



REGIONE SICILIANA  
Città Metropolitana di Catania  
COMUNI DI CASTEL DI IUDICA E RAMACCA

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO  
DELLA POTENZA DI PICCO DI 181,6 MWp E POTENZA DI IMMISSIONE 150 MW E  
DELLE RELATIVE OPERE CONNESSE  
NEI COMUNI DI CASTEL DI IUDICA E RAMACCA (CT)**

**Proponente:**



**INNOVAZIONE AGRISOLARE SRL**  
CORSO GIACOMO MATTEOTTI, 1  
20121 MILANO (MI)  
CF/P.IVA **12275870967**  
PEC: [innovazioneagrisolaresrl@pec.it](mailto:innovazioneagrisolaresrl@pec.it)

**Progettazione:**



**Cesit Ingegneria S.r.l.**  
C.da Monte Cenere s.n  
Belpasso (CT) CAP 95032  
CF/P.IVA 03438580874  
[info@cesit.it](mailto:info@cesit.it)



**RELAZIONE VALUTAZIONE DEI RISCHI PER I LAVORATORI  
ALL'ESPOSIZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI**

Pratica: CEE1458

DATA	FORMATO	SCALA	LIVELLO PROGETTAZIONE	REV.	VISTO	ELABORATO
Dicembre 2023	--	--		1° edizione		<b>AVIURAM-VIA02-029</b>

PROGETTAZIONE	Progettista <b>Dott. Ing. Igor Giuffrida</b>	Consulente Ambientale <b>PhD Ing. Salvatore Cartarrasa</b>
---------------	---	---



Cesit Ingegneria s.r.l.  
www.cesit.net

T +39 095 7178544  
F +39 095 7177165  
info@cesit.net

Sede Operativa e Legale  
C.da Monte Genere s.n.  
95032  
Belpasso (CT)

Sedi Distaccate  
Via Fabio Mangone,1  
20123  
Milano

Cap. Soc. € 516.456,00 i.v.  
P.IVA e C.F. 03438580874  
R.E.A. Catania n° 236456

Via Giacomo Matteotti, 35  
36075  
Montecchio Maggiore (VI)

## P.F.T.E. IMPIANTO ELETTRICO

### IMPIANTO AGRIVOLTAICO RAMACCA – CASTEL DI IUDICA 150 MW

# RELAZIONE VALUTAZIONE DEI RISCHI PER I LAVORATORI ALL'ESPOSIZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI



1	Dicembre 2023	1° Edizione	Ing. D. Spampinato	Ing. I. Giuffrida	Ing. I. Giuffrida
N.	DATA	AGGIORNAMENTO	EMESSO	CONTROLLATO	APPROVATO
CODICE DOCUMENTO		CEE1458	DATA: Dicembre 2023		



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO  
DELLA POTENZA DI PICCO DI 181,6 MWp E POTENZA DI IMMISSIONE  
150 MW E DELLE RELATIVE OPERE CONNESSE  
NEI COMUNI DI CASTEL DI IUDICA E RAMACCA (CT)**

---

**VALUTAZIONE DEI RISCHI PER I LAVORATORI  
ALL'ESPOSIZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI**

---

**INDICE**

<i>Rif.</i>	<i>Argomento</i>	<i>Pag.</i>
<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
1.1	Obiettivo della valutazione	2
1.2	Caratterizzazione del luogo di lavoro	2
1.3	Basi teoriche	2
1.4	Condizioni di utilizzo	3
1.5	Legenda degli acronimi	3
<b>2.</b>	<b>LEGGI E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>EFFETTI E STIME DI ESPOSIZIONE AI CEM NEI LUOGHI DI LAVORO</b>	<b>5</b>
3.1	Effetti dell'esposizione ai CEM nei luoghi di lavoro	5
3.1.1	Lavoratori particolarmente sensibili al rischio da esposizione ai CEM	5
3.1.2	Attivazione della sorveglianza sanitaria	8
3.2	Stime dell'esposizione ai CEM nei luoghi di lavoro	8
3.2.1	Uso dei valori limite di esposizione e dei livelli di azione	8
3.2.1.1	Valutazione dei livelli di azione previsti per gli effetti Diretti	9
3.2.1.2	Valutazione dei livelli di azione previsti per gli effetti Indiretti	14
<b>4.</b>	<b>VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER I LAVORATORI</b>	<b>18</b>
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b>	<b>20</b>

## 1. PREMESSA

---

### 1.1 Obiettivo della valutazione

---

La presente relazione redatta da CE.S.I.T. INGEGNERIA SRL a firma dell'ing. Igor Giuffrida iscritto all'ordine degli Ingegneri della provincia di Milano con il n° 23774, è finalizzata alla valutazione dei rischi per i lavoratori per l'esposizione a campi elettromagnetici relativi all'impianto agrivoltaico di "Castel di Judica (CT) e Ramacca (CT) 150 MW" rispetto alle prescrizioni delle vigenti normative in materia. Per quanto concerne ed attiene le caratteristiche tecniche e costruttive delle varie parti di cui si compone l'impianto fotovoltaico si rimanda alla relazione tecnica generale ed ai dati tecnici generali (Rif. Elaborati CEE1458\_01, CEE1458\_02).

### 1.2 Caratterizzazione del luogo di lavoro

---

Le caratteristiche del sito oggetto dell'installazione dell'impianto agrivoltaico ivi trattato, che costituirà il futuro "luogo di lavoro" da valutare, sono state ampiamente esaminate nell'elaborato CEE1458-27 dal titolo "VALUTAZIONE IMPATTO ELETTRICOMAGNETICO", cui si rimanda per eventuali approfondimenti. In quell'elaborato si è trattata la possibile interazione della popolazione esposta ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz). Lo studio dell'impatto elettromagnetico dell'impianto sarà condotto esclusivamente sulle linee sia aeree che interrate in alta tensione (150 kV) e media tensione (30 kV), in quanto il contributo dei componenti di stazione (macchinari e apparecchiature), risulta trascurabile rispetto a quello delle linee entranti ed uscenti.

