: elettrodomestici; ▪ EN 50371: norma generica per gli apparecchi elettrici ed elettronici di bassa potenza; ▪ EN 50385: stazioni radio base e stazioni terminali fisse per sistemi di telecomunicazione senza fili; ▪ EN 50401: apparecchiature fisse per trasmissione radio (110 MHz - 40 GHz) destinate a reti di telecomunicazione senza fili; ▪ EN 60335-2-25: forni a microonde e forni combinati per uso domestico e similare; ▪ EN 60335-2-90: forni a microonde per uso collettivo 	

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltaiico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

Uso di apparecchiatura immessa nel mercato europeo in conformità alla Raccomandazione Europea 1999/519/CE, che non richiede marcatura CE	Alcune apparecchiature immesse nel mercato europeo possono anche essere conformi alla Raccomandazione Europea 1999/519/EC pur non avendo ricevuto il marchio CE, per esempio, se fanno parte di un impianto (vedi punto precedente)
Apparecchiature di illuminazione (lampade)	Escluse le illuminazioni speciali alimentate in RF
Computer e apparecchiature IT	
Apparecchiature da ufficio	I dispositivi per la cancellazione in blocco di nastri magnetici possono necessitare di ulteriori valutazioni
Telefoni mobili (cellulari, ecc.) e cordless (DECT, ecc.)	
Radio ricetrasmittenti	Solo quelle con potenze medie inferiori a 20 mW
Basi per telefoni DECT e reti Wlan (es. Wi-Fi)	Limitatamente alle apparecchiature destinate all'utilizzo da parte della popolazione
Apparecchiature e reti di comunicazione escluse quelle wireless	
Apparecchi elettrici portatili e trasportabili	Ad esempio conformi alle EN 60745-1 e EN 61029-1 inerenti la sicurezza degli utensili a motore trasportabili
Apparecchiature portatili per riscaldamento (escluso il riscaldamento a induzione e dielettrico)	Ad esempio conformi alla EN 60335-2-45 (es. pistole per colla a caldo)
Caricabatterie	Trattati nel campo di applicazione della norma EN 60335-2-29 la quale tratta i caricabatteria per il normale uso domestico e quelli destinati all'utilizzo in garage, nei negozi, nell'industria leggera e nelle aziende agricole
Attrezzature elettriche per il giardinaggio	
Apparecchiature audio e video	Alcuni particolari modelli che fanno uso di trasmettitori radio nelle trasmissioni radio/TV possono necessitare di ulteriori valutazioni

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltaiico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

Apparecchiature portatili a batteria esclusi i trasmettitori a radiofrequenza	
Apparecchiature elettriche per il riscaldamento di locali	Esclusi i riscaldatori a microonde
Tutte le apparecchiature non elettriche e di conseguenza tutte le attività che si svolgono unicamente in ambienti privi di impianti e apparecchiature elettriche e di magneti permanenti	
<p>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. Le esposizioni ai campi elettrici e magnetici vanno considerate separatamente.</p> <p>I seguenti elementi sono conformi per l'esposizione ai campi magnetici:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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. <p>I seguenti elementi sono conformi per l'esposizione ai campi elettrici:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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, o le linee aeree non superiori a 125 kV che sorvolano il luogo di lavoro, o di qualsiasi 	<p>I criteri qui riportati per dimostrare la conformità ai limiti di esposizione nel luogo di lavoro sono basati sulla dimostrazione che le esposizioni sono inferiori ai limiti minimi della Raccomandazione CE (1999) sulle esposizioni EMF per la popolazione. Tali criteri sono sufficienti a dimostrare la conformità per la maggior parte dei luoghi di lavoro.</p> <p>I criteri di valutazione basati direttamente sui limiti di esposizione della Direttiva CE per il luogo di lavoro, sono indicati nell'Allegato F (vedi capitolo 14) della norma EN 50499. Essi utilizzano 500 A al posto di 100 A, 200 kV invece di 100 kV e 250 kV invece di 125 kV. Le liste di controllo indicate nell'allegato F della norma (vedi capitolo 14) possono quindi essere utilizzate per dimostrare la conformità ai campi magnetici ed elettrici in qualsiasi luogo di lavoro.</p>

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltatico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