Gli elementi presi in considerazione quali apparati in grado di emettere campi elettromagnetici nei luoghi di lavoro saranno dunque i soli conduttori costituenti le linee aeree ed interrate.

### 1.3 Basi teoriche

---

L'impianto agrivoltaico oggetto del presente elaborato è di futura realizzazione, pertanto non è possibile effettuare alcuna misurazione sui luoghi di lavoro. Le valutazioni (stime di esposizione CEM) che seguiranno verranno messe a confronto, dunque, con i risultati ottenuti da metodi di calcolo e simulazione matematica, come ampiamente trattato nell'elaborato CEE1458-27 prima citato.

## 1.4 Condizioni di utilizzo

---

L'impianto fotovoltaico in esame può normalmente considerarsi installato in un sito non presidiato dal personale, in quanto per il suo funzionamento non necessita della presenza di alcun operatore "in campo". I processi di lavoro che possono quindi considerarsi ai fini della presente trattazione, per i quali vengono valutati i tempi di esposizione e le posizioni dei lavoratori rispetto alle parti d'impianto durante le fasi di lavoro, sono quelli ascrivibili a:

- manutenzione ordinaria / straordinaria delle parti d'impianto,
  - pulizia periodica dei moduli fotovoltaici,
- con particolare riguardo a tutte le fasi che comportano esposizione ai CEM.

L'elenco dei lavoratori che si prevede possano essere professionalmente esposti nei luoghi di lavoro interessati dall'impianto fotovoltaico sono:

- elettricista / manutentore elettro-meccanico specializzato,
- operatore addetto alla pulizia dei moduli fotovoltaici.

## 1.5 Legenda degli acronimi

---

**CEM** Campi elettromagnetici

**DL** Datore di Lavoro

**DMIA** Dispositivi Medici Impiantabili Attivi

**LB** Limiti di base per la popolazione ai sensi della Raccomandazione 1999/519/CE

**LR** Livelli di Riferimento per la popolazione ai sensi della Raccomandazione 1999/519/CE

**VA** Valori di Azione per i lavoratori professionalmente esposti ai sensi della Direttiva 2013/35/UE come recepita dal D.lgs.159/2016

**VLE** Valori Limite di Esposizione per i lavoratori professionalmente esposti ai sensi della Direttiva 2013/35/UE come recepita dal D.lgs.159/2016.

## 2. LEGGI E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

---

- D.lgs. 09 aprile 2008 n. 81 - Testo coordinato con il D.lgs. 3 agosto 2009, n. 106 “TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO”
- D.lgs. del 1° agosto 2016, n. 159 “Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE. (16G00172) (GU n.192 del 18-8-2016)”
- Guida non vincolante di buone prassi per attuazione direttiva 2013/35UE relativa ai campi elettromagnetici - Volume 1: Guida pratica.
- DIRETTIVA 2013/35/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici).

### 3. EFFETTI E STIME DI ESPOSIZIONE AI CEM NEI LUOGHI DI LAVORO

---

#### 3.1 Effetti dell'esposizione ai CEM nei luoghi di lavoro

---

I campi elettromagnetici possono causare due diversi tipi di effetti noti potenzialmente dannosi per la salute e la sicurezza: effetti biofisici diretti ed effetti indiretti.

Gli effetti biofisici diretti sono quelli derivanti da un'interazione dei campi con i tessuti del corpo e possono essere di natura termica o non termica. Si tratta di effetti a soglia in quanto si verificano solo al di sopra di determinati livelli di esposizione e sono prevenuti rispettando i Valori Limite di Esposizione (VLE) fissati dal D.lgs. 81/08 Titolo VIII Capo IV e s.m.d.

[N.B.: Le prescrizioni del D.lgs. 81/08 e s.m.d. non si applicano alla protezione da eventuali effetti a lungo termine dei campi elettromagnetici.]

Gli effetti indiretti che la normativa intende prevenire, ed ai quali ci si interessa ai fini del presente elaborato, sono i seguenti:

- interferenze con attrezzature e altri dispositivi medici elettronici;
- interferenze con attrezzature o dispositivi medici impiantabili attivi, ad esempio stimolatori cardiaci e defibrillatori
- interferenze con dispositivi medici portati sul corpo, ad esempio pompe per l'infusione di farmaci;
- interferenze con dispositivi impiantati passivi, ad esempio protesi articolari, chiodi, fili o piastre di metallo;
- effetti su schegge metalliche, tatuaggi, body piercing e body art;
- rischio di proiezione di oggetti ferromagnetici non fissi in un campo magnetico statico;
- innesco involontario di detonatori;
- innesco di incendi o esplosioni a causa di materiali infiammabili o esplosivi;
- scosse elettriche o ustioni dovute a correnti di contatto che si verificano quando, in presenza di un campo elettromagnetico, il corpo umano entra in contatto con un oggetto a diverso potenziale elettrico.

#### 3.1.1 Lavoratori particolarmente sensibili al rischio da esposizione ai CEM

---

Alcuni gruppi di lavoratori sono da considerarsi particolarmente sensibili al rischio da esposizione ai campi elettromagnetici. Tali lavoratori potrebbero non essere protetti adeguatamente mediante il solo rispetto dei Valori Limite di Esposizione e dei Valori di Azione stabiliti dal D.lgs. 81/08 e s.m.d.

I lavoratori particolarmente sensibili al rischio sono in genere tutelati adeguatamente mediante il rispetto dei requisiti di protezione specificati per la popolazione nella raccomandazione 1999/519/CE, salvo alcune eccezioni, quali le lavoratrici donne in gravidanza, o altri soggetti particolarmente suscettibili agli effetti dei CM. Per questa categoria di soggetti, il rispetto dei VLE previsti dal D.lgs. 81/08 può non essere sufficiente a prevenire i rischi per la salute connessi alle

esposizione ai campi elettromagnetici.

Di conseguenza la tutela di tali soggetti può essere attuata tenendo conto dei limiti di esposizione per la popolazione fissati dalla Raccomandazione Europea 1999/519/CE o, in alternativa, dei valori limite di esposizione fissati da ICNIRP 2009 (ICNIRP è acronimo di International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) per il campo magnetico statico e da ICNIRP 2010 per gli effetti non termici dei campi elettrici e magnetici variabili nel tempo, che rappresentano il riferimento scientifico più aggiornato. Eventuali specifiche misure di protezione, dovrebbero essere valutate su base individuale (art. 210, comma 3) caso per caso dal medico competente e dall'RSPP.

I lavoratori portatori di protesi o altri dispositivi medici impiantati passivi, inclusi metallici (es. schegge, piercing etc.) devono essere considerati lavoratori particolarmente sensibili al rischio. Numerosi impianti medici possono essere metallici o contenere parti metalliche.

Tra questi si annoverano protesi articolari, protesi endoauricolari passive, chiodi, piastre, viti, clip chirurgiche, clip per aneurisma, stent, protesi valvolari cardiache, anelli per annuloplastica, impianti contraccettivi, otturazioni dentali etc. Se questi dispositivi contengono materiali ferromagnetici, questi possono subire torsioni e/o spostamenti in presenza di campo magnetico statico.

L'ICNIRP ha indicato nelle sue linee guida sui campi magnetici statici del 2009, per la prevenzione di tali rischi, lo stesso livello di sicurezza di 0,5 mT adottato per la protezione dei portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (ICNIRP, 2009), mentre nelle precedenti linee guida del 1994 venivano chiaramente distinte le due tipologie di effetti, e per i rischi connessi alle forze di attrazione e rotazione di impianti contenenti materiali ferromagnetici raccomandava di segnalare le aree caratterizzate da livelli di campo magnetico statico maggiori di 3 mT (ICNIRP, 1994).

Quest'ultimo valore è indicato nel D.lgs. 81/08 come VA per il rischio di attrazione e propulsivo nel campo periferico di sorgenti di campo magnetico statico ad alta intensità (> 100 mT).

Nel caso di esposizione a campi variabili nel tempo, gli impianti metallici possono perturbare il campo elettrico indotto nel corpo generando zone di forti campi localizzati.

Gli impianti metallici potrebbero anche essere riscaldati induttivamente; le conseguenze sarebbero riscaldamento e lesioni termiche dei tessuti circostanti. Questa condizione potrebbe anche causare il guasto dell'impianto.

Ci sono pochi dati su cui basare una valutazione dei rischi cui sono esposti coloro che indossano impianti passivi.

Un fattore da considerare è la frequenza dei campi elettromagnetici poiché la penetrazione del campo nel corpo diminuisce all'aumentare della frequenza, tanto che può esserci poca o nessuna interazione tra campi ad alta frequenza e la maggior parte degli impianti, che sono collocati entro una massa di tessuto circostante. Il riscaldamento induttivo in grado di provocare lesioni termiche ai tessuti circostanti dipenderà pertanto dalla frequenza e intensità del campo nonché dalle dimensioni e dalla massa dell'impianto.

Tuttavia, secondo la Guida Non Vincolante della Commissione Europea, la conformità alla Raccomandazione 1999/519/CE dovrebbe fornire un'adeguata protezione; esposizione a campi più intensi potrebbero essere consentiti in alcune circostanze, previa specifica valutazione. Le stesse considerazioni si possono estendere anche al caso di portatori di inclusi metallici o contenenti parti metalliche, quali ad esempio schegge metalliche e piercing.

<b>Lavoratorio esposti a particolari rischi</b>	<b>Esempi</b>
<b>Lavoratori che portano dispositivi medici impiantati attivi (active implanted medical devices, AIMD)</b>	Stimolatori cardiaci, defibrillatori cardiaci, impianti cocleari al tronco encefalico, protesi dell'orecchio, neurostimolatori, retinal encoder, pompe impiantate per infusione di farmaci.
<b>Lavoratori che portano dispositivi medici impiantati passivi contenenti metallo</b>	Protezioni articolari, chiodi, piastre, clip chirurgiche per aneurisma, stent, protesi valvolari cardiache, anelli per annuloplastica, impianti contraccettivi metallici e casi di dispositivi medici impiantati attivi.
<b>Lavoratori portatori di dispositivi medici indossati sul corpo</b>	Pompe esterne per infusione di ormoni.
<b>Lavoratrici in gravidanza</b>	

In aggiunta ai soggetti prima citati andrebbero considerati come particolarmente sensibili al rischio:

- soggetti affetti da patologie che possono alterare l'eccitabilità del sistema nervoso centrale;
- soggetti affetti da aritmie o da patologie del cuore, dell'emodinamica e di altri organi/apparati che possono favorire l'insorgenza di aritmie.

### 3.1.2 Attivazione della sorveglianza sanitaria

La sorveglianza sanitaria è "l'insieme degli atti medici, finalizzati alla tutela dello stato di salute e sicurezza dei lavoratori, in relazione all'ambiente di lavoro, ai fattori di rischio professionali e alle modalità di svolgimento dell'attività lavorativa". Essa deve essere attuata quando il lavoratore riferisce effetti indesiderati o inattesi sulla salute, compresi effetti di natura sensoriale, e quando risultino superati i VLE per effetti sensoriali o per effetti sanitari. Si evidenzia che la possibilità offerta dal D.lgs. 81/08 di superare sistematicamente (e non solo accidentalmente, caso in cui è previsto solo un controllo medico) i VA/VLE per gli effetti sensoriali ("flessibilità") e i VLE per gli effetti sanitari ("deroghe"), implica la necessità in questi casi di attivare un opportuno programma di sorveglianza sanitaria. Considerata l'esistenza di lavoratori particolarmente sensibili al rischio e, nell'ambito di questi ultimi, la presenza di lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili attivi, che possono essere oggetto di interferenza elettromagnetica potenzialmente pericolosa per i risvolti sul piano clinico in corrispondenza di livelli di esposizione superiori ai limiti previsti per la popolazione e a volte anche per esposizioni inferiori a tali limiti (si pensi al caso dei campi magnetici statici), è tuttavia opportuno, al superamento dei livelli di riferimento per la popolazione generale così come stabiliti dalla Raccomandazione 1999/519/CE, individuare eventuali lavoratori da sorvegliare, in quanto potenzialmente più sensibili al rischio. In ambienti di lavoro con presenza di

sorgenti il cui utilizzo possa comportare un rischio di interferenza con il funzionamento dei DMIA (tipologie di sorgenti evincibili ad esempio dalla lista delle sorgenti/situazioni espositive riportate nella tabella 3.2 della guida non vincolante della Commissione Europea) è in ogni caso consigliabile effettuare, a prescindere da considerazioni sui livelli espositivi, una ricognizione finalizzata ad accertare la presenza di lavoratori portatori di DMIA, che saranno destinatari di un'attività di informazione e formazione specifica. Tale ricognizione può essere condotta ad esempio attraverso somministrazione di questionario ad hoc gestito dal Medico Competente.