tensione se il luogo di lavoro è all'interno.	
Strumentazione e apparecchiature di misura e controllo	
Elettrodomestici	Sono inclusi anche gli elettrodomestici professionali, come piani cottura, lavabiancheria, forni a microonde, ecc., utilizzati in ristoranti, negozi, ecc. I piani cottura professionali a induzione sono esclusi e necessitano di ulteriori valutazioni
Computer e terminali IT con comunicazioni wireless	Esempi sono: WLAN (es Wi-Fi), WMAN (es WIMAX), bluetooth e tecnologie analoghe, limitatamente all'utilizzo da parte della popolazione
Trasmettitori a batteria	Limitatamente alle apparecchiature destinate all'utilizzo da parte della popolazione
Antenne di stazioni radio base	Un'ulteriore valutazione è importante solo qualora i lavoratori possano avvicinarsi all'antenna più della distanza di sicurezza stabilita per l'esposizione del pubblico
Tutte le apparecchiature mediche che, nei luoghi di lavoro medici, non irradiano intenzionalmente con esposizione elettromagnetica o applicazione di correnti	
Tutti i luoghi di lavoro interessati dalle emissioni di sorgenti CEM autorizzate ai sensi della normativa nazionale per la protezione della popolazione, con esclusione delle operazioni di manutenzione o altre attività svolte a ridosso delle sorgenti o sulle sorgenti stesse	Il datore di lavoro deve verificare se è in possesso di autorizzazione in base alla legge 36/2001 e relativi decreti attuativi (DPCM 08/07/03) oppure richiedere all'ente gestore una dichiarazione del rispetto della legislazione nazionale in materia

Tabella 14 - Elenco delle sorgenti giustificabili – Tabella 1 della Norma CEI EN 50499

Le linee elettriche con correnti superiori a 100 A rientrano tra le sorgenti non conformi a priori ai sensi della Norma CEI EN 50499, per cui sono necessarie ulteriori misure o approfondimenti.

Con riferimento alle esposizioni di carattere professionale, ai fini della verifica della conformità ai VA stabiliti dal TUS, si è fatto riferimento alla norma CEI EN 50647.

Il rispetto dei VAinf permette di prevenire le scariche elettriche nell'ambiente di lavoro.

Per i lavoratori particolarmente sensibili al rischio, in nessun caso l'esposizione dovrà superare i livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione di cui al DPCM BF 8 luglio 2003.

Con riferimento alle esposizioni di carattere non professionale, sono state applicate le disposizioni contenute nel DPCM 8 luglio 2003 BF.

Il valore massimo dell'induzione magnetica si raggiunge al di sopra del suolo in corrispondenza dell'asse della linea, inferiore al limite fissato dal DPCM 8 luglio 2003 per la protezione della popolazione e inferiore ai limiti stabiliti dal D.Lgs. 159/2016.

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltaiico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetrano (TP)

Intervallo di frequenza	VA (B) inferiori per l'induzione magnetica [μ T] (valori RMS)	VA (B) superiori per l'induzione magnetica [μ T] (valori RMS)	VA (B) per l'induzione magnetica per esposizione localizzata degli arti [μ T] (valori 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	1.0×10^3	$3.0 \times 10^5 / f$	$9.0 \times 10^5 / f$
$300 \text{ Hz} \leq f < 3$ kHz	$3.0 \times 10^3 / f$	$3.0 \times 10^5 / f$	$9.0 \times 10^5 / f$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10$ MHz	1.0×10^2	1.0×10^2	3.0×10^2

Tabella 15 - VA per i campi magnetici ambientali a frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz

Nota la frequenza di esercizio dell'impianto, pari a 50 Hz, si ottiene:

- $VA(B)_{inf} = 1,0 \times 10^3 = 1.000$ [μ T]
- $VA(B)_{sup} = 3,0 \times 10^5 / 50 = 6000$ [μ T]
- $VA(B) = 9,0 \times 10^5 / 50 = 18.000$ [μ T] (per esposizione localizzata degli arti)

Si può affermare che i livelli di induzione magnetica generati, non costituiscono pericoli per la popolazione e per i lavoratori esposti.

Ai sensi della Legge 22 febbraio 2001 n.36, le linee elettriche di media tensione rientrano nella fattispecie dei cavidotti.

Le dorsali esterne di media tensione di collegamento con la Sottostazione Elettrica di Utenza, si svilupperanno in parte in sede propria e parte in sede stradale di tipo comunale e provinciale.

L'esposizione verrà contenuta entro le restrizioni per l'esposizione della popolazione fissate dalla legislazione nazionale vigente (DPCM 8 luglio 2003 BF).

In caso di permanenza < 4 ore, l'esposizione verrà contenuta entro il limite di esposizione per la popolazione fissato dal DPCM 8 luglio 2003 BF, ma può superare il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità.

In caso di permanenza ≥ 4 ore, in base alle disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 BF, considerando che l'elettrodotto è successivo alla data del 08.07.2003 l'esposizione sarà contenuta entro il limite di esposizione e l'obiettivo di qualità di 3μ T.

Ai fini della valutazione della conformità all'obiettivo di qualità, è stato applicato il procedimento di calcolo previsto dalla Guida CEI 106-12, a partire dalla conoscenza delle caratteristiche geometriche ed elettriche dei cavidotti.

10.2.2 Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione

La STMG prevede che la SSE di utenza venga collegata in antenna tramite elettrodotto interrato alla SE TERNA "PARTANNA3".