### 3.2 Stime dell'esposizione ai CEM nei luoghi di lavoro

Come già accennato, l'impianto fotovoltaico oggetto del presente elaborato è di futura realizzazione, pertanto non è possibile effettuare alcuna misurazione sui luoghi di lavoro. Le stime di esposizione CEM sono condotte sulla base di calcoli matematici.

#### 3.2.1 Uso dei valori limite di esposizione e dei livelli di azione

La direttiva CEM prevede valori limite di esposizione (VLE) per i cosiddetti "effetti non termici" (0-10 MHz), che sono quelli che prenderemo in considerazione all'interno del presente elaborato, dato il range di frequenza di interesse (50 Hz) - vedasi fig.6.2 di seguito riportata.

Per le frequenze comprese tra 1 Hz e 6 GHz, i VLE sono definiti in termini di grandezze presenti nel corpo che non possono essere misurate o calcolate facilmente. La direttiva CEM definisce anche livelli di azione (LA) fissati in termini di grandezze di campo esterne, rilevabili tramite calcoli. Questi LA sono ottenuti dai VLE sulla base di ipotesi prudenziali, e pertanto la conformità ai LA pertinenti garantisce sempre la conformità al VLE corrispondente.

La direttiva definisce una serie di LA differenti, alcuni dei quali applicabili simultaneamente. I LA riguardano gli effetti diretti o indiretti. Alle basse frequenze, i campi elettrici e magnetici possono essere considerati indipendenti (la cosiddetta «approssimazione quasi-statica») ed entrambi inducono campi elettrici nel corpo. Pertanto alle basse frequenze esistono LA per i campi elettrici e magnetici. Ci sono anche LA per la corrente di contatto.

##### 3.2.1.1 Valutazione dei livelli di azione previsti per gli effetti diretti

La conformità ai LA garantisce sempre la conformità ai corrispondenti VLE. Tuttavia, in molte situazioni sarà possibile superare il LA e mantenere comunque la conformità al VLE corrispondente. La relazione tra LA e VLE è illustrata nella figura 6.3. Per quasi tutti i datori di lavoro, in quasi tutte le situazioni, i LA previsti per gli effetti diretti offrono un metodo relativamente semplice per dimostrare la conformità ai VLE corrispondenti. Tutti i LA sono definiti per campi non alterati dalla presenza del corpo del lavoratore.

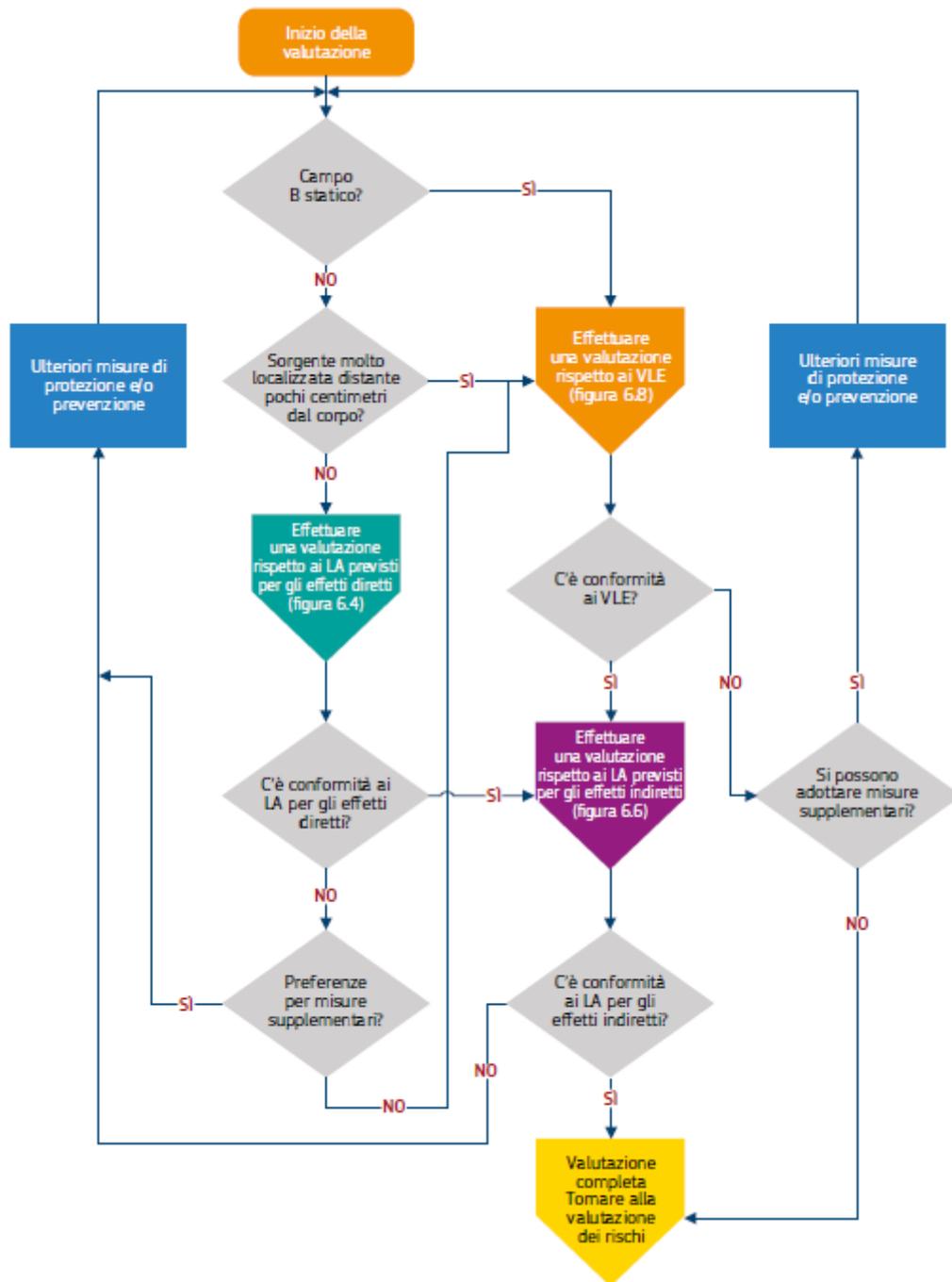


FIGURA 6.1: Processo per stabilire se occorre valutare la conformità ai LA oppure ai VLE.

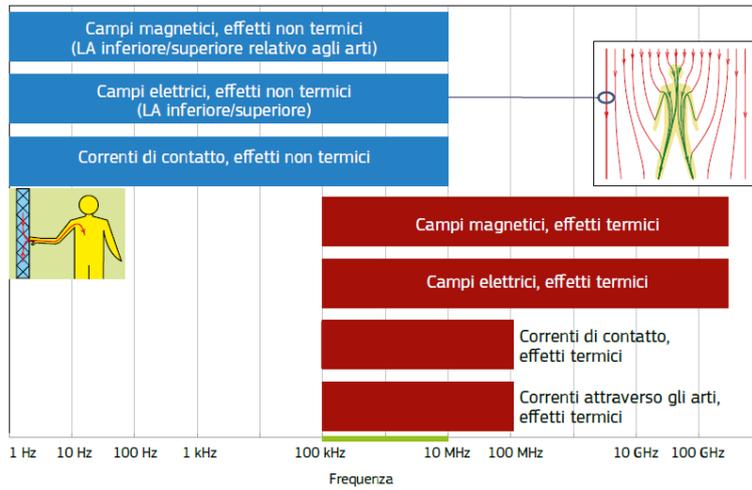


FIGURA 6.2: Gamma di frequenze in cui sono applicabili diversi LA.

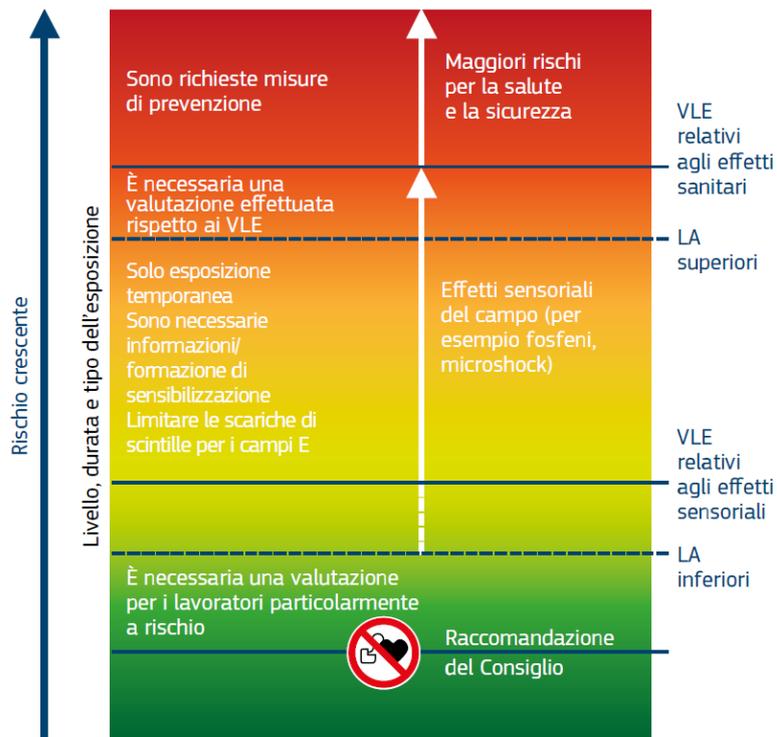


FIGURA 6.3: Rappresentazione schematica che illustra la relazione tra i valori limite di esposizione e i livelli di azione.