Al fine di ottimizzare l'infrastruttura di rete il collegamento in elettrodotto AT 220 kV al PdC su stallo in SE TERNA "PARTANNA3" sarà condiviso con i produttori ARTALE ENERGIA e ENERGIA VERDE TRAPANI che in qualità di "capofila" realizzerà l'elettrodotto in cavo interrato.

10.2.2.1 Ipotesi di calcolo

I calcoli eseguiti tengono conto di una terna di cavi prevedendo una configurazione di posa all'interno di una trincea profonda 1,5 m.

L'andamento risultante dei campi è stato calcolato in base alle seguenti ipotesi:

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltatico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

- N. 1 elettrodotto interrato a tensione 220 kV;
- N. 1 conduttore per fase con isolamento estruso;
- Valore nominale della tensione 220 kV;
- Sezione del conduttore: 1.600 mm²;
- Valore della mediana della corrente: non conosciuto
- Portata estiva 1.000 A;
- Portata invernale 1.000 A;
- Profondità di interrimento 1,5 m;
- Distanziamento interasse dei conduttori 25 cm;

In riferimento ai valori di corrente si precisa che per questo elettrodotto interrato non si è fatto riferimento alla corrente al limite termico calcolata come prescritto al par. 3 della norma CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV", ma è stato preso come riferimento il valore calcolato con il metodo riportato nelle Norme IEC 60287, ipotizzando la terna di cavi posata in piano, con profondità di posa 1,50 m, temperatura del terreno 20°C, resistività termica del terreno 1 K*m/W con distanza tra le fasi pari a 25 cm e che in regime permanente la temperatura del conduttore non superi i 90°C.

Tale ipotesi rappresenta comunque una scelta cautelativa considerato che i valori di corrente effettivamente circolanti nei cavi saranno sicuramente minori di quelli citati.

Si precisa inoltre che per il calcolo è stata ipotizzata una posa dei conduttori in piano con un sistema di collegamento a terra degli schermi metallici del tipo solid bonding che rappresenta anch'essa un'ipotesi cautelativa ai fini del calcolo dei campi magnetici.

10.2.2.2 Campo elettrico e magnetico a frequenza industriale

L'andamento dei campi, rappresentato nei grafici e nelle tabelle di seguito riportati, sono riferiti all'asse linea sul piano di campagna in prossimità dell'elettrodotto, prevedendo una profondità dei conduttori rispetto al terreno pari a 1,5 m.

Il progetto è stato sviluppato in modo da rispettare il dettato dell'art. 4 del DPCM 08 luglio 2003 di cui alla Legge n° 36 del 22/02/2001, che impone un valore limite di qualità dei campi magnetici di 3 µT (c.d. obiettivo di qualità) da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

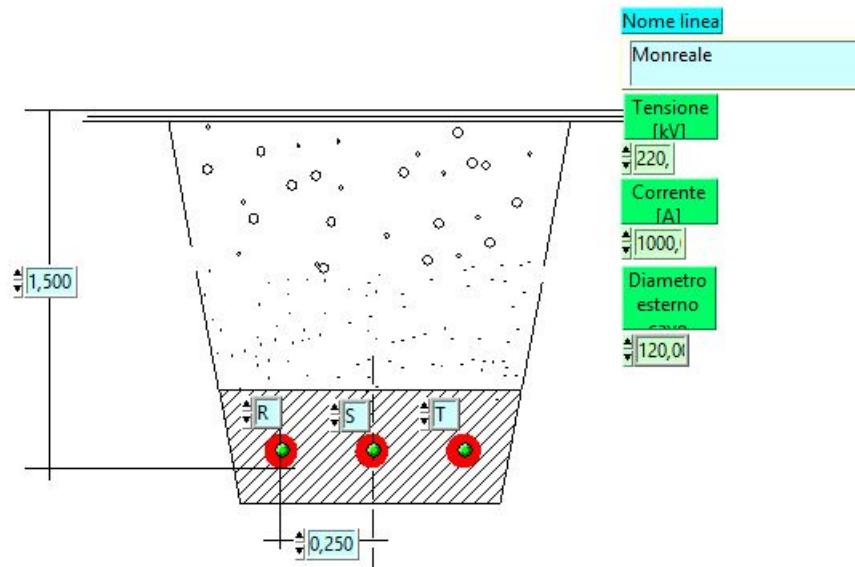


Figura 4 - Disegno schematico della configurazione dell'elettrodotto per il calcolo dei campi elettromagnetici

Campo elettrico

Per i cavi interrati, il campo elettrico al suolo può essere considerato nullo in quanto i cavi sono protetti da uno schermo metallico che limita quasi del tutto i suoi effetti. Il rispetto, pertanto, della normativa vigente è sempre garantito indipendentemente dalla distanza di manufatti e persone dall'elettrodotto.

Campo magnetico

Il valore di induzione magnetica è variabile in funzione dell'intensità della corrente elettrica che percorre il cavo e dal tipo di posa dello stesso.