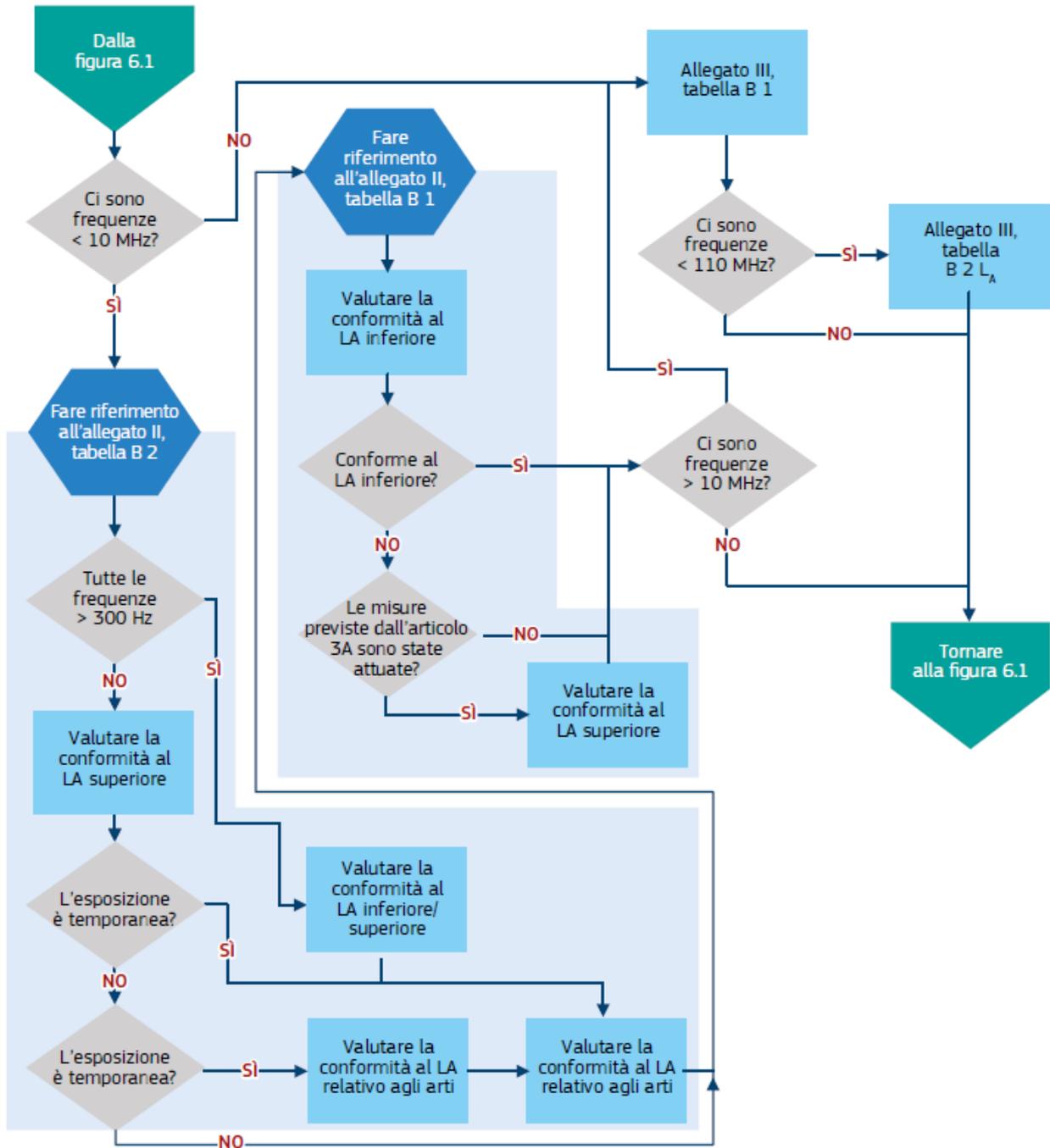


FIGURA 6.4: Diagramma di flusso per la selezione dei livelli di azione del campo elettrico (1 Hz-10 MHz) previsti per gli effetti diretti («Allegato» si riferisce agli allegati della direttiva sui campi elettromagnetici).

Per quanto riguarda la valutazione degli effetti diretti dei conduttori percorsi da corrente alternata (campo non statico), la valutazione viene svolta rispetto ai LA previsti per gli effetti diretti (rif. fig. 6.1).

Dalla fig. 6.4 constatiamo che l'allegato della direttiva 2013/35/UE di riferimento è ALLEGATO II, nello specifico ci interessa la tabella B2:

Tabella B2

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

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

Nota B2-1: f è la frequenza espressa in Hertz (Hz).

Dalla tab. B2 si evince che i valori di LA per esposizione a campi magnetici alla frequenza di 50 Hz sono i seguenti:

- LA mag inf = 1.000 microT
- LA mag sup = 6.000 microT
- LA mag arti = 18.000 microT

Tabella B1

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

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

Nota B1-1: f è la frequenza espressa in Hertz (Hz).

Continuando con l'esame della fig. 6.4, direttiva 2013/35/UE ALLEGATO II, tabella B1, si evince che i valori di LA per esposizione a campi elettrici alla frequenza di 50 Hz sono i seguenti:

- LA elet inf = 10.000 V/m
- LA elet sup = 20.000 V/m

I valori trovati permettono di affermare che per il caso oggetto di studio vi è la conformità ai LA per gli effetti diretti.

### 3.2.1.2 Valutazione dei livelli di azione previsti per gli effetti indiretti

Si procede dunque alla valutazione degli effetti indiretti dei conduttori percorsi da corrente alternata (campo non statico), rispetto ai LA previsti per gli effetti indiretti (rif. fig. 6.6).

Dall'esame della fig. 6.6, direttiva 2013/35/UE ALLEGATO II, tabella B3, si evince che il valore di LA per la corrente di contatto  $I_c$  alla frequenza di 50 Hz è pari a:

- LA corr cont = 20 mA.

Tabella B3

I LA per corrente di contatto  $I_c$

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

Nota B3-1:  $f$  è la frequenza espressa in kilohertz (kHz).

Livelli di azione (LA) per induzione magnetica di campi magnetici statici

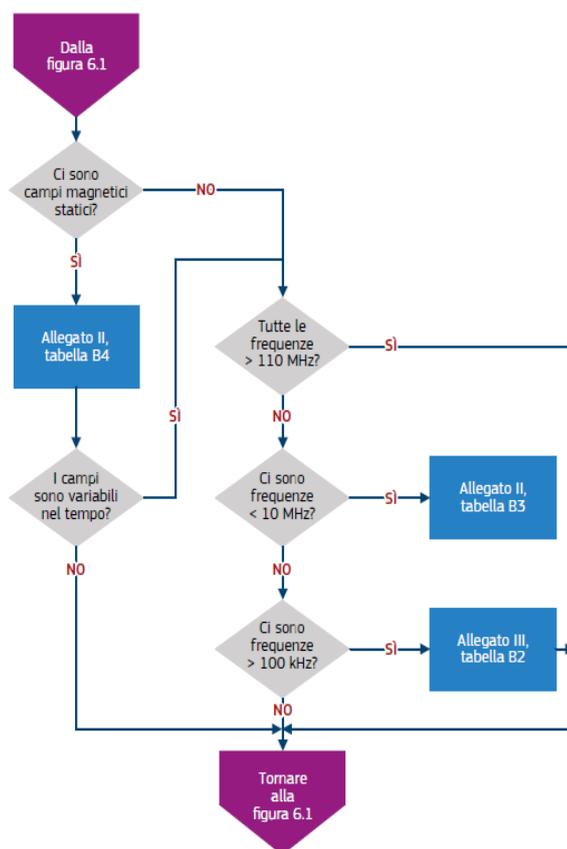


FIGURA 6.6: Diagramma di flusso per la selezione dei livelli di azione previsti per gli effetti indiretti («Allegato» si riferisce agli allegati della direttiva sui campi elettromagnetici).