Diversamente dal campo elettrico, il livello di mitigazione del valore di induzione magnetica dovuta alla presenza di schermi protettivi non rende il campo magnetico trascurabile, bisogna quindi calcolare il valore di campo magnetico per verificare che la configurazione ipotizzata rientri nei limiti imposti dalla normativa vigente.

La Legge n° 36 del 22/02/2001 prevede che il valore di induzione magnetica sia fornito come media dei valori assunti nell'arco di 24 ore, nelle normali condizioni di esercizio. Non essendo prevedibile l'andamento nelle 24 ore delle correnti nei cavi (che sono la causa del campo magnetico), si è preferito, prudenzialmente, eseguire i calcoli supponendo le correnti costanti in tale intervallo di tempo e corrispondenti ai valori di portata al limite termico dei conduttori.

Inoltre, come già detto, si ipotizza una corrente pari a 1.000 A, di posizionare i cavi ad una profondità di 1,5 m e distanziarli l'uno dall'altro di 0,25 m.

Come si evince dalle analisi e dai grafici sotto riportati, il valore di 3 μ T (obiettivo di qualità di cui al DPCM 8 luglio 2003) si manifesta ad una distanza di circa 5 m dall'asse di simmetria del conduttore centrale.

Come già detto, nelle reali condizioni di esercizio, il valore di corrente transitante sarà certamente minore di quello considerato nei calcoli e quindi si può certamente ipotizzare che anche i valori di induzione magnetica corrispondenti saranno minori di quelli calcolati.

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltaiico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

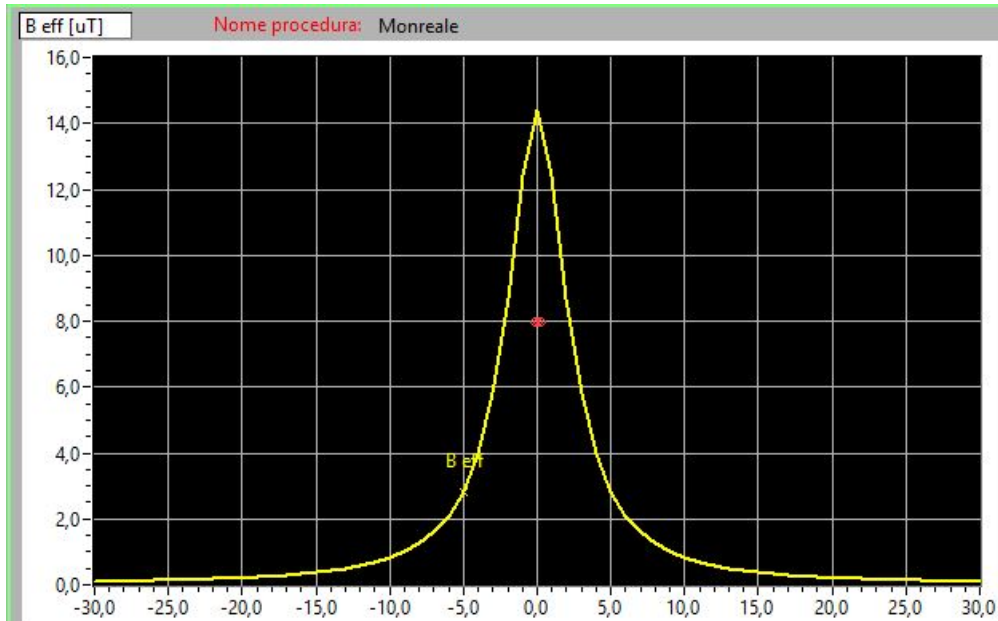


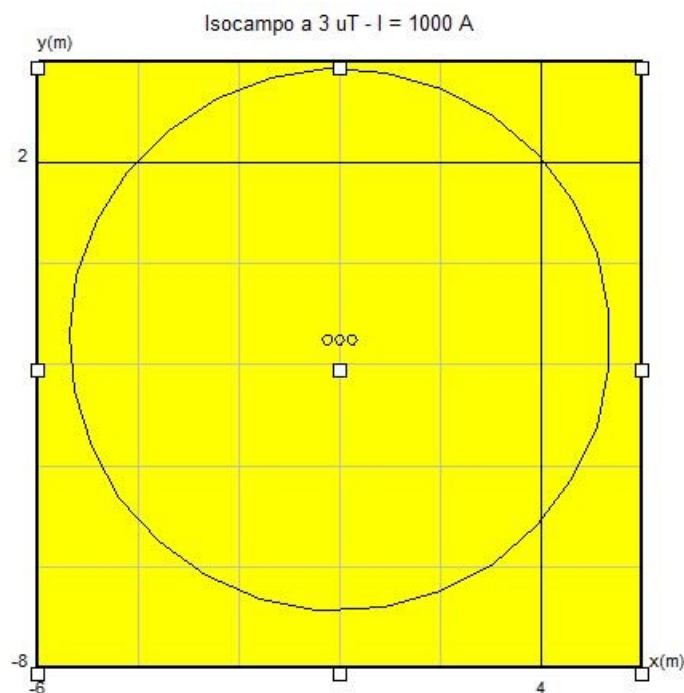
Figura 5 - Profilo laterale del campo magnetico al suolo con cavi posizionati ad una profondità di 1,5 m

Dall'analisi del profilo laterale del campo magnetico si può notare che alla distanza di 5 m dall'asse della linea il valore dell'induzione magnetica è di circa 2,82 μT inferiore al valore obiettivo di qualità fissato a 3 μT .