Per quanto riguarda la valutazione degli effetti indiretti dei conduttori percorsi da corrente continua (campo statico), la valutazione viene svolta rispetto ai Valori limite di esposizione VLE (0 - 1 Hz), (rif. figg. 6.1 e 6.8).

La direttiva relativa ai campi elettromagnetici definisce VLE separati per gli effetti sensoriali e sanitari (figura 6.7). I VLE relativi agli effetti sensoriali si applicano soltanto a specifiche gamme di frequenza (0-400 Hz e 0,3-6 GHz). Per le basse frequenze, la percezione del campo si verifica a livelli di esposizione inferiori a quelli in cui si registrano effetti per la salute. Il VLE relativo agli effetti sensoriali (per quanto riguarda gli effetti termici) ha lo scopo di evitare i «disturbi uditivi da microonde» che si verificano soltanto in determinate condizioni (cfr. l'appendice B). Al contrario i VLE relativi agli effetti sanitari si applicano a tutte le frequenze. In generale è ammesso il superamento temporaneo dei VLE relativi agli effetti sensoriali, per brevi periodi, purché vengano soddisfatte alcune condizioni.

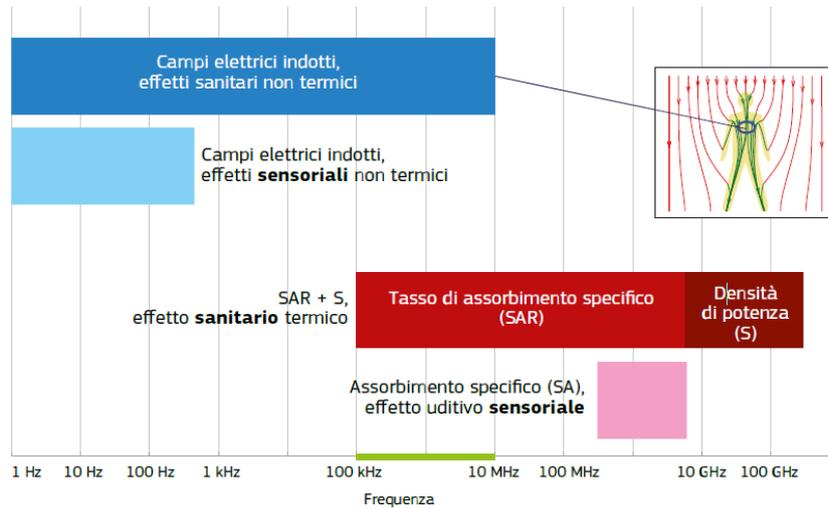
I VLE per la gamma di frequenza tra 0-1 Hz sono definiti in termini di induzione magnetica esterna (tabella A1 dell'allegato II della direttiva EMF). I VLE relativi agli effetti sensoriali sono fissati per evitare vertigini e altri effetti legati alla percezione. Questi derivano soprattutto da campi elettrici indotti nei tessuti quando il corpo si muove in un forte campo magnetico statico, benché sia dimostrato che possono verificarsi in assenza di movimento. Pertanto per un ambiente di lavoro controllato in cui il movimento nel campo è limitato e i lavoratori sono adeguatamente informati, potrebbe essere ammesso un superamento temporaneo dei VLE relativi agli effetti sensoriali a condizione che ciò sia giustificato dalla prassi o dalla procedura. In questo caso le esposizioni non devono superare i VLE relativi agli effetti sanitari.

In "condizioni di lavoro normali", le restrizioni sull'esposizione derivante dal movimento in campi magnetici statici si basano su effetti sensoriali come vertigini, nausea e fosfeni. Lo spettro dei campi indotti dal movimento del corpo umano all'interno di un campo magnetico statico si estende fino a 25 Hz e dev'essere preso in considerazione nella selezione dei VLE relativi agli effetti sensoriali.

Il VLE relativo agli effetti sanitari in "condizioni di lavoro controllate" è applicabile su base temporanea durante il turno di lavoro, ove giustificato dalla prassi o dal processo, purché siano state adottate misure di prevenzione quali il controllo dei movimenti e l'informazione dei lavoratori.

Dall'esame della fig. 6.6, direttiva 2013/35/UE ALLEGATO II, tabella A1, si evince che i valori di VLE per l'induzione magnetica esterna B0 alla frequenza di 0 Hz (campo statico), sono pari a:

- B0 = 2T (condizioni di lavoro normali, effetti sensoriali non termici),
- B0 = 8T (esposizione localizzata degli arti, effetti sensoriali non termici),
- B0 = 8T (condizioni di lavoro controllate, effetti sanitari non termici).



Le barre blu indicano gli effetti non termici e quelle rosse indicano gli effetti termici.

FIGURA 6.7: Gamma di frequenze nell'ambito della quale vengono utilizzati diversi VLE.