Fascia di rispetto

Una prima approssimazione nella determinazione delle fasce di rispetto è rappresentata dalla Distanza di Prima Approssimazione, che viene valutata in accordo a quanto disposto dal DM 29 maggio 2008, il cui allegato fissa la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

Nel caso in esame, nelle ipotesi di calcolo definite nel paragrafo 10.2.2.1, la sezione trasversale del cilindroide la cui superficie è caratterizzata da un valore di campo magnetico pari a 3 μT (obiettivo di qualità) risulta quella evidenziata in figura 3.



La DPA corrispondente alla fascia di rispetto dell'elettrodotto in esame risulta pertanto pari a poco più di 5m.

Come detto, tuttavia, la determinazione della DPA rappresenta una prima approssimazione nella verifica delle fasce di rispetto degli elettrodotti; si può infatti notare come il cilindroide la cui superficie è caratterizzata da un valore di campo magnetico pari a 3 μT si mantiene, nel caso in esame, in buona parte al di sotto del piano di campagna.

Pertanto, nella realtà, il rispetto dell'obiettivo di qualità è garantito nell'ambito di una fascia di 5 m per lato dall'asse.

Tale valore inoltre, come detto, è determinato in maniera cautelativa mettendosi nelle condizioni più onerose di disposizione dei conduttori in piano, seppure le modalità di posa prevedano anche la disposizione a trifoglio che comporta quasi il dimezzamento della fascia di rispetto.

Nei casi di interferenza con aree critiche, attualmente non rilevate nell'analisi preliminare, ci si riserva, in fase esecutiva, di rideterminare le fasce di rispetto nelle reali condizioni di posa ed eventualmente di adottare una schermatura supplementare dei conduttori.

10.2.3 Calcolo della fascia di rispetto elettrodotto MT

La fascia di rispetto è lo spazio circostante i conduttori di una linea elettrica aerea, o in cavo interrato, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale ad un valore prefissato, in particolare all'obiettivo di qualità.

Per il calcolo della fascia di rispetto è utilizzata la formula analitica approssimata come stabilito dalla normativa CEI 106-11 per cavi unipolari posati a trifoglio (interrati).

Lo 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'obbiettivo di qualità è il seguente:

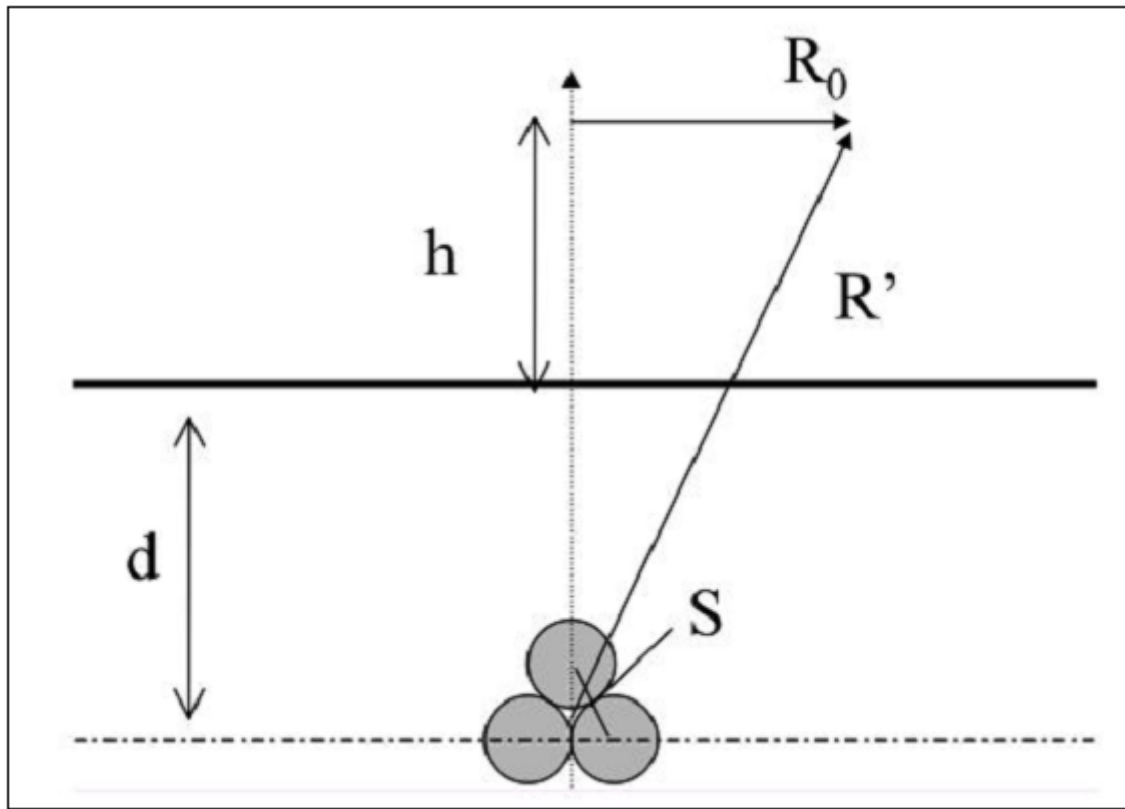
dove:

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

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

La formula semplificata per il calcolo diretto della distanza R_0 dall'asse della linea al livello del suolo ($h=0$) oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto del valore dei 3 μT è la seguente:

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



Di seguito si riportano i risultati dei calcoli effettuati sia per il cavo A.T. e sia per quello di M.T., a maggiore potenza trasmessa, posato a trifoglio, con l'obiettivo di confrontare l'effettiva curva di livello $B = 3 \mu\text{T}$, valutata con il modello normalizzato CEI, con la circonferenza di raggio R' sopra citata.

Ipotesi di Calcolo

- Elettrodotto in cavo interrato
- Posa Interrata a trifoglio
- Tensione di esercizio= 30 kV
- $I = 611,131\text{A}$
- $S = 0,075 \text{ m}$
- Sezione/Formazione cavo: $2 \times (3 \times 1 \times 400) \text{ mm}^2$
- $d = 1,20 \text{ m}$

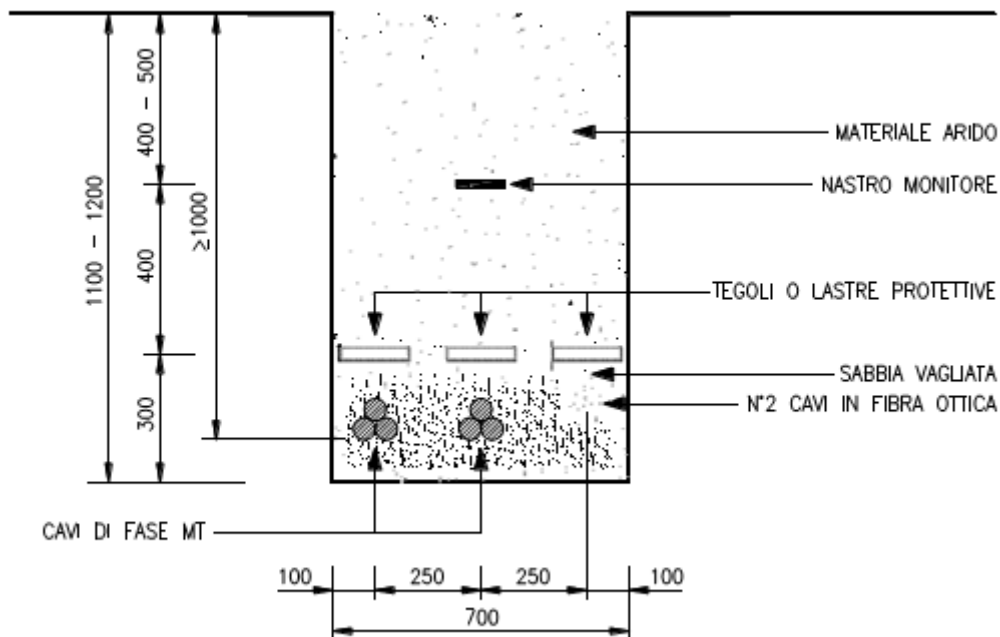


Figura 6 - Sezione tipica di posa della linea di cavo

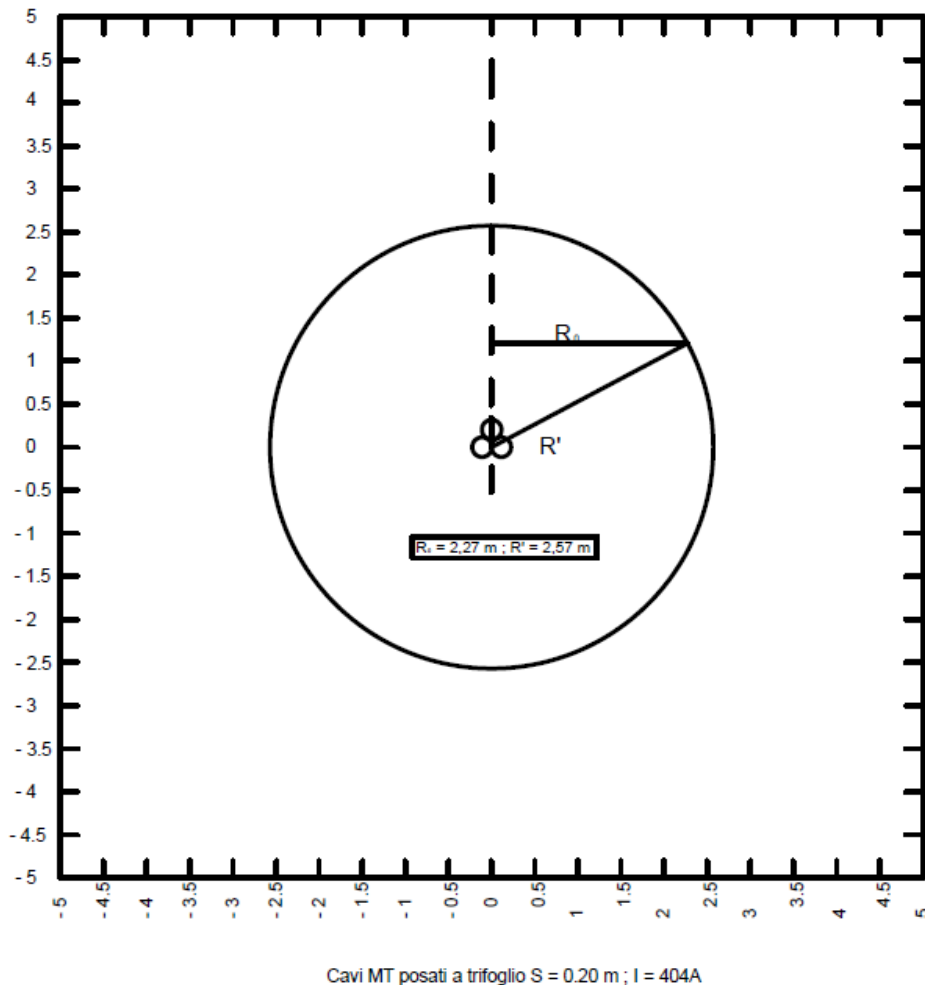
I valori di R' e R_o calcolati in base alle formule viste sono:

- $R' = 1,936$ m
- $R_o = 1,52$ m

Tale valore rappresenta la fascia di rispetto entro la quale non devono sostare per più di quattro ore le persone. Sono comunque valori che non tengono conto delle schermature adoperate in fase di progettazione sui conduttori elettrici, per cui valori restrittivi ma che per una maggiore sicurezza, in caso di cedimento dello schermo, è meglio rispettare

Si può quindi considerare che l'ampiezza della fascia di rispetto arrotondata per eccesso all'intero superiore sia pari a 2 m per lato dall'asse linea (circa 4 m centrati sull'asse linea).

Nei casi di interferenza con aree critiche, attualmente non rilevate nell'analisi preliminare, ci si riserva, in fase esecutiva, di rideterminare le fasce di rispetto nelle reali condizioni di posa ed eventualmente di adottare una schermatura supplementare dei conduttori o azioni integrative.