Tabella A1

**VLE per un'induzione magnetica esterna ( $B_0$ ) compresa tra 0 e 1 Hz**

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

Tabella B4

**LA per induzione magnetica di campi magnetici statici**

Rischi	LA( $B_0$ )
Interferenza con dispositivi impiantati attivi, ad esempio stimolatori cardiaci	0,5 mT
Rischio di attrazione e propulsivo nel campo periferico di sorgenti ad alta intensità (> 100 mT)	3 mT

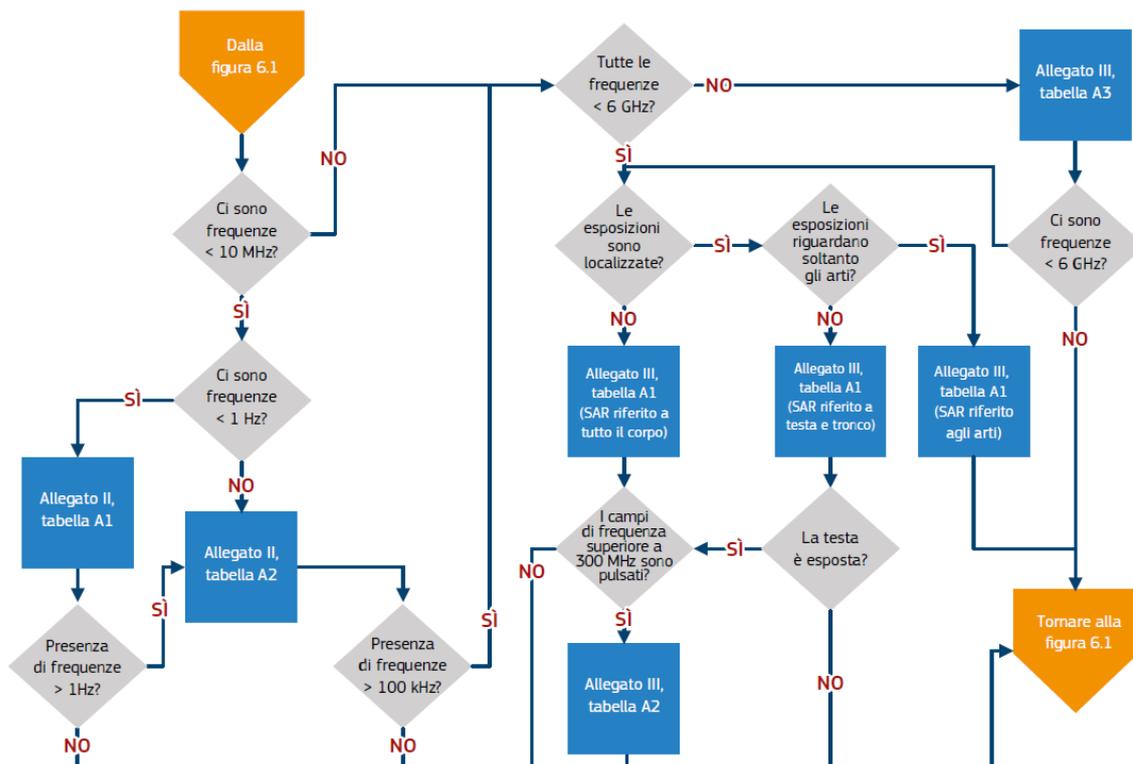


FIGURA 6.8: Diagramma di flusso per la selezione dei VLE

Tornando adesso ad esaminare la fig. 6.1, il diagramma di flusso suggerisce di effettuare una valutazione rispetto ai LA previsti per gli effetti indiretti; per questo, tornando alla fig. 6.6, direttiva 2013/35/UE ALLEGATO II, tabella B4, si evince che i valori di LA di induzione magnetica di campo magnetico statico, sono pari a:

B0 (che generi interferenza con dispositivi impiantati attivi = 0,5 mT

B0 (che generi rischio di attrazione / propulsione nel campo periferico di sorgenti ad alta intensità) = 3 mT.

La valutazione dei rischi per i lavoratori, condotta in accordo a quanto previsto dalla Direttiva CEM, risulta così completa.

In queste considerazioni conclusive prenderemo in considerazione i soli “lavoratori non particolarmente a rischio” (rif. par. 3.1) e lasciando a cura del medico competente e dall’RSPP eventuali specifiche misure di protezione, che potrebbero richiedere una valutazione su base individuale a seconda del caso.

Alla luce di quanto sopra esposto, si può sinteticamente concludere quanto segue:

### **SS.ne MT/AT 30/150 kV**

La SS.ne MT/AT 30/150 kV per la connessione alla rete Terna da 150 MVA è accessibile solamente al personale tecnico specializzato.

### **Linee elettriche interrate 30 kV**

Per le linee elettriche interrate in media tensione a 30 kV la distanza di prima approssimazione non eccede il range di 1,90-2,40 rispetto all’asse dei cavidotti.

### **Power skid**

Per i trasformatori b.t./M.T., gli inverter e i quadri di media tensione a 30 kV, che costituiscono i power skid, i valori di campi magnetico ed elettrico sono sempre ampiamente al di sotto dei valori indicati nelle normative vigenti.

### **Linee elettriche di bt/M.T.**

I valori delle grandezze dei CEM ottenuti tramite modelli di calcolo matematico (rif. elaborato CEE1458\_29 “VALUTAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO”), risultano essere inferiori rispetto ai valori LA e VLE ottenuti nel precedente paragrafo.

### **Figure e mansioni lavorative coinvolte**

Le figure / mansioni lavorative che saranno coinvolte nei luoghi di installazione dell’impianto fotovoltaico:

- elettricista / manutentore elettro-meccanico specializzato;
- operatore addetto alla pulizia dei moduli fotovoltaici.

Per i lavoratori di cui al punto 1), questi opereranno in condizioni verosimilmente di impianto / porzione di impianto temporaneamente disalimentato (proprio per consentire le operazioni di manutenzione); qualora essi dovessero operare con impianto / porzione di impianto sotto tensione, si può ragionevolmente considerare un tempo di esposizione ai CEM relativamente breve (qualche

ora / qualche giorno);

per i lavoratori di cui al punto 2), questi nella conduzione delle proprie mansioni permarranno all'interno della Dpa per periodi relativamente brevi, quindi essendo soggetti a tempi di esposizione ai CEM relativamente brevi (qualche ora / qualche giorno).



Dall'analisi e da un attento esame di quanto sopra riportato, il sottoscritto può serenamente affermare che a seguito della realizzazione delle opere elettriche descritte, non esiste alcun pericolo per la salute dei lavoratori dovute ai campi elettrici e magnetici prodotti dall'impianto agri voltaico Castel Di Judica-Ramacca 150 MW.

IN FEDE

Ing. Igor Giuffrida

Belpasso (CT), 07/12/2023