Il tracciato di posa dei cavi è stato studiato in modo che il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore a $3 \mu\text{T}$ in corrispondenza dei ricettori sensibili (abitazioni e aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata), **pertanto è esclusa la presenza di tali recettori all'interno della fascia calcolata.**

11 Analisi dei risultati ottenuti

Come mostrato nei paragrafi precedenti le azioni di progetto fanno sì che sia possibile riscontrare intensità del campo di induzione magnetica superiore al valore obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$, sia in corrispondenza delle cabine di trasformazione che in corrispondenza dei cavidotti esterni; d'altra parte è stato dimostrato come la fascia entro cui tale limite viene superato è circoscritto intorno alle opere suddette.

D'altra parte trattandosi di cavidotti che si sviluppano sulla viabilità stradale esistente o in territori scarsamente antropizzati, si può certamente escludere la presenza di recettori sensibili entro le predette fasce, venendo quindi soddisfatto l'obiettivo di qualità da conseguire nella realizzazione di nuovi elettrodotti fissato dal DPCM 8 Luglio 2003.

La stessa considerazione può ritenersi certamente valida per una fascia di $5 \div 9 \text{ m}$ attorno alle cabine di trasformazione di impianto, oltre che nelle immediate vicinanze della cabina di utenza in SSEU.

Dall'analisi dei risultati ottenuti in relazione ai valori dei campi elettrici e magnetici emessi dagli elettrodotti in esame e dal confronto con la documentazione cartografica di progetto, si riscontra che il collegamento in

oggetto risponde a quanto previsto dalla normativa vigente in materia di protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.

Si riscontra infatti che all'interno della DPA precedentemente determinata non è presente alcuna area che rientri nei criteri di applicabilità dell'obiettivo di qualità (aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere).

All'interno di tale fascia non sarà inoltre possibile prevedere la realizzazione di alcun edificio con destinazione rientrante nei criteri sopra esposti.

12 Segnaletica

Nei luoghi di lavoro in cui i livelli di esposizione ai CEM possono essere superiori alle restrizioni per la popolazione fissate dalla legislazione nazionale vigente, e per il campo magnetico statico al VA di 0,5 mT per il rischio di interferenza con i DMIA, verrà affissa apposita segnaletica sui CEM e l'accesso agli stessi sarà limitato in maniera opportuna.

L'utilizzo di ulteriore segnaletica potrà essere previsto per la protezione da rischi specifici come, ad esempio, nel caso di superamento dei VAinf per il campo elettrico (VAinfE), al fine di individuare chiaramente le zone in cui potrebbero verificarsi micro scariche e ove può essere necessario adottare specifici DPI.

La segnaletica di salute e sicurezza da utilizzare deve essere conforme ai requisiti del TUS, Titolo V, Allegati da XXIV a XXXII.

Nel TUS sono riportati solo alcuni segnali ma è possibile utilizzare anche la segnaletica contenuta nella UNI EN ISO 7010.

Segnaletica indicata dal TUS



	<p>Il segnale indica la presenza di campi elettromagnetici che potrebbero mettere il lavoratore in condizioni di esposizione non accettabili</p>
	<p>Il segnale indica la presenza di campi magnetici che potrebbero mettere il lavoratore in condizioni di esposizione non accettabili</p>

Figura 7 - Segnaletica relativa ai CEM indicata dal Testo Unico sulla Sicurezza, D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. come modificato ed integrato dal D.Lgs. 159/2016 che attua la Direttiva 2013/35/UE

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltatico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

Segnaletica UNI EN 7010

	Il segnale indica la presenza di campi elettromagnetici che potrebbero mettere il lavoratore in condizioni di esposizione non accettabili
	Il segnale indica la presenza di campi magnetici che potrebbero mettere il lavoratore in condizioni di esposizione non accettabili
	Divieto di ingresso per portatori di DMIA
	Divieto di ingresso per portatori di DMIP
	Divieto di indossare materiale metallici
	Divieto dell'uso del cellulare o ricetrasmittenti
	Obbligatorio indossare calzature antistatiche
	Obbligatorio leggere le istruzioni

Figura 8 - Segnaletica relativa ai CEM indicata dalla Norma UNI EN ISO 7010

13 Conclusioni

Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre. I valori di riferimento, per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici, sono stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo DPCM 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete di 50 Hz degli elettrodotti".

In generale, per quanto riguarda il campo elettrico in media tensione esso è notevolmente inferiore a 5kV/m (valore imposto dalla normativa).

Mentre per quel che riguarda il campo di induzione magnetica il calcolo nelle varie sezioni di impianto ha dimostrato come *non ci siano fattori di rischio per la salute umana* a causa delle azioni di progetto, poiché è esclusa la presenza di recettori sensibili entro le fasce per le quali i valori di induzione magnetica attesa non

RELAZIONE SU CAMPI ELETTROMAGNETICI

Impianto agrovoltaiico della potenza di 107,61 MW in immissione e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa, Mazara del Vallo e Castelvetro (TP)

sono inferiori agli obiettivi di qualità fissati per legge; mentre il campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi o assolutamente trascurabile negli altri casi per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione.

Infatti per quanto riguarda il campo magnetico, relativamente ai cavidotti MT, in tutti i tratti interni realizzati mediante l'uso di cavi elicordati, si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto sia pari a 1m, a cavallo dell'asse del cavidotto, pertanto uguale alla fascia di asservimento della linea. Per quanto concerne i tratti esterni, realizzati mediante l'uso di cavi unipolari posati a trifoglio, è stata calcolata un'ampiezza della semi-fascia di rispetto pari a circa 2 m (circa 4 m centrati sull'asse linea) e, sulla base della scelta del tracciato, **si esclude la presenza di luoghi adibiti alla permanenza di persone per durate non inferiori alle 4 ore al giorno.**

Per ciò che riguarda le cabine di trasformazione l'unica sorgente di emissione è rappresentata dal trasformatore BT/MT, quindi in riferimento al DPCM 8 luglio 2003 e al DM del MATTM del 29.05.2008, l'obiettivo di qualità si raggiunge, nel caso peggiore (trasformatore da 4320kVA), già a circa 8 m (DPA) dalla cabina stessa. Per quanto riguarda la cabina di "utente", vista la presenza del solo trasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari e l'entità delle correnti in uscita dal quadro MT, verso la sezione MT del trasformatore MT/AT, l'obiettivo di qualità si raggiunge a 9 m (DPA) dalla cabina stessa.

Comunque considerando che nelle cabine di trasformazione d'impianto e nella cabina di utenza **non è prevista la presenza di persone per più di quattro ore al giorno** e che l'intera area dell'impianto fotovoltaico sarà racchiusa all'interno di una recinzione metallica che impedisce l'ingresso di personale non autorizzato, e che tale area è interclusa alla libera circolazione, *si può escludere pericolo per la salute umana.*

L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